

**BIULETYN TECHNICZNO-INFORMACYJNY**

P. 2900/82

# **TECH**

**10**<sub>(244)</sub>

**1982**

Redaguje Kolegium w składzie:

mgr A. Chróścielewska, dr inż. W. Kossowski,  
mgr J. Kutrowska (sekretarz redakcji),  
mgr inż. J. Reluga (redaktor działu "Technologia"),  
mgr inż. A. Teodorczuk, mgr inż. T. Ustaborowicz,  
mgr inż. M. Wajcen (redaktor naczelny), mgr inż. R. Zieleniewski

#### Warunki prenumeraty

Jednostki gospodarki społecznej, 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 1896zł należy zamawiać do 25 listopada na rok następny, półroczną do 10 czerwca na II półrocze.

Cena 158 zł

**ZRZESZENIE PRODUCENTÓW ŚRODKÓW  
INFORMATYKI, AUTOMATYKI  
i APARATURY POMIAROWEJ „MERA”**



**BIULETYN TECHNICZNO - INFORMACYJNY**

**Warszawa, październik 1982**

## SPIS TREŚCI

Z. Pluciński	Rozwój systemu MIKRO-80 na tle wymagań automatyzacji oraz współczesnych trendów w technice mikroprocesorowej .....	3
R. Janowicz	Zastosowania sterownika mikroprocesorowego MIKRO-80 w hutnictwie .....	7
M. Kaczmarek B. Wolyńska R. Zenker	Sterownik nadrzędny systemu SCR-5 sterowania ruchem ulicznym....	13
M. Kaczmarek M. Jędrusiak	Koncepcja mikroprocesorowego systemu kontroli i nadzoru dla obiektu klimatyzowanego .....	19
W. Grzybowski B. Głajcher	Sterowanie ruchem palet w magazynie wysokiego składowania.....	23
R. Szpakowski	Programowy rejestrator manewrów i stanów awaryjnych .....	28

Opracowanie: Redakcja Biuletynu Techniczno-Informacyjnego "Mera",  
ul. Poezji 19, 04-994 Warszawa /tel. 12-90-11 wew. 17-54/. Wydawca:  
Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", ul. Poezji 19,  
04-994 Warszawa. Zam. 225/82. Nakład 1400 egz.

## ROZWÓJ SYSTEMU MIKRO-80 NA TLE WYMAGAŃ AUTOMATYZACJI ORAZ WSPÓŁCZESNYCH TRENDÓW W TECHNICIE MIKROPROCESOROWEJ

### Od Redakcji

W niniejszym numerze Biuletynu Techniczno-Informacyjnego MERA publikujemy materiały z seminarium zorganizowanego przez OBR Systemów Automatyki i Sekcję Metrologii, Automatyki i Mechaniki Precyzyjnej 0/Poznań w dniu 27 października 1982 r. nt. ZASTOSOWANIE STEROWNIKA MIKROPROCESOROWEGO MIKRO-80 W GOSPODARCE NARODOWEJ.

Publikowane artykuły są rozwinięciem ogólnej informacji o sterowniku MIKRO-80 zamieszczonej w nr 4-5/82 Biuletynu Technicznego MERA.

O rozwoju MIKRO-80 nie można mówić w oderwaniu od ogólnych osiągnięć światowych w dziedzinie mikroprocesorowych systemów automatyki /MSA/, aktualnych trendów rozwojowych, opartych na doświadczeniach aplikacyjnych krajów zachodnich oraz realnych możliwości rynku elementów elektronicznych w kraju i w obszarze RWPG. Dynamiczny postęp techniki mikroprocesorowej w minionym dziesięcioleciu był powodowany głównie osiągnięciami w innych dziedzinach, uzyskanymi w okresie kilku dziesięcioleci poprzednich. Dotyczy to przede wszystkim rozwoju technologii układów elektronicznych.

Biorąc historycznie, w roku 1972 zaczęto produkować pierwszy mikroprocesor czterobitowy /typu 4004/ firmy INTEL. Rok 1975 odznacza się wprowadzeniem na rynek ośmiobitowego mikroprocesora 8080. W roku 1978 stały się dostępne szesnastobitowe mikroprocesory, m.in. typu 8086, natomiast w dwa lata później firma INTEL opracowała nową generację mikroprocesorów trzydziestodwubitowych, iAPX 432, opartą na technologii HMOS. Począwszy od generacji 8086, układy mikroelektroniczne są w dużej mierze zorientowane na aplikacje w systemach wieloprocesorowych. Jednocześnie osiągnięcia technologii elektronicznej HMOS stworzyły dalsze możliwości rozwoju mikroprocesorów ośmiobitowych: od roku 1981 INTEL oferuje rodzinę iAPX 88. Ta nowa generacja ośmiobitowa /8087, 8088, 8089/, kompatybilna pod względem listy instrukcji z rodziną iAPX 86 daje szerokie możliwości zastosowań systemowych, szczególnie w pracy wieloprocesorowej. Uw-

zględniając jednak wspomniane powyżej możliwości krajowe należy stwierdzić, że w najbliższym pięcioleciu systemy oparte na procesorze 8080 będą u nas znajdowały zastosowanie. Z tego względu celowe i ekonomicznie uzasadnione są prace rozwojowe prowadzone przez OBR Systemów Automatyki w Poznaniu, w zakresie rozszerzenia uniwersalności zastosowań MIKRO-80 w automatyzacji procesów przemysłowych.

### Obszar zastosowania

MIKRO-80 był zamierzony i jest rozwijany jako mikroprocesorowy system automatyki /MSA/, w dużym stopniu uniwersalny pod względem możliwości stosowania do automatyzacji różnych procesów technologicznych. Konkretne możliwości zastosowań obejmują następujące dziedziny przemysłowe:

Hutnictwo. Procesy elektrolizy aluminium, miedzi, procesy odlewnicze, sterowanie transportem technologicznym itp.

Statki morskie. Systemy kontroli siłowni okrętowej, sterowanie silnikiem głównym, rejestracja manewrów, sterowanie za i wylądunkiem, po systemy alarmowe itp.

Przemysł maszynowy. Sterowanie obrabiarek oraz linii technologicznych, sterowanie transportem technologicznym, systemy kontroli pracy /czasu wykorzystania/ maszyn, systemy optymalizujące zużycie energii, automatyzacja stanowisk prób fabrycznych /np. silników spalinowych/.

Przemysł rolno-spożywczy. Sterowanie procesem technologicznym, transportem, procesy dozowania itp.

Magazyny wysokiego składowania. Systemy sterowania układarkami oraz transportem wewnątrz magazynu.

Energetyka ciepła. Automatykacja kotłowni przemysłowych oraz dużych ciepłowni komunalnych.

Energetyka zawodowa. Systemy kontroli i optymalizacji pracy rozdzielni energetycznych.

Gospodarka komunalna. Automatykacja stacji wodociągów, uzdatniania wody, oczyszczalnie ścieków, systemy sterowania ruchem drogowym, automatykacja wielkich obiektów użytku publicznego.

Rozwój MIKRO-80 w aspekcie wymagań automatyzowanych obiektów

### Wymagania strukturalne

Problemy automatyzacji procesów technologicznych narzucają w zasadzie dwie podstawowe grupy wymagań względem struktury sprzętowej systemu mikroprocesorowego.

Wymagania te są określone przez następujący podział funkcji systemu automatyki:

- pomiary, przetwarzanie danych procesowych oraz sterowanie lokalną,
- nadzorowanie i kontrola procesu przez personel dyżurujący w pomieszczeniu dyspozytorskim.

Obydwa te wymagania wywodzące się z danej konfiguracji i warunków procesu technologicznego mogą być spełnione, jeżeli w systemie sprzętowym znajdują się trzy jednostki podstawowe:

- sterownik procesu /SP/, przygotowany do zbierania danych, generowania sygnałów alarmowych oraz do ingerowania w przebieg procesu, wpływania na jego jakość, poprzez realizowanie funkcji sterowania i regulacji automatycznej,
- stanowisko operatora systemu /SOS/, będące w rzeczywistości pulpitem systemowym, którego wyposażenie umożliwia operatorowi posiadanie w każdej chwili pełnego wglądu w proces technologiczny, a także zapewniające operacyjną zdolność panowania nad procesem w sytuacjach awaryjnych,
- sterownik komunikacyjny /SK/, zapewniający komunikację pomiędzy sterownikami procesu /SP/ a systemem nadrzędnym.

Wspólną cechą różnych konfiguracji sprzętowych MSA jest zdolność wszystkich jednostek /podsystemów/ do realizowania w obszarze danego obiektu automatyzacji funkcji sterowania i regulacji w reżimie czasu rzeczywistego.

### ● Wymagania rozwojowe względem sterownika procesu /SP/

Sterownik MIKRO-80 jako podstawowa jednostka w RSA powinien spełniać następujące wymagania systemowe:

1. Zdolność multipleksowej pracy w RSA przy równoczesnym realizowaniu funkcji przetwarzania wielkości procesowych, sterowania i regulacji automatycznej. Powinien również być przystosowany do pracy autonomicznej, jako urządzenie całkowicie samowystarczalne zarówno w odniesieniu do małych procesów jak i w większych systemach. W instalacjach technologicznych średniej wielkości jednostki takie /SP/ pełnią rolę podsystemów w ramach jednego systemu automatyki. Jednakże kryterium pracy autonomicznej może być spełnione jedynie przez takie podsystemy /sterowniki procesu/, które dysponują odpowiednio dużym zasobem zdolności operacyjnych tak pod względem funkcjonalnym, jak również w zakresie prędkości przetwarzania i posiadanej mocy operacyjnej.

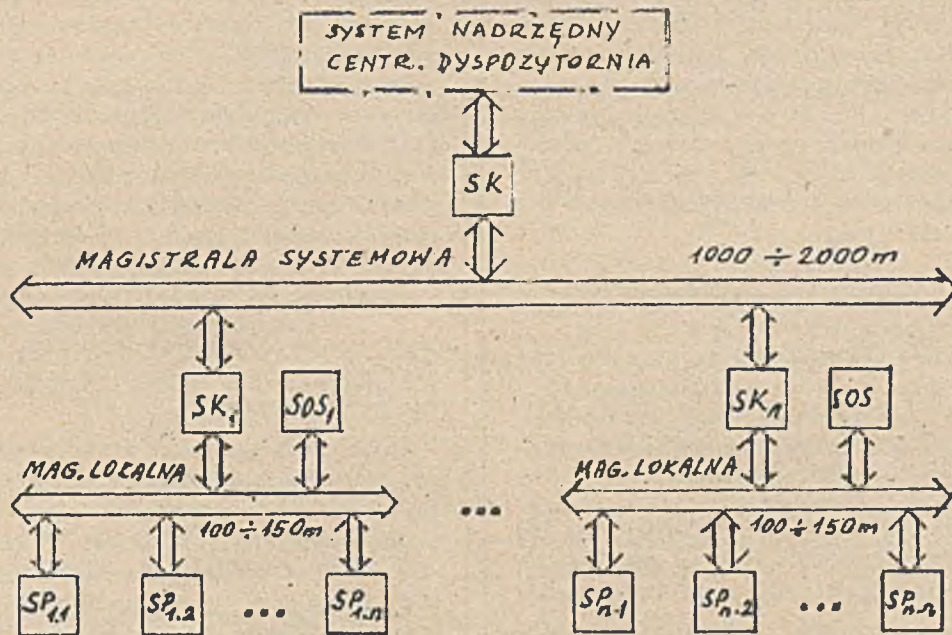
2. Kilka lub więcej sterowników /SP/ ewentualnie stanowisk operatorskich /SOS/, rozproszonych względem siebie w odległości 100-150m mogą być ze sobą połączone wspólną magistralą. Zakłada się, że istnieje między nimi możliwość komunikacji poprzez szybką transmisję danych /rys.1/. W wielkich systemach konfiguracja taka będzie stanowiła jeden z podsystemów, natomiast w przypadku mniejszych obiektów automatyzacji będzie to integralny system sterowania procesem.

3. Jeżeli zachodzi potrzeba powiązania z sobą kilku podsystemów /B/, to należy przewidywać istnienie dużej magistrali systemowej dla transmisji na odległość do 2000m.

4. Nie przewiduje się równocześnie pomniejszenia zakresu funkcjonalnego podsystemów, które w swej strukturze powinny być tak konfigurowane, aby w razie wypadnięcia z ruchu jednostki nadrzędnej każdy podsystem, a w określonych przypadkach również sterownik procesu, mógł przejmować odpowiednie funkcje poziomu nadrzędnego. Z tej racji sterownik MIKRO-80 powinien docelowo dysponować pewnymi możliwościami tworzenia struktur redundancyjnych niezbędnych w każdym założonym procesie technologicznym. Własności redundancyjne uzależnione są każdorazowo od wymagań obiektowych, tj. zależą od rodzaju procesu i związanych z nim uwarunkowań niezawodnościowych.

### ● Wymagania rozwojowe względem stanowiska operatora systemu /SOS/

W rozumieniu tradycyjnym, operator potrzebuje do prawidłowego prowadzenia procesu pewną ilość mierników, wskaźników,



Rys.1. Optymalna struktura rozproszonego systemu automatyki procesów: SP - sterownik procesu, SOS - stanowisko operatora systemu, SK - sterownik komunikacyjny

rejestratorów, sygnałów optycznych oraz elementów manipulacyjnych. Warunkiem niezawodnej pracy operatora jest możliwość opanowania systemu w sensie ergonomicznym, co w wypadku dużych systemów automatyki stwarza projektantowi wiele problemów trudnych do pokonania.

Technika mikroprocesorowych systemów automatyki wraz z szerokim asortymentem środków skondensowanej wizualizacji procesów pozwala na realizację stanowisk w miarę optymalnych. Istotną rolę w strukturze SOS ma do spełnienia monitor ekranowy. W systemie MKRO-80 przewiduje się zastosowanie monitora /jako elementu SOS/ - w pierwszym etapie czarno-białego, a następnie kolorowego. Struktura sprzętowa i funkcjonalna SOS jest w zasadzie podyktowana przez główne zadania operatora procesu /systemu/, a również uwarunkowana możliwościami percepcyjnymi człowieka w zakresie odbierania informacji, kojarzenia pewnych zdarzeń i reagowania na nie.

#### Zadania podstawowe operatora systemu

- Nadzorowanie procesu technologicznego w celu ustalenia ewentualnych zakłóceń oraz dokonywanie oceny stopnia prawidłowości funkcjonalnej obiektu.
- Ingerowanie w proces technologiczny:
  - a/ w stanie normalnego ruchu, w celu oddziaływania na przebieg procesu w sposób technologicznie zamierzony,

- b/ w stanie zakłócenia procesu, w celu zapobieżenia dalszym szkodliwym skutkom.
- wyjaśnienie przyczyn zaistniałych zakłóceń, co jest konieczne dla podejmowania działań zmierzających do usunięcia tych przyczyn.

Każde z wymienionych zadań operatora jest równocześnie wymaganiem dla prawidłowych rozwiązań SOS. Zadania SOS można bardziej uściślić, co wyraża się następującym podziałem funkcjonalnym:

Komunikacja - wymiana informacji w zakresie wielkości mierzonych, sygnalizacji wielkości granicznych i stanów ruchowych, wartości zadanych itp. pomiędzy systemem a operatorem.

Pulpit systemu - wprowadzanie danych, informacje o procesie, wskazania wielkości mierzonych.

Wskazania stanów procesu - odchylenie od wielkości zadanych, zbiorcza sygnalizacja alarmowa, synoptyka procesu technologicznego.

Historia zdarzeń - rejestrowanie przeszłości ważniejszych wielkości mierzonych oraz ich ilustracja graficzna.

Raportowanie - wydruki protokółów wszystkich stanów alarmowych, występujących zakłóceń oraz zmian parametrów, a również protokoły dotyczące stanów normalnych /drukowane na żądanie lub okresowo/.

Zakłada się, że w miarę potrzeb i wymagań obiektowych SOS może mieć strukturę wieloprocessorową, zorientowaną funkcjonalnie. Założenie to zapewnia równocześnie niezawodność funkcjonalną SOS w wypadku uszkodzenia jednego z mikroprocesorowych jednostek. Niezawodność najważniejszych funkcji może być zapewniona drogą odpowiednich rozwiązań redundancyjnych.

#### ● Wymagania rozwojowe względem sterownika komunikacyjnego /SK/

Pod względem prawidłowej organizacji transmisji danych oraz z uwagi na różnorodność funkcji sterownik komunikacyjny charakteryzuje się dużym stopniem wariantowości wymagań strukturalnych. Istotny jest fakt, iż funkcje komunikacji rozłożone są także częściowo na SP oraz SOS. W związku z tym każda z jednostek mających udział w komunikacji musi realizować funkcje organizowania transmisji danych jak również opracowywania protokołu przesyłania informacji. Przyjmuje się, że struktura komunikacyjna systemu jest hierarchiczna, ponieważ w każdej chwili jedna z jednostek biorących udział w transmisji danych spełnia rolę stacji nadrzędnej, która generuje sygnały wywoławcze i oczekuje odpowiedzi ze strony stacji wywoływanej. Poszczególne podstacje /np. SP/ znajdują się w stanie gotowości odbioru, a jeśli adresowanie odnosi się do jednej z nich, to stacja wywołana reaguje natychmiast odpowiedzią.

Przy założeniu odpowiedniego wyposażenia sterowników /SP/ w interfejsy komunikacyjne, stacja nadrzędna /SK/ winna mieć możliwość przekazywania funkcji wiodącej na jedną z podstacji. Ponadto trzeba przewidzieć możliwości bezpośredniej komunikacji pomiędzy dwiema podstacjami. W systemie rozproszonym /RSA/ sterownik komunikacyjny /SK/ będzie funkcjonalnie podporządkowany poziomowi nadrzêdnemu /np. centralnej dyspozytorni/, poprzez magistralę systemową /np. PROWAY/. Jednak w hierarchii podsystemu, lub małego systemu realizowanego z zestawów MIKRO-80, SK może spełniać rolę sterownika nadrzêdnego w stosunku do każdego SP.

Równocześnie struktura SK powinna spełniać następujące wymagania funkcjonalne:

- generowanie i przetwarzanie sygnałów kompatybilnych z magistralą systemową,
- logika przydziału dostępu do magistrali,
- synchronizacja bitowa,
- generowanie i rozpoznawanie sygnałów synchronizacyjnych,
- komunikacja dwukierunkowa.

#### Wymagania dotyczące przydziału dostępu do magistrali w systemie wieloprocessorowym

Przy założeniu, że zestawy sterowników MIKRO-80 mogą w określonych zastosowaniach

obiektywnych tworzyć konfiguracje wieloprocessorowe, prace nad systemem /hardware oraz software/ powinny również obejmować zagadnienia arbitrażu w dostępie do magistrali systemowej. Problem polega na zapewnieniu takich warunków komunikacji, aby każdy z modułów systemowych miał możliwość przekazywania informacji poprzez magistralę oraz aby w żaden sposób nie doszło do sytuacji równoczesnego dostępu do magistrali przez dwa różne moduły.

#### Wymagania rozwojowe dotyczące zapewnienia niezbędnej sprawności operacyjnej systemu wieloprocessorowego

Problem stosowania właściwych kryteriów pozwalających w sposób jednoznaczny określić możliwości operacyjne w systemie wieloprocessorowym /MMPS = Multi-Microprocessor System/ nie został dotychczas dostatecznie rozwiązany, ze względu na brak zdefiniowania jednoznacznych czynników decydujących o zdolności operacyjnej systemów z jednym mikroprocesorem. Z kilkuletnich doświadczeń aplikacyjnych renomowanych środowisk oraz firm wylaniają się jedynie pewne wskazówki dotyczące licznych parametrów systemu, które mogą wywierać istotny wpływ na jego zdolność operacyjną. Są to m.in.:

- rodzaj oraz ilość informacji przekazywanej pomiędzy procesorami,
- wielkość oprogramowania i jego struktura,
- ilość współpracujących procesorów i ich funkcje w systemie /master, slave, koprocessor itp./,
- rodzaj dostępu do pamięci,
- rodzaj magistrali i zasady komunikacji.

#### Wymagania rozwojowe względem oprogramowania

Z ogólnej sytuacji w dziedzinie zastosowań techniki mikroprocesorowej w automatyce należy wnioskować, że wzrost zdolności operacyjnych przy jednoczesnym obniżaniu się kosztów sprzętu otwiera dla systemów mikroprocesorowych ciągle powiększające się obszary zastosowań. Zjawisko to stwarza równocześnie nieproporcjonalny wzrost kosztów oprogramowania. Praca systemu opiera się na konkretnych wymaganiach stawianych przez obiekt automatyzacji. Zadania obiektowe należy w zasadzie dzielić i formułować w postaci mniejszych, zamkniętych w sobie jednostek procesowych /procesów cząstkowych/, które będą realizowane przez jednostkę centralną /JC/. Zadania te odzwierciedlają logiczną strukturę danego problemu automatyzacji. Stanowią one wielkości abstrakcyjne, które dzięki zawartym w systemie środkom operacyjnym, tj. konfiguracji sprzętowej, zbiorom danych oraz programom mają być fizycznie przetwarzane. W oprogramowaniu systemu



MIKRO-80 będą te uwarunkowania uwzględniane, ponieważ to samo zadanie, ten sam proces technologiczny, może być automatyzowany przy pomocy różnych struktur sprzętowych oraz programowych, co jednak nie jest obojętne z punktu widzenia kosztów realizacji oraz odpowiedniego komfortu eksploatacyjnego. Wszelkie wymagania obiektowe, rozumiane tutaj bardzo szeroko, będą systematycznie spełniane zarówno przez odpowiednią konfigurację sprzętową systemu MIKRO-80, jak też przez oprogramowanie podstawowe.

#### Literatura

- [1] T. Missala, A. Syrczyński: Koncepcja zdecentralizowanego mikroprocesorowego systemu automatyki kompleksowej. Referat opracowany w MERA-PIAP, 1980.
- [2] W. Hoffman: Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse mit dezentralen MSR-SYSTEMEN. Regelungstechnische Praxis nr 11/1979 str. 310-313.
- [3] W. Eckelmann, W. Hofmann: Digitale Pro-

zessautomatisierungssysteme Regelungstechnische Praxis nr 11/1979 str. 314-322.

- [4] M. Brombacher: Dezentrale Prozessleitsysteme. Regelungstechnische Praxis nr 3/1981 str. 89-96.
- [5] K.F. Frueh: Optimalstruktur Prozessautomatisierungssysteme. Regelungstechnische Praxis nr 10/1979 str. 273.
- [6] K.F. Frueh: Hierarchisch dezentral Strukturiert: das Prozessautomatisierungssystem von Fischer & Porter. Regelungstechnische Praxis nr 10/1979 str. 296.
- [7] W. Friedewald, H. Charwat: Prozessbeobachtung und Prozess bedienung, Regelungstechnische Praxis nr 6/1979 str. 159.
- [8] G. Angele: Algorithmus und Implementierung eines dezentralen fairen und fehlertoleranten Busarbiters, Elektronik, nr 9/1981 str. 79-84.
- [9] Z. Pluciński: Mikroprocesorowy System Automatyki Mikro-80. Ogólne założenia techniczne, OBR SA Poznań, 1981.

mgr inż. RYSZARD JANOWICZ

## ZASTOSOWANIA STEROWNIKA MIKROPROCESOROWEGO MIKRO-80 W HUTNICTWIE

Sterownik MIKRO-80 ze względu na swoje szerokie możliwości obejmujące:

- dużą moc obliczeniową,
- rozbudowany system wejść i wyjść obiektowych /zarówno dwustanowych jak i analogowych/,
- zwartą modułową konstrukcję przystosowaną do celów przemysłowych,
- rozbudowany system interfejsów szeregowych i równoległych

znajduje szerokie zastosowanie szczególnie przy automatyzacji skomplikowanych procesów technologicznych. Poniżej omówiono kil-

ka przykładów zastosowań sterownika w hutnictwie. Przykłady te charakteryzują szeroką klasę zagadnień związanych z automatyzacją procesów, w których tego typu urządzenie pełni głównie funkcje związane z kontrolą procesu i przetwarzaniem danych /np. w hucie KONIN/ lub też steruje bezpośrednio linią produkcyjną bez udziału człowieka /np. w hucie CEDYNIA czy hucie ŁABĘDY/. Najczęściej jednak obie te funkcje występują łącznie i urządzenie oprócz sterowania ma za zadanie przetwarzanie danych z procesu /np. w hucie im. LENINA/.

## System automatyzacji procesu elektrolizy aluminium w Hucie Aluminium KONIN

### Charakterystyka obiektu

Obiektem automatyzacji jest proces produkcji aluminium na drodze elektrolicznego rozkładu tlenku glinu w elektrolizerach z samospiekającymi się anodami Sodorberga. Obiekt składa się ze 192 wanień 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.

### Funkcje systemu

System automatyki 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 zbliżania się efektu anodowego na danej wannie elektrolitycznej,
- wykrywanie wanień zaburzonych.

Centralna rejestracja parametrów procesu ma dwa podstawowe zadania:

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

W związku z tym istnieją dwa sposoby raportowania:

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

Pierwszej grupy należą raporty zmianowe dobowy. Są one drukowane automatycznie na koniec - odpowiednio zmiany i doby - i zawierają między innymi dane odnośnie średnich napięć i oporności elektrolizerów,

czasów trwania i ilości efektów anodowych oraz informacje dotyczące regulacji odległości międzybiegunowej. Zadanie informowania obsługi o aktualnie zachodzących zjawiskach na elektrolizerze spełniają raporty wywoływane przez obsługę w dowolnej chwili czasu. Do raportów tych należą:

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

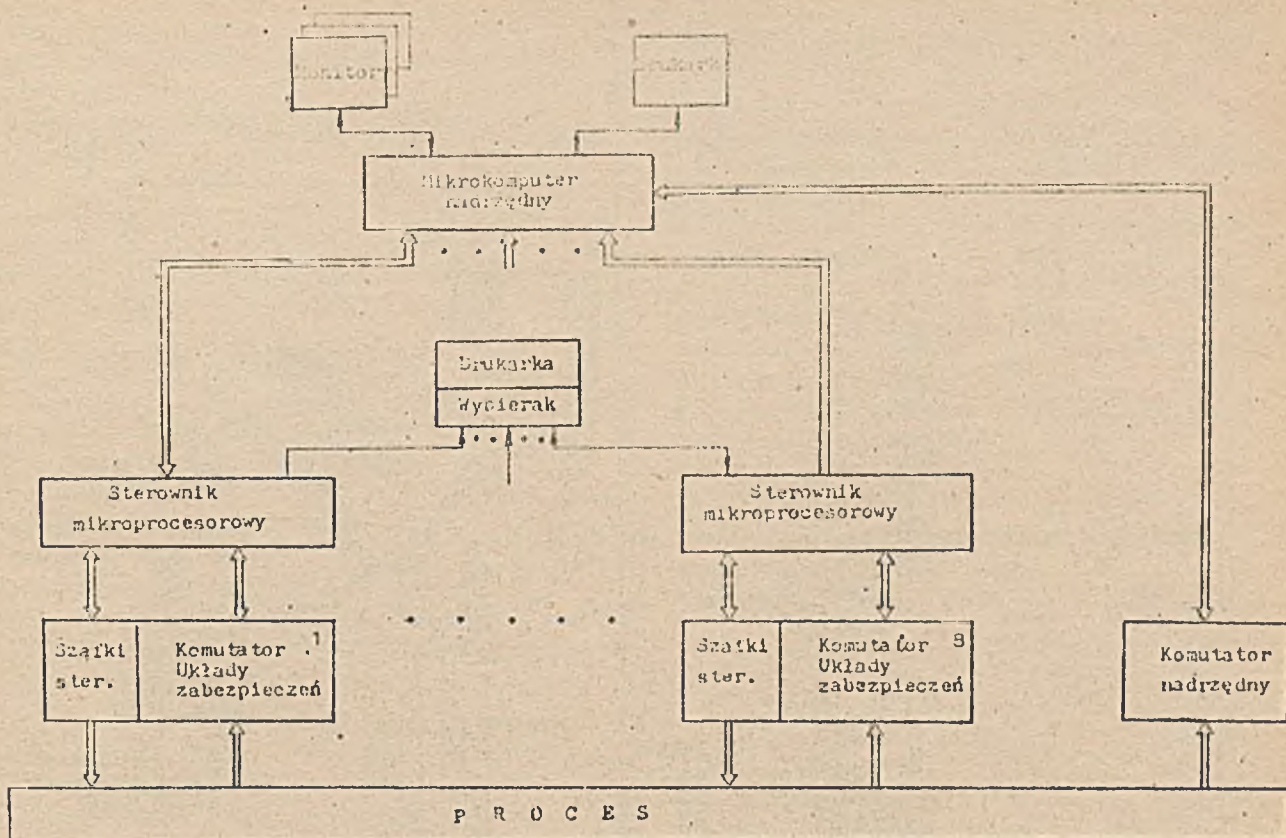
Automatyczna regulacja odległości międzybiegunowej polega na utrzymaniu stałej wartości oporności elektrolizera zadanej przez technologa lub zmienianiu jej według określonej funkcji. Polega ona na podnoszeniu lub opuszczaniu bloku anody względem lustra metalu. Korekcję położenia anody przeprowadza się w określonych chwilach czasu na podstawie wyliczonej średniej wartości oporności. Sygnalizacja zbliżania się efektu anodowego pozwala na przygotowanie się obsługi do jego zgaszenia lub przeciwdziałania wystąpieniu tego zjawiska. Sygnalizacja pozwala więc na znaczne ograniczenie strat energii dzięki zlikwidowaniu efektów "niepożądanych" lub na ograniczeniu czasu ich trwania. Wykrywanie wanień zaburzonych polega na sygnalizowaniu obsłudze, że dany elektrolizer pracuje niewłaściwie /jego napięcie w dłuższych okresach czasu jest niestabilne/.

### Konfiguracja sprzętu

Konfigurację systemu ilustruje rys.1.

W skład systemu wchodzi następujące urządzenia:

- 8 sterowników MIKRO-80, z których każdy obsługuje określoną grupę elektrolizerów w następującej konfiguracji:
- pakiet procesora PCR 111,
- pakiet pamięci stałej ROM 232,
- pakiet pamięci RAM 511,
- pakiet przerwań i zegarów PZW-721,
- pakiet przetwornika a/a PAC 621,
- pakiet wyjść dwustronnych PWY-711 - 4 szt.
- pakiet wejść dwustronnych PWE-511 - 2 szt.
- sterownik nadrzędny wraz z osobnym układem komutatora, spełniający funkcję centralnej rejestracji i przetwarzania danych, komunikacji z obsługą procesu lub operatorem systemu oraz zapewniający kontrolę pracy wszystkich sterowników mikroprocesorowych,
- system monitorów ekranowych /5 szt./ i drukarek /2 szt./ połączonych z jednostką nadrzędną, umożliwiającą kontrolę procesu w różnych punktach zakładu,
- komutatory wysokonapięciowe, układy nadrzędne zabezpieczenia elektrolizerów przed wyjściem ze strefy regulacji oraz szafki przywzrostowe zawierające układy wykonawcze i pośredniczące.



Rys.1. System automatyzacji procesu elektrolizy aluminium

### 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. Oprogramowanie systemu zajmuje ok. 10 kb pamięci stałej ROM oraz wymaga ok. 10 kb pamięci RAM w każdym sterowniku.

### Układ automatycznej stabilizacji poziomów metalu w maszynie odlewniczej w Ilucie Miedzi

CEDYNIA w Orsku

### Charakterystyka obiektu

Obiektem automatyzacji jest zespół urządzeń służących do podawania płynnej miedzi do maszyny odlewniczej. W skład tego zespołu wchodzi:

- piec odstojowy służący jako zbiornik płynnego metalu,
- rynna będąca łącznikiem pomiędzy piecem a maszyną odlewniczą,
- naczynie lejące służące do podawania metalu do maszyny odlewniczej.

Piec odstojowy, w którym znajduje się płynna miedź, posiada umieszczony mimośrodowo otwór, przez który metal wylewa się do rynny. Poprzez obrót pieca można regulować strumień metalu, a więc i jego poziom w rynnie. W swojej końcowej części rynna w dnie ma otwór, przez który metal wlewa się do naczynia lejącego. Przepływ tego metalu, a tym samym poziom w naczyniu lejącym regulowany jest za pomocą zatyczki. Następnie metal kierowany jest bezpośrednio do maszyny odlewniczej.

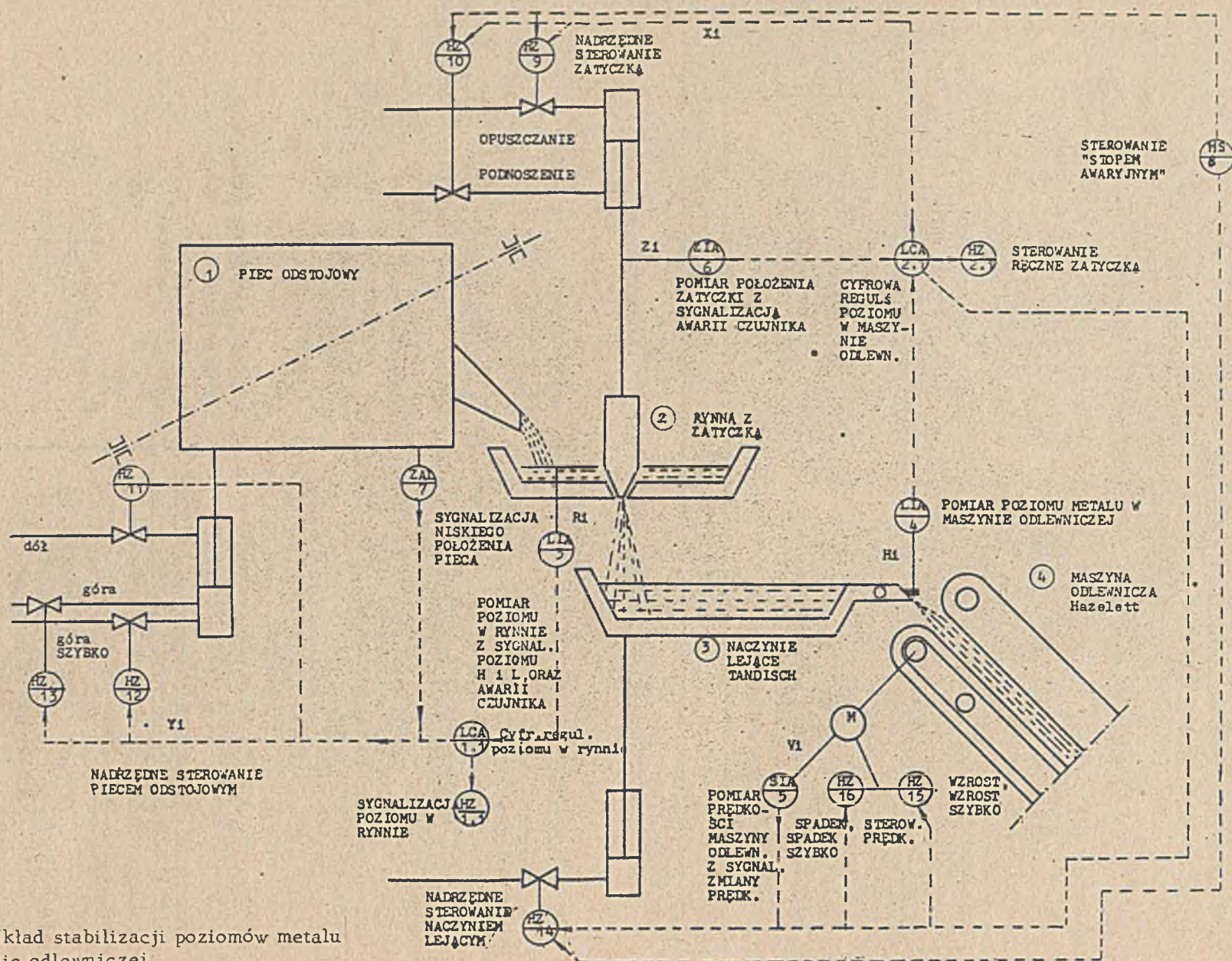
### Funkcje systemu automatyki

Układ automatycznej regulacji ma za zadanie utrzymanie stałego /zadanego przez operatora/ poziomu metalu w maszynie odlewniczej. W tym celu w układzie urządzeń: piec odstojowy - rynna - maszyna odlewnicza zainstalowane są dwa obwody regulacji:

- regulacja poziomu metalu w rynnie za pomocą obrotu pieca odstojowego,
- regulacja poziomu metalu w maszynie odlewniczej poprzez zmianę położenia zatyczki.

W awaryjnych przypadkach możliwe jest sterowanie prędkością maszyny odlewniczej oraz sterowanie położeniem naczynia lejącego. Układ automatyki zapewnia:

- jednoczesną regulację automatyczną w obu



Rys.2. Układ stabilizacji poziomów metalu w maszynie odlewniczej

obwodach ze wzajemnym powiązaniem oddziaływań, 1

- regulację automatyczną tylko w jednym obwodzie z możliwością sterowania ręcznego w drugim,
- regulację ręczną w obu obwodach,
- wyświetlanie wartości zadanych i mierzonych oraz odchyłek od wartości zadanych,
- sygnalizowanie stanu urządzeń technologicznych oraz stanu układu automatyki,
- realizowanie w stanach awaryjnych specjalnych procedur zabezpieczeń.

### Charakterystyka układu automatyki

Do realizacji wyżej wymienionych celów służy sterownik mikroprocesorowy MIKRO-80 o następującej konfiguracji:

- pakiet procesora PCR-III,
- pakiet pamięci stałej ROM-232,
- pakiet komutatora PKA-631,
- pakiet przetwornika a/c PAC-621,
- pakiet wejść dwustanowych PWE-511,
- pakiet wyjść dwustanowych PWY-711,
- pakiet wyjściowy PWY-951.

Ogółem zestaw taki obsługuje następujące sygnały:

- 4 sygnały wejściowe analogowe,
- 14 sygnałów wejściowych dwustanowych,
- 10 sygnałów wyjściowych dwustanowych, sterujących urządzeniami wykonawczymi,
- 19 sygnałów wyjściowych dwustanowych sterujących diodami sygnalizacyjnymi na pulpicie operatora,
- 63 sygnały wyjściowe dwustanowe sterujące pracą trzech wyświetlaczy.

Oprogramowanie układu zajmuje ok. 6 kb pamięci stałej ROM oraz wymaga ok. 2 kb pamięci RAM.

### Układ automatyzacji zasypu i posuwu taśm spiekalniczych w Hucie im. LENINA

#### Charakterystyka obiektu

Obiektem automatyzacji jest linia spiekalni dostarczająca spiek, jako podstawowego składnika wsadu do wielkiego pieca. Mieszanka składników o ściśle określonych proporcjach umieszczona jest w dwóch zbiornikach 13 i 14 /rys.3/, skąd za pośrednictwem dozowników taśmowych 15 i 11, przekazywana jest do bębna grudkującego 10. Po zgrudkowaniu, za pośrednictwem przesypu i przenośnika członkowego 7, mieszanka przekazywana jest do zbiornika przesypowego 6, a następnie za pośrednictwem bębna dozującego 9 i zasypu 28 na taśmę spiekającą 1. Znajdująca się na taśmie spiekającej mieszanka przenoszona jest pod piec zapłonowy a następnie, po zapaleniu jej wierzchniej warstwy, przesuwa się w kierunku końca taśmy, gdzie następuje zakończenie procesu spiekania.

### Funkcje układu automatyki

Układ automatyki zapewnia automatyzację procesu spiekania na poszczególnych taśmach aglomeracyjnych, a przede wszystkim:

- pomiary podstawowych i pomocniczych wielkości wejściowych oraz ich obróbkę,
- automatyczne sterowanie i regulację wybranych węzłów procesu, w tym:
  - automatyczną regulację szybkości posuwu taśmy spiekającej,
  - automatyczną regulację zasypu mieszanki na taśmę,
  - automatyczną regulację ilości wody dopływającej do strumienia mieszanki,
  - optymalizację stopnia nawilżania mieszanki,
  - automatyczne otwieranie i zamykanie zaworu odcinającego wodę,
  - pracę systemu w fazie przejściowej, umożliwiającej dokonywanie zmian oprogramowania i dobór współczynników,
  - komunikację obsługi z układem.

Automatyczna regulacja posuwu taśmy spiekającej polega na zmianie szybkości taśmy w zależności od własności spieku. Regulacja związana jest z pomiarami następujących parametrów:

- podciśnienia L i P,
- zespolonej temperatury K, M, N,
- przewodności H i G.

Automatyczna regulacja zasypu mieszanki na taśmę polega na zmianie szybkości dozownika taśmowego 11 w zależności od:

- łącznego wydatku mieszanki podawanej przez dozowniki taśmowe 11 i 15,
- prędkości posuwu taśmy spiekającej,
- poziomu mieszanki w zbiorniku 7 mierzonego za pomocą sondy D.

Automatyczna regulacja ilości wody w strumieniu mieszanki polega na zmianie położenia zaworu 19 na dopływie wody do bębna grudkującego w zależności od:

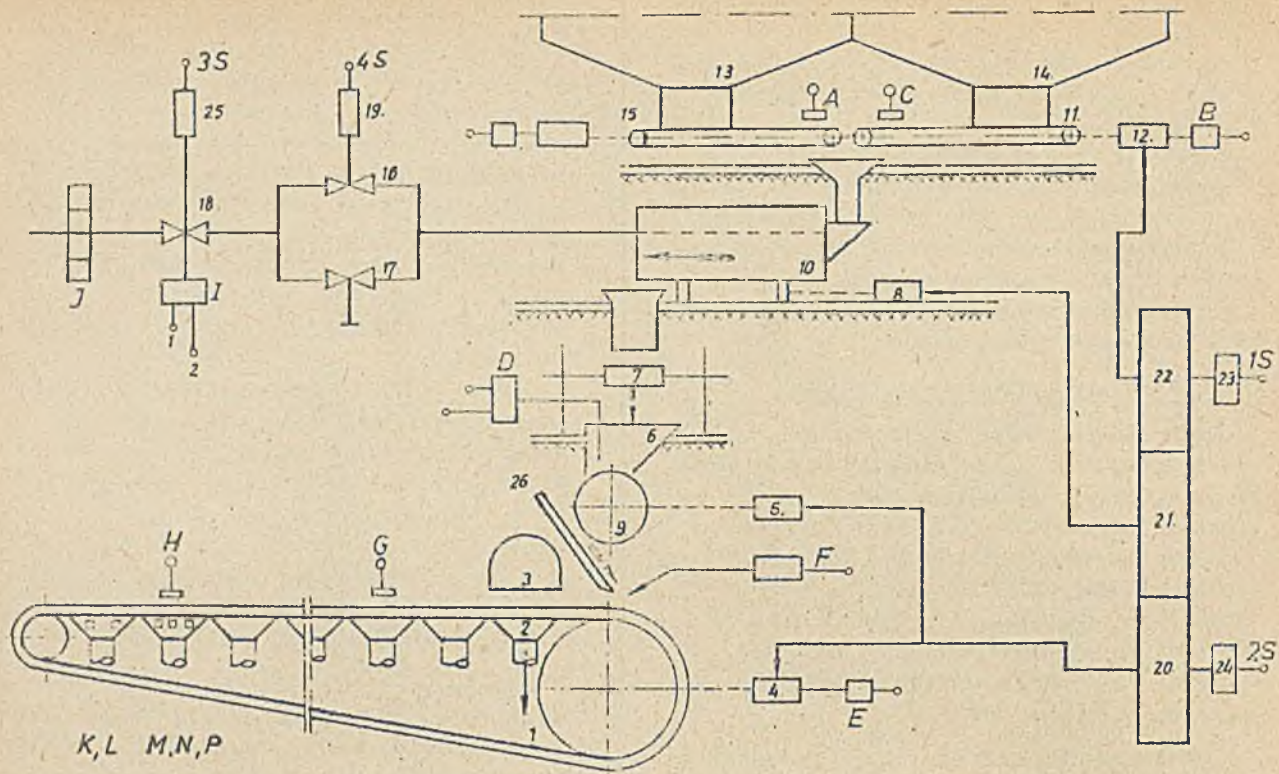
- łącznego wydatku mieszanki,
- łącznego przepływu wody w rurociągu grudkownika,
- wilgotności mieszanki za grudkownikiem.

Optymalizacja nawilżania mieszanki polega na osiągnięciu maksymalnej szybkości posuwu taśmy spiekającej /przy zachowaniu właściwych parametrów spieku/ w powiązaniu z odpowiednią ilością dozowanej wody. Automatyczne sterowanie zaworem odcinającym polega na otwieraniu lub zamykaniu zaworu 18 w zależności od stanu, w jakim znajduje się taśma spiekająca.

### Charakterystyka układu automatyki

Do realizacji wyżej wymienionych celów służy sterownik MIKRO-80 o następującej konfiguracji:

- pakiet procesora PCR-III,



Rys.3: Automatykacja zasypu i posuwu taśm spiekalniczych

- pakiet pamięci stałej ROM-232,
- pakiet pamięci RAM-511,
- pakiet wejść dwustanowych PWE-511,
- pakiet wyjść dwustanowych PWY-711,
- pakiet przetwornika a/c PAC-621,
- pakiet komutatora PKA-631.

Zestaw taki obsługuje ogółem:

- 515 sygnałów wejściowych dwustanowych,
- 24 sygnały wyjściowe dwustanowe,
- 11 sygnałów wejściowych analogowych.

#### Układ automatycznego sterowania linią do ciągłego odlewania taśm w Hucie LABĘDY w Gliwicach

##### Charakterystyka obiektu

Obiektem automatyzacji jest zespół urządzeń służących do ciągłego odlewania taśm stalowych. W skład tego zespołu wchodzi:

- urządzenie ciągnące,
- frezarka,
- nożyce,
- zwijarka.

Płynny metal po ochłodzeniu na wyjściu z pieca jest wyciągany i podawany na dalsze jednostki za pomocą urządzenia ciągnącego. Następnie taśma stalowa jest obrabiana dożądanego wymiaru za pomocą frezarki. Na końcu linii taśma jest zwijana w zwoje. Po osiągnięciu określonego wymiaru zwoju taśma przy pomocy nożyc jest odcinana, a zwój odrzucany na urządzenie transportujące.

##### Funkcja układu automatyki

Układ automatyki ma za zadanie sterowanie pracą wszystkich urządzeń linii technologicznej. Automatyzowany jest przede wszystkim:

- cykl pracy urządzenia ciągnącego składający się z dwóch czasów oczekiwania oraz dwóch przesuwów z regulowaną prędkością /w przód roboczy, w tył jałowy/,
- cykl pracy zwijarki /od momentu pojawienia się nowego odcinka taśmy, aż do chwili odrzucenia gotowego kręgu na urządzenie transportujące,
- cykl pracy nożyc zaczynający się w momencie osiągnięcia przez krąg taśmy odpowiednich wymiarów,
- ruch frezarki.

Ponadto układ zapewnia:

- regulację szybkości urządzenia ciągnącego oraz zwijarki,
- wzajemną korelację między szybkością zwijarki a szybkością urządzenia ciągnącego,
- wzajemną blokadę i zabezpieczenie urządzeń przed awariami,
- sygnalizację stanów pracy urządzeń oraz awarii,
- komunikację z operatorem za pomocą pulpitu.

Do realizacji wyżej wymienionych celów służy sterownik mikroprocesorowy MIKRO-80 o następującej konfiguracji:

- pakiet procesora PCR 111
- pakiet pamięci stałej ROM-232,

- pakiet wyjść dwustanowych PWT-711 - 3 szt.
- pakiet wejść dwustanowych PWE-511 - 3 szt.

Ogółem zestaw obsługuje 77 sygnałów wyjściowych dwustanowych służących do załączania urządzeń technologicznych i lampek sygnalizacyjnych oraz 72 sygnały wejściowe.

dr inż. MARIUSZ KACZMAREK

dr inż. BARBARA WOŁYŃSKA

mgr inż. RYSZARD ZENKER

## STEROWNIK NADRZĘDNY SYSTEMU SCR-5 STEROWANIA RUCHEM ULICZNYM

### Geneza sterownika nadrzędnego w systemie SCR-5

Opracowany w Instytucie Automatyki Politechniki Poznańskiej komputerowy system sterowania ruchem ulicznym SCR-5, wdrażany obecnie w kilku miastach w kraju /Poznań, Lublin, Radom, Gdańsk/, jest przeznaczony do centralnego sterowania ruchem w obszarach obejmujących docelowo kilkadziesiąt skrzyżowań  $\llcorner$ . System ten składa się z trzech podsystemów:

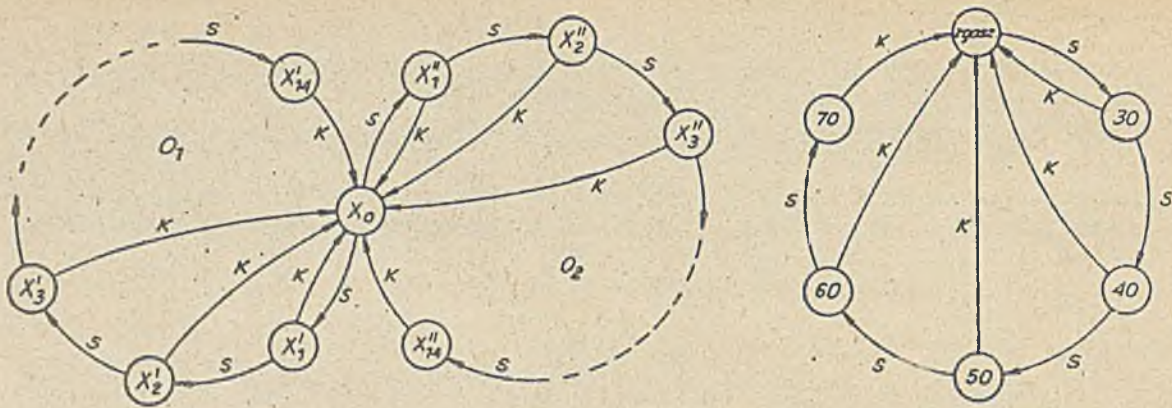
- sterowania bezpośredniego,
- zbierania i przetwarzania danych o ruchu,
- optymalizacji sterowania.

Ze względu na znaczne rozproszenie obiektu sterowania struktura systemu jest dwupoziomowa. Jego realizacja wymaga właściwego przygotowania obiektu i wyposażenia go w lokalne urządzenia sterujące i pomiarowe, utworzenia centrum sterowania ruchem wyposażonego w standardowy zestaw minikomputera MERA-400 oraz urządzenia sprzęgające ze sterowanym procesem, a także system transmisji informacji do i z centrum sterowania. W przypadku miast mniejszych inwestycja taka jest technicznie i ekonomicznie mało uzasadniona i stąd powstała koncepcja nadrzędnego urządzenia sterującego kompatybilnego z systemem SCR-5, które realizowałoby część

funkcji podsystemu sterowania bezpośredniego i podsystemu optymalizacji sterowania, bez konieczności tworzenia centrum sterowania ruchem oraz rozbudowanego systemu transmisji.

Najprostsza konfiguracja systemu SCR-5, charakterystyczna dla pierwszego etapu wdrażania systemu, umożliwia sterowanie wg jednego planu poprzez synchronizację czasową poszczególnych sterowników lokalnych i wyświetlaczy prędkości. W dalszych etapach można uzyskać znaczne podwyższenie efektywności sterowania poprzez lepsze dostosowanie go do zmieniających się warunków ruchu. Jednym z najprostszych, powszechnie stosowanym sposobem optymalizacji sterowania ruchem na pewnym obszarze lub trasie jest selekcja czasowa planów sterowania. Opiera się ona na założeniu, że ruch w sieci ulic jest procesem przedziałami stacjonarnym. Dla tych przedziałów określa się plany sterowania, które odpowiadają średnim warunkom ruchu w tych przedziałach. Wybór planu sterowania z tak utworzonej biblioteki planów odbywa się automatycznie wg zadeklarowanego programu tygodniowego.

Jak wykazały badania efektywności sterowania bezpośredniego [2], wg czterech planów sygnalizacji, w stosunku do koordynacji lokal-



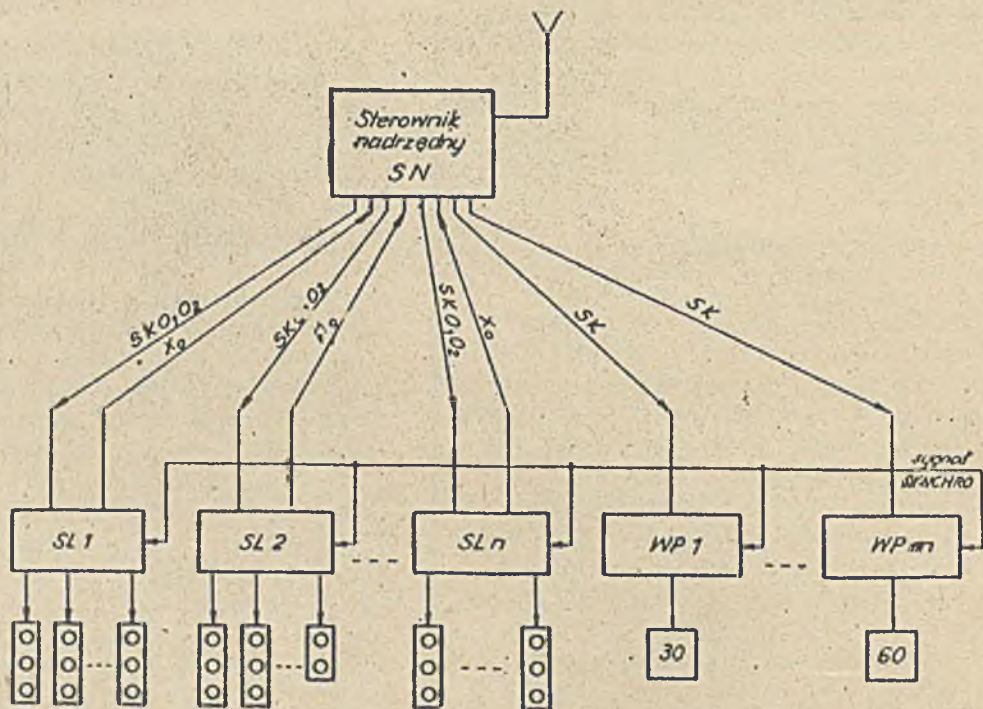
Rys.1. Grafy stanów sterownika lokalnego i wyświetlacza prędkości

nej, przeprowadzone w roku 1981 w Lublinie w ciągu 11 skrzyżowań, istnieje możliwość znacznej poprawy warunków ruchu w sterowanym obszarze, szczególnie w szczycie komunikacyjnym. Po wprowadzeniu sterowania bezpośredniego koszty ruchu na ww. obszarze zmalały o co najmniej 4 mln zł rocznie, a zużycie paliwa o 44 tys. litrów na rok. Tak więc realizacja tych funkcji podsystemu sterowania bezpośredniego, które są niezbędne do sterowania w drodze selekcji czasowej planów sterowania w urządzeniu nadrzędnym stwarzała możliwość istotnego podwyższenia efektywności sterowania ruchem na obszarach i trasach, w stosunku do koordynacji lokalnej, która jest tożsama ze sterowaniem według jednego planu, z drugiej strony umożliwia szybsze uzyskanie efektów na ob-

szarach i trasach przeznaczonych docelowo do sterowania centralnego. Należy również podkreślić, że wiele aktualnie eksploatowanych sterowników lokalnych SCR-5 pracuje w układach skoordynowanych na ciągach skrzyżowań, które w zakresie okablowania bądź są przygotowane do sterowania nadrzędnego, bądź też wymagają jedynie większej liczby połączeń kablowych pomiędzy niektórymi sterownikami lokalnymi.

#### Koncepcja systemu sterowania ruchem ze sterownikiem nadrzędnym

Sterowanie ruchem na skrzyżowaniu ulic polega na cyklicznym przydzielaniu prawa ruchu przez obszar skrzyżowania konflikto-



Rys.2. Struktura systemu sterowania ruchem ulicznym ze sterownikiem nadrzędnym



wym strumieniom pojazdów i pieszych poprzez wyświetlanie odpowiednich sekwencji sygnałów świetlnych. Zbiór sygnalizatorów wyświetlających zawsze identyczne sygnały tworzy tzw. grupę sygnalizacyjną. W systemie SCR-5 przełączanie świateł grupy sygnalizacyjnej odbywa się automatycznie po zainicjowaniu zmiany sygnałów z zielonego na czerwony względnie z czerwonego na zielony. Grupy sygnalizacyjne wyświetlające sygnały zielony w określonym przedziale czasu determinują stan ruchu na skrzyżowaniu. Sekwencja stanów ruchu obejmująca wszystkie strumienie pojazdów i pieszych na danym skrzyżowaniu tworzy cykl sygnalizacyjny. System SCR-5 umożliwia realizację dwóch różnych sekwencji stanów  $O_1$  i  $O_2$ , które nazwano strukturami cyklu sygnalizacyjnego, oraz które są programowane na poziomie lokalnym w sterownikach SCR-5 SK [3]. Jeden ze stanów określa początek cyklu sygnalizacyjnego i nazywa się wyróżnionym  $X_0$ . Stan ten musi być wspólny w obu strukturach realizowanych w sterowniku i jest sygnalizowany zwrotnie wyższemu poziomowi systemu. Graf stanów ruchu ilustruje rys.1. Przechodzenie do kolejnych stanów odbywa się pod wpływem sygnału s, a z dowolnego stanu do stanu wyróżnionego pod wpływem sygnału k.

Poza sygnalizatorami na ruch pojazdów oddziałuje się również za pomocą wyświetlaczy prędkości. W systemie SCR-5 wyświetlacz taki sterowany jest podobnie do sterownika lokalnego sygnałami s i k, przy czym sygnał s przeprowadza wyświetlacz do kolejnego stanu indykacji, a sygnał k powoduje jego wygaszenie /rys.1/. Oba te sygnały mogą być generowane w sterownikach lokalnych względnie przesyłane z poziomu wyższego. W drugim przypadku istnieje więc prosty sposób zachowania odpowiednich relacji czasowych pomiędzy cyklami sygnalizacyjnymi na poszczególnych skrzyżowaniach i przejściach dla pieszych. Wybór struktury cyklu może zachodzić jedynie na poziomie wyższym. W przypadku gdy sygnały s i k są generowane lokalnie istnieje również możliwość synchronizacji programów lokalnych, jeżeli dokona się połączenia sterowników lokalnych kablem sygnalizacyjnym /1 żyła + masa/ i będzie się przysyłało raz na cykl impuls synchronizujący z przystawki synchronizacyjnej, w którą wyposażono jeden sterownik lokalny.

Strukturę systemu sterowania autonomicznego ruchem na pewnym obszarze albo trasie w oparciu o czasową selekcję planów sterowania przedstawia rys.2. Rola sterownika nadrzędnego takiego systemu sprowadza się do realizacji następujących grup zadań:

- sterowanie w stanie ustalonym - realizacja wybranego planu sterowania,

- sterowanie w stanie przejściowym - synchronizacja sterowników lokalnych i wyświetlaczy prędkości z systemem oraz realizacja procesu przełączania planów sterowania,
- optymalizacja sterowania - wybór planu sterowania wg tygodniowego programu.
- sterowanie w stanach awaryjnych - przejście na koordynację lokalną względnie wyświetlanie sygnału żółtego migającego.

Tak więc, oprócz sterowania w stanie ustalonym realizowanego według nominalnych wartości czasów trwania poszczególnych stanów ruchu na skrzyżowaniach, określonych danym planem sterowania, sterownik nadrzędny realizuje sterowanie w stanie przejściowym, tj. zmianę planów sterowania oraz dołączanie i odłączanie sterownika do i od systemu. Pełni on wtedy rolę wielokanałowego regulatora cyfrowego, który wyznacza uchyby fazowe poszczególnych sterowników lokalnych i zregulowuje je poprzez wydłużanie albo skracanie kolejnych stanów w granicach określonych danym planem sterowania /maksymalne i minimalne czasy trwania stanów ruchu/. Proces ten /przejściowy/ trwa dopóty, dopóki uchyby sterowników są różne od zera. Wyświetlacze prędkości na czas procesu przejściowego wygasza się.

#### Konfiguracja sterownika nadrzędnego i jego oprogramowanie

Realizację sterownika nadrzędnego oparto o sterownik mikroprocesorowy ZSA-MIKRO 80 [4]. Wymagała ona opracowania zarówno oprogramowania do sterowania jak i szeregu modułów specjalistycznych. Przyjęto, że sterownik nadrzędny winien umożliwiać selekcję czasową do 8 planów sterowania 16 sterownikami lokalnymi z możliwością zamiany sterownika lokalnego dwoma wyświetlaczami. Schemat blokowy sterownika nadrzędnego ilustruje rys.3. W sterowniku nadrzędnym wykorzystywane są następujące pakiety sterownika ZSA MIKRO-80: PCR /w tym 2 k bajtów pamięci RAM/, ROM /32 k bajtów/, PWE i PWY.

Moduły specjalizowane sterownika nadrzędnego umożliwiają współpracę ze sterownikami lokalnymi i wyświetlaczami prędkości oraz zegarem czasu rzeczywistego DCF. Do modułów tych należą:

- Moduł odbiornika zegara DCF, który dostarcza sterownikowi nadrzędnemu danych o dacie oraz bieżącym czasie. Zegar ustawiany jest drogą radiową i umożliwia wybór odpowiedniego planu sterowania. Moduł ten współpracuje ze sterownikiem MIKRO-80 oraz modulem sterowania ręcznego.

- Moduł sterowania ręcznego umożliwia zmianę trybu pracy sterownika nadrzędnego.

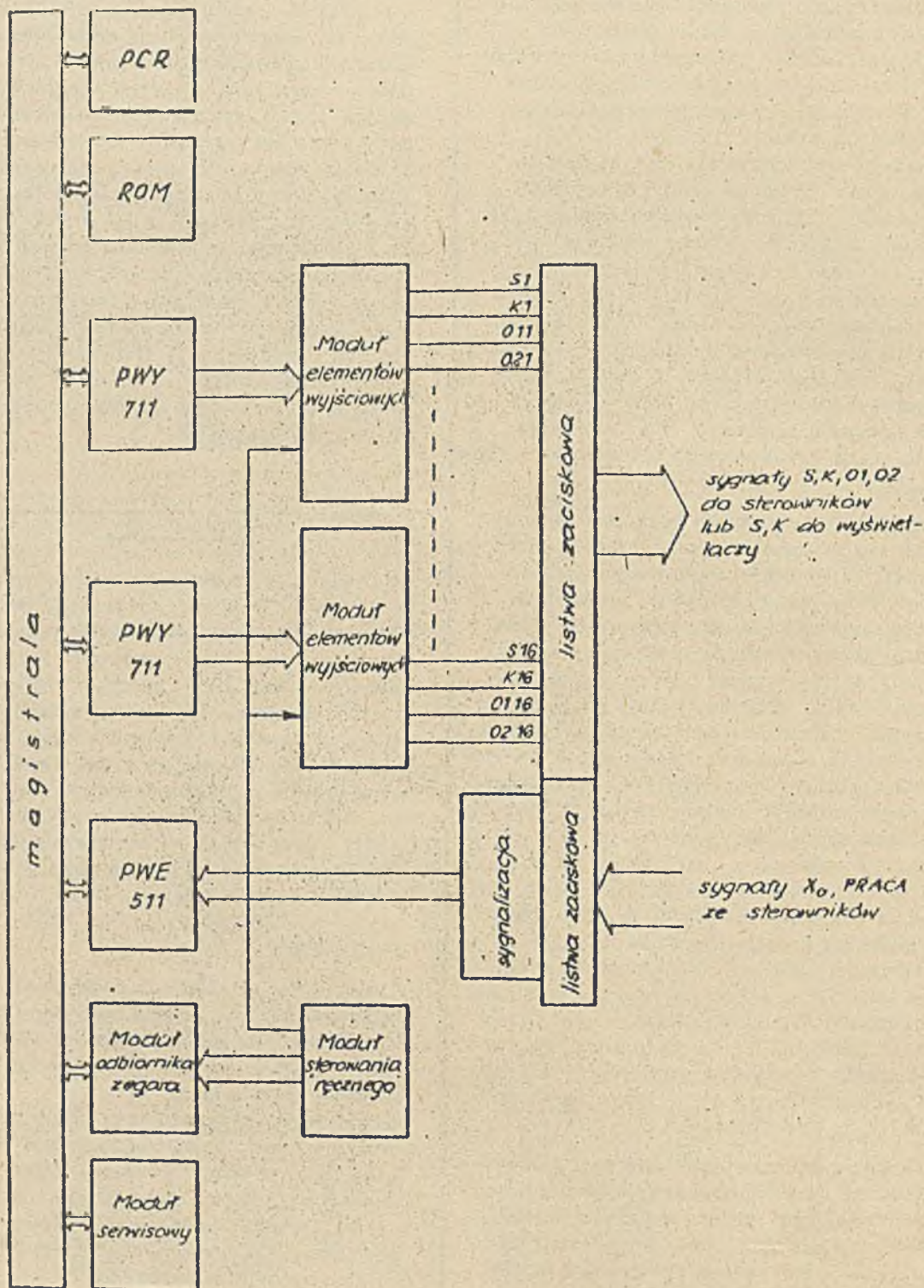
- Moduł wyjściowy realizuje sygnały sterujące dla sterowników lokalnych i wyświetlaczy prędkości. Moduł ten współpracuje z pakietem wyjściowym sterownika MIKRO-80.

- Moduł serwisowy umożliwia realizację zadań kontroli i sygnalizacji koniecznych przy uruchamianiu i testowaniu sterownika nadrzędnego.

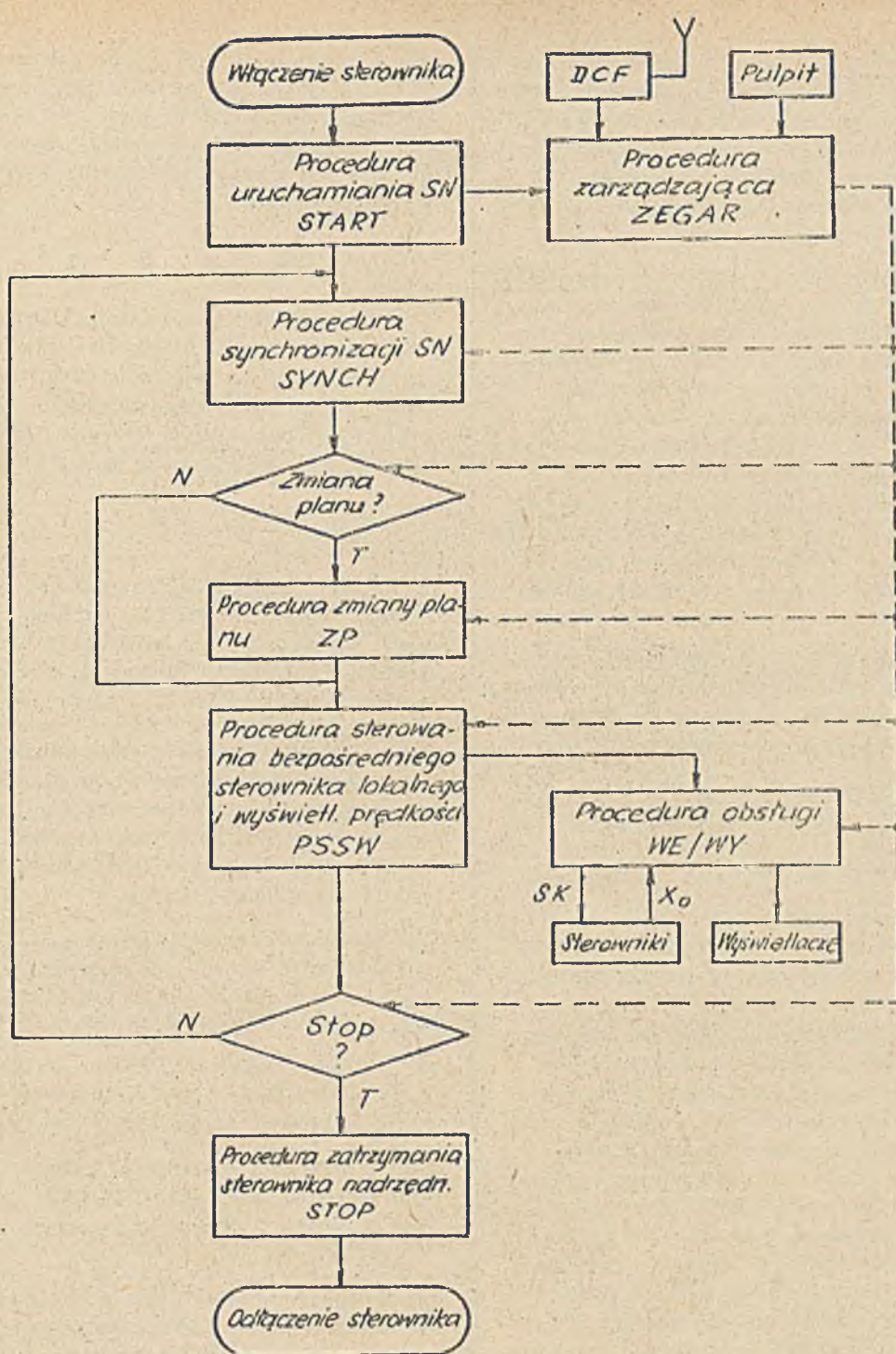
Szczegółowe dane dotyczące modułów specjalistycznych sterownika nadrzędnego zawarte są w opracowaniu /5/.

Oprogramowanie sterownika nadrzędnego dzieli się na dwie części:

- program sterowania,
- pakiet programów generujących dane stałe sterownika nadrzędnego.



Rys.3. Schemat blokowy sterownika nadrzędnego - SN



Rys.4. Schemat blokowy programu sterowania

Program sterowania zapisany został w języku ASSEMBLERA mikroprocesora Intel 8080. Program składa się z wielu procedur, których powiązania przedstawiono na schemacie blokowym /rys.4/.

Procedura START służy do zerowania stanu sterownika nadrzędnego zerowania stanów sygnałów wejściowych i wyjściowych, uruchamiania procedury ZEGAR, ustalenia dokład-

nego czasu programowania układów zegara wewnętrznego /8253/, układu przerwań /8214/ oraz inicjowania pracy poszczególnych procedur. Procedura ZEGAR spełnia rolę programu zarządzającego w oprogramowaniu sterownika nadrzędnego i realizuje obsługę zegara zewnętrznego DCF, obsługę przerwań zegarowych od zegara wewnętrznego /8253/, sterowanie procedurą zmiany planu ZP oraz uruchamianie co 1 s procedury sterowania bezpośredniego PSSW.

Procedura SYNCH służy do synchronizowania sterowników lokalnych z sterownikiem nadrzędnym. Synchronizacja następuje po załączeniu sterownika centralnego dla wszystkich sterowników lokalnych oraz po awarii lub odłączeniu sterownika lokalnego dla pojedynczego sterownika lokalnego.

Procedura sterowania bezpośredniego PSSW jest podstawową procedurą obsługi planów sterowania. Służy do wyznaczania momentów czasu wysyłania sygnałów S i K do sterowników lokalnych i wyświetlaczy prędkości, wyznaczania numeru struktury i wysyłania sygnałów  $O_1$ ,  $O_2$  oraz obliczania czasów trwania stanów sterowników lokalnych i wyświetlaczy prędkości. Czasy trwania stanów są pobierane z danych stałych oraz mogą być aktualizowane w przypadku procesu przejściowego podczas wymiany planów względnie synchronizacji.

Procedura obsługi wejść i wyjść służy do obsługi pakietów PWE i PWY i realizacji wysyłania sygnałów sterujących S, K,  $O_1$ ,  $O_2$  oraz przyjmowania sygnałów zwrotnych  $X_0$ .

Procedura zatrzymania sterownika nadrzędnego STOP służy do przełączenia sterowania na pracę lokalną oraz zawieszenia pracy programu sterowania sterownika nadrzędnego.

Pakiet programów generujących plany sterowania został napisany w języku BASIC dla minikomputera MERA-400. Dane dla generatora planów sterowania mogą być przygotowane na specjalnych formularzach, przy pomocy których, w sposób przejrzysty, można opisać wszystkie plany sterowania sterowników lokalnych i wyświetlaczy prędkości oraz tygodniowy program sterowania. Dane te po ich wczytaniu, sprawdzeniu formalnej poprawności i ewentualnym wydrukowaniu są przetwarzane na dane w postaci programu w języku assembler INTEL 8080. Po translacji tego programu uzyskuje się dane w postaci binarnej, która umożliwia zapisanie ich do pamięci stałej EPROM sterownika nadrzędne-

go. Przy pomocy pakietu programów generujących można również w prosty sposób modyfikować i aktualizować plany sterowania. Bardziej szczegółowe informacje dotyczące programów sterownika nadrzędnego zawarte są w opracowaniach [5] i [6].

● ● ● ●

Autorzy pragną wyrazić tą drogą podziękowanie doc.dr inż. A. Wachowskiemu za inspirowającą rolę w opracowaniu omawianego w artykule sterownika nadrzędnego, jak również wszystkim pozostałym kolegom, którzy przyczynili się do jego realizacji.

#### Literatura

- [1] M. Kaczmarek, M. Rakiewicz, R. Zenker: Sterowanie bezpośrednie ruchem w sieci ulic. Materiały III Konferencji Naukowej Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1981.
- [2] Ocena efektywności sterowania w układzie otwartym - czasowa selekcja planów sterowania w stosunku do koordynacji za pomocą jednego planu w podobszarze Lublina. Opracowanie Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Poznańskiej, 1981.
- [3] Sterownik lokalny systemu SCR-5 do pracy skoordynowanej - dokumentacja konstrukcyjna. Opracowanie Instytutu Automatyki Politechniki Poznańskiej, 1977.
- [4] Dokumentacja techniczno-ruchowa sterownika mikroprocesorowego ZSA MIKRO-80. OBR Systemów Automatyki, Poznań 1982.
- [5] Koncepcja sterownika nadrzędnego na bazie sterownika ZSA MIKRO-80. Opracowanie Instytutu Automatyki Politechniki Poznańskiej, 1982.
- [6] Oprogramowanie sterownika nadrzędnego systemu SCR-5. Opracowanie Instytutu Automatyki Politechniki Poznańskiej 1982.

## KONCEPCJA MIKROPROCESOROWEGO SYSTEMU KONTROLI I NADZORU DLA OBIEKTU KLIMATYZOWANEGO

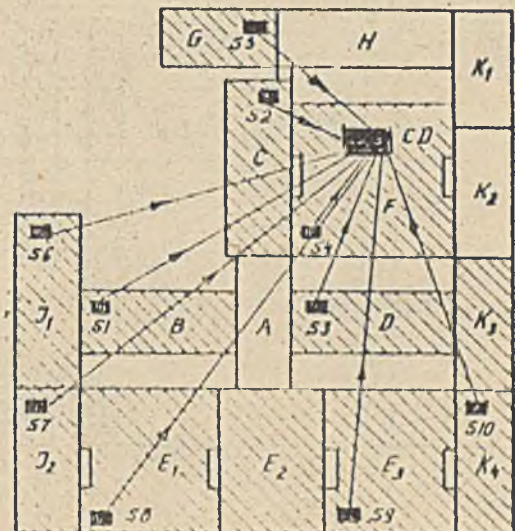
Skład powietrza, jego czystość, temperatura, wilgotność i prędkość z jaką się ono przemieszcza to elementy, których całość kształt składa się na klimat pomieszczenia. Czynniki te w dużej mierze decydują o zdrowiu i samopoczuciu człowieka, wydajności pracy i gotowości do działania. Zmiany klimatu pomieszczenia dokonujemy za pomocą urządzeń wentylacyjnych, wspomaganych przez instalacje c.o. Pojęcie wentylacji pokrywa się, ogólnie biorąc, z pojęciem wymiany powietrza. W sensie technicznym wyraża całokształt zabiegów, które łącznie z wymianą powietrza pozwalają w danym pomieszczeniu lub tej jego części, w której przebywają ludzie uzyskać żądany stan powietrza. Ze względu na różnorodność wymagań jakie w poszczególnych przypadkach stawia się powietrzu w pomieszczeniu, urządzenia wentylacyjne są szeroko zróżnicowane.

Urządzenia wentylacyjne, które są w stanie zapewnić w obsługiwanych przez siebie pomieszczeniach określone warunki klimatyczne w ciągu całego roku noszą nazwę urządzeń klimatyzacyjnych [1]. Warunki te są różne w zależności od przeznaczenia pomieszczenia klimatyzowanego. Zadanie wentylacji może być spełnione w różny sposób. Jednym z nich jest usuwanie /wywiewanie/ z całego pomieszczenia powietrza zużytego, a wprowadzanie /nawiewanie/ na jego miejsce powietrza świeżego. Kierunek przepływu powietrza wymuszony jest działaniem mechanicznych urządzeń takich jak: kanały wentylacyjne, wentylatory, przepustnice. Przed wprowadzeniem powietrza do pomieszczenia należy je odpowiednio przygotować. Przygotowanie to powinno zapewnić utrzymanie parametrów powietrza w pomieszczeniu na zadanym poziomie. Dotyczy to: temperatury, wilgotności, czystości. Oznacza to konieczność

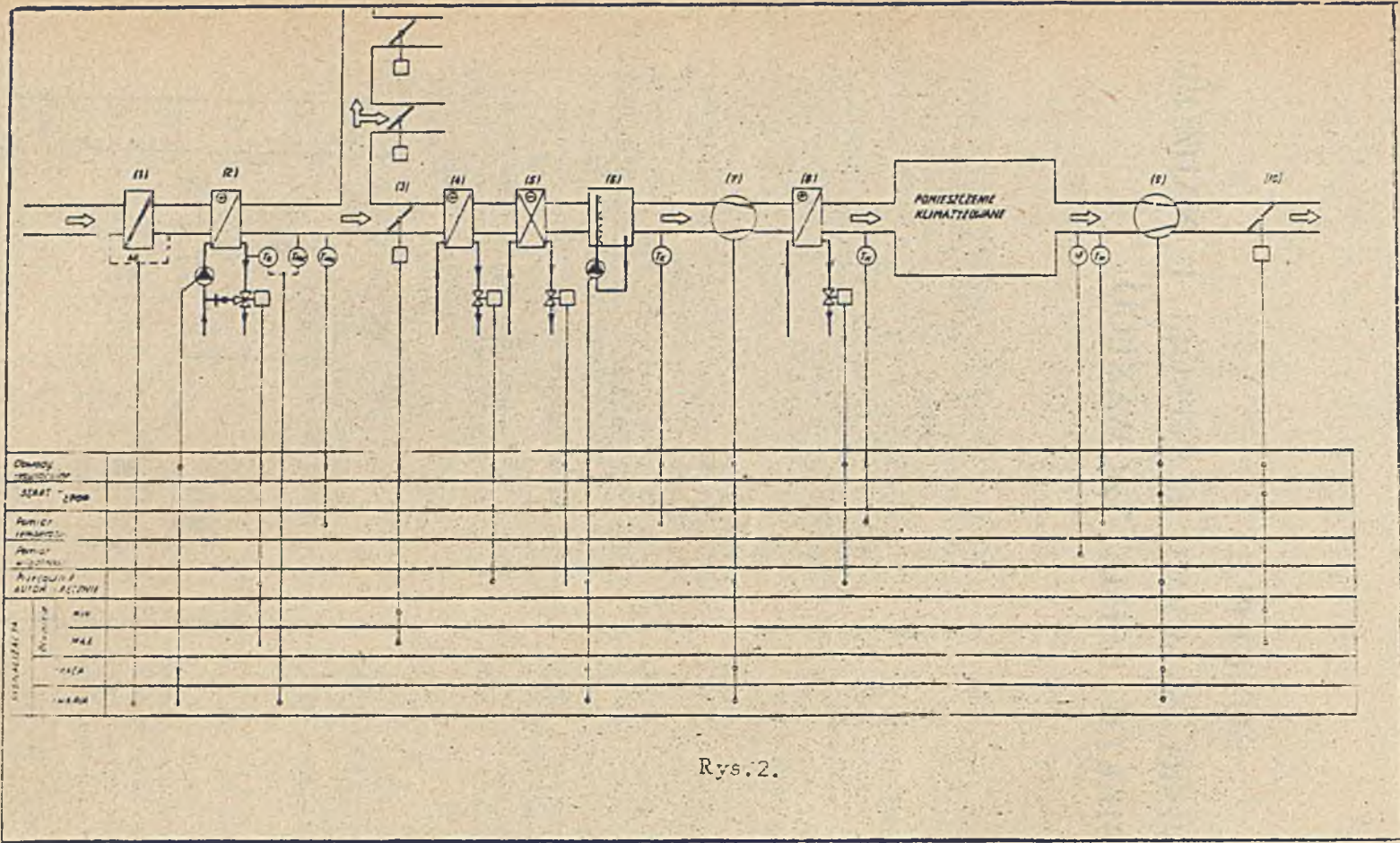
zastosowania dalszych mechanicznych środków w postaci nagrzewnic, chłodnic, komór zraszania, filtrów. Często instalacja klimatyzacyjna obejmuje swoim działaniem pomieszczenia w budynku wielokondygnacyjnym względnie zespół budynków. Liczba zespołów klimatyzacyjnych sięga wówczas kilkudziesięciu. Duże ich rozproszenie stwarza dodatkowe trudności w utrzymaniu instalacji w stanie pracy bezawaryjnej. Dlatego też instalacje takie wyposaża się w rozbudowane systemy kontroli i nadzoru.

### Obiekt klimatyzowany z konwencjonalnym systemem kontroli i nadzoru

Schemat obiektu klimatyzacji przedstawiono na rys.1. Składa się on z kilkunastu bloków wielokondygnacyjnych oznaczonych literami alfabetu. W każdym z zaznaczonych bloków znajduje się instalacja klimatyzacyj-



Rys. 1.



Rys.2.

na o kilku zespołach [2]. Poszczególne instalacje obsługiwane są przez przynależne im szafy regulacyjno-pomiarowe /S 1...S 10/, wyposażone w aparaturę regulacyjną, pomiarową i kontrolną. Natomiast funkcje nadrzędnej nadzoru i kontroli spełnia Centralna Dyspozytornia /CD/. Podstawowym układem klimatyzacji jest zespół klimatyzacyjny, którego zadaniem jest utrzymanie określonego stanu powietrza w jednym, względnie kilku pomieszczeniach. Grupa zespołów objęta wspólną regulacją wstępnej temperatury, tworzy instalację. Schemat ideowy instalacji przedstawiono na rys.2.

Sklada się ona z układu nagrzewnicy wstępnej zawierającego filtr powietrza /1/ i nagrzewnicy wstępnej /2/ oraz urządzeń tworzących poszczególne zespoły - przepustnicy powietrza nawiewanego /3/, nagrzewnicy /4/, chłodnicy /5/, komory zraszania /6/, wentylatora nawiewnego /7/, nagrzewnicy wtórnej /8/, wentylatora wywiewnego /9/ i przepustnicy powietrza wywiewanego /10/. Stan powietrza w kanale wentylacyjnym, jak również stan poszczególnych urządzeń jest przekazywany w postaci odpowiednich sygnałów elektrycznych do szafy regulacyjno-pomiarowej lub bezpośrednio do CD. W szafach regulacyjno-pomiarowych znajdują się regulatory temperatury, które oddziałują na silowniki zaworów nagrzewnic i chłodnic. Obsługa pełniąca nadzór nad pracą poszczególnych instalacji ma możliwość:

- uruchamiania i zatrzymywania poszczególnych zespołów,

- kontrolowania wielkości parametrów powietrza /pomiar temperatury, wilgotności/,  
 - kontrolowania stanów pracy napędów /wentylatory, pompy/.

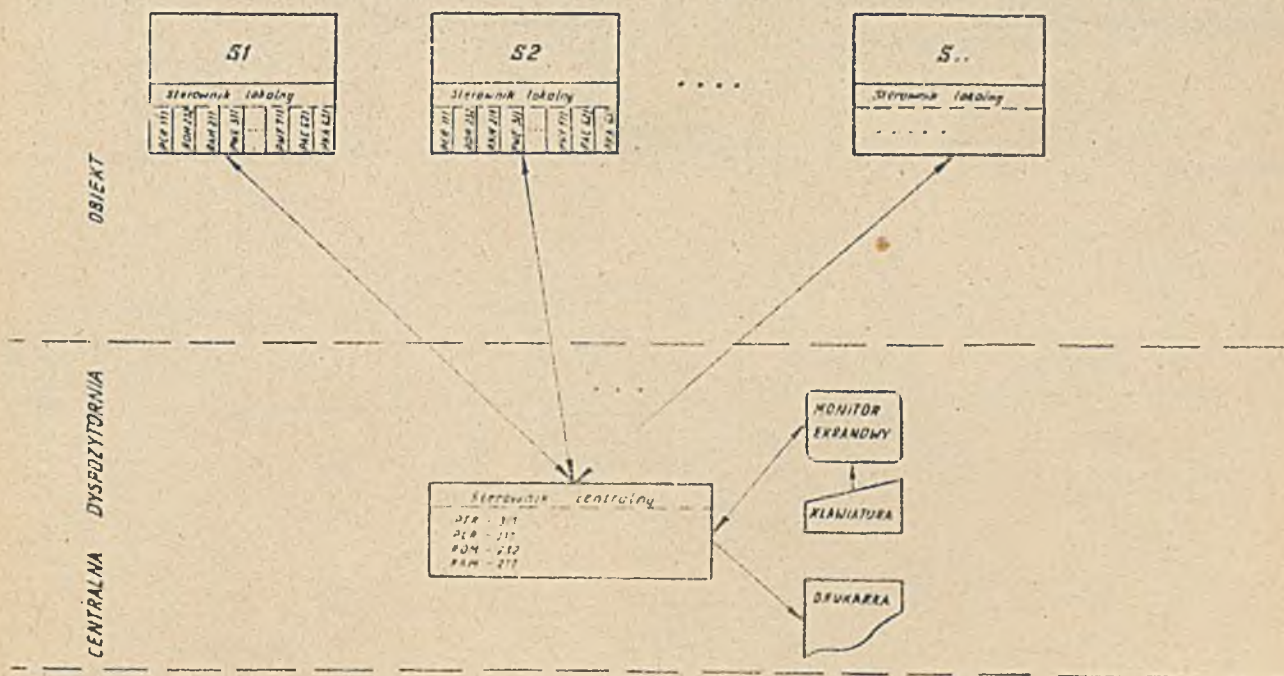
W dolnej części rys.2 sklasyfikowane sygnały otrzymywane od i przesyłane do instalacji klimatyzacyjnej.

Koncepcja hierarchicznego systemu kontroli i nadzoru w oparciu o sterowniki mikroprocesorowy MIKRO 80

Aktualnie system kontroli i nadzoru budowany jest w oparciu o układy przekazywowe na skutek czego system ten charakteryzuje się:

- dużą liczbą niezbędnych połączeń kablowych pomiędzy szafami regulacyjno-pomiarowymi a CD,
- brakiem możliwości programowego sterowania pracą zespołów,
- brakiem agregacji informacji o przebiegu procesu, co powoduje, że liczba wskaźników na tablicy synoptycznej w CD przekracza możliwości percepcji operatora.

W wyniku tego realizowane systemy są stosunkowo kosztowne i posiadają sztywną strukturę. Z wyżej wymienionych względów jest rzeczą oczywistą, iż możliwości kontroli i nadzoru realizowanych w kraju instalacji klimatyzacyjnych nie są w pełni wykorzystane. Stąd budowa systemu kontroli i nadzoru w o-



Rys.3.

parciu o technikę mikroprocesorową mogłaby doprowadzić do pełnego wykorzystania tych urządzeń oraz znacznego zredukowania połączeń kablowych i wyposażenia CD. Propozycję konfiguracji sprzętowej systemu kontroli i nadzoru instalacji klimatyzacyjnych w oparciu o sterownik mikroprocesorowy MIKRO 80 przedstawiono na rys.3.

Ze względów niezawodnościowych zakłada się pozostawienie konwencjonalnych obwodów regulacyjnych, pomiarowych i sygnalizacyjnych, wyposażając dodatkowo szafy w sterownik mikroprocesorowy /sterownik lokalny/. W miejsce dotychczasowych urządzeń CD proponuje się natomiast zestaw mikrokomputerowy w skład którego poza sterownikiem MIKRO 80 /sterownik centralny/ wchodzi: monitor ekranowy z klawiaturą oraz drukarka wierszowa jako elementy komunikacji operatora z procesorem. Komunikacja pomiędzy sterownikiem centralnym a sterownikami lokalnymi odbywa się w oparciu o pakiet transmisji szeregowej PTR-311. Transmisja odbywa się po dwóch parach przewodów przypadających na każdy sterownik lokalny [3].

Z każdego zespołu klimatyzacyjnego nadzorowanego przez sterownik lokalny przekazywanych jest 19 sygnałów binarnych i 3 analogowe. Natomiast z układu nagrzewnicy wstępnej przekazywanych jest 6 sygnałów binarnych i 1 analogowy [4]. Stąd poza pakietami procesora PCR-111, pamięci stałej ROM-232, pamięci nietrwałej RAM-211, sterowniki lokalne zawierają pakiety wejść binarnych PWE-511 w liczbie n odpowiadającej liczbie zespołów w instalacji /n ≤ 6/, pakiety wyjść binarnych PWY-711 oraz pakiet przetwornika analogowo-cyfrowego PAC-621 z pakietem komutatora analogowego PKA-631.

Sterownik centralny poza wspomnianym pakietem PTR-311 zawiera pakiety PCR-111, ROM-232, RAM-211. Na poziomie lokalnym /w konwencjonalnym systemie nie istniejącym/ realizuje się:

- wykrywanie stanów awaryjnych urządzeń i informowanie poziomu wyższego o aktualnym stanie instalacji,
- regulację wilgotności w klimatyzowanych pomieszczeniach w zakresie 50-60%.
- sterowanie pracą zespołów - załączanie i wyłączanie w cyklach dobowych, tygodniowych.

Na poziomie centralnym realizuje się:

- sygnalizację stanów awarii urządzeń oraz przekroczenia dopuszczalnego zakresu temperatur,
- koncentrację danych ze sterowników lokalnych i drukowanie raportów dobowych oraz na żądanie operatora,
- zdalny pomiar i rejestrację temperatury.

#### Literatura:

- [1] J. Ferencowicz: Wentylacja i klimatyzacja, ARKADY, Warszawa 1964.
- [2] Projekt techniczny: Pomiary i automatyzacja instalacji klimatyzacyjnych i wentylacyjnych dla typowego szpitala ZOZ o 1000 łóżek. ZPSA, ZSA-MERAMONT, Poznań 1982.
- [3] Dokumentacja techniczna: Sterownik mikroprocesorowy MIKRO-80. OBRSA ZSA MERAMONT, Poznań 1982.
- [4] Praca dyplomowa: Mikroprocesorowy system kontroli i nadzoru dla instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, Instytut Automatyki PP 1982.



mgr inż. WŁODZIMIERZ GRZYBOWSKI

mgr inż. BRONISŁAW GLAJCHER

## STEROWANIE RUCHEM PALET W MAGAZYNIE WYSOKIEGO SKŁADOWANIA

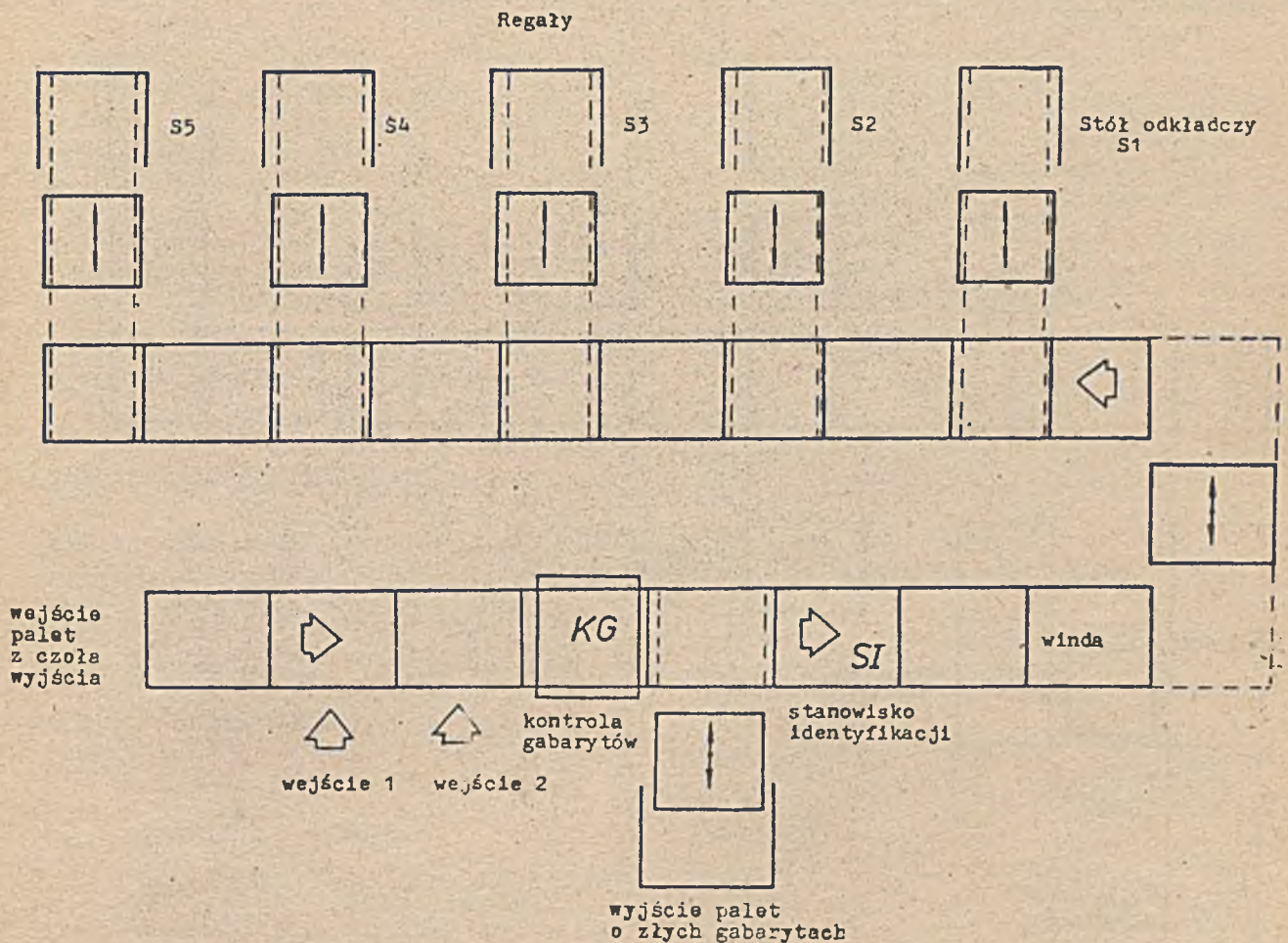
### Charakterystyka magazynu wysokiego składowania /mws/

Wzrost wysokości magazynów spowodował konieczność automatyzacji procesu składowania. W tym też celu dzieli się magazyn na korytarze, a w każdym z nich wyodrębnia się dwa rzędy regałów z gniazdami adresowymi. W zasadzie każdemu korytarzowi przyporządkowana jest jedna układnica /są magazyny, gdzie jedna układnica obsługuje kilka korytarzy/, która wykonuje operacje zawiez/po-

bierz towar magazynowany pod wskazany adres. Towar przechowywany jest w pojemnikach, paletach lub w innej specyficznej formie dla danego towaru.

W celu przyspieszenia przepływu towarów wyodrębniono w mws strefę czoła. Zadaniem czoła jest:

- kontrola gabarytów palety,
- zawieszenie palety na stół odkładczy odpowiedniego korytarza,
- pobranie palety ze stołu odkładczego i zawieszenie do wyjścia.



Rys.1. Schemat czoła wejścia

Z względu na zróżnicowane funkcje czolo dzieli się na:

- czolo wejścia,
- czolo wyjścia.

Od dłuższego czasu OBR SA prowadzi prace nad wykorzystaniem sterownika MIKRO-80 do sterowania układnic oraz czola. Pilotowym magazynem jest mws w ZM URSUS. Strefa składowania magazynu dzieli się na pięć korytarzy, w których mamy po dwa rzędy regałów, a w każdym z nich po 828 miejsc adresowych. Jedna układnica o udźwigu 1500 kg przypada na jeden korytarz. Palety do układnic dostarczane są poprzez urządzenie czola wejścia /rys.1/. Na czolo przywożone są palety wózkami widłowymi w dwóch punktach lub przechodzą z czola wyjścia. W punkcie KG sprawdzane są gabaryty palet skąd złe palety wędrują do przepakowania. Wybór miejsca magazynowania palety następuje na stanowisku identyfikacji SI. Wyboru adresu dokonuje komputer nadrzędny, bądź w przypadku pracy półautomatycznej operator systemu. System sterowania czolem i układnicą zapewnia dotarcie palety do odpowiedniego gniazda magazynowego.

Z poszczególnych gniazd palety transportowane są przez urządzenia czola wyjścia

/rys.2/ na jeden z trzech punktów odbioru:

- stanowisko odbioru wózkami widłowymi,
- stanowisko dekompletacji, skąd dalszy transport do strefy urządzeń wejścia czola jest inicjowany przez obsługę tego stanowiska.

Informacja o numerze wyjścia podawana jest przez komputer nadrzędny.

#### Budowa systemu sterowania

Schemat blokowy systemu sterowania ruchem palet w mws URSUS ilustruje rys.3. System ten zawiera:

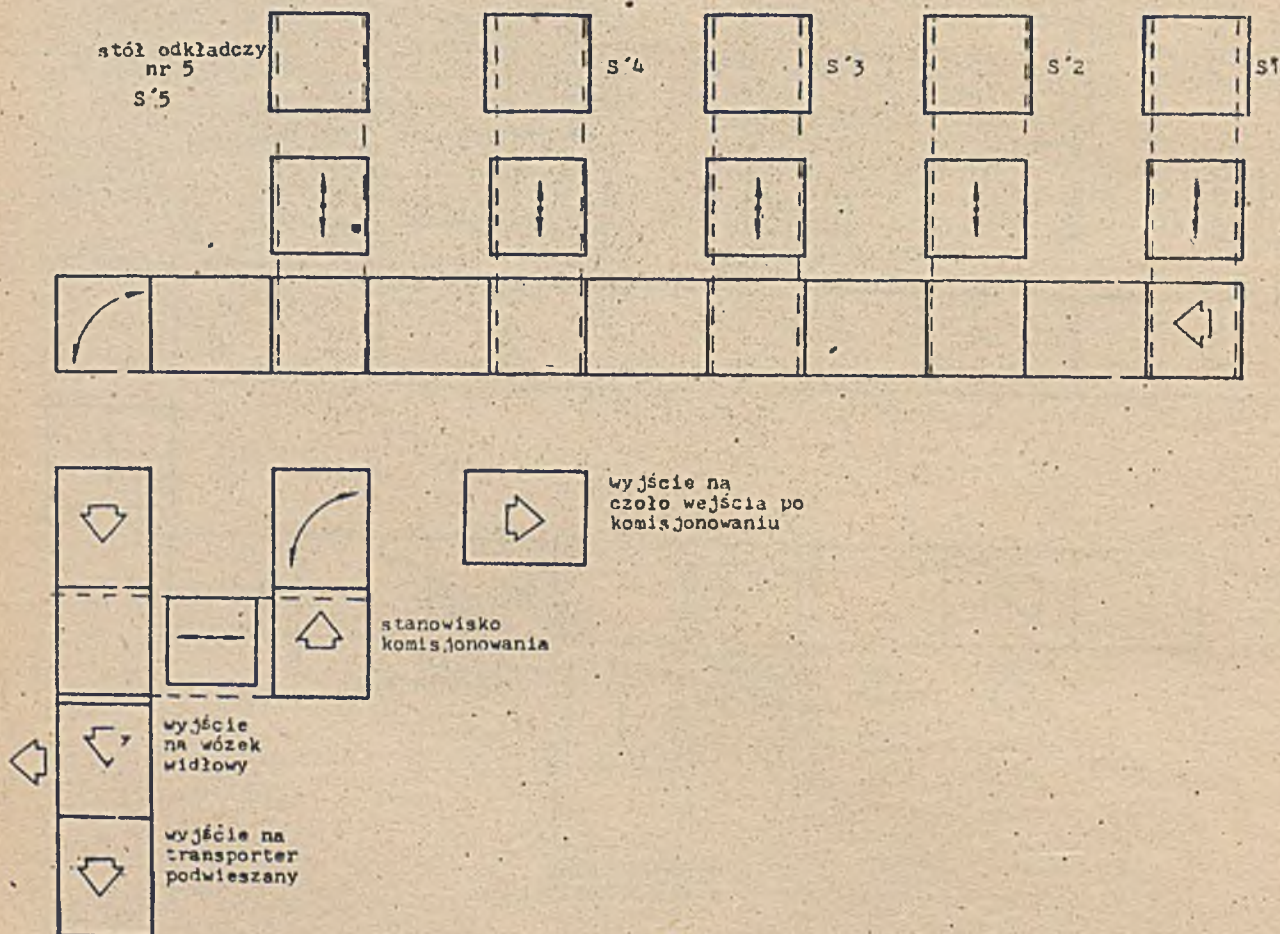
- komputer nadrzędny SM 4,
- sterownik komunikacyjny,
- sterowniki układnic,
- sterownik czola wejścia,
- sterownik czola wyjścia.

Komputer nadrzędny nie jest oprogramowywany w OBR SA, stąd nie będzie on przedmiotem naszych rozważań.

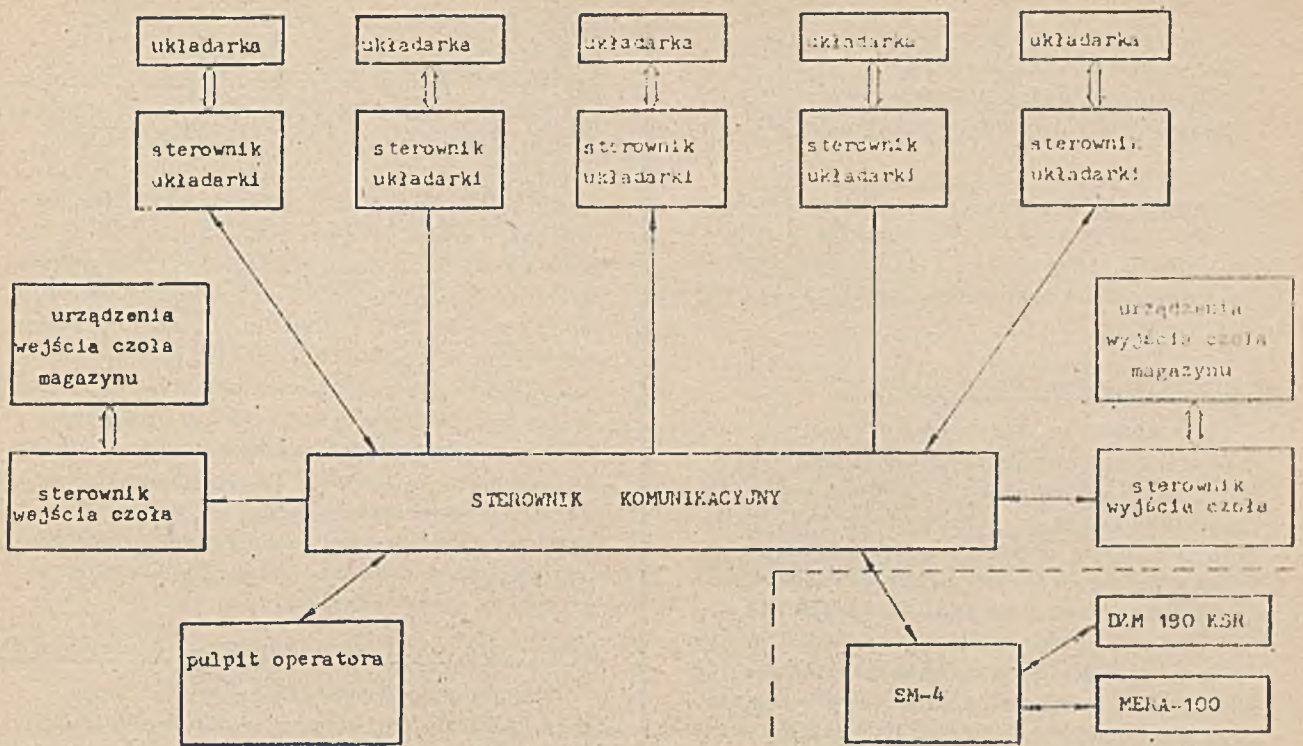
#### Sterownik komunikacyjny

Realizuje on zadania związane z:

- rozdziałem informacji na niższe poziomy sterowania, tj. do sterowników czola oraz sterowników układnic,



Rys.2. Schemat czola wyjścia



Rys.3. Schemat blokowy systemu sterowania układarkami oraz czolem magazynu dla obiektu 240 ZM URSUS

- obsługą klawiatury i monitora ekranowego,
- odczytem pulpitu technicznego.

Sterownik komunikacyjny konfigurowany jest z typowych pakietów sterownika mikroprocesorowego MIKRO-80; są to:

- pakiet procesora PCR-111,
- pakiet pamięci ROM-232,
- pakiet transmisji szeregowej PTR,
- pakiet wejść dwustanowych PWE-511,

Oprogramowanie sterownika komunikacyjnego stanowi zespół programów-handlerów przyjmujących i wysyłających tekst.

#### • Komunikacja międzysterownikowa

Wszystkie połączenia międzysterownikowe zostaną zrealizowane poprzez interfejs szeregowy w standardzie V24. Wykorzystano w tym celu układ 8251, który znajduje się na każdym pakiecie PCR. Wymiana informacji pomiędzy sterownikami odbywa się w konwencji znak-echo. O przyjęciu tego dość wolnego protokołu transmisji zdecydowały następujące fakty:

- krótkie teksty, średnio 7 znaków ASCII,
- prosty program,
- duża wiarygodność transmisji,
- możliwość podłączenia monitora ekranowego bezpośrednio do dowolnego sterownika w przypadku awarii sterownika komunikacyjnego i wykonania elementarnych operacji na układnicach czy czole.

#### • Komunikacja z komputerem nadrzędnym

Pomiędzy sterownikiem komunikacyjnym a komputerem nadrzędnym SM4 zastosowano również transmisję szeregową V24. Inny jest natomiast protokół transmisji. Wynika to z faktu, że producent SM4 wyposażył ten komputer w handler transmisji BSC, który został wykorzystany w tym przypadku.

#### Sterownik czola wejścia

Sterownik czola wejścia steruje ruchem palet na czole mws, co osiąga się poprzez odpowiednie załączanie i wyłączenie przenośników, wózków, obrotnic, wind, blokad. Ogólne zadania sterowania to:

- kierowanie palet o złych gabarytach na wyjście,
- kierowanie palet do odpowiednich korytarzy zgodnie z nadanym adresem,
- kontrola poprawnej pracy czola.

W celu uniknięcia zbyt częstych załączeń i wyłączeń silnik ulega wyłączeniu jeśli na dwóch sąsiednich segmentach nie ma palety. W sumie z czola wejścia wchodzi do sterownika 126 sygnałów wejściowych oraz wystawianych jest 88 wyjściowych sygnałów sterujących.

W skład sterownika czola wchodzi następujące pakiety:

- pakiet procesora PCR-III,
- pakiet pamięci ROM-232,
- pakiet wejść dwustanowych PWE-1511,
- pakiet wyjść dwustanowych PWY-711.

Sterownik czola wyjścia realizuje zbliżone funkcje do sterownika czola wejścia. Rozdzielenie funkcji sterowania czola na dwa sterowniki podyktowane jest zwiększeniem niezawodności systemu.

### ● Algorytm sterowania czolem

Cały algorytm sterowania został napisany w postaci równań logicznych w algebrze Boole'a. W równaniach występują takie operacje jak: negacja, iloczyn logiczny, suma logiczna, oraz operator podstawiania. Do opisu obiektu były potrzebne również opóźnienia z boczna przedniego. Po napisaniu równań powstał problem zakodowania ich w postaci programu. Można było do tego celu zakupić odpowiedni kompilator, napisać cały program w macroassemblerze bądź opracować własny translator równań logicznych. W sumie wybrano coś pośredniego pomiędzy napisaniem programu w macroassemblerze, a zrealizowaniem kompilatora. Opracowano procedury wykonujące operacje logiczne:

- negacji  $\bar{A}$ : NEG
- iloczynu logicznego  $A \wedge B$ : IL,
- iloczynu logicznego z negacją drugiego argumentu  $A \wedge \bar{B}$ : ILNEG,
- sumy logicznej  $A \vee B$ : SU,
- sumy logicznej z negacją drugiego argumentu  $A \vee \bar{B}$ : SUNEG,
- operacji podstawiania  $:=$ :/= POD,
- przesłania prostego UPT /operacja taka musi wystąpić przy pierwszym argumencie równania, jeśli nie jest on zanegowany/.

Jako program tłumaczący wykorzystano standardowy macroassembler. Cały program napisany w macroassemblerze składa się z:

- przypisania wejść/wyjść obiektowych wejściom/wyjściom sterownika,
- wykazu stanów wewnętrznych /przez stan n wewnętrzny rozumie się informacje nie pochodzące bezpośrednio z obiektu, ale wykorzystywane w równaniach/,
- zestawu sygnałów opóźnionych wraz z czasami opóźnień,
- zbioru równań logicznych napisanych w odpowiedniej konwencji,
- tasiemki z procedurami logicznymi.

Przy kodowaniu równań należy brać pod uwagę takie ograniczenia jak:

- zakaz używania nawiasów,
- wszystkie operatory mają ten sam priorytet i tak np. równanie:

$$A = (B \wedge C) \vee D \vee E$$

po zakodowaniu ma postać:

LOG P1,POD,NEG; B,IL,C

LOG A,POD,UPT,P1,SU,D,SU,E

gdzie LOG jest macrookreśleniem sterującym ładowaniem całego łańcucha do pamięci. Jak wynika z tego przykładu, sposób kodowania jest bardzo prosty. Polega on na zastąpieniu operatorów odpowiadającymi im nazwami /np.  $\vee$  - SU,  $\wedge$  - IL/ oraz po przedzieleniu ich przecinkami. Otrzymano w ten sposób jakiś pseudokompilator, który jednak zaoszczędził dość żmudnego pisania programu w macroassemblerze. Ten pseudokompilator można wyposażać w dowolną ilość procedur realizujących różne funkcje logiczne. Taka metoda postępowania może być wykorzystana wszędzie tam, gdzie użytkownik sprzętu mikroprocesorowego posiada program macroassemblera, a nie chce kupować specjalizowanego kompilatora. Efekty są niewiele gorsze, a rozbudowa o nowe procedury bardzo prosta i to w zakresie znanego już sobie programu macroassemblera.

### ● Kontrola pracy urządzeń wykonawczych czola

Urządzeniami wykonawczymi na czole mws są silniki elektryczne oraz silowniki pneumatyczne. Każde z nich może ulec awarii, co w konsekwencji może spowodować kolizje w ruchu palet, oraz dezorientacje systemu. W celu uniknięcia tej drugiej sytuacji oraz szybkiego informowania obsługi systemu o zaistniałej awarii sterownik kontroluje poprawność pracy każdego urządzenia poprzez sprawdzanie:

- zgodności sygnału zwrotnego ze stycznika zataczającego silnik z sygnałem wystawionym,
- czasu przesunięcia palety z jednego punktu kontrolnego /krańcówka/ na drugi,
- czasu zmiany położenia blokady.

Druga z wymienionych metod kontroli pozwala pośrednio sprawdzić prawidłowość złączenia krańcówek. Wszystkie stany awaryjne wchodzą w skład równań logicznych opisujących segment przed i za segmentem uszkodzonym. Takie podejście powinno niemal całkowicie wyeliminować kolizje palet. Każda awaria jest sygnalizowana operatorowi systemu, który też może dokonać usunięcia jej z pamięci sterownika odpowiednią dyrektywą. Awaria jednego segmentu nie powoduje zatrzymania pozostałych /wpływa tylko na pracę dwóch sąsiednich/.

### ● Dynamiczne testy sterownika

Poprzez testy dynamiczne rozumie się takie testy, które realizują się przy normalnej pracy sterownika. Najistotniejszym testem jest test pamięci RAM, wykorzystywany przez regulator sekwencyjny, a więc obszar o wartościach  $\phi$  lub  $\phi FFI$ . Test ten jest wykonywany "obowiązkowo" przed każdym wywołaniem regulatora. Sprawdzana jest każda komórka pamięci z tego obszaru poprzez po-

równanie z  $\phi$  lub FFH. Jeśli odczytany bajt jest różny od wymienionych wartości, wówczas kontroluje się ilość przekłamanych bitów, w przypadku jednego przekłamania dokonuje się korekty bajtu. Dopuszcza się 5 korekt na jeden obieg. Pozostała pamięć RAM poddawana jest kontroli w chwilach wolnych. Testowanie tej pamięci polega na odczycie, zanegowaniu, wpisaniu, ponownym odczycie, porównaniu i odtworzeniu każdego bajtu. Wszystkie te elementarne operacje wykonuje się przy zawieszonym masce przerwań.

Pamięć ROM wyposażona jest w sumę kontrolną po każdym zamkniętym bloku programu czy parametrów. Pakiety wyjściowe kontroluje się poprzez odczyt ich zawartości i porównanie z wektorem wyjściowym w pamięci RAM. Wykrycie awarii przez któryś z testów powoduje natychmiastowe przejście systemu w stan stop z zatrzymaniem wszelkich urządzeń.

#### Sterownik układnicy

Układnica może pracować ręcznie /sterowana jest wtedy przez człowieka za pomocą ręcznych manipulatorów/ lub automatycznie. Do sterowania automatycznego zastosowano sterownik mikroprocesorowy MIKRO-80. Sterownik układnicy otrzymuje z komputera nadrzędnego rozkazy, które wykonuje w kolejności w jakiej przyszły. Przykładowymi rozkazami są:

- przywieź paletę z gniazda do czoła,
- przenieść paletę z gniazda A do gniazda B,
- zawieź paletę z czoła do gniazda.

W trakcie wykonywania poleceń sterownik układnicy generuje komunikaty informujące o wykonaniu określonych czynności np:

- złożyłem paletę w gnieździe,
- pobrałem paletę z gniazda,
- złożyłem paletę na stole odkładczym.

Komunikaty te pozwalają w przypadku awarii zorientować się systemowi zarządzającemu o fazie pracy układnicy.

Dla wykonania powyższych funkcji magazyn oraz układnica są odpowiednio oczujnikowane. Sygnały z czujników wprowadzane są do pakietu wejściowego PWE-511.

Sygnałami wejściowymi są między innymi:

- adresy w osi X, tj. wzdłuż korytarza,
- adresy w osi Y, tj. w górę magazynu,
- poziom pobrania,
- poziom składowania,
- widły w prawo,
- widły w lewo,

- widły w środku,
- gniazdo zajęte,
- ładunek na widłach,
- awaria /generowane przez układ sterowania elektrycznego/,

Sygnały sterujące wprowadzane są poprzez pakiet wyjściowy PWY-711. Należą do nich między innymi:

- awarie sterowników,
- załączenie mocy,
- zezwolenie podnoszenia,
- kierunek i szybkość podnoszenia,
- wysuw widel itp.

Sterowanie jazdą w osi X odbywa się za pomocą mikroprocesorowego układu sterowania silnikiem prądu stałego, który pozwala na optymalny dobór prędkości jazdy układnicy w funkcji odległości.

Konfiguracja sprzętowa sterownika układnicy jest następująca:

- pakiet PCR-111,
- pakiet PWE-511,
- pakiet PWY-711,
- pakiet ROM-232,
- pakiet PSN-431.

Oprogramowanie układarki ma strukturę modułową. Każdy moduł uaktywniany jest przez moduł zarządzający, po stwierdzeniu konieczności jego wystartowania. Do tworzenia zegara czasu rzeczywistego wykorzystuje się jedno przerwanie czasowe.

W skład oprogramowania wchodzi następujące moduły:

- moduł zarządzający,
- moduł transmisji /ze sterownikiem nadrzędnym/,
- moduł jazdy w osi X i Y,
- moduł sterowania widłami,
- moduł lokalizacji układnicy /wywołany wtedy, gdy układnica straciła orientację o swoim położeniu w przestrzeni magazynu/.

W ramach prac prowadzonych w temacie sterowania ruchem palet w mws opracowano:

- protokół transmisji BSC umożliwiający sprzężenie sterownika MIKRO-80 z komputerami SM4, MERA 400, IBM, PDP,
- program sterowania układnicami produkowanymi przez TECHMATRANS RADOM na licencji firmy FIAT,
- kompilator równań logicznych o dość szerokim zastosowaniu.

## PROGRAMOWY REJESTRATOR MANEWRÓW I STANÓW AWARYJNYCH

Postęp w automatyzacji statków i wynikające stąd korzyści są powodem zwiększenia zapotrzebowania przemysłu okrętowego na urządzenia i systemy automatyki. W wyposażeniu siłowni szczególnie ważną rolę spełniają zautomatyzowane systemy kontrolne, zastępujące załogę maszynową w bezpośrednim nadzorowaniu prawidłowej pracy poszczególnych urządzeń siłowni. Właściwy wybór struktury, zakresu i technicznej realizacji systemu ma poważny wpływ na bezpieczeństwo oraz ekonomiczną efektywność eksploatacji. W OBR SA opracowana została koncepcja mikroprocesorowego systemu kontrolnego siłowni okrętowej /KSKSO/, przeznaczonego do automatycznego nadzorowania pracujących bez obsługi siłowni statków morskich. Głównym zadaniem KSKSO jest kontrola wartości kilkuset wielkości charakteryzujących stan siłowni wraz ze sterowaniem sygnalizacją alarmową przekroczenia wartości granicznych dla każdego z tych parametrów.

Oprócz podstawowych układów sygnalizacji alarmowej i pomiarów w skład KSKSO będą wchodzić również układy rejestracji i wskazań, sterujące takimi urządzeniami jak: drukarka stanów awaryjnych, drukarka manewrów, drukarka danych /dziennik maszynowy/ oraz monitory ekranowe. Przewiduje się, że układy rejestracji i wskazań jako pierwsze z KSKSO będą realizowane w wersji zmiennoprogramowej z wykorzystaniem mikroprocesorów. Pierwszym etapem tego procesu jest opracowanie i uruchomienie w OBR SA modelu użytkowego rejestratora manewrów i stanów awaryjnych zrealizowanego w oparciu o sterownik MIKRO-80.

### Przeznaczenie i zakres rejestracji

Rejestrator manewrów i stanów awaryjnych służy do ciągłej i automatycznej rejestracji procesu sterowania napędem głównym statku oraz stanów awaryjnych i przekroczeń dopuszczalnych parametrów określających poprawną pracę siłowni statku. Przeznaczony jest do pracy na statkach, których zespoły

napędowe składają się z silników stało lub zmiennoodrotowych napędzających 1 lub 2 śruby stałe lub nastawne. Zakres rejestracji układu obejmuje następujące dane:  
a) dla drukarki manewrów:

- komendy telegrafu maszynowego oraz komendy przyciskowe,
- rodzaj sterowania awaryjnego,
- wartości zadane i rzeczywiste kąta śruby wraz z kierunkiem,
- wartości zadane i rzeczywiste prędkości obrotowej silnika wraz z kierunkiem obrotów,
- załączenie/wyłączenie urządzeń i mechanizmów ważnych z punktu widzenia własności manewrowych np. zadziałanie układu bezpieczeństwa, zał/wył. sprzęgła, dziobowego steru strumieniowego itp.
- symbol identyfikacyjny wydruku,
- datę i czas: rok, miesiąc, dzień, godzinę, minutę, sekundę,

b) dla drukarki stanów awaryjnych:

- numer kanału alarmowego,
- stan kanału alarmowego: pojawienie się, zanik lub trwanie stanu awaryjnego,
- datę i czas jw.

Ponadto układ rejestratora umożliwia wyświetlanie na wskaźnikach cyfrowych daty, czasu oraz danych dotyczących parametrów jednej lub obu śrub.

### Sposoby inicjacji wydruków

Przy obsłudze rejestracji manewrów wydruk następuje:

- automatycznie po wydaniu nowej komendy z telegrafu maszynowego, zadajników kąta lub obrotów, po wydruku jednego wiersza w kolorze czerwonym następuje pełny cykl rejestracji wartości rzeczywistych /po czasie 5, 10, 30, 180 s/,
- automatycznie po wystąpieniu odchyłki wartości rzeczywistych prędkości obrotowej lub kąta śruby,
- automatycznie po wydaniu komendy przyciskowej lub przy sterowaniu awaryjnym, oraz po zał/wył. kontrolowanych urządzeń,

```

27.10.82      09.45.1=
... 0040 4.. 09.45.70
150 .... 4.. 09.45.7-
000 0265 3.. 09.45.7#
000 0272 3.. 09.45.2-
150 0112 3.. 09.45.#-
150 0052 3.. 09.48.7-
150 0105 3.. 09.48.3=
<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<Hx
150 0102 3.. 09.48.#0
<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<Hx
150 0107 000 09.48.#0
150 0074 3.. 09.48.n=
130 0059 3.. 09.48.n#
115 0034 3.. 09.49.7#
000 0000 3.. 09.51.##
27.10.82      09.52.2#
.....C:
27.10.82      11.59.1#
                   660 11.59.7:
000 0000 3.. 11.59.2+
015 0036 3.. 11.59.2+
030 0052 3.. 11.59.#-
<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<H:
030 0052 3.. 12.00.1#
<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<Hx
                        27.7#
030 0049 010 12.00.7P

```

a)

```

27.10.82      09.50.7
003 09.50.59
004 09.50.59
025 09.50.59
026 09.50.59
027 09.50.59
028 09.50.59
029 09.50.59
030 09.50.59
031 09.50.59
032 09.50.59
2 025 09.53.05
2 026 09.53.05
2 027 09.53.05
2 028 09.53.05
2 029 09.53.05
2 030 09.53.05
2 031 09.53.05
2 032 09.53.05
025 10.01.15
026 10.01.15
027 10.01.15
028 10.01.15
029 10.01.15
030 10.01.15
031 10.01.15
032 10.01.15
003 10.01.15
004 10.01.15

```

b)

Rys.1. Przykładowe wydruki rejestratora: a - rejestracja manewrów, b - rejestracja stanów awaryjnych

- automatycznie co czas wewnętrznie nastawialny wydruk wartości rzeczywistych /rejestracja okresowa/,  
 - na żądanie - wydruk wartości rzeczywistych.

Przy obsłudze rejestracji stanów awaryjnych wydruk następuje:

- automatycznie w chwili wystąpienia przekroczenia w danym kanale - wydruk w kolorze czerwonym,
- automatycznie w chwili zaniku przekroczenia - wydruk w kolorze czarnym,
- na żądanie - rejestracja wszystkich kanałów alarmowych, w których w danej chwili występuje przekroczenie.

Ponadto dla obu przypadków zachodzi wydruk daty co 4 godziny, wydruk daty i czasu po inicjalizacji pracy systemu, oraz rejestracja nastawy daty lub czasu /wydruk nowej i starej daty oraz czasu/.

Szata graficzna wydruku z uwagi na duże możliwości programowe rejestratora zależy jedynie od możliwości zastosowanych drukarek. Przykładowe wydruki obu drukarek /w modelu użyto drukarki z innymi niż docelowo walkami - bez oznaczeń literowych/ - przedstawiono na rys.1.

#### Opis sprzętu obiektowego

Rejestrator w zakresie obsługi wydruku stanów awaryjnych umożliwia przyłączenie maks.999 dwustanowych wejść kanałów alarmowych, natomiast w zakresie obsługi wydruku manewrów umożliwia współpracę z układami wypracowującymi następujące informacje:

- wartości zadane obrotów śruby /komendy/
- sygnał 6-bitowy: 5 bitów wartości w dowolnym kodzie /w modelu w kodzie Gray'a/ oraz bit znaku,
- wartości zadane i rzeczywiste kąta śruby - sygnały jw.
- wartości rzeczywiste obrotów śrub - sygnał prostokątny o częstotliwości  $f = 60 \times n$  /Hz/, gdzie n - obroty śruby w obr./min,
- komendy przyciskowe, miejsce wydania komendy, inf.o zał./wyl. urządzeń, informacja wydruku na żądanie - sygnały dwustanowe.

Rejestrator steruje pracą dwóch drukarek wierszowych. W układzie mogą być użyte tylko drukarki zdolne do pracy w warunkach morskich. Wobec braku odpowiednich drukarek produkcji krajowej zastosowano drukarki wierszowe firmy KIENZLE o szybkości drukowania 3 wiersze/sekundę.

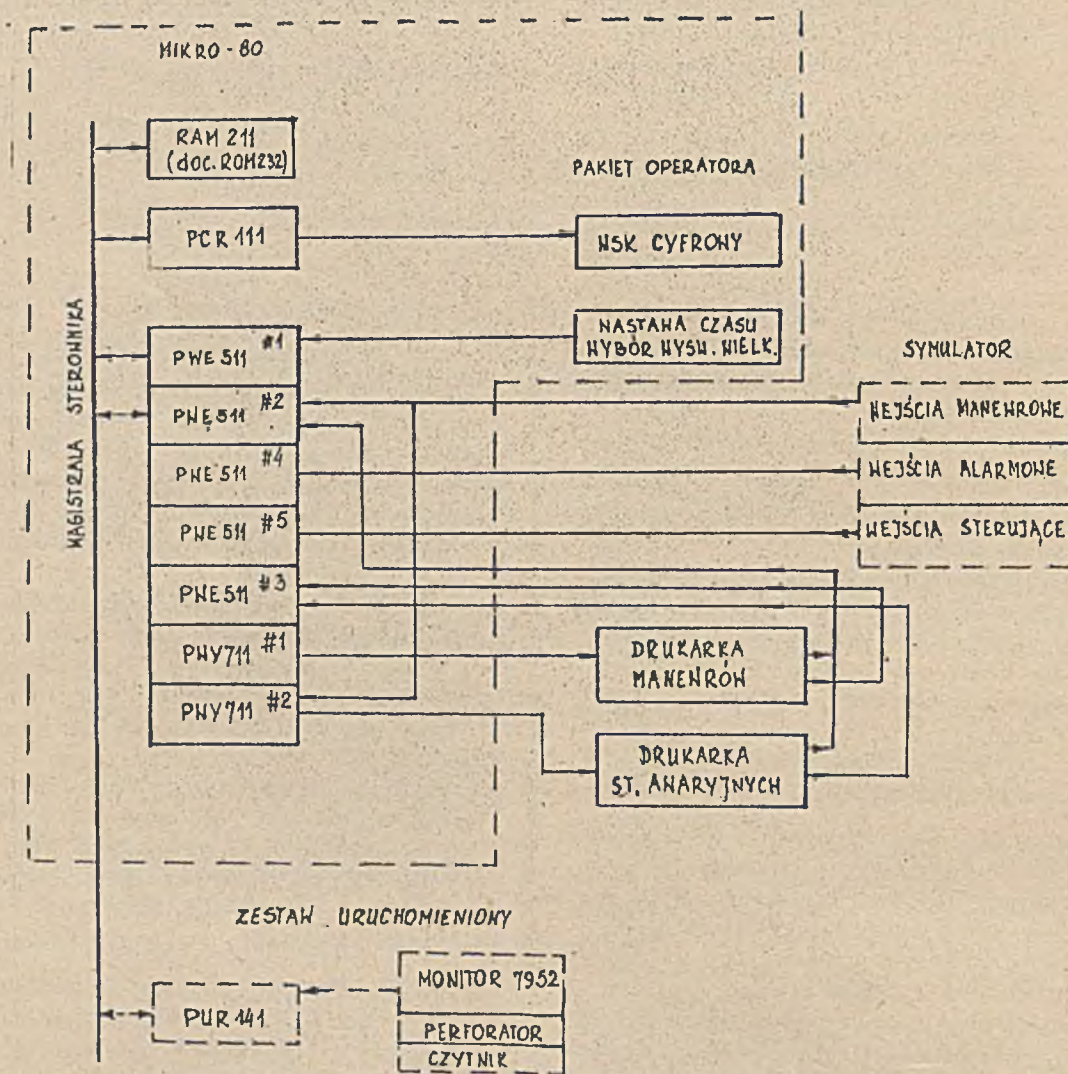
## Konfiguracja sprzętowa

Dla realizacji rejestratora zastosowano zestaw następujących pakietów sterownika MIKRO-80:

- pakiet procesora PCR111 wraz z pełnym wykorzystaniem układów programowalnych znajdujących się na tym pakiecie: układu przerwań, układu uniwersalnego we/wy - do sterowania wyświetlaczami, układów programowanych liczników - do generacji czasu oraz zliczania obrotów śrub,
- pakiet pamięci programu - w modelu, ze względu na konieczność zachowania możliwości wprowadzania zmian i poprawek do programu, rolę tę pełni pakiet pamięci RAM 211, który docelowo zostanie zastąpiony pakietem pamięci stałej ROM 232.
- pakiety wejściowe PWE 511, których ilość jest zmienna i zależy od ilości śrub /dla wejść manewrowych przypada 1 pakiet na 1

śrubę/ oraz ilości kanałów alarmowych /w modelu - 32 wejścia alarmowe/, jeden pakiet wejściowy przeznaczony został do wprowadzenia informacji o chwilowym położeniu wałków drukarek /13 sygnałów dla każdej drukarki/,  
 - dwa pakiety wyjściowe PWY 711 do sterowania bezpośredniego drukarkami: wejścia przerwaniowe tych pakietów wykorzystane zostały do wprowadzania informacji o obrotach śrub.

Dodatkowo w skład rejestratora wchodzi pakiet operatora współpracujący z PCR 111 /poprzez uniwersalne we/wy/ oraz z PWE 511. Pakiet operatora umieszczony został w kasecie sterownika. Umożliwia on nastawę czasu i daty oraz wybór wyświetlonej wielkości: daty, czasu, wartości rzeczywistych dla obu śrub oraz wartości zadanych dla obu śrub. W trakcie pracy nad oprogramowaniem oraz dla celów uruchomieniowych stosowano zes-

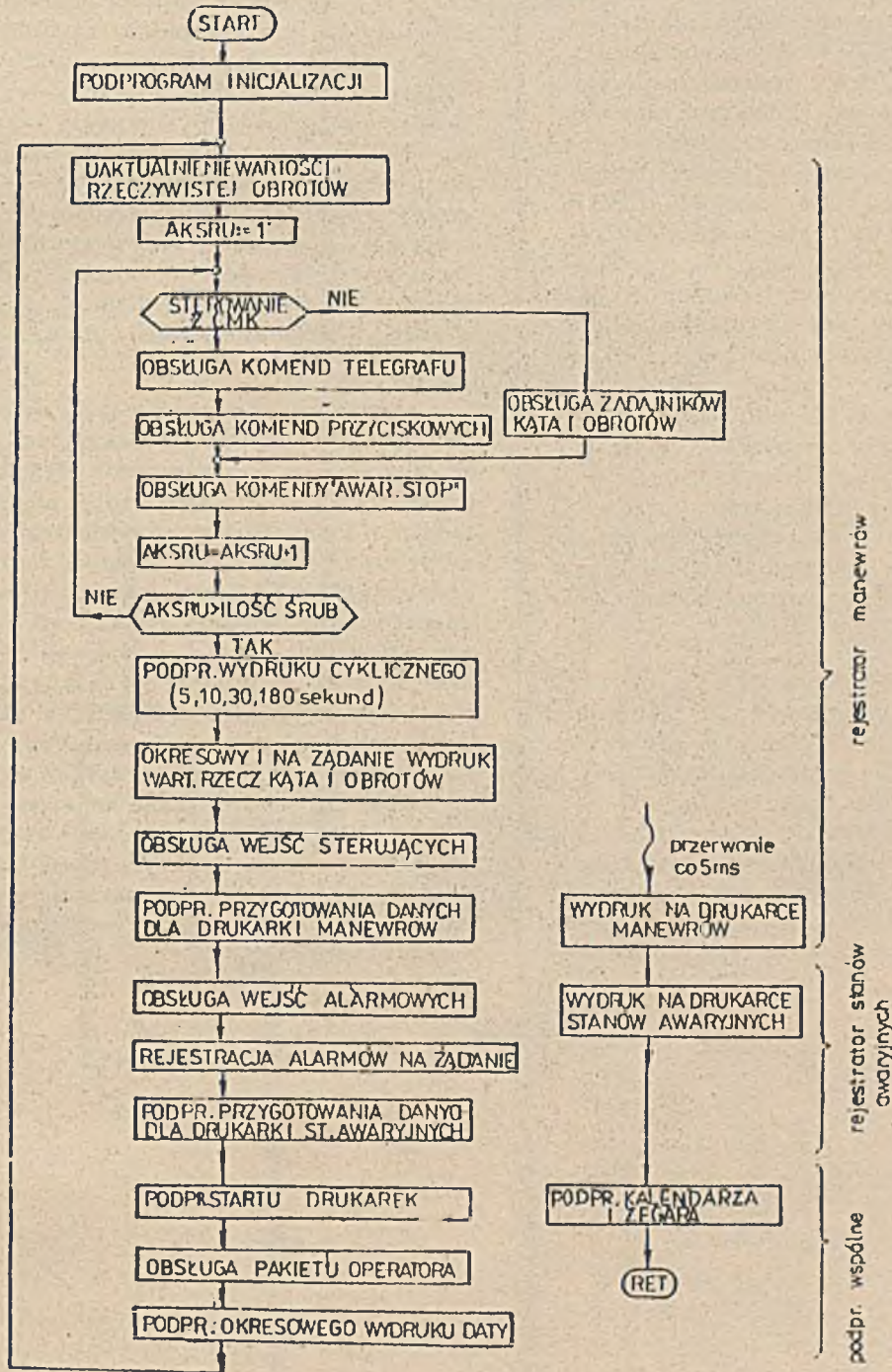


Rys. 2. Konfiguracja sterownika MIKRO-80 w układzie modelowym rejestratora



taw składający się z pakietu PUR 141, współpracującego z monitorem ekranowym, perforatorem i czytnikiem taśmy papierowej. Konfigurację sprzętową modelu rejestratora ilustruje rys.2. W celu uniezależnienia się od wymaganego okablowania na statku podczas przeprowadzania prób modelu użytkowego opracowano symulator wejść, realizujący identyczne stany na wejściach rejestratora jak obiekt rzeczywisty. Symulator, zbudowany z pakietów systemu USM13, składa się z

symulatora ręcznego, oraz cyklicznego symulatora automatycznego współpracującego z dynamicznym modelem obiektu. Blok zasilania modelu został zestawiony z sieciowych zasilaczy stabilizowanych zapewniających wymagane napięcia dla sterownika, symulatora i drukarek. Docelowo rolę tę spełniać będą zasilacze przetwarzające napięcie stałe 24V $\pm$ 20% /z sieci automatyki statkowej/ na wymagane napięcia.



Rys.3. Schemat blokowy rejestratora manewrów i stanów awaryjnych

### Oprogramowanie

Oprogramowanie rejestratora, stanowiące integralną część konstrukcji, składa się z odrębnych modułów wywoływanych cyklicznie przez program główny. Schemat blokowy oprogramowania przedstawiony jest na rys.3. Oprogramowanie rejestratora charakteryzuje się przejrzystą i prostą konstrukcją modułów, ograniczeniem do minimum powiązań międzymodułowych oraz zredukowaniem ilości przerw do jednego. Powyższe własności wpływają na zwiększenie niezawodności i elastyczności oprogramowania oraz umożliwiają łatwe wprowadzanie zmian w układzie np. zmian dotyczących postaci wydruku, zakresu kontrolowanych parametrów itp. Dla każdego rejestratora, w zależności od charakterystyki obiektu, dla którego będzie przeznaczony, deklaruje się poprzez wpisanie do odpowiednich tablic w pamięci stałej, m.in. następujące parametry: liczbę kanałów alarmowych, liczbę wejść sterujących, ilość i rodzaje śrub, wartości odchyłki kąta i obrotów dla każdej śruby, czasy trwania tych odchyłek, przedział czasu między wydrukami okresowymi, czasy opóźnień dla wejść z zadajników i telegrafu, pojemność buforów danych dla obu drukarek.

Podprogramy obsługi poszczególnych wejść po stwierdzeniu potrzeby wydruku ładują dane do odpowiednich buforów danych. Bufory te zawierają więc zbiór rekordów danych przygotowanych do zrealizowania wydruku odpowiedniego wiersza. Wywoływane cyklicznie podprogramy przygotowania danych opróżniają te bufory, tłumacząc rekordy danych na tablice znaków zrozumiałych dla drukarek. Sterowanie bezpośrednie drukarkami odbywa się w

trybie przerwaniowym. Również w tym trybie wywoływany jest program zegara i kalendarza, z tym, że docelowo przewiduje się możliwość wykorzystania zegara statkowego lub sprzętowego. W celu podniesienia poziomu odporności oprogramowania opracowano dodatkowe moduły programowe zapewniające poprawną reakcję rejestratora na np. przepelnianie buforów danych, zanik napięcia zasilania drukarek, wył/zał.drukarek, końca taśmy papierowej itp. Program główny oraz poszczególne moduły oprogramowania zajmują w pamięci stałej ok.6 K bajtów. W końcowym etapie kompletacji urządzenia będą umieszczone w pamięci stałej również tablice wartości stałych, wartości deklarowanych, kodów wydruków itp. Dane powstałe z przetworzenia sygnałów wejściowych oraz dane do wydruków pamiętane są w pamięci RAM znajdującej się na pakiecie PCR III.

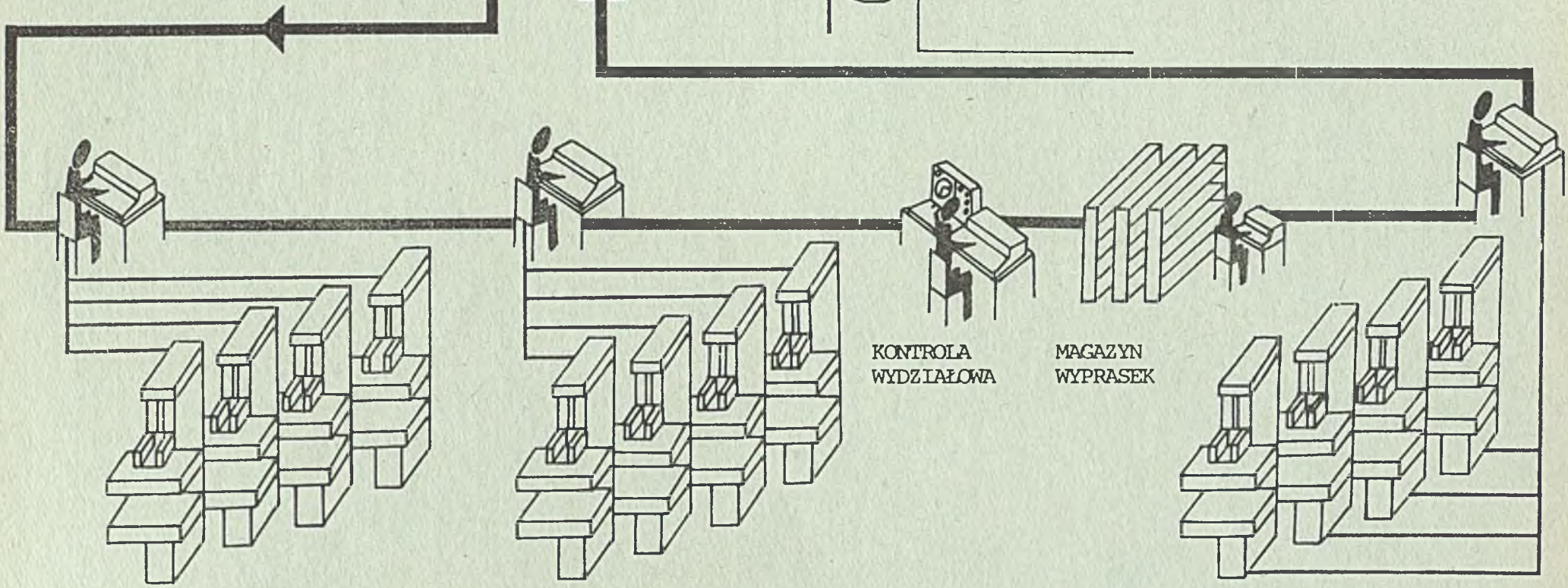
Zaprezentowany model użytkowy rejestratora manewrów i stanów awaryjnych zrealizowany w oparciu o sterownik MIKRO-80 od kilku miesięcy z powodzeniem pracuje w układzie z symulatorem, przechodząc niezbędne próby i badania. Po potwierdzeniu przydatności sterownika mikroprocesorowego w tym zastosowaniu /badania morskie po prototypie/ przewiduje się dalsze prace nad rozbudową układu rejestracji danych i wskazań, łącznie z współpracą w ramach KSKSO z układami sygnalizacji alarmowej i pomiarów. Oparcie konstrukcji powyższych urządzeń na systemie, który tworzą zunifikowane konstrukcje mechaniczne i okablowanie, standardowy typoszereg pakietów i standardowe programy sterujące pozwala na prostą i ekonomiczną realizację aktualnych i przyszłych zapotrzebowań przemysłu okrętowego.

EC 8371.01

(M) EC 8006

KONTROLER

KIEROWNIK TECHNICZNY
KIEROWNIK PRODUKCJI
INNE SŁUŻBY



LINIA PRAS 1

LINIA PRAS 2

LINIA PRAS „N”

Podsystem terminali w zastosowaniu do zbierania danych na wydziale tłoczni

