

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jeruzolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

Zespół Budowy Analogowych Urządzeń Systemowych

Główny wykonawca mgr inż. Zbigniew Pietrusiński

Wykonawcy mgr inż. Elżbieta Jachczyk
mgr inż. Grzegorz Kazimierski
mgr inż. Zbigniew Pietrusiński
Michał Żychowicz

Konsultant

Nr zlecenia Mikroprocesorowy podsystem regulacji
U-23.02.01D Ciągłej INTELEKTRAN - M
etap 3. Opracowanie założeń na system

Zleceniodawca Problem węzłowy 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 1.04.82

zakończono dnia 15.12.82

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

doc.dr inż. Korytkowski

p.o.Z-cy Dyrektora
d/s Automatyki

prof.dr inż.T.Missala

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

97 stron,

Egz. 1 BOINTE

4 rysunków

Egz. 2 OAE - 2

fotografii

Egz. 3 OAE - 2

4 tabel

Egz. 4 MERA PNEFAL

tablic

Egz. 5 IKSAiP Wrocław

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 4933

Analiza deskryptorowa

REGULATORY ELEKTRONICZNE + MIKROKOMPUTERY: ZAŁOŻENIA + INTELEKTRAN

Analiza dokumentacyjna

Opracowanie zawiera założenia na mikroprocesorowy system regulacji ciągłej INTELEKTRAN - M. Podano koncepcję sprzętową systemu, podstawowe wymagania na poszczególne urządzenia oraz na oprogramowanie systemu.

Przeprowadzono analizę techniczno - ekonomiczną przedsięwzięcia.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Mikroprocesorowy podsystem regulacji ciągłej INTELEKTRAN-M. Etap I.
Przegląd systemów firm zagranicznych i wytypowanie zasadniczych algorytmów pracy dla mikroprocesorowych urządzeń INTELEKTRAN-M.
Nr rejestr. 4688.
2. Mikroprocesorowy podsystem regulacji ciągłej INTELEKTRAN - M.
Opracowanie dokumentacji zestawu INTELDIGIT- PI nr rej. 4610.
3. Dokumentacja szkicowa obudowy laboratoryjnego zestawu mikro -
procesorowego INTELDIGIT. PI - nr 4096.
4. Mikroprocesorowy podsystem regulacji ciągłej INTELEKTRAN-M. Etap II
Opracowanie programów niektórych algorytmów dla doświadczalnego sprzętu mikroprocesorowego wykorzystującego urządzenia INTELDIGIT - PI - 80.

681,32 : 621,372 - 181,48 Mikroprocesory

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000.

S P I S T R E Ś C I

	str.
1. Wstęp	3
2. Ogólna charakterystyka systemu	6
2.1. Zadania systemu	6
2.2. Struktura systemu	7
2.3. Podstawowe właściwości systemu	7
2.4. Ogólne wymagania techniczne	17
3. Niezawodność systemu, zabezpieczenie na wypadek awarii	18
4. Komunikacja z operatorem i z komputerem nadrzędnym	22
5. Urządzenia operatorskie	26
6. Podstawowe urządzenia systemu regulacji	29
6.1. Urządzenia mikroprocesorowe MIR-PROWAY	29
6.2. Urządzenia mikroprocesorowe ELWRO - 80	30
6.4. Uzupełniające urządzenia cyfrowe	41
6.3. Urządzenia analogowe	32
6.5. Urządzenia dodatkowe	49
7. Ogólne założenia na oprogramowanie	51
8. Założenia odnośnie biblioteki programów regulacyjno - obliczeniowych oraz koncepcja strukturalizacji i parametryzacji obwodów regulacji	55
8.1. Blokowa struktura oprogramowania	55
8.2. Reprezentacja cyfrowa sygnału standardowego	55
8.3. Arytmetyka	56
8.4. Tworzenie struktur regulacyjnych	60
8.5. Zadawanie parametrów w obwodach regulacyjnych	62
8.6. Okres próbkowania	63
8.7. Podstawowe bloki regulacyjno - obliczeniowe	63
8.8. Zestawienie parametrów programów regulacyjno - obliczeniowych	80
8.9. Przykłady realizacji struktur regulacyjnych	82
9. Analiza techniczno - ekonomiczna	90
9.1. Porównanie parametrów systemu INTELEKTRAN-M z parametrami odpowiednich systemów f-m zagranicznych	90

	Nr rejestr. 4933	str.
9.2. Analiza ekonomiczna		95
10. Literatura		97

1. WSTĘP

Podsystem regulacji ciągłej INTELEKTRAN - M jest mikroprocesorowym systemem przeznaczonym do realizacji kompleksowych układów automatyzacji procesów technologicznych.

System INTELEKTRAN - M będzie posiadał dwie realizacje :

- realizację podstawową, opartą o mikroprocesorowe urządzenia MIR - PROWAY, która wejdzie w skład zdecentralizowanego mikroprocesorowego systemu automatyki kompleksowej MIR - PROWAY,
- realizację opartą o mikroprocesorowe urządzenia ELWRO - 80 stanowiącą rozszerzenie systemu.

W systemach automatyki poprzedniej generacji, zarówno w kraju jak i w rozwiązaniach zagranicznych, istniały wyodrębnione grupy sprzętowe służące do realizacji określonych zadań, takich jak:

- przetwarzanie i rejestracja danych,
- regulacja,
- sterowanie / w tym sterowanie sekwencyjne /,
- kompleksowa sygnalizacja,
- blokady, zabezpieczenia,
- urządzenia do współpracy z komputerem zarządzającym procesem.

Poszczególne grupy urządzeń stanowiły z reguły oddzielne podsystemy realizowane w oparciu o odrębne rozwiązania konstrukcyjne. Technika mikroprocesorowa stworzyła nowe możliwości konstruktorom aparatury kontrolno - regulacyjnej, nie tylko z uwagi na jej ogromne w porównaniu z techniką analogową możliwości obliczeniowe ale także z uwagi na to, że różnorodne zadania mogą być realizowane praktycznie o tę samą bazę sprzętową. Mikroprocesorowy sterownik, zaopatrzony w układy wejść/wyjść obiektowych / analogowych i binarnych /, w układy przerwań zegarowych i zewnętrznych oraz w układy pamięci RAM, PROM i układy interfejsu komunikacyjnego może stanowić bazę wyjściową do realizacji praktycznie dowolnego zadania automatyzacji.

Nie ma potrzeby tworzenia odrębnych systemów do przetwarzania danych, regulacji, sterowania czy też sygnalizacji skoro wszystkie te zadania mogą być zrealizowane w oparciu o jednorodny sprzęt mikroprocesorowy, co jest znacznie wygodniejsze dla obsługi i konserwacji.

- Realizacja zadań w każdej z wyżej/wym. grup zadań automatyki wymaga jedynie odrębnego oprogramowania i ewentualnie pewnych urządzeń specjalistycznych związanych ze specyfiką realizowanego zadania.

Nr rejestr. 4933

Z uwagi na powyższe system INTELEKTRAN- M nie będzie realizowany na specjalistycznym sprzęcie przeznaczonym wyłącznie do pełnienia zadań regulacyjnych, lecz zostanie zrealizowany przy wykorzystaniu opracowanych w kraju systemów mikroprocesorowych, a mianowicie:

- mikroprocesorowych urządzeń MIR - PROWAY, które są opracowywane przez MERA- PIAP ^{przewidywanym} przywspółudziale PAP Falenica, ZAP Ostrów Wlkp. oraz ZSA Poznań.
- mikroprocesorowego systemu Automatyki ELWRO - 80 opracowanego w IKSAi P Wrocław.

Systemy te mają odmienne rozwiązania konstrukcyjne, tym niemniej przewiduje się, że całokształt zadań związanych z automatyzacją będzie można zrealizować w ramach podsystemu INTELEKTRAN - M zarówno na sprzęcie mikroprocesorowym MIR - PROWAY, jak i na sprzęcie Mikroprocesorowego Systemu Automatyki ELWRO - 80. Możliwe będzie też stosowanie obu wyż/wym. urządzeń w układach automatyki tego samego procesu technologicznego z uwagi na to, że będą posiadały one ten sam interfejs w stosunku do konsoli operatorskiej, oraz w stosunku do komputera nadrzędnego.

Urządzenia te będą dysponowały podobnymi zestawami algorytmów kontrolno - obliczeniowych i podobnymi technikami strukturalizacji i parametryzacji obwodów regulacyjnych.

Urządzenia mikroprocesorowe MIR - PROWAY posiadające wewnętrzną magistralę MULTIBUS, zapewniającą realizację zestawów wielo - procesorowych i dysponujące dużą mocą obliczeniową dzięki użyciu oprócz pakietów realizowanych na mikroprocesorze 8080 także układów zrealizowanych na 16-bitowym mikroprocesorze 8086 , będą przeznaczone do realizacji najbardziej złożonych układów automatyki. Dają one dużą swobodę użytkownikowi zarówno w zakresie tworzenia struktur regulacyjnych jak i w zakresie prezentacji stanu procesu i stanu urządzeń operatorowi.

Zestawy zrealizowane w oparciu o urządzenia ELWRO - 80 przeznaczone będą do realizacji mniej złożonych zadań automatyki, a w szczególności do realizacji typowych często powtarzających się

Nr rejestr.4933

się problemów jak np. automatyzacja bloków energetycznych, układy automatyki w cementowniach, niektórych gałęziach przemysłu spożywczego itp.

Czynnikami integrującymi oba zestawy urządzeń w ramach podsystemu INTELEKTRAN - M jest przyjęcie tego samego interfejsu komunikacyjnego PROWAY oraz tego samego oprogramowania /pod względem funkcjonalnym / zarówno w zestawach urządzeń automatycznej regulacji jak i w urządzeniach operatorskich.

Oprogramowanie systemu nabiera szczególnego znaczenia i decydować będzie o właściwościach funkcjonalnych, a także o wielu walorach techniczno - użytkowych systemu. Z tego względu w założeniach na system INTELEKTRAN - M poświęcono sporo uwagi założeniom odnośnie oprogramowania.

2. Ogólna charakterystyka systemu

2.1. Zadania systemu

System INTELEKTRAN - M stanowić będzie nową generację analogowych urządzeń automatycznej regulacji przeznaczonych do automatyzacji wolnozmiennych procesów technologicznych w różnych dziedzinach przemysłu, a w szczególności w energetyce, przemyśle chemicznym, hutnictwie, przemyśle materiałów budowlanych itp.

System powinien spełniać wszystkie funkcje dotychczas produkowanych w kraju analogowych systemów automatyki elektrycznej, a więc systemu INTELEKTRAN, INTELEKTRAN -S oraz EFTRONIK, a w szczególności zapewniać:

- statyczne i dynamiczne, liniowe i nieliniowe przetwarzanie sygnałów analogowych z urządzeń pomiarowych oraz wytwarzanie sygnałów sterujących o żądanych właściwościach
- ciągłe testowanie sprawności ważniejszych węzłów regulacji i realizacja układów samoczynnego przełączenia rodzajów sterowania oraz wprowadzenie samoczynnych blokad dla niedopuszczalnych rodzajów sterowania
- dostarczenie operatorowi wszystkich niezbędnych informacji o procesie i rodzaju sterowania oraz umożliwienie wyboru rodzaju sterowania i realizacji sterowania ręcznego .

Niezależnie od tego urządzenia, system INTELEKTRAN - M powinny spełniać szereg zadań dodatkowych takich jak:

- umożliwienie realizacji układów automatycznej regulacji procesów technologicznych przestrzennie rozłożonych oraz zapewnić - nie możliwości obsługi tych układów za pomocą centralnych urządzeń operatorskich.
- zapewnienie łączności z centralnym komputerem nadzorującym proces
- przejęcie funkcji przetwarzania danych, centralnej sygnalizacji i centralnej rejestracji oraz pełną wizualizację procesu
- umożliwienie reakizacji na tym samym sprzęcie układów kontroli i sterowania sekwencyjnego w stanach rozruchowych lub awaryjnych

- umożliwienie realizacji układów o podwyższonej niezawodności z rezerwacją sprzętową.

2.2. Struktura systemu

Ogólna struktura rozłożonego przestrzennie układu regulacji została przedstawiona na rys. 1.

Struktura przestrzennie rozłożonych układów regulacji oparta jest o magistralę transmisyjną zgodną ze standardem IEC "PROWAY". Jest to struktura liniowa tzn. wszystkie grupy urządzeń automatyki, a także urządzenia operatorskie i komputer nadrzędny dołączone są do jednej wspólnej linii transmisji szeregowej.

Podstawowymi urządzeniami realizującymi zadania systemu są zestawy mikroprocesorowe realizowane za pośrednictwem urządzeń systemu MIR - PROWAY lub urządzeń Mikroprocesorowego Systemu Automatyki ELWRO - 80. Są to zestawy wielomodułowe, a nawet w wypadku zestawów MIR - PROWAY - wieloprocessorowe. Prostsze zadania regulacyjne wykonywane będą przy użyciu modułów regulatora wielofunkcyjnego.

Urządzenia INTELEKTRAN - M będą mogły współpracować także z elementami aktualnie produkowanych w kraju analogowych systemów automatyki elektrycznej, a w szczególności z urządzeniami systemów INTELEKTRAN i INTELEKTRAN - S.

Szczególnie interesujące jest zapewnienie współpracy urządzeń systemu INTELEKTRAN - M z tradycyjnymi elementami wskazującymi - manipulacyjnymi zabudowanymi w pulpicie mozaikowym /np. elementy pulpitu INTELEKTRAN - S/ przy pomocy których będzie można realizować m.in. rezerwowe sterowanie ręczne na wypadek awarii.

2.3. Podstawowe właściwości systemu

2.3.1. Dostosowanie mocy obliczeniowej do zadań

System INTELEKTRAN - M umożliwia dobre dostosowanie mocy obliczeniowej do zadań regulacyjnych. Procesy technologiczne wymagają tworzenia struktur regulacyjnych zawierających od kilku do kilkunastu bloków regulacyjno - obliczeniowych. Każda ze struktur regulacyjnych powinna być zrealizowana

przy użyciu jednego zestawu mikroprocesorowego. W przeciwnym wypadku należałoby dopuścić użycie sygnałów analogowych jako sygnałów wewnętrznych w bardziej rozbudowanych układach regulacji, co wiąże się z dodatkowym przetwarzaniem c/a i a/c. Z tego względu zestawy muszą dysponować dużymi możliwościami obliczeniowymi i sprzętowymi. Z drugiej jednak strony realizacja na tym samym sprzęcie dysponującym dużą mocą obliczeniową zbyt dużej ilości prostych niepowiązanych ze sobą obwodów regulacyjnych jest niekorzystna, gdyż często istnieją trudności z możliwie dobrym wykorzystaniem mocy zestawu, a prócz tego w razie awarii może zostać unieruchomionych zbyt wiele obwodów regulacyjnych.

System INTELEKTRAN - M jest bardzo elastyczny pod tym względem i pozwala na:

- tworzenie prostych struktur regulacyjnych zawierających kilka bloków funkcyjnych zrealizowanych w oparciu o moduł regulatora wielofunkcyjnego
- tworzenie średnio rozbudowanych struktur regulacyjnych /zawierających średnio kilkanaście bloków regulacyjno - obliczeniowych / za pomocą zestawów złożonych z urządzeń ELWRO - 80
- budowanie bardzo rozbudowanych struktur regulacyjnych /zawierających dwadzieścia i więcej bloków regulacyjno - obliczeniowych/ realizowanych za pomocą urządzeń mikroprocesorowych MIR - PROWAY.

Granice pomiędzy poszczególnymi strukturami regulacyjnymi są dosyć płynne i będą zależały od uznania użytkowników.

Modułowe wykonanie zestawów mikroprocesorowych pozwala na rozbudowę realizowanych funkcji drogą dołączania odpowiednich pakietów, w ramach kasety z wewnętrzną magistralą, stosownie do potrzeb.

2.3.2. Programowe tworzenie struktur regulacyjnych

System INTELEKTRAN - M umożliwia tworzenie zarówno prostych jak i bardzo złożonych struktur regulacyjnych. Tworzenie struktury regulacyjnej zgodne jest w swej idei z praktyką i

Nr rejestr. 4933

przyzwyczajeniami inżynierskimi i polega na odpowiednim połączeniu wejść i wyjść w blokach regulacyjnych lub obliczeniowych potrzebnych do realizacji danego obwodu regulacyjnego. System będzie zawierał bibliotekę programów zawierających wszystkie typowe bloki i funkcje realizowane w analogowych systemach automatyki. W miarę upływu czasu biblioteka będzie wzbogacana o złożone algorytmy automatycznej regulacji takie jak: algorytmy regulacji optymalnej, suboptymalnej i adaptacyjnej. Każdy z programów biblioteki, dostarczonej przez producenta i wpisanej na stan do pamięci EPROM, będzie mógł być wielokrotnie użyty w strukturze regulacyjnej realizowanej przez zestaw.

Programowanie struktury regulacyjnej polega jedynie na przypisaniu, na drodze programowej, odpowiedniego przyporządkowania sygnałów wejściowych i wyjściowych. Służyć do tego będzie specjalny programator struktury, operujący prostym inżynierskim językiem programowania. Korzystając z programatora użytkownik będzie mógł również w prosty sposób dokonać zmian i korekt w początkowej strukturze jeśli zachodzi taka potrzeba. Program tworzący strukturę regulacyjną będzie naogół wpisywany do pamięci typu EPROM. Część programu może być jednak wpisana do pamięci RAM co umożliwi realizację układów o zmiennej strukturze przy czym zmiany struktury będą mogły odbywać się w czasie pracy układu regulacyjnego i być wprowadzane bądź to programowo przez sam układ regulacyjny, bądź też przez operatora nadzorującego proces lub przez komputer nadrzędny.

2.3.3. Kilka sposobów zadawania parametrów

W układzie regulacji istnieje potrzeba zadawania wartości szeregu parametrów takich jak: stałe czasowe regulacji, poziom ograniczania i sygnalizacji, wartości zadane, sygnały polaryzacji, współczynniki działań algebraicznych itp. Część z nich dobierana jest dopiero w czasie uruchamiania lub eksploatacji układu regulacji i musi być w prosty sposób zmieniana przez obsługę.

System INTELEKTRAN - M przewiduje zasadniczo 3 podstawowe sposoby zadawania parametrów:

Nr rejestr.4933

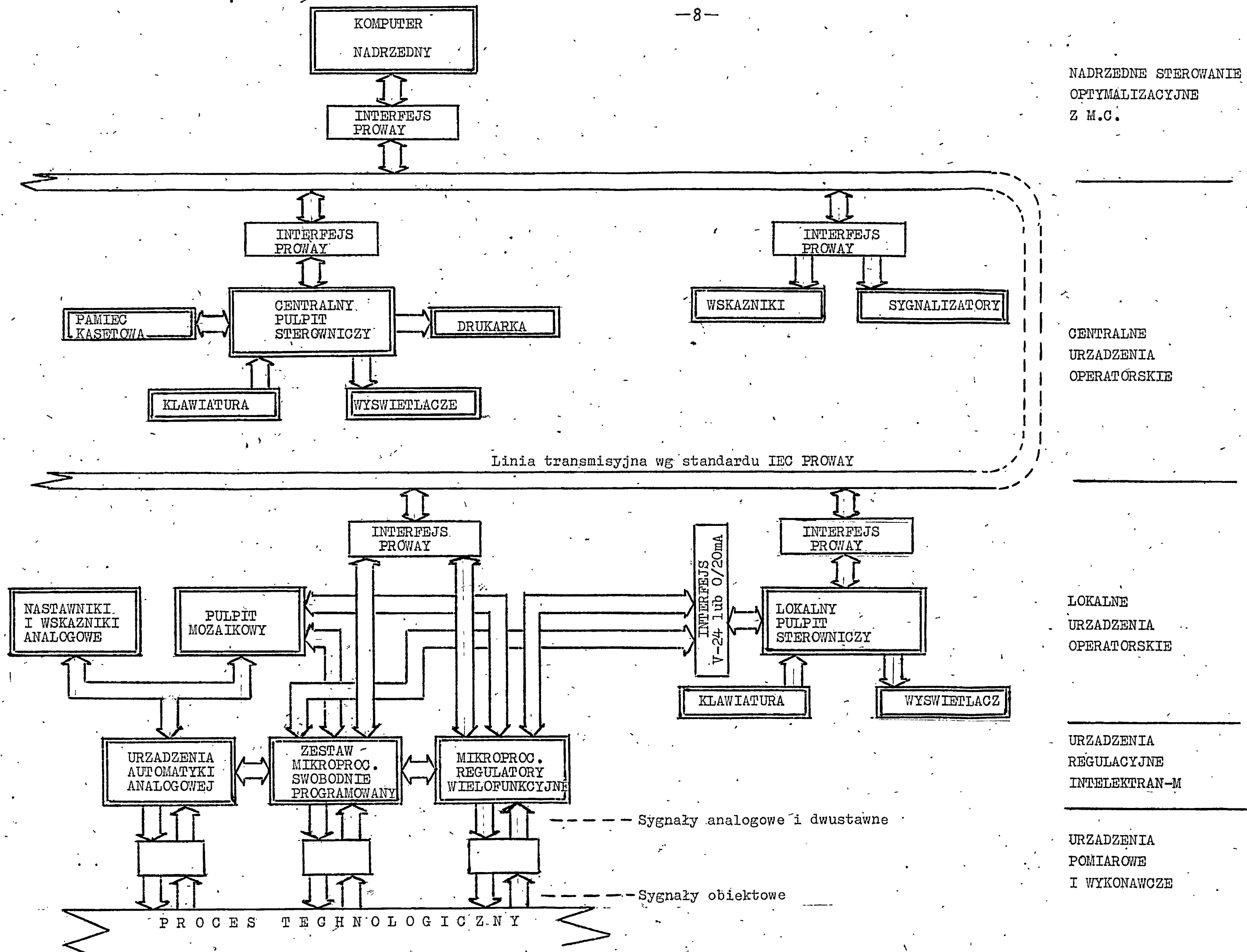
- Zadawanie parametrów poprzez programowe wpisanie do pamięci EPROM przeznaczone dla parametrów dla których istnieje bardzo małe prawdopodobieństwo zmian w czasie rozruchu i eksploatacji np. zadawanie 100% lub 0% wartości dla niewykorzystywanych sygnałów w blokach funkcjonalnych, niektóre poziomy ograniczeń itp.
- Zadawanie poprzez wpis wartości parametru do pamięci typu pisz - czytaj. Sposób ten będzie wykorzystywany przy zadawaniu większości parametrów w obwodach regulacyjnych
- Zadawanie za pośrednictwem wartości napięcia na wieloobrotowych potencjometrach nastawczych przeznaczone dla parametrów, których wartość musi być szczególnie chroniona przed zanikiem w wypadku awarii, a przy tym łatwa do wprowadzania korekcji np. wartość zadania, niektóre współczynniki w blokach matematycznych.

W stosunku do każdego parametru użytkownik będzie miał pełną możliwość wyboru sposobu jego zadawania.

Dwa ostatnie z wyż/wym. sposobów wymagają użycia specjalnych modułów do zadawania parametrów. Zwykły pakiet pamięci RAM z rezerwą akumulatorową, który jest wystarczający do przechowywania sygnałów regulacyjnych dla bezzakłócenowego wznowienia pracy układu regulacji po wystąpieniu awarii zasilania, staje się niewystarczający w wypadku zadawania parametrów lub fragmentów struktury. Dzieje się tak z uwagi na to, że:

- Przy każdym wyjęciu modułu z kasety, przy każdej awarii sieci akumulatorowej lub złym kontakcie w obwodzie zasilania następuje utrata informacji całkowicie eliminująca możliwość poprawnej pracy układu regulacji do czasu ponownego wprowadzenia danych, co może być dość kłopotliwe, a z reguły jest czasochłonne.

Przerwa w pracy lub zgoła błędne działanie regulacyjne może spowodować nieobliczalne skutki w przebiegu procesu technologicznego.



Rys. 1. Schemat strukturalny mikroprocesorowego układu automatyki kompleksowej.

- Może się zdarzyć, że któryś z programów na skutek zakłócenia lub zmian wprowadzonych przez nieupoważnioną obsługę spowoduje wpisanie fałszywych informacji do pamięci - powoduje to skutki analogiczne do opisanych powyżej.

Moduły parametryzacji w systemie INTELEKTRAN - M zabezpieczone będą zarówno przed możliwością przypadkowego wpisywania do pamięci niewłaściwych danych jak i przed utratą informacji w wypadku awarii zasilania w tym także rezerwy akumulatorowej.

2.3.4. Powiązanie z sygnałami obiektowymi

Powiązanie systemu INTELEKTRAN - M z obiektem odbywa się za pośrednictwem analogowych elektrycznych sygnałów ciągłych i sygnałów binarnych.

Wszystkie sygnały są galwanicznie odseparowane od części cyfrowej systemu. Separacja sygnałów binarnych następuje bez - pośrednio na pakietach cyfrowych systemów MIR - PROWAY oraz ELWRO - 80. Separacja sygnałów ciągłych będzie się odbywała za pomocą pakietów analogowych separatorów. Dla sygnałów ciągłych przyjmuje się standardowy sygnał przesyłowy 4...20mA. Separatory będą zawierały wewnętrzne źródło napięcia zasilania przeznaczone do zasilania przetworników dwuprzewodowych. Specjalne wykonania separatorów umożliwią także połączenie z urządzeniami o niestandardowym ciągłym sygnale przesyłowym np. 0...20mA, 0...10V.

Dla lepszego powiązania z elementami wykonawczymi system będzie zawierał dodatkowo:

- pakiet łączników tyrysistorowych - przeznaczony dla siłowników elektrycznych;
- pakiet sterowania napędem hydraulicznym;

Połączenie z wykonawczymi elementami pneumatycznymi odbywać się będzie za pośrednictwem standardowego sygnału przesyłowego.

2.3.5. Powiązanie z pulpitem mozaikowym, rezerwa analogowa

System INTELEKTRAN-M przystosowany będzie do współpracy z elementami pulpitu mozaikowego, które stanowią podstawę

Nr rejestr.4933

wowe lokalne urządzenia operatorskie bądź też tylko urządzenia rezerwowe przewidziane na wypadek awarii części cyfrowej układu regulacji. Jako elementy pulpitu mozaikowych przewiduje się elementy pulpitu produkowane obecnie przez MERA - ELWRO systemu INTELEKTRAN - S.

Połączenie z elementami pulpitu następuje za pomocą sygnałów binarnych oraz sygnałów ciągłych. Wprowadzanie z pulpitu nastawczych sygnałów ciągłych z nastawników potencjometrycznych odbywać się będzie za pośrednictwem pakietu wzmacniacza standaryzującego.

Do tworzenia układów rezerwy analogowej w postaci sterowania ręcznego, z pominięciem części cyfrowej systemu regulacji, przeznaczone są pakiety:

- pakiet sterowania ciągłego - zawierający układ pamięci analogowej i umożliwiający ciągłe przyrostowe sterowania sygnałem wyjściowym,
- pakiet sterowania trójstawnego, umożliwiający tworzenie układów nastawczych o strukturze serwomechanizmu z elektrycznym silnikiem wykonawczym - z rezerwą analogową, ^{która} polega na przyrostowym sterowaniu silnikiem wykonawczym.

Również wymienione w p.2.3.4 pakiety: pakiet łączników tyrystorowych i pakiet sterowania napędem hydraulicznym będą posiadały wejścia przeznaczone do sterowania ręcznego za pomocą elementów pulpitu mozaikowego co umożliwi tworzenie układów rezerwy analogowej przy użyciu tych modułów.

2.3.6. Współpraca z analogowymi urządzeniami automatycznej regulacji

System INTELEKTRAN - M umożliwia również współpracę z układami automatyki zrealizowanymi za pomocą urządzeń konwencjonalnych systemów automatyki analogowej, a w szczególności systemu INTELEKTRAN - S i systemu EFTRONIK.

Połączenie między systemami odbywać się będzie za pomocą analogowych sygnałów ciągłych i sygnałów binarnych. Umożliwi to stosowanie urządzeń INTELEKTRAN - M ^{zarówno w nowych,} zakładach przemysłowych.

Nr rejestr.4933

wych jak i częściowo zautomatyzowanych za pomocą urządzeń tradycyjnych, a także celowe tworzenie układów automatyki zawierających urządzenia systemów analogowych obok urządzeń systemu INTELEKTRAN - M. Możliwe jest tworzenie w ten sposób bardziej rozbudowanych układów rezerwy analogowej, zawierających oprócz rezerwy w postaci sterowania ręcznego, także rezerwowanie funkcji regulacyjnych i obliczeniowych.

2.3.7. Powiązanie z układami kontroli, sterowania sekwencyjnego i zbiorowej sygnalizacji

Każdy z wyż/wym. układów będzie mógł być realizowany bezpośrednio za pomocą zestawów mikroprocesorowych MIR - PROWAY lub ELWRO - 80. Powiązanie z układami regulacji może w tym wypadku następować bezpośrednio za pomocą sygnałów cyfrowych /np. poprzez magistralę MULTIBUS w systemie MIR - PROWAY/ lub sygnałów binarnych.

Niezależnie od tego zestawy mikroprocesorowe będą mogły współpracować z zewnętrznymi automatami sterowania sekwencyjnego zrealizowanymi w oparciu o inną specjalizowaną aparaturę / w przypadku takich wymagań użytkownika/. Komunikacja pomiędzy systemem regulacji ciągłej i automatem sekwencyjnym odbywać się będzie za pośrednictwem sygnałów dyskretnych.

W ramach tej współpracy mogą być między innymi realizowane:

- blokady lub zezwolenia na poszczególne rodzaje sterowania /automatyczne, ręczne, sekwencyjne/
- sterowanie poszczególnymi członami wykonawczymi w stanach rozruchowych lub awaryjnych.

2.3.8. Powiązanie z pulpitem operatorskim i komputerem nadrzędnym

Powiązanie systemu INTELEKTRAN - M z pulpitem operatorskim i komputerem nadrzędnym nastąpi za pomocą linii transmisyjnej PROWAY. Jest to linia dwuprzewodowa do której można dołączać wiele stacji komunikujących się między sobą za pośrednictwem adresów. Umożliwia to dołączenie do linii transmisyjnej kilku identycznych pulpitemów operatorskich o identycznych funkcjach w stosunku do wszystkich obsługiwanych przez nie zestawów mikroprocesorowych. Urządzenia operatorskie umożliwią pełną wizualizację

Nr rejestr. 4933

zacje procesu oraz sterowanie dowolnie wybranym /za pośredni -
ctwem adresu/ obwodem regulacyjnym.

Możliwość dołączenia kilku identycznych pulpitów operatorskich
zapewni wygodne sterowanie procesem jednocześnie przez kilku
operatorów oraz pozwoli na odpowiednie zabezpieczenie układu
regulacji na wypadek awarii urządzeń operatorskich.

Dołączenie pulpitu operatorskiego nie wyklucza możliwości do -
łączenia pulpitu mozaikowego. W wypadku jednoczesnego dołącze-
nia pulpitu mozaikowego, pulpitu operatorskiego i komputera
nadrzędnego przewiduje się, że /jeśli użytkownik nie zgłosi od-
rębnych wymagań/ najwyższy priorytet sterowania będzie posiadał
pulpit mozaikowy, a najniższy komputer nadrzędny.

2.3.9. Rezerwa sprzętowa na wypadek awarii

Oprócz układów rezerwowania analogowego system INTELEKTRAN- M
będzie umożliwiał rezerwowanie cyfrowe całych zestawów regula-
cyjnych.

Rezerwowanie zestawów będzie następowało drogą rezerwowania
kaset, przy czym jedna kase ta rezerwowa będzie przeznaczona
do rezerwowania 1 do 4 kaset pracujących. Do realizacji funkcji
rezerwowania sprzętowego przeznaczony jest w systemie specj al-
ny moduł - moduł przełączania na rezerwę. Poza tym modulem
kase ta rezerwowa złożona będzie z typowych pulpitów mikro -
procesorowych takich samych jakie zawierają kase ty zestawów
spełniających funkcje regulacyjne w systemie.

2.3.10. Pomoce do uruchamiania i konserwacji

Dużą pomocą przy uruchamianiu i konserwacji układów regulacji
będą urządzenia pomocnicze INTELEKTRAN M:

- specjalizowany programator pamięci EPROM
- terminal konserwacyjno - uruchomieniowy

Specjalizowany programator umożliwi łatwe programowanie struk-
tury układów regulacyjnych za pomocą prostego inżynierskiego
języka programowania zrozumiałego dla obsługi nie posiadającej
żadnego doświadczenia w programowaniu urządzeń mikroprocesoro-
wych. Programator umożliwi także wprowadzenie zmian i popra-

Nr rejestr.4933

wek przy uruchamianiu układów automatycznej regulacji.

Terminal konserwacyjno - uruchomieniowy przewidziany jest jak środek do kontroli i rozruchu systemu w lokalnych układach regulacyjnych. Będzie on mógł być jednak użyty również jako stacyjka manipulacyjna przy regulacji prostych procesów lub jako stacyjka rezerwowa w bardziej złożonych układach automatyki. Przewiduje się, że terminal będzie umiejscowiony w pobliżu zestawu mikroprocesorowego /w odległości rzędu kilku-kilkunastu metrów/. Umożliwi on odczyt wartości wewnętrznych sygnałów cyfrowych układu regulacji oraz wartości nastawionych parametrów. Pozwoli on na zmiany nastaw parametrów oraz pełne sterowanie obwodem regulacyjnym.

Nr rejestr.4933

2.4. Ogólne wymagania techniczne

Ogólne wymagania techniczne zostały przedstawione w poniższej tabeli:

System	ELWRO 80, INTELEKTRAN-S	Urządzenia mikroprocesorowe systemu MIR-PROWAY	INTELEKTRAN- -M urządzenia uzupełniające	Jednostka
Parametr				
Zakres temperatur otoczenia	278-333 / 5 - 60 /	278-328 / 5 - 55 /	278-333 / 5 - 60 /	°K / °C /
Wilgotność względna	30 - 80	5 - 95	5 - 95	%
Ciśnienie atmosferyczne	80 - 120	-	80 - 120	KPa/kN/m ²
Napięcie zasilające	220V +15% -10%	220V +15% -10%	220V +15% -10%	V
	50Hz ±2%	50Hz ±2%	50Hz ± 2%	Hz
Pole magnetyczne	400	400	400	A/m
Wibracje amplituda	0,1	0,39	0,35	mm
częstotliwość	25	55	55	Hz
Odchylenie od nominalnej pozycji pracy	dowolne	dowolne	dowolne	

Nr rejestr.4933

3. Niezawodność systemu, zabezpieczenie na wypadek awarii

3.1. Niezawodność pracy

Przy opracowywaniu systemu duże znaczenie będzie przypisane zagadnieniom niezawodności pracy i pewności działania urządzeń. Niezawodność pracy jest jednym z najważniejszych parametrów systemu, często decydującym o efektach ekonomicznych osiąganych w procesie technologicznym oraz o akceptacji urządzeń automatyki przez użytkowników.

Niezawodność pracy urządzeń osiągnie się między innymi następującymi środkami:

- stosowaniem elementów elektronicznych wysokiej jakości
- wprowadzeniem sterowania i selekcji niektórych elementów
- oszczędnością układową projektowanych urządzeń
- przewidzeniem dużego marginesu obciążalności elementów /mocy, napięć, prądów /oraz marginesu dla dopuszczalnych warunków pracy /temperatura, wilgotność, wibracje itp/
- starannością montażu i wykonania urządzeń
- zapewnieniem odporności na zakłócenia przemysłowe
- odpowiednią kontrolą jakości wykonania.

Niezależnie od tego systemu będzie posiadał szereg środków pozwalających na szybkie wykrycie i umiejscowienie awarii a także na przeciwdziałanie, a w najgorszym wypadku na znaczne ograniczenie jej skutków.

3.2. Zabezpieczenie przed awarią zasilania

Awaria zasilania jest szczególnie groźna, gdyż może spowodować unieruchomienie całego układu automatyki. Dla przeciwdziałania jej skutkom przewiduje się, że wszystkie moduły analogowe, a więc moduły dające możliwość tworzenia rezerwy analogowej przynajmniej w postaci sterowania ręcznego, będą posiadały zasilacz rezerwowy lub rezerwę akumulatorową. Przechodzenie na zasilanie rezerwowe / $\pm 24V$ / będzie się odbywało za pośrednictwem modułu kontroli zasilania. Dla umożliwienia bezzakłócenowego wznowienia pracy, przez zestawy mikroprocesorowe po powrocie zasilania,

Nr rejestr.4933

układy pamięci RAM w zestawach mikroprocesorowych będą posiadały odrębne rezerwowe zasilanie akumulatorowe. Odpowiednie procedury programowe zapewnią zabezpieczenie wyników aktualnie prowadzonych obliczeń w mikroprocesorze /akumulator, rejestry, wskaźniki itp/.

Niezależnie od tego najbardziej istotne sygnały, oraz parametry układów regulacji będą przechowywane w modułach zadawania parametrów posiadających rezerwę baterijną wewnątrz modułu, która stanowi zabezpieczenie także i przed awarią zewnętrznej rezerwy akumulatorowej.

3.3. Zabezpieczenie przed awarią zestawów mikroprocesorowych

System INTELEKTRAN - M będzie zapewniał szybkie wykrywanie, rozpoznawanie rodzaju i umiejscowienie uszkodzeń. Oprócz kontroli hardwarowej obejmującej m.inn. testowanie wartości napięć zasilających, sprawdzanie linii obiektowych, sprawdzanie zakresu sygnałów analogowych itp. będą istniały również programowe układy diagnozy i autodiagnozy urządzeń mikroprocesorowych.

Wykrycie błędu będzie następowało w czasie nieprzekraczającym 2s. Niezależnie od tego istnieje możliwość podwyższenia niezawodności pracy układów regulacyjnych drogą tworzenia układów rezerwowych samoczynnie załączanych w wypadku awarii.

System INTELEKTRAN - M umożliwi tworzenie rezerwowych zestawów mikroprocesorowych dwoma sposobami:

- rezerwowanie drogą stosowania rezerwowej kasety
- rezerwowanie urządzeń w ramach jednej kasety.

Przy stosowaniu kasety rezerwowej pomocny będzie moduł przełączania na rezerwę. Będzie on połączony kablami zewnętrznymi przez odpowiednie złącza z modułami zadawania parametrów w każdej z rezerwowanych kaset. Tą drogą moduł przełączania będzie otrzymywał wszystkie istotne informacje odnośnie aktualnych wartości parametrów regulacji, wartości istotnych sygnałów wewnętrznych obwodu regulacji, ewentualnych zmian strukturalnych oraz sprawności urządzeń w każdej kasecie podlegającej rezerwacji.

Nr rejestr. 4933

Kaseta rezerwowa będzie złożona z typowych pakietów mikroprocesorowych takich, jakie zawierają kasety zestawów rezerwowanych. Będzie ona zawierała oprogramowanie struktury regulacyjnej każdej z kaset rezerwowanych. Przy wykryciu niesprawności którejś z kaset regulacyjnych moduł przełączania na rezerwę generuje odpowiedni sygnał przełączania, który powoduje:

- przełączenie sygnałów wejściowych i wyjściowych z kasety niesprawnej na kasety rezerwową
- rozpoczęcie sterowania przez kasety rezerwową zgodnie z programem odpowiadającym kasecie rezerwowanej, przy wykorzystaniu aktualnych wartości sygnałów i parametrów przekazanych przed awarią do modułu przełączania
- sygnalizacja awarii za pośrednictwem urządzeń operatorskich

Zarówno przełączenie awaryjne na kasety rezerwową jak i powrót do sterowania przez kasety podstawową odbywają się bez zakłócenia regulowanego procesu. Jedna kaset rezerwowa przeznaczona będzie do rezerwowania 1..4 kaset pracujących wg uznania użytkownika systemu.

Rezerwowanie w ramach jednej kasety możliwe jest w układach regulacyjnych zrealizowanych za pomocą urządzeń mikroprocesorowych MIR - PROWAY. Nie jest w tym wypadku potrzebny specjalny moduł przełączania ponieważ wszystkie sygnały mogą być przekazywane przez wewnętrzną magistralę MULTIBUS do pakietów spełniających rolę rezerwy. Istnieje przy tym duża swoboda w tworzeniu układów rezerwowych. Rezerwowany może być sam sterownik mikroprocesorowy lub także układy wejść/wyjść analogowych i binarnych, układy rozszerzenia pamięci itp.

Oprócz wyżej opisanej rezerwy dający pełną rezerwę funkcjonalną dla obwodów regulacyjnych system INTELEKTRAN - M zapewnia rezerwę analogową tj. możliwość sterowania ręcznego, członami wykonawczymi za pomocą elementów pulpitu mozaikowych.

Jeśli użytkownik uzna za stosowne tworzenie bardziej rozbudowanych układów rezerwy analogowej, zawierającej również rezerwę funkcji regulacyjnych i obliczeniowych może tworzyć dowolnie złożone układy rezerwowe z urządzeń analogowych systemów automatyki np. system INTELEKTRAN - S lub EFTRONIK.

3.4. Rezerwowanie urządzeń operatorskich

Jako podstawowe urządzenia operatorskie w systemie INTELEKTRAN-M przewidziane są uniwersalne pulpity sterownicze zrealizowane za pomocą mikroprocesorowych urządzeń operatorskich MIR- PROWAY.

Przewiduje się następujące zasadnicze sposoby rezerwowania urządzeń operatorskich na wypadek awarii:

- stosowanie kilku identycznych uniwersalnych pulpitów operatorskich, / o identycznych funkcjach w stosunku do obsługiwanych zestawów mikroprocesorowych/, które rezerwują się wzajemnie
- użycie terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego jako urządzenia rezerwowego w stosunku do pulpitów operatorskich
- stosowanie oprócz uniwersalnych pulpitów operatorskich także pulpitów mozaikowych zapewniających rezerwę dowolnych operatorskich funkcji sterowniczych, a w szczególności rezerwę w postaci sterowania ręcznego.

4. Komunikacja z operatorami z komputerem nadrzędnym

System transmisji PROWAY

Podstawowym środkiem komunikacji pomiędzy zestawami mikroprocesorowymi systemu INTELEKTRAN - M, a pulpitem operatorskim /centralnym i lokalnym/ a także komputerem nadrzędnym zarządzającym procesem jest system transmisji wg standardu IEC PROWAY.

Przekazywanie informacji w systemie PROWAY odbywa się za pośrednictwem stacji komunikacyjnych przy pomocy dwuprzewodowego kabla koncentrycznego.

Koncepcja sprzętowej realizacji stacji transmisji PROWAY została opracowana w MERA - PIAP /1/, gdzie prowadzone są również dal - sze prace nad urządzeniami transmisji PROWAY. Poniżej podano krótki opis oraz podstawowe parametry układu transmisji PROWAY w celu pełniejszego zobrazowania całokształtu zagadnień związanych z systemem regulacji INTELEKTRAN - M, w którym urządzenia transmisyjne stanowić będą jeden z bardzo istotnych elementów. Wszystkie przestrzennie rozłożone stacje systemu połączone są szeregową magistralą zapewniającą komunikację między nimi wg ustalonego protokołu komunikacyjnego. Każda stacja wyposażona jest w standardowy sprzętowo mikrokomputer komunikacyjny oraz w standardowy układ sprzężenia z magistralą PROWAY.

Wyróżnia się następujące stacje:

- stacja sterowania /responder station, listener station/
- stacja nadzorująca /supervisor station, initiator station/
- stacja zarządzająca /manager station, director station/

Potencjalny poziom funkcjonalny stacji wyznaczony jest przez stałe oprogramowanie komunikacyjne umieszczone w pamięci PROM standardowego mikroprocesora komunikacyjnego.

Wymiana danych następuje bezpośrednio po magistrali szeregowej bez buforowania i pośrednictwa innej stacji. Jedynie w specjalnych zastosowaniach systemowych z zastrzonymi wymaganiami pracy w czasie rzeczywistym włączone będą w systemie również stacje pośredniczące /demander station/.

Sterowanie magistralą PROWAY odbywa się na zasadzie przekazywania funkcji sterowniczej oraz podziału czasu dostępu do magistrali.

W przypadku wykrycia błędu następuje powtórzenie transmisji. Liczba powtórzeń tej samej informacji jest ograniczona. Wielokrotne powtórzenia sygnalizowane są jako stan awaryjny. Istnieje możliwość przekazywania funkcji sterowniczej między stacjami nadzorującymi bez pośrednictwa stacji zarządzającej.

Dla celów transmisji przewiduje się następujące podstawowe procedury funkcyjne:

- pisz na adres indywidualny
- czytaj z adresu indywidualnego
- pisz/czytaj na adres indywidualny
- pisz na adres grupowy /dla grupy stacji sterowanych/
- przekaż słowo stanu
- przejmij funkcję sterowniczą
- funkcja sterownicza przejęta

Każda stacja PROWAY zawierać będzie mikroprocesor komunikacyjny oraz układ sprzężenia zawierający jednostkę sprzęgającą i sterownik linii.

Mikroprocesor komunikacyjny wykonywać będzie całość zadań programowej obsługi transmisji z wybraną inną stacją PROWAY wraz ze sterowaniem transmisją, detekcją i korekcją błędów transmisji, bez korzystania z pamięci dodatkowych w kasecie zestawu, zatem bez obejmowania magistrali wewnętrznej podczas transmisji bloku danych. Zasadniczą funkcją jednostki sprzęgającej jest przekształcanie sygnału szeregowego na równoległy i odwrotnie, a także ukształtowanie ramki transmisji i odwrotny proces rozpoznawania jej poszczególnych składników.

Zasadniczą funkcją sterownika linii jest przekształcanie i dostosowanie sygnału liniowego do jego wewnątrzstacyjnej reprezentacji i odwrotnie.

Podstawowe parametry transmisji PROWAY:

- w zależności od długości linii oraz ilości stacji stosowane są 2 standardowe prędkości transmisji V_t

Nr rejestr. 4933

- a/ Interfejs V-24 powszechnie używany do dołączenia oprócz lokalnych pulpitów operatorskich w zasadzie dowolnych urządzeń peryferyjnych pracujących na tym interfejsie: drukarek, terminali drukujących, monitorów ekranowych, terminali ekranowych, modemów itp
- b/ Interfejs prądu stałego 0/20 mA stosowany do dołączania prostych urządzeń stosujących ten sygnał np nadajników informacji cyfrowej wprowadzanej ręcznie na stanowiskach produkcyjnych, odbiorników informacji cyfrowej, wyświetlaczy wielogabarytowych i innych.

Interfejs prądu stałego 0/20 mA jest najprostszym technicznie środkiem transmisji na ograniczone odległości /maksymalnie do 1500 m/ informacji o niewielkich wymaganiach wierności transmisji

Oba wyżej wymienione interfejsy będą realizowane w tym samym pakiecie zewnętrznego interfejsu komunikacyjnego. Pakiety takie będą zawierać zarówno zestawy mikroprocesorowe MIR - PROWAY jak i zestawy ELWRO - 80. Oba z wyż/wym. systemów będą również wyposażone w stacje transmisyjne dla połączenia z magistralą PROWAY.

Ponadto zestawy INTELEKTRAN - M będą zawierały specjalne interfejsy równoległej transmisji danych na małe odległości do połączenia z terminalem operatorskim konserwacyjno - uruchomieniowym.

Niezależnie od tego zestawy mikroprocesorowe INTELEKTRAN - M będą mogły współpracować z tradycyjnymi elementami wskazująco - manipulacyjnym zabudowanymi w pulpicie mozaikowym. Współpraca ta będzie realizowana za pośrednictwem standardowych sygnałów analogowych oraz sygnałów dwustanowych.

Nr rejestr.4933

a/ dla linii o długości do 200 m $V_t = 100 \text{ K bit/s}$

b/ dla linii o długości 200 - 2000 m $V_t = 30 \text{ K bit/s}$

Opcjonalnie przewiduje się możliwość stosowania innych nie - standardowych prędkości transmisji od 30 K bit/s do 100 K bit/s w specjalnych zastosowaniach również do 500 K bit/s .

Prędkość transmisji powinna być ustalana dla każdego zastosowania indywidualnie.

-linia transmisyjna jest jednotorową linią koncentryczną zamkniętą po obu stronach opornościami falowymi /dla eliminacji odbić/
Poszczególne stacje dołączane są do linii równolegle za pośrednictwem transformatorów separujących.

-wymiana informacji między stacjami PROWAY będzie realizowana wg protokołu HDLC/SDLC, sposobem półdupleksowym z podziałem czasu i decyzyjnym sprzężeniem zwrotnym

-wierność transmisji na magistrali PROWAY określona wynikową stopą błędów, dla sygnału ramki o długości mniejszej od 100 bitów powinna być nie gorsza od $3 \cdot 10^{-15}$ przy prędkości transmisji 100 Kbit/s oraz przy pierwotnej elementowej stopie błędów kanału nie większej od 10^{-6} .

-czas dostępu do kanału transmisji będzie się zawierać w granicach :

a/ w systemie ze stacjami pośredniczącymi do 2 ms, przy czasie transmisji do 1,5 ms

b/ w systemie bez stacji pośredniczących do 20 ms, przy czasie transmisji do 5 ms.

Inne interfejsy zewnętrzne

Zestawy mikroprocesorowe INTELEKTRAN - M dysponować będą poza interfejsem PROWAY również innymi interfejsami szeregowymi umożliwiającymi dołączenie lokalnych urządzeń operatorskich oraz pojedynczych urządzeń peryferyjnych.

Przewiduje się dwa podstawowe interfejsy szeregowy:

5. Urządzenia operatorskie

Podstawowymi urządzeniami operatorskimi systemu INTELEKTRAN - M będą centralne i lokalne operatorskie pulpity wyposażone w klawiaturę, graficzne monitory ekranowe monochromatyczne lub barwne, wyświetlacze, sygnalizatory akustyczne, lampki sygnalizacyjne, drukarki oraz urządzenia wejścia - wyjścia dla nośników informacji takich jak taśmy lub karty papierowe perforowane lub magnetyczne, żetony itp.

Pulpity lokalne i centralne będą ^{takie same,} miały w przybliżeniu możliwości funkcjonalne z tym, że te ostatnie będą dysponować z reguły większym wyposażeniem dodatkowym w urządzenia wizualizacji oraz urządzenia wprowadzania i wyprowadzania informacji. Sprzętowo pulpity operatorskie będą jednym z wariantów urządzeń operatorskich MIR - PROWAY /1,2/.

Jednym z najważniejszych zadań urządzeń operatorskich jest graficzna wizualizacja zmiennych procesu pozwalająca na szybkie rozpoznanie stanów awaryjnych oraz dostarczająca w wygodnej formie wszystkich niezbędnych informacji do sterowania procesem. Pulpity powinny mieć możliwość dołączenia od 1 do 3 monitorów ekranowych. Operator będzie miał możliwość nadzorowania i sterowania za pomocą klawiatury wszystkimi obwodami regulacji i sterowania. Będzie on w stanie przejrzeć szczegółowo obwód regulacji i grupę zmiennych mierzonych, zmienić wartości zadane, zmienić dynamiczne parametry i algorytmy regulatorów oraz ewentualnie zmienić formę powiązań kaskadowych lub innych powiązań strukturalnych - zgodnie z uprzednio założoną, przez projektanta układ automatyki koncepcją dopuszczalnych ingerencji operatora w strukturę i parametry pracy poszczególnych obwodów. Wszystkie wyświetlane zmienne będą posiadały opisy technologiczne umożliwiające operatorowi szybką orientację w procesie.

Urządzenia operatorskie będą miały wybór standardowych programów wizualizacji procesu technologicznego, a w szczególności będzie istniała możliwość wyboru jednej z trzech podstawowych form wizualizacji procesu.

Obraz przeglądowy przedstawiający odchylenie zmiennych procesu od zadanych wartości dla wszystkich istotnych zmiennych procesu. Graficznie przedstawione wartości zmiennych oraz granice dopuszczalnych zmian dla każdej z nich, uporządkowane będą na ekranie monitora w postaci linii będących odpowiednikami tzw. "zielonych linii" w regulatorach analogowych, pozwalających na szybką ocenę "zapasu" zmiennych w stosunku do wartości granicznych oraz szybkie wykrycie przekroczeń. Niezależnie od tego każde przekroczenie sygnalizowane będzie migotaniem części obrazu odpowiadającej danej zmiennej, a w wypadku monitora barwnego także zmianą barwy na czerwoną.

Obraz grupowy. Dowolną grupę kilku obwodów regulacji realizujących jedno złożone zadanie regulacyjne operator będzie mógł obejrzeć na tym samym lub innym monitorze z graniczną, analogową wizualizacją /np. w postaci jasnych słupków/ zmiennej procesu, wartości zadanej i wielkości wyjściowej itp. dla każdego obwodu.

Obraz obwodowy dostarczy szczegółowych informacji o jednym z obwodów regulacji. Oprócz wizualizacji aktualnych wartości sygnałów występujących w obwodzie będzie on zawierał krzywe trendu tj. graficzny wykres zmian sygnałów za ostatnie kilka - kilka - dziesiąt minut.

Klawiatura alfanumeryczna pulpitu daje operatorowi możliwość pełnej kontroli i sterowania procesem. Operator może wizualizować dowolne dane, odczytywać wartość dowolnych parametrów i sygnałów występujących w obwodzie regulacji, w tym także dowolnych sygnałów wewnętrznych występujących w wybranej strukturze regulacyjnej. Można on zmieniać rodzaj pracy i dokonywać niektórych dozwolonych zmian struktury.

Po przełączeniu danego obwodu na pracę ręczną operator będzie mógł zadawać bezpośrednio wartość sygnału wyjściowego lub sterować przyrostowo za pomocą przycisków "więcej" - "mniej". W podobny sposób będzie można dokonywać zmian wartości zadanej lub innych sygnałów na które operator ma wpływ.

Dostosowanie oprogramowania pulpitów do konkretnego procesu technologicznego polegać będzie głównie na wpisaniu adresów sygnałów i opisów technologicznych do podprogramów dostarczonych przez producenta.

Oprócz pulpitów operatorskich urządzenia "INTELEKTRAN- M będą mogły współpracować z tradycyjnymi elementami wskazująco-manipulacyjnymi zabudowanymi w pulpicie mozaikowym, przy pomocy których można będzie zrealizować pełne sterowanie procesem, a także układy rezerwowego ręcznego sterowania analogowego na wypadek awarii urządzeń mikroprocesorowych. Jako urządzenia pulpিতowe przewiduje się elementy pulpিতowe systemu INTELEKTRAN-S. Komunikacja pomiędzy urządzeniami regulacji a pulpitem mozaikowym odbywać się będzie, bez pośrednictwa magistrali PROWAY, bezpośrednio sygnałami ciągłymi i binarnymi. Pulpit mozaikowy będzie mógł być wzbogacony o pewne dodatkowe urządzenia jak np. monitory ekranowe lub wyświetlacze alfanumeryczne i cyfrowe, połączone z zestawami mikroprocesorowymi za pomocą interfejsów szeregowych: 0-20 mA lub V-24.

Niezależnie od wyż/wym. urządzeń pulpিতowych system INTELEKTRAN-M będzie zawierał miniaturowy terminal konserwacyjno -uruchomieniowy, który przewidziany jest jako środek do kontroli i rozruchu systemu, w lokalnych układach regulacyjnych, ale może również pełnić rolę lokalnej stacji manipulacyjnej przy regulacji prostych procesów lub stacji rezerwowej w bardziej złożonych układach automatyki.

Miniaturowy terminal zawierać będzie ^{pecj}sygnalizowaną klawiaturę oraz wskaźniki cyfrowe. Umożliwi on odczyt wybranych parametrów oraz sygnałów występujących w układzie regulacji, zmianę rodzaju sterowania, realizację sterowania ręcznego, nastawę parametrów i stałych, a także zapewni możliwość dokonania zmiany w konfiguracji zestawu jeśli zmiana taka jest możliwa tj. jeśli połączenia strukturalne zostały zapisane w pakiecie nieulotnej pamięci typu pisz -czytaj.

Nr rejestr.4933

6. Podstawowe urządzenia systemu regulacji INTELEKTRAN- M

6.1. Urządzenia mikroprocesorowe MIR - PROWAY

Urządzenia mikroprocesorowe MIR - PROWAY przeznaczone są do autonomicznego sterowania i przetwarzania danych z obiektu przy pomocy mikroprocesorów 8-bitowych i 16-bitowych, w układach jedno- lub wieloprocessorowych.

Urządzenia mikroprocesorowe MIR - PROWAY mogą być dołączone do liniowej magistrali transmisyjnej wg standardu IEC- PROWAY dwoma sposobami:

- wspólnie z całym wielokasetowym zestawem traktowanym jako jedna stacja PROWAY, w której kasety połączone są wzajemnie układami przedłużenia magistrali
- indywidualnie tzn. każda kaseeta stanowi stację PROWAY.

Transmisja danych w kasecie odbywa się za pomocą 16-bitowej dwukierunkowej magistrali wewnętrznej, która jest elektrycznie ściśle zgodna z magistralą MULTIBUS f-my INTEL. Można ona obsługiwać do 21 identycznych stanowisk kasety. Rozróżnia się dwa typy pakietów ze względu na sposób sprzężenia z magistralą:

- a/ pakiety aktywne /MASTER/, które mogą obejmować sterowanie magistrali
- b/ pakiety pasywne /SLAVE/, które nie mogą obejmować sterowania magistrali.

Pakiety wejść/wyjść wykonują kompletne funkcje sprzężenia, zawierają obwody dopasowujące oraz układy cyfrowe i analogowe, konieczne dla sprzężenia ze wszystkimi typami obiektowych urządzeń automatyki i pomiarów. Część cyfrowa oddzielona jest galvanicznie od obwodów obiektowych.

Konstrukcja mechaniczna kasety i wymiany pakietu są zgodne z zaleceniami IEC Publication 197 Second Edition oraz SEMC.

Wymiany pakietu wynoszą 233,4 x 220 mm.

Koncepcja sprzętowa urządzeń mikroprocesorowych systemu MIR-PROWAY została dość szczegółowo omówiona w pracy /1/. W br. zostaną opracowane w MERA- PIAP założenia na wyż/wym. urządzenia

6.2. Urządzenia mikroprocesorowe ELWRO - 80

Urządzenia mikroprocesorowe ELWRO - 80 /3/ przeznaczone są głównie do sterowania sekwencyjnego w różnych dziedzinach przemysłu. Zapewniają one możliwość tworzenia złożonych konfiguracji swobodnie programowanych sekwencji, dostosowanych do pracy w czasie rzeczywistym.

Programowanie odbywa się przy pomocy języka ELOG użytkowo-zorientowanego posiadającego 12 instrukcji pozwalających na budowę dość złożonych programów sterujących.

Rozwiązanie układowe urządzeń oparte jest na mikroprocesorze 8080A. System posiada separację galwaniczną wejść i wyjść. Magistrala zestawu zawiera:

- 16 linii adresowych
- 8 linii danych
- 8 linii przerwań
- 17 linii sterowania
- 22 linie zasilania

Konstrukcja urządzeń jest modułowa. Moduły montowane są w kasie 19" zasilane z zasilacza, który dostarcza napięcie + 5V; - 5V, + 12V oraz napięcia 24V galwanicznie odseparowanego od napięć pozostałych i przeznaczonego do zasilania linii obiektowych.

Wymiary modułu wynoszą 17,5 x 16,2 x 165 mm.

W skład ELWRO - 80 wchodzi następujące urządzenia:

- Moduł sterownika MCS - 430.0
- Moduł pamięci programu MPP - 431.0 /8 k EPROM/
- Moduł pamięci programu MPP - 431.1 /4K.EPROM + 2k.RAM/.
- Moduł pamięci danych MPD - 432.0 /4k.RAM/.
- Moduł wejść dwustanowych MSX - 433.0 /16 wejść 0 /20mA/
- Moduł wyjść dwustanowych MSY - 434.0 /16 wyjść, obc.do 200mA/
- Moduł zegara MZR - 435.0 /zawiera układ 8253 oraz 8 wejść zgrupowanych w linię przerwań/
- Moduł adaptacji MAD -438.0 /1/2/3 /zawiera interfejsy dla urządzeń zewnętrznych; czytnik, perforator DZM, monitor ekranowy/

Nr rejestr. 4933

- Zasilacz MZS - 495/6 /wystarcza na 2 kasety/

W opracowaniu znajdują się następujące moduły:

- Moduł wejść analogowych .
- Moduł wyjść analogowych
- Sterownik flopy dysków .
- Sterownik pamięci taśmowej
- Moduły zabezpieczeń zasilania.

Zestawy mikroprocesorowe ELWRO - 80 montowane są w szafie MSA-911
Na listwie zaciskowej szafy mogą być montowane proste urządzenia
analogowe wykonane w formie elementów listwowych.

Docelowo urządzenia ELWRO - 80 muszą zostać wyposażone w moduły
interfejsu komunikacyjnego dla magistrali PROWAY.

Moduły te oraz oprogramowanie interfejsu komunikacyjnego muszą
zostać opracowane odrębnie lub adaptowane , ponieważ opracowy-
wany w MERA - PIAP interfejs komunikacyjny dla stacji MIR -
PROWAY przystosowany jest do innej magistrali wewnętrznej kasety
oraz innych standardów konstrukcyjnych.

6.3. Urządzenia analogowe

Urządzenia analogowe przewidziane w systemie INTELEKTRAN - M spełniają funkcje separacji galwanicznej, standaryzacji sygnałów oraz wypracowywanych sygnałów mocy dla urządzeń wykonawczych. W skład tych urządzeń wchodzi / 6/ :

- Separatory wejściowe i wyjściowe zapewniające separację oraz standaryzację sygnałów.
Wersje separatorów powinny pokryć zapotrzebowanie projektanta dla dowolnej klasy sygnałów wejściowych i wyjściowych.
Podstawowa wersja przewidziana jest dla sygnałów prądowych 4 - 20 mA i 0... +10V. Oprócz tych mogą wystąpić sygnały prądowe z przetworników 0...20 mA; 0 ...5 mA.
- Wzmocniacze standaryzujące, które zapewniają standaryzację sygnału bez separacji galwanicznej
- sterowniki ciągłe i trójstanowe oraz sterowniki napędu elektrohydraulicznego
- łączniki tyrystorowe .

Urządzenia te powinny się mieścić w oddzielnych kasetach z zasilaniem $\pm$ 24 V i powinny być wykonywane w wersji mechanicznej o standardzie EUROKARTA 233,4 x 220 mm oraz w wersji o standardzie INTELEKTRAN - S dla płytek o wymiarach 162 x 165 mm.

Niektóre z pakietów analogowych są także przewidziane do wykonania w wersji listwowej. Kasety pakietów analogowych powinny mieć własne zasilacze w ilości jeden zasilacz na szafę lub jeden zasilacz na kasety. Przewidziane jest także zasilanie rezerwowe przy awarii zasilacza.

6.3.1. Pakiet separatorów wejściowych

Przeznaczenie i funkcja pakietu

Pakiet separatorów wejściowych przeznaczony jest do rozdzielania galwanicznego obwodów wejściowych przetworników pomiarowych od części centralnej INTELEKTRAN - M.

Separator oprócz rozdzielania galwanicznego w torze przesyłania sygnału powinien spełniać następujące funkcje:

- dokonywać przetworzenia sygnału prądowego 4 ...20 mA lub 0...20 mA lub 0...5mA na sygnał napięciowy 0 ...10V

- dokonywać filtracji składowej zmiennej sygnału wejściowego
- testować stan sprawności linii pomiarowej do przetwornika pomiarowego
- dostarczać napięcie zasilania dla przetwornika dwuprzewodowego.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Pakiet separatorów wejściowych wykorzystywać będzie separatory hybrydowe typu AS-1. Jeden pakiet realizowany w standardzie mechanicznym EUROKARTE 233,4 x 220 mm mieścić powinien 2 kanały separatora wejściowego. Przewidziane zasilanie modułu 2 x $\pm 24V$.

Podstawowe parametry separatora wejściowego:

- Sygnał wejściowy X /1., 2/ - sygnał prądowy 4...20 mA lub 0...20mA lub 0...5mA.
Rezystancja wejściowa $\leq 200 \Omega$
- sygnał wejściowy Y /1., 2/ - sygnał napięciowy 0...10V
Rezystancja obciążenia $\geq 1 k\Omega$
- sygnały sprawności linii przesyłowej - sygnał dwustanowy napięciowy α /1., 2/ = + 24 V dla X/1...4/ $\leq 0mA$
lub X /1...4/ $\geq 24mA$
 α /1., 2/ = 0V dla $4 \leq X \leq 20 mA$
- błąd podstawowy $\leq 0,25\%$
- błąd dodatkowy od zmian temperatury otoczenia $\leq 0,16 \%/10^\circ$
- wartość składowej zmiennej w sygnale wyjściowym $\leq 0,16\%$
- wytrzymałość elektryczna izolacji mierzona pomiędzy obwodami wejściowymi i wyjściowymi :
1,5 kV napięcia stałego
500 V wartości skutecznej
napięcia sinusoidalnie zmiennego o częstotliwości 50 Hz
- napięcie zasilające 2 x $\pm 24 V$.

6.3.2. Pakiet separatorów wyjściowych

Przeznaczenie i funkcja pakietu

Pakiet separatorów wyjściowych przeznaczony jest do rozdzielania galwanicznego obwodu wejściowego współpracującego z częścią centralną INTELEKTRAN - M od obwodów wyjściowych współpracujących z elementami wykonawczymi.

Separator wyjściowy oprócz rozdzielania galwanicznego powinien spełniać funkcję liniowego przetwarzania sygnału 0...10V na sygnał wyjściowy prądowy 4 ...20 mA lub 0...20 mA.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Pakiet separatorów wyjściowych zbudowany będzie w oparciu o separatory hybrydowe typu AS-1. Jeden pakiet realizowany w standardzie mechanicznym EUROKARTE 233,4 x 220 mm mieścić powinien 1 lub 2 kanały separatora wyjściowego.

Przewidziane zasilanie 2 x $\pm$ 24 V.

Podstawowe parametry

- sygnał wejściowy x /1,2/ - sygnał napięciowy 0... + 10V
Rezystancja wejściowa $\geq$ 10 kom
- sygnał wyjściowy Y /1,2 / - sygnał prądowy 4 ...20 mA lub 0 ...20mA.
Rezystancja obciążenia $\leq$ 500
- błąd podstawowy przetwarzania $\leq$ 0,25%
- błąd dodatkowy od zmian temperatury $\leq$ 0,16% /10°
- wartość składowej zmiennej w sygnale wyjściowym $\leq$ 0,25%
- wytrzymałość elektryczna izolacji mierzona między obwodem wejściowym i wyjściowym 1,5 kV napięcia stałego
500 V wartości skutecznej
napięcia sinusoidalnie zmiennego o częstotliwości 50 Hz.

6.3.3. Pakiet łączników tyrystorowych

Przeznaczenie i funkcja.

Pakiet łączników tyrystorowych przeznaczony jest do sterowania poprzez styczniki siłownikiem stałoprędkościowym. Pakiet

przyjmuje sygnały blokad zezwalających na sterowanie, sygnały zabezpieczeń oraz sygnały wyłączników końcowych. Wykrycie stanu niezgodności między sygnałem wejściowym sterującym a wyjściowym sygnałem mocy odcina sterowany siłownik od układu sterującego i sygnalizuje jednocześnie stan awarii.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Binarny sygnał wejściowy po porównaniu w układzie logicznym z logicznymi sygnałami blokad i zabezpieczeń steruje wyjściowym układem mocy zbudowanym z tyrystorów symetrycznych. Dodatkowy układ wykrywania niezgodności sterowania zapewnia kontrolę prawidłowości działania tyrystorowego wzmacniacza mocy, doprowadzeń do styczników i styczników, zasilanych przez symetryczne tyrystory. W wypadku pojawienia się niezgodności między wejściowym sygnałem sterującym a sygnałem zwrotnym od styczników sygnalizowany jest stan awarii przez zapalenie się lampki na płycie czołowej pakietu oraz logiczny sygnał awarii przesyłany jest do zestawu mikroprocesorowego.

Podstawowe parametry

Sygnał wejściowy - binarny sygnał dwuwejściowy 0...+24 V.

Sygnał wyjściowy - stan zwarcia lub rozwarcia dwóch tyrystorów, symetrycznych przełączających napięcie 220 V, 50 Hz o obciążalności 50 VA.

obciążenie - 2 styczniki SM 1.

Sygnały blokad i zabezpieczeń

- stan zwarcia lub rozwarcia styków

zasilanie ± 24 V

220V, 50 Hz.

6.3.4. Pakiet wzmacniaczy standaryzujących

Przeznaczenie i funkcja pakietu

Pakiet wzmacniaczy standaryzujących przeznaczony jest do przetwarzania standardowego sygnału przesyłowego 4 - 20 mA prądu stałego na sygnał napięciowy 0 - 10 V. Pakiet zapewnia sprawdzenie wiarygodności wartości sygnału i przy sygnale prądowym mniejszym od wartości 2 mA lub większym od

Nr rejestr.4933

22 mA sygnalizuje stan awarii. Pakiet dokonuje także filtracji sygnału wejściowego.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Jeden pakiet wzmacniaczy standaryzujących zrealizowany w standardzie mechanicznym EUROKARTE 233,4 x 220 mm mieścić powinien minimum 4 kanały. Sygnalizacja awarii sygnałem logicznym 0...24V.

Przewidziane zasilanie napięciem ± 24 V.

Podstawowe parametry

- Sygnały wejściowe X / 1 ... 4/ - sygnały prądowe 4 ... 20 mA.
Rezystancja wejściowa ≤ 200 om.
- Sygnały wyjściowe Y / 1 ... 4/ - sygnały napięciowe 0 ... 10V
rezystancja obciążenia ≥ 1 kom.
- sygnał awarii

$$\alpha / 1 \dots 4/ = + 24 \text{ V dla } X / 1 \dots 4/ \leq 2 \text{ mA}$$

$$\text{lub } X / 1 \dots 4/ \geq 22 \text{ mA}$$

$$\alpha / 1 \dots 4/ = 0 \text{ V dla } 4 \leq X / 1 \dots 4/ \leq 20 \text{ mA}$$
- błąd podstawowy $\leq 0,25\%$
- błąd dodatkowy od zmian temperatury otoczenia $\leq 0,16 \% / 10^\circ$
- napięcie zasilające ± 24 V.

6.3.5. Pakiet sterowania napędem elektrohydraulicznym

Przeznaczenie i funkcja pakietu

Pakiet sterowania przeznaczony jest do wytwarzania sygnałów sterujących siłownikiem elektrohydraulicznym serii ASM firmy SULZER lub innym równoważnym. Pakiet pozwala na wprowadzanie sygnału blokującego i wypracowuje sygnały awarii siłownika. Pozwala także na sterowanie sygnałem sterowania ręcznego z pulpitu mozaikowego.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Pakiet sterowania napędem elektrohydraulicznym przetwarza wejściowy sygnał napięciowy 0 ... 10V po porównaniu z napięciowym sygnałem zwrotnym z siłownika na napięcie prostokątne o częstotliwości ok. 60 Hz i amplitudzie ok. ± 12 V.

Nr rejestr. 4933

Stosunek czasów trwania impulsu dodatniego i ujemnego jest zależny od odchyłki E między zadany a rzeczywisty położeniem sterowanego siłownika wg równania:

$$\frac{t^+ - t^-}{t^+ + t^-} = K \cdot E$$

gdzie t^+ - czas trwania impulsu dodatniego

t^- - czas trwania impulsu ujemnego

E - wartość odchyłki

K - współczynnik wzmacnienia nastawiany w zakresie 1 ÷ 2 za pomocą potencjometru.

Pakiet posiada wkład blokujący przestawienie siłownika elektrohydraulicznego oraz układ zabezpieczający przed przeciążeniem /zwarcie/ wyjścia.

Podstawowe parametry

- Zależność funkcjonalna

$$\frac{t^+ - t^-}{t^+ + t^-} = K / -X_1 - X_2 + X_3 + X_4 /$$

t^+ - czas trwania impulsu dodatniego

t^- - czas trwania impulsu ujemnego

X / 1 ... 4 / - sygnały wejściowe

K - współczynnik wzmacnienia nastawiany na zakresie 1 ÷ 2.

- Sygnały wejściowe X / 1 ... 4 /

- sygnały napięciowe 0 ... 10 V

rezystancja wejściowa $\geq 10 \text{ kom}$

- sygnał sterowania ręcznego X_n - sygnał napięciowy

- 10 ... 0 ... + 10 V

Rezystancja wejściowa $\geq 10 \text{ kom}$

- Wyjście sterujące Y impulsowe - amplituda $\pm 12 \text{ V}$, $f = 60 \text{ Hz}$

- błąd podstawowy porównania $\leq 0,4 \%$

- błąd charakterystyki $\leq 1 \%$

- napięcie zasilania $\pm 24 \text{ V}$

Ogólna koncepcja rozwiązania

Pakiet sterowania trójstawnego porównuje sterujący sygnał wejściowy z sygnałem zwrotnym położenia siłownika i wypracowuje poprzez układ wzmacniacza strefy nieczułości trójstawny sygnał binarny. Pakiet umożliwia bezkolizyjne przełączenie na sterowanie ręczne z pulpitu mozaikowego i odwrotnie. Sygnał zwrotny siłownika jest podawany do zestawu mikroprocesorowego w celu zapewnienia bezkolizyjnego przełączania A/R.

Podstawowe parametry

- sygnały wejściowe X -
 sygnał napięciowy 0 ... 10 V
 Rezystancja wejściowa $\geq 10 \text{ k}\Omega$
- sygnał wyjściowy Y -
 - dwuwyjściowy sygnał binarny / + ; - / zapewniający realizację sterowania trójstawnego - sygnały napięciowe
 0 ... + 24 V.
- Zasilanie $\pm 24 \text{ V}$.

6.3.8. Pakiet zasilania awaryjnego

Przeznaczenie i funkcje pakietu

Pakiet zasilania awaryjnego służy do kontroli napięć zasilających kasetę pakietów analogowych $\pm 24 \text{ V}$.

W przypadku przekroczenia pola dopuszczalnych napięć pakiet generuje sygnał przełączenia na zasilanie rezerwowe.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Pakiet zasilania awaryjnego kontroluje wartość napięcia zasilającego $\pm 24 \text{ V}$. W przypadku obniżenia się napięcia lub podwyższenia poza dopuszczalny zakres pakiet generuje sygnał przekroczenia napięć zanikający na ok. 3 sek. od momentu powrotu właściwych napięć. Jeżeli przekroczenie trwa dłużej niż ok. 5 sek. następuje przełączenie na zasilanie rezerwowe. Jeżeli napięcia zasilania rezerwowego nie mieszczą się w polu dopuszczalnych napięć pakiet generuje sygnał trwałej awarii.

6.3.6. Pakiet sterowania ciągłego

Przeznaczenie i funkcja pakietu

Pakiet sterowania ciągłego przeznaczony jest do realizacji ręcznej rezerwy analogowej. Umożliwia on bezkolizyjne przełączenie na sterowanie ręczne z pulpitu mozaikowego oraz bezkolizyjne przełączenie ze sterownika ręcznego na automatyczne. Przełączenie możliwe jest z pulpitu mozaikowego oraz sygnałem awarii pracy automatycznej.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Pakiet sterowania ciągłego zawiera pamięć analogową. Przy pracy automatycznej sygnał wyjściowy pamięci jest równy sygnałowi wejściowemu. W trakcie sterowania ręcznego z pulpitu mozaikowego sygnał wyjściowy jest sterowany przyrostowo a wartość sygnału wyjściowego jest podawana do zestawu mikroprocesorowego dla umożliwienia bezzakłóceniewego przejścia ze sterowania ręcznego na automatyczne.

Podstawowe parametry

- Sygnały wejściowe X
 - sygnały napięciowe 0 ... 10 V
 - Rezystancja wejściowa $\geq 10 \text{ kom.}$
- Sygnał wyjściowy
 - sygnał napięciowy 0 ... 10V
 - Rezystancja obciążenia $\geq 10 \text{ kom.}$
- Stałość pamięci analogowej $\leq 1 \text{ %/h.}$

6.3.7. Pakiet sterowania trójstawnego

Przeznaczenie i funkcja pakietu

Pakiet sterowania trójstawnego przeznaczony jest do zamiany ciągłego sygnału sterującego na sygnał trójstawny, który może być wykorzystany do sterowania pakietu łączników tyrystorowych. Poza tym umożliwia realizację ręcznej rezerwy analogowej.

Nr rejestr.4933

Zasilanie rezwrwowe mogą stanowić wzajemne zasilacze dwu różnych szaf.

Podstawowe parametry

- Pole dopuszczalnych napięć pracy $\pm 19 \text{ V} \dots \pm 24 \text{ V}$
- Wymagana obciążalność styków przekaźnika rezerwy ok. 20 A.

6.3.9. Zasilacz pakietów analogowych

Przeznaczenie i funkcja zasilacza

Zasilacz pakietów analogowych przeznaczony jest do zasilania napięciem $\pm 24 \text{ V}$ szafy mieszczącej pakiety analogowe systemu INTELEKTRAN - M. Możliwe jest równoległe podłączenie zasilania z baterii lub zasilacza sieciowego. Zapas mocy powinien pozwalać na awaryjne zasilanie dwu szaf jednym zasilaczem.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Zasilacz pakietów analogowych powinien dostarczać zasilania napięciem $\pm 24 \text{ V}$ szafie mieszczącej 2 - 3 kasety pakietów analogowych. Przewidzieć należy również wybudowanie zasilacza mniejszej mocy i mniejszych gabarytach wystarczającego do zasilania pojedynczych kaset z rezerwą zasilania w postaci baterii lub drugiego zasilacza sieciowego.

Podstawowe parametry

- Zasilanie - napięcie sieci trójfazowej 3 x 220 V, 50 Hz
- Prąd wyjściowy - ok. 10 A
- napięcie wyjściowe - $\pm 24 \text{ V}$.

6.4. Uzupełniające urządzenia cyfrowe6.4.1. Moduł cyfrowego zadawania parametrówPrzeznaczenie i funkcja modułu

Zadaniem modułu cyfrowego zadawania parametrów jest zapewnienie w mikrorpcesorowym zestawie zasobów pamięci typu pisz / /czytaj, przeznaczonych dla wpisywania i przechowywania danych odnośnie wartości parametrów w obwodzie regulacji, wartości szczególnie ważnych sygnałów wewnętrznych obwodu oraz ewentualnie fragmentów programu dotyczących realizowanej struktury regulacyjnej. Moduł zapewnia specjalną ochronę pamięci zarówno przed niepożądanym wpisem przez nieupoważnioną obsługę oraz przed awarią zasilania w tym także przed awarią rezerwy akumulatorowej.

Moduł będzie zawierał dodatkowo układy interfejsu umożliwiające operatorowi wpisywanie i odczytywanie zawartości pamięci za pomocą terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego oraz układ interfejsu dla sprzęgnięcia z modułem przełączania na rezerwę.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Najprostszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie w module układów pamięci typu EAPROM. Układy te pozwalają na wielokrotne zapisywanie, a następnie kasowanie impulsami elektrycznymi zapisanej informacji, przy czym po zapisaniu nie jest ona tracona w chwili zaniku napięcia zasilającego.

Operacja zapisu wymaga czasu trwania milisekund, natomiast operacja odczytu mikrosekund. Układy takie byłyby szczególnie przydatne do pamiętania parametrów i fragmentów struktury. Wpisywanie natomiast w każdym cyklu bieżących wartości szczególnie chronionych sygnałów regulacyjnych do tego typu pamięci spowodowałoby zbyt znaczne spowolnienie działania zestawu mikroprocesorowego, a tym samym zmniejszenie możliwości obliczeniowych. Przeciwno przyjęciu tego rozwiązania przemawiają trudności eksportowe z II-go obszaru płatniczego, aktualnie nie do przezwyciężenia.

Alternatywnym rozwiązaniem jest użycie pamięci rdzeniowej.

Nr rejestr. 4933

Jest to jednak rozwiązanie kłopotliwe pod względem technologicznym, a przy tym pamięć ta odznacza się dość małą gęstością upakowania komórek pamięciowych i stwarza dodatkowe wymagania na układy zasilania. Najbardziej odpowiednim w aktualnych warunkach rozwiązaniem jest zastosowanie pamięci wykonanej technologią CMOS /np. 9 K 561 PY2A prod. ZSRR/ oraz rezerwy bateryjnej, przy czym suche baterie /lub ewentualnie miniaturowe akumulatorki/ byłyby umieszczone bezpośrednio na pakiecie stwarzając bezpośrednią rezerwę zasilania dla pamięci. Moduł zawierać będzie również układy pamięci RAM bez rezerwy bateryjnej lub tylko ewentualnie z zewnętrzną rezerwą akumulatorową.

Realizacja ochrony przed przypadkowym wpisem przez niepowołaną obsługę lub błędnie realizowany program powinno następować za pomocą przełącznika umieszczonego na płycie, który po przełączeniu eliminowałby możliwość wpisu do pamięci jakichkolwiek wartości pozostawiając jedynie możliwość odczytu.

Część pamięci chronionej bateryjnie może być przeznaczona dla wpisu bieżących wartości szczególnie ważnych sygnałów regulacyjnych, ta część pamięci nie może być chroniona wyłącznikiem gdyż uniemożliwiłaby to operację wpisu.

Interfejs terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego oraz interfejs dla sprzężenia z modułem przełączania na rezerwę będą interfejsami równoległymi obsługiwanymi przez mikroprocesor realizujący funkcje regulacyjno - obliczeniowe przy wykorzystaniu specjalnego programu obsługi interfejsu. Obsługa interfejsu przez mikroprocesor nie powinna zakłócać obsługi obwodu regulacji.

Podstawowe parametry

Pamięć RAM chroniona w wypadku awarii i przed przypadkowym wpisem	- min. 128 B
Pamięć RAM chroniona tylko w wypadku awarii zasilania	- min. 128 B
Pamięć RAM nie chroniona	- min. 1 kB
Interfejs dla terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego	- interfejs równoległy specjalizowany
Interfejs dla modułu przełączenia na rezerwę	" " "

44

6.4.2. Moduł analogowego zadawania parametrów

Przeznaczenie i funkcja modułu

Moduł przeznaczony jest do zadawania parametrów w obwodach regulacyjnych zrealizowanych przy użyciu zestawów mikroprocesorowych. Parametry reprezentowane będą poprzez napięcia występujące na suwakach potencjometrów wieloobrotowych dostępnych od czoła modułu.

Moduł umożliwia nastawę, odczyt czołowy i zmianę nastaw parametrów przy użyciu zewnętrznego miernika prądu stałego. Wartości nastawionych sygnałów mogą być mierzone na złączu testującym dostępnym od czoła modułu. Wartości nastaw pozostają zachowane w wypadku awarii zasilania, a także w wypadku awarii modułu.

Moduł zawierać będzie układ interfejs dla terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego oraz dla modułu przełączania na rezerwę. Dokładny pomiar nastawionych parametrów możliwy będzie drogą odczytu odpowiednich sygnałów reprezentacji cyfrowej tych parametrów za pomocą terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Moduł zawierać będzie przetwornik a/c przetwarzający nastawione na potencjometrach sygnały napięciowe na wartość cyfrową.

Moduł dołączony będzie do magistrali zestawu jako moduł typu slave.

Podstawowe parametry

Ilość nastawionych parametrów	- 8 ... 16
Ilość bitów przy przetworzeniu wartości nastawy na wartość cyfrową	- min. 10
Stabilność nastawy	- 0,1 %
Interfejs dla terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego	- interfejs równoległy specjalizowany
Interfejs dla modułu przełączania na rezerwę	- " " " "

6.4.3. Moduł regulatora wielofunkcyjnego

Przeznaczenie i funkcja modułu

Moduł przeznaczony jest do automatyzacji prostych mało rozbudowanych obwodów regulacyjnych, wymagających użycia niewielkiej ilości bloków funkcjonalnych. Będzie on spełniał wszystkie podstawowe zadania regulacyjne łącznie z przetwarzaniem analogowo - cyfrowym i cyfrowo - analogowym.

Moduł będzie umieszczony w kasecie zawierającej magistralę zestawu, nie będzie jednak obejmował sterowania magistrali zestawu. Za pośrednictwem magistrali zestawu będą mogły być odczytywane z modułu pewne sygnały informacyjne /uchyb regulacji, sygnały wyjściowe, sygnały sygnalizacji awarii itp/ oraz wprowadzane do modułu pewne sygnały sterujące /przełączanie rodzaju pracy, sygnały sterowania ręcznego itp/, co umożliwi połączenie z pulpitem operatora /centralnym lub lokalnym/ oraz z komputerem nadrzędnym.

Moduł będzie zawierał układ interfejsu w stosunku do terminalu konserwacyjno - uruchomieniowego. Operator będzie miał możliwość wprowadzenia zmiany nastaw, zmiany rodzaju pracy oraz sterowania ręcznego.

Sprzęgnięcie regulatora z pulpitem mozaikowym będzie miało miejsce za pośrednictwem sygnałów analogowych i binarnych. Parametry regulacji zadawane będą za pomocą potencjometrów i /lub/ metodą wpisu do pamięci. Część pamięci RAM chroniona będzie przed utratą informacji przy braku zasilania oraz przed niepożądanym wpisem.

Wersje wykonania

Przewiduje się, że moduł będzie wykonywany w kilku wersjach różniących się ilością sygnałów wejściowych i wyjściowych oraz ilością nastawianych parametrów.

Wersja bardziej rozbudowana umożliwiła będzie realizację m.in. układu kaskadowego lub kilku prostych obwodów regulacyjnych. Nie przewiduje się swobody w programowaniu obwodów regulacyjnych, a jedynie szereg wersji standardowego oprogramowania pozostawionych do wyboru użytkownika. Użytkownik będzie mógł wprowadzać pewne modyfikacje w standardowym oprogramowaniu za pomocą przełączników miniaturowych.

Przewiduje się również, w dalszej perspektywie, wykonanie aparaturowe regulatora wielofunkcyjnego /odrębna obudowa, własny zasilacz/.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Moduł regulatora wielofunkcyjnego zbudowany zostanie w oparciu o mikroprocesor 8080 przy założeniu maksymalnej prostoty i oszczędności układowej. Zasadnicze funkcje regulatora realizowane będą drogą pewnej rozbudowy oprogramowania. Moduł będzie zawierał przetwornik cyfrowo - analogowy, który wykorzystywany będzie zarówno do obsługi wejść jak i wyjść analogowych. Za wyjątkiem przerw zegarowych pozostałe przerwy realizowane będą programowo drogą "odpytywania" wejść binarnych.

Część pamięci RAM realizowana będzie przy użyciu układu CMOS i rezerwowana bateryjnie.

Połączenie z magistralą zestawu zostanie zrealizowane przy użyciu pamięci z podwójną bramą.

Podstawowe parametry

-liczba wejściowych sygnałów analogowych	- min. 4
-liczba wyjściowych sygnałów analogowych	- min. 2
-liczba wejść binarnych	- min. 4
-liczba wyjść binarnych	- min. 4
-ilość bitów przy przetwarzaniu a/c	- min.10
-ilość bitów przy przetwarzaniu c/a	- min.10
-okres próbkowania	- 0,5s
-ilość potencjometrów nastawczych	-min. 2
-pamięć E PROM	- ok. 2A
-pamięć RAM	- ok. 512 B
w tym z rezerwą baterijną	- 256 B

Podstawowe programy realizowane w module

- obsługa we/ wy analogowych
- obsługa we /wy binarnych
- test wiarygodności sygnałów wejściowych
- filtracja
- sumowanie algebraiczne

Nr rejestr.4933

- ograniczenie sygnału
- pierwiastek kwadratowy
- sygnalizacja przekroczenia
- dynamiczne działanie regulacyjne w zależności od wersji:
 - a/ algorytm regulatora ciągłego PID /i jego modyfikacja/
 - b/ algorytm regulatora krokowego
 - c/ układ kaskadowy: regulator ciągły - regulator ciągły
 - d/ układ kaskadowy : regulator ciągły - regulator krokowy
- współpraca z magistralą kasety
- wykrywanie i sygnalizacja awarii
- obsługa interfejsu dla terminalu komunikacyjnego - uruchomienie nowego

Nr rejestr. 4933

6.4.4. Moduł przełączania na rezerwę

Przeznaczenie i funkcja modułu

Moduł przeznaczony jest do tworzenia układów regulacji z podwyższoną niezawodnością, które zawierają rezerwowy zestaw mikroprocesorowy przewidziany do przejęcia pracy w wypadku występowania awarii, w którymś z zestawów podlegających rezerwacji.

Jeden zestaw rezerwowy będzie mógł rezerwować 1 do 4 zestawów pracujących.

Zadaniem modułu jest przechowywanie wartości parametrów, danych odnośnie fragmentów struktury i innych sygnałów cyfrowych istotnych z punktu widzenia pracy zestawu, występujących w każdym z zestawów podlegających rezerwacji oraz bieżące uaktualnianie tych sygnałów. Moduł przyjmuje od zestawów rezerwowych także sygnały sprawności działania tych zestawów, które to sygnały stanowią podstawę ewentualnego przełączenia na zestaw rezerwacji. W razie odebrania sygnału awarii, sygnał ten przekazywany jest do pakietu mikroprocesora zarządzającego pracą zestawu, a jednocześnie następuje odcięcie drogi dla sygnałów uaktualniających podawanych z zestawu, który uległ awarii. Otworzona natomiast zostaje droga dla sygnałów uaktualniających z modułu przełączania na rezerwę przekazywanych do zestawu, którego praca została przejęta przez zestaw rezerwowy.

Moduł umożliwia w ten sposób bezzakłóceniowe przełączenie na zestaw rezerwowy i bezzakłóceniowy powrót, po usunięciu awarii, z zestawu rezerwowego na zestaw podstawowy.

Awaria zestawu rezerwującego lub któregoś z zestawów rezerwowanych sygnalizowana jest na zewnątrz za pomocą wyjść binarnych.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Moduł zawierać będzie układy pamięci RAM podzielona na 4 pola, z których każde przeznaczone jest do rezerwacji jednego zestawu mikroprocesorowego. Dla każdego pola przewidziany jest równoległy układ interfejsu zapewniający połączenie z modułem zadawania parametrów w zestawie rezerwowanym.

Nr rejestr.4933

Każde z pól pamięci posiadać będzie podwójne bramy, dzięki czemu pamięć będzie dostępna zarówno dla poszczególnych zestawów rezerwowanych jak i dla zestawu rezerwującego.

Podstawowe parametry

Wyjścia binarne

- min. 5 wyjść

Pamięć RAM

- 4 pola pamięci, każde zawiera
min. 256 B
oraz dodatkowo 512 B

Interfejsy zewnętrzne

- 4 układy równoległego
interfejsu specjalizowanego
dla połączenia z zestawami
zarezerwowanymi

Układy dodatkowe

- układ watch - dog do
wykrywania awarii mikroproce-
sorów

Nr rejestr. 4933

6.5. Urządzenia dodatkowe

6.5.1. Terminal konserwacyjno - uruchomieniowy

Przeznaczenie i funkcje

Terminal konserwacyjno - uruchomieniowy przewidziany jest jako środek do kontroli i rozruchu systemu w lokalnych układach regulacyjnych. Będzie on mógł być również użyty jako stacyjka manipulacyjna przy regulacji prostych procesów lub jako stacyjka rezerwowa w bardziej złożonych układach automatyki. Umożliwi on odczyt wartości wewnętrznych sygnałów cyfrowych występujących w układzie regulacji, a także na odczyt i zmianę parametrów w obwodach regulacyjnych. Zapewni on pełne sterowanie obwodem regulacyjnym a w szczególności : zmianę rodzaju pracy i sterowanie ręczne procesem.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Terminal zostanie zbudowany bez użycia mikroprocesora. Zawierać on będzie przynajmniej dwa wskaźniki sygnałów oraz klawiaturę funkcyjną. Do obsługi poleceń z klawiatury będzie wykorzystany mikroprocesor wykonujący zadania regulacyjne w zestawie mikroprocesorowym.

Terminal będzie urządzeniem przenośnym o obudowie zbliżonej pod względem gabarytów do obudowy kalkulator owej.

Będzie on połączony za pomocą kabla wieloprzewodowego i odpowiedniego złącza z modułem zadawania parametrów.

Zasilanie terminalu odbywać się będzie poprzez zestaw mikroprocesorowy.

Podstawowe parametry:

Wskaźnik sygnałów: minimum 2 z których jeden co najmniej 5 cyfrowy + znak

Klawiatura : klawisze funkcyjne i numeryczne; łącznie około 20 klawiszy

Interfejs dla

zestawu mikroprocesorowego: interfejs równoległy specjalizowany

Nr rejestr. 4933

6.5.2. Specjalizowany programator pamięci EPROM

Przeznaczenie i funkcja

Programator przeznaczony jest do programowania za pomocą użytkowo - zorientowanego języka struktury układów regulacyjnych realizowanych przez zestawy urządzeń INTELEKTRAN - M. Program wynikowy wpisywany będzie do pamięci EPROM umieszczonej w podstawie programatora. Po zaprogramowaniu pamięć zostanie przeniesiona do zestawu mikroprocesorowego.

Programator powinien również umożliwić przetestowanie programu drogą jego symulacyjnego wykonania - w całości lub jego wybranych fragmentów.

Ogólna koncepcja rozwiązania

Programator zostanie zrealizowany w oparciu o sterownik mikroprocesorowy. Generowanie kodu wynikowego odbywać się będzie przy użyciu wewnętrznego translatora.

Program będzie mógł być wprowadzany z klawiatury, z taśmy perforowanej lub z taśmy magnetycznej.

Możliwe będzie wprowadzenie programu z jednoczesnym jego wydrukiem na papierze, na taśmie papierowej lub na taśmie magnetycznej. Programator będzie zawierał układy pamięci RAM, pamięć EPROM z biblioteką programów użytkowych oraz wskaźniki cyfrowe przeznaczone dla symulacji działania układu regulacji. Klawiatura funkcjonalna umożliwi zadawanie i odczyt parametrów i sygnałów w pamięci RAM.

Program użytkowy przed sprawdzeniem będzie mógł być wpisany do pamięci RAM, a następnie po sprawdzeniu przekopiowany do pamięci EPROM mikroprocesorowego zestawu regulacyjnego.

Główne parametry

- Klawiatura : klawisze funkcyjne i alfanumeryczne
Wskaźniki : co najmniej 2 wskaźniki 5-cyfrowe + znak
Interfejsy zewnętrzne : - dla drukarki
- dla dziurkarki taśmy papierowej
- dla czytnika taśmy perforowanej
- dla pamięci kasetowej

Nr rejestr.4933

7. Ogólne założenia na oprogramowanie mikroprocesorowych urządzeń regulacyjnych INTELEKTRAN - M

Ogólna charakterystyka opracowania

Oprogramowanie mikroprocesorowych zestawów regulacyjnych INTELEKTRAN - M będzie się charakteryzować:

- dostosowaniem do pracy w czasie rzeczywistym
- blokową strukturą funkcji obróbki informacji
- możliwością zadawania parametrów i struktury danego obwodu regulacji w oparciu o bibliotekę programów
- możliwością zapewnienia komunikacji:
 - a/ za pomocą szeregowego interfejsu z lokalnymi i centralnymi urządzeniami operatorskimi oraz komputerem nadrzędnym
 - b/ bezpośrednio za pomocą urządzeń obsługi poszczególnych kanałów we/wy z konwencjonalnymi urządzeniami operatorskimi przeznaczonymi dla wyboru rodzaju pracy, sterowania ręcznego, wizualizacji zmiennych itp.

Podstawowe programy przewidziane do realizacji w mikroprocesorowych urządzeniach INTELEKTRAN - M pokazane są na rys.2.

Oprogramowanie można podzielić na 4 podstawowe grupy:

- system operacyjny
- bibliotekę algorytmów regulacyjnych
- program łączący
- programy dla zapewnienia komunikacji.

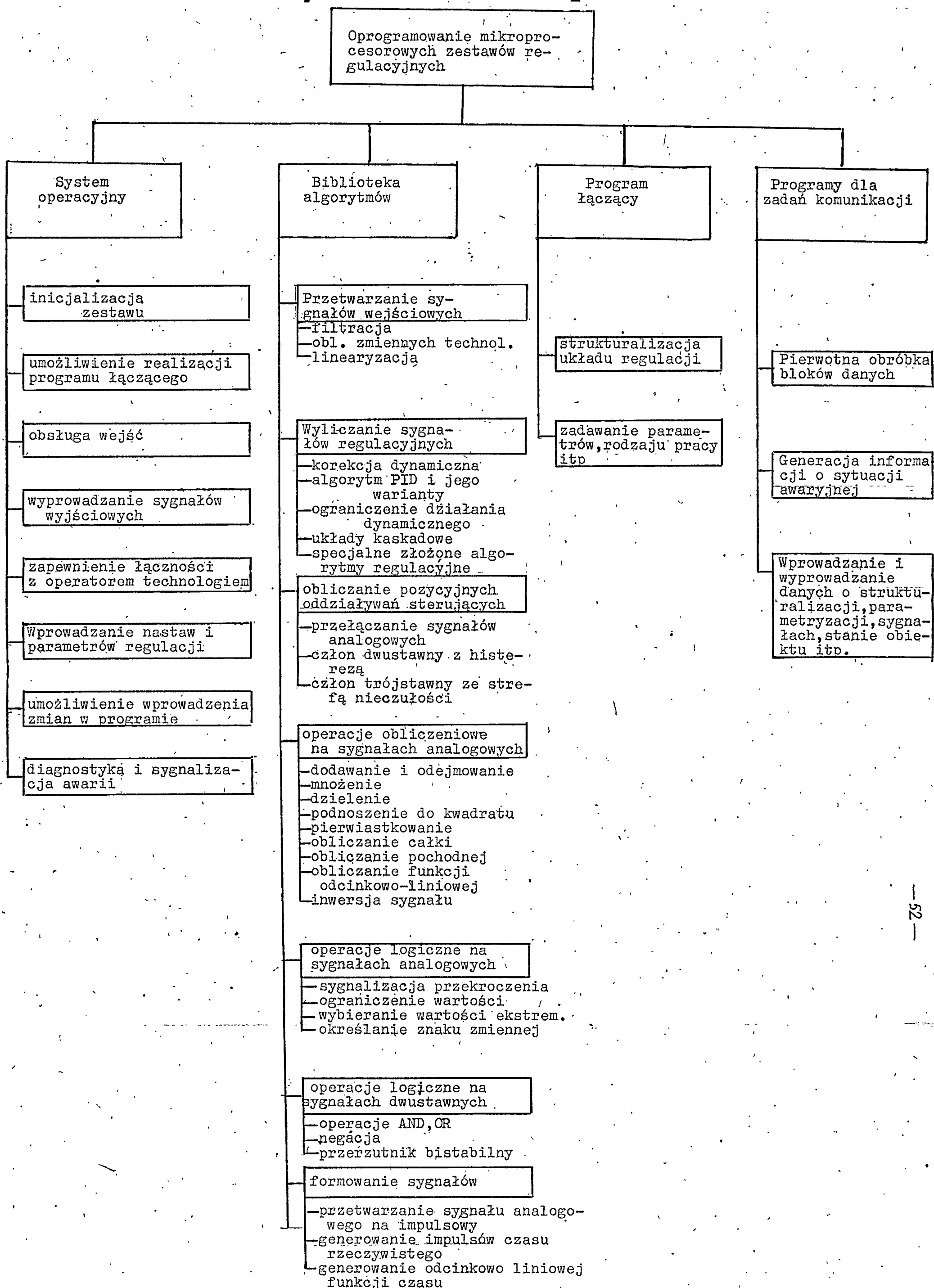
Programy systemu operacyjnego są to główne programy zarządzające pracą mikroprocesorowego zestawu regulacyjnego.

Do systemu operacyjnego należą m.inn.:

- procedury startu i restartu automatycznego
- procedury obsługi wejść i wyjść
- wprowadzanie nastaw i parametrów regulacji
- diagnostyka i sygnalizacja awarii.

W systemie INTELEKTRAN - M duże znaczenie zostanie przypisane zagadnieniom diagnostyki i autodiagnostyki.

Zawarty w pamięci program testów dotyczących sprawności hardware'u będzie uruchamiany w każdym cyklu interakcyjnym.



Rys.2. Podstawowe programy mikroprocesorowych zestawów regulacyjnych

Nr rejestr. 4933

Testowane będą wszystkie urządzenia wchodzące w skład zestawu mikroprocesorowego. Testy powinny umożliwiać bezbłędne wykrycie awarii w każdym z urządzeń. Testowaniu podlegają w szczególności: zasilanie, przetworniki analogowo- cyfrowe, porty wyjściowe /pomiar stanu wyjścia po operacji zapisu i jednostka centralna /test listy rozkazów/. W wypadku wykrycia uszkodzenia jego obecność i umiejscowienie będą pokazane operatorowi.

Sygnalizowane będą co najmniej następujące uszkodzenia:

- zanik napięcia zasilania lub przekroczenie dopuszczalnych to - lerancji zmian
- przekroczenie czasu odmierzanego przez zegar alarmu
- wykrycie błędów przetwornika a/c
- błąd wyjść analogowych
- przekroczenie czasu próbkowania
- uszkodzenie jednostki centralnej
- uszkodzenie współpracujących urządzeń analogowych

W przypadku wykrycia awarii nastąpi przesłanie alarmu wraz z jego kodem cyfrowym do urządzeń operatorskich oraz ewentualnie zależnie od charakteru uszkodzenia:

- przełączenie na sterowanie ręczne
- zamrożenie stanu wyjść
- zatrzymanie akcji mikroprocesora
- przełączenie na urządzenie rezerwowe.

Oprócz testowania urządzeń regulacyjnych testowany będzie stan obiektu. Testowane będą przede wszystkim analogowe sygnały obiektowe, dla których operator technolog przewidział dopuszczalne granice zmian, w czasie właściwego przebiegu procesu technologicznego. Istnieje możliwość testowania bardziej złożonych zależności funkcyjnych zachodzących między sygnałami procesu lecz wymaga to indywidualnego oprogramowania użytkownika.

W wypadku wykrycia przekroczenia dopuszczalnych wartości następuje sygnalizacja oraz wyświetlenie na monitorze ekranowym parametru, dla którego nastąpiło przekroczenie.

Program łączący opisuje połączenia między urządzeniami w obwodach regulacji, zadaje rodzaje pracy i parametry w poszczególnych obwodach, a także zadaje formę sygnalizacji stanu obiektu i obwodu regulacyjnego.

Bardziej szczegółowy opis programu łączącego oraz spis biblioteki roboczych algorytmów przewidzianych dla systemu INTELEKTRAN-M

znajduje się w rozdziale 8.

Programy dla zadań komunikacji spełniają następujące funkcje:

- zapewniają pierwotną obróbkę bloków danych o procesie technologicznym oraz stanach pracy urządzeń regulacyjnych i generują sygnały informujące o wystąpieniu sytuacji awaryjnej w celu ich szybkiego przekazania do urządzeń operatorskich
- umożliwiają wymianę informacji pomiędzy urządzeniami regulacji a urządzeniami operatorskimi.

Nie wszystkie dane o procesie przekazywane są cyklicznie do urządzeń operatorskich, gdyż groziłoby to przeciążeniem linii transmisyjnej PROWAY.

Wstępna obróbka informacji w urządzeniach regulacyjnych polegać będzie przede wszystkim na przygotowaniu danych do wizualizacji procesu w celu szybkiego ich przekazania, na życzenie operatora, do pulpitu operatorskiego.

Wartości sygnałów obiektowych będą normowane w stosunku do dopuszczalnego zakresu ich zmian i przygotowywane w ten sposób dane do centralnego wyświetlenia obrazu przeglądowego na monitorze.

Jeśli dla sygnału nie są ustalone specjalne granice to za dopuszczalne granice przyjmuje się zakres zmian sygnału wejściowego /4...20 mA/. Wartości wybranych sygnałów będą przechowywane w pamięci, bezpośrednio lub po ich odpowiednim rozrzedzeniu, przez czas odpowiadający kilkudziesięciu - kilkuset okresom próbkowania wstecz, w celu ich przekazania do urządzeń operatorskich dla zobrazowania krzywych trendu przy tworzeniu obrazów obwodowych. Przewiduje się wykorzystanie do tego celu bloku opóźniającego opisanego w p.8-7.11.

Nr rejestr.4933

8. Założenia odnośnie biblioteki programów regulacyjno - obliczeniowych oraz koncepcja strukturalizacji i parametryzacji obwodów

8.1. Blokowa struktura oprogramowania

Podstawą koncepcji oprogramowania jest zapewnienie użytkownikowi możliwości korzystania z systemu w sposób, do którego przywykł w systemach automatyki konwencjonalnej. Ma on do swojej dyspozycji zestaw bloków programowych niezbędnych do tworzenia struktur regulacyjnych. Bloki te dostarczają funkcje realizowane przez moduły w systemie konwencjonalnym np. blok regulatora PI, inercji, różniczki, limitera sygnału. Przy łączeniu bloków rolę okablowania między modułami spełniają adresy. Do tworzenia programowych struktur regulacji nie są wymagane umiejętności programowania - użytkownik tworzy po prostu w kolejności przez siebie ustalonej listę bloków wraz z adresami określającymi sposób ich połączenia. Nie ma ograniczeń co do kolejności łączenia bloków oraz ilości wystąpień tego samego bloku w danej strukturze.

8.2. Reprezentacja cyfrowa sygnału standardowego

Przy przetwarzaniu sygnału w blokach analogowych części centralnej systemu regulacji przyjmuje się standardowy zakres zmian sygnału 0...10V, jednolity dla wszystkich bloków i określany jako 0 ...100%.

Podobnie przy określaniu algorytmów przetwarzania cyfrowego przyjęto zakres liczbowy $0.../2^{12} - 1/$ interpretowany jako 0...100% standardowego sygnału podlegającego przetwarzaniu. Na ustalenie takiego sygnału standardowego wpłynęło założenie, że w urządzeniach systemu INTELEKTRAN -M stosowane będą przetworniki pomiarowe o rozdzielczości 12 bitów + bit znaku, co zapewnia dokładność przetwarzania rzędu 0,05%.

Sygnał standardowy zajmuje 2 bajty, tj. cały młodszy bajt i 4 mniej znaczące bity w bajcie starszym. Najbardziej znacząca pozycja w bajcie starszym jest zarezerwowana na bit znaku, przy czym sygnałem dodatnim odpowiada "0" logiczne, a sygnałem ujem-

Nr rejestr. 4933

nym "1" logiczna. Przy pomocy 2 bajtów można przekazać sygnał zawierający się w granicach - 800%...0...800% sygnału standardowego. Wartości pośrednie sygnału obliczane w poszczególnych blokach funkcjonalnych nie mogą na ogół przekraczać tego zakresu. Sygnał wyjściowy poszczególnych bloków i całego systemu jest także sygnałem standardowym zawierającym się w granicach 0...100%/lub-100% ...0...100%/, a więc sygnałem 12-bitowym + bit znaku na 15 pozycji w dwubajtowym słowie sygnałowym.

W wypadku współpracy z przetwornikami cyfrowo - analogowymi o mniejszej rozdzielności ...8...11 bitów, do współpracy z przetwornikiem wykorzystywać się będzie odpowiednio 8...11 starszych bitów sygnału standardowego oraz bit znaku. Podobnie przy współpracy od strony wejścia z przetwornikami a/c o mniejszej rozdzielności wykorzystywać się będzie jedynie starsze bity w sygnale standardowym przyjmując ostatnie niewykorzystane bity równe "0". W ten sposób będzie można wykorzystywać opracowane programy obliczeniowe przy pracy z przetwornikami a/c i c/a o różnej rozdzielności bez konieczności dokonywania w programach jakichkolwiek poprawek związanych ze zmianą skali.

8.3. Arytmetyka

We wszystkich programach stosowana jest arytmetyka stałopozycyjna. Arytmetyka ta pozwala na osiągnięcie dobrej szybkości przetwarzania przy zapewnieniu wymaganej dokładności obliczeń. Do obliczeń stosowana jest na ogół arytmetyka na liczbach dwubajtowych wzbogacona o pewne elementy arytmetyki czterobajtowej. Ma to na celu zwiększenie dokładności obliczeń tam, gdzie jest to niezbędne np. dla uniknięcia błędów statycznych w regulatorach przy dużych nastawach stałych czasowych w stosunku do okresu próbkowania.

Programy arytmetyki korzystają z liczb dwubajtowych w kodzie naturalnym tzn. na najwyższej pozycji starszego bajtu podawany jest bit znaku, a pozostałe 15 bitów określa wartość bezwzględna liczby. Jedynka na najwyższej pozycji starszego bajtu oznacza liczbę ujemną. Liczba o wartości równej zeru może być zapisana jako dodatnia lub ujemna tzn. "+ 0" lub "-0". Nie stanowi to różnicy dla wykonywanych obliczeń. Arytmetyka zawiera również podprogramy działań na liczbach dwubajtowych bez znaku,

Nr rejestr. 4933

które wykonywane są w nieco krótszym czasie i z tego względu są stosowane w miejscach, gdzie działania arytmetyczne wykonywane są wyłącznie na liczbach dodatnich.

Liczba otrzymana w wyniku wykonania operacji dodawania, odejmowania lub dzielenia musi być liczbą dwubajtową, a więc musi zawierać się w zakresie $- /2^{15} - 1/ \dots 0 \dots \pm / 2^{15} - 1/$, w przeciwnym wypadku sygnalizowane jest przepełnienie. W wyniku mnożenia 2 liczb dwubajtowych otrzymuje się liczbę czterobajtową. Dzielenie polega na podzieleniu liczby czterobajtowej przez dwubajtową. Przy dzieleniu obliczania jest reszta, która podobnie jak i wynik dzielenia zaopatrywana się w bit znaku. Reszta z dzielenia może być zapamiętana i wykorzystana w następnym cyklu obliczeń danego bloku, przez co zwiększa się dokładność obliczeń. Prawidłowe wykorzystanie reszty z dzielenia wymaga wprowadzenia do arytmetyki dodawania liczb dwubajtowych do czterobajtowych.

Programy dodawania i odejmowania zrealizowane będą w oparciu o kod dopełnieniowy do 2. Dla zamiany liczb ujemnych w kodzie naturalnym na kod dopełnieniowy / i odwrotnie / służą programy inwersji dwubajtowej i czterobajtowej.

Żaden z programów arytmetyki dwubajtowej nie wymaga /poza pamięcią stosu/ pamięci zewnętrznej RAM. Wykonanie poszczególnych działań wymaga wpisania operandów do odpowiednich rejestrów mikroprocesora i wywołanie podprogramu danego działania. Wynik działania umieszczony jest również w odpowiednich rejestrach mikroprocesora.

Do programów arytmetyki stałopozycyjnej został dołączony program dzielenia liczby 4-bajtowej przez zakres standardowy sygnału tj przez liczbę 2^{12} . Program ten ułatwia standaryzację sygnałów pośrednich i jest wykorzystywany w wielu blokach.

Wystąpienie przepełnienia będzie sygnalizowane stanem awarii. Świadczy to o wystąpieniu zakłóceń, a wyniki obliczeń jako nie-miarodajne nie będą wyprowadzane na wyjście. Błędna iteracja zostanie opuszczona i obliczenia będą podjęte dla nowych warunków wejściowych w następnym kroku.

Nr rejestr.4933

Zestawienie programów arytmetyki stałopozycyjnej opracowanych wstępnie w etapie 2 Zlecenia oraz ich podstawowe parametry znajduje się w tabelce 1. Szczegółowy opis programów arytmetyki znajduje się w pozycji /7/.

Tabela 1.

Zestawienie programów arytmetyki stałopozycyjnej.

lp	Nazwa i funkcja	Pamięć PROM w baj- tach	Max.czas wykonywa- nia /ms/	Rejestr niezmie- niane
1.	Inwersja dwubajtowa INVØ: DE <u>inv</u> DE	11	0,032	B,C,H,L
2.	Dodawanie algebraiczne 2-bajtowe DODZ: HL + DE → DE	35	0,181	-
3.	Odejmowanie algebraiczne 2-bajtowe ODMN: HL - DE → DE	38	0,185	-
4.	Odejmowanie 2-bajtowe bez wykrywania przepełnienia ODM: HL - DE → DE	14	0,102	B,C
5.	Mnożenie liczb 2-bajtowych bez znaku MULT: HL × DE → BCDE	40	1,322	H,L
6.	Mnożenie liczb 2-bajtowych ze zna- kiem MNZ: HL × DE → BCDE	25	1,387	-
7.	Dzielenie liczby 4-bajtowej przez 2- bajtową bez znaku DIV : BCDE / HL → DE /BCDE/ MOD /HL/ → BC	55	1,564	H,L
8.	Dzielenie liczby 4-bajtowej przez 2- bajtową ze znakiem DIVZ: BCDE /HL → DE /BCDE/ MOD /HL/ → BC	24	1,632	-
9.	Inwersja czterobajtowa INV1: BCDE <u>inv</u> BCDE	14	0,043	H,L
10.	Dodawanie algebraiczne liczb 2-bajto- wych do 4-bajtowych DOD1: BCDE + HL → BCDE	28	0,163	-
11.	Dzielenie liczby 4-bajtowej przez za- kres standardowy sygnału DIVP BCDE/ 0FFFH → DE	50	0,300	-

8.4. Tworzenie struktur regulacyjnych

Programy pracy odpowiadające funkcjom realizowanym przez poszczególne bloki wymagane do określonego zadania regulacyjnego będą wpisane do pamięci ROM lub PROM. Programy te będą nazywane dalej blokami funkcjonalnymi. Podobnie na drodze programowej będzie określana struktura układu regulacji tzn. nastąpi przyporządkowanie sygnałów wejściowych i wyjściowych oraz określenie połączeń strukturalnych pomiędzy poszczególnymi blokami funkcjonalnymi.

8.4.1. Swobodne programowanie struktur

Zbiór bloków funkcjonalnych będzie tworzyć rodzaj biblioteki, z której użytkownik może wybierać i dowolnie kojarzyć poszczególne pozycje.

Kolejność łączenia bloków jest analogiczna jak łączenia modułów konwencjonalnych, zgodna z kierunkiem przepływu sygnałów w strukturze. Każdy rodzaj bloku może występować dowolną ilość razy w danej strukturze. Każdy blok ma swój indywidualny czas wykonywania. Ponieważ maksymalny dopuszczalny czas cyklu dla danej struktury regulacyjnej jest ustalony na 0,5s, ogranicza to liczbę stosowanych bloków.

8.4.2. Pole sygnałowe, pole pracy bloku

W obszarze pamięci RAM wyróżnione będą dwa obszary pamięci: pole sygnałowe oraz pole pracy bloków. W polu sygnałowym przechowywane będą wszystkie sygnały wchodzące /po przetworzeniu na wartość cyfrową/ i wychodzące z systemu regulacji, a także wszystkie sygnały pośrednie występujące na wyjściach poszczególnych bloków funkcjonalnych oraz niektóre sygnały wewnętrzne poszczególnych bloków, niezbędne dla realizacji algorytmów tych bloków, np. sygnały z poprzednich chwil próbkowania w niektórych blokach dynamicznych.

Część z tych sygnałów powinna być chroniona na wypadek awarii, w związku z tym w polu sygnałowym wydzielony zostanie specjalny obszar pamięci /zasilany bateryjnie/ przewidziany dla tych sygnałów np. dla sygnału naczekowanego w regulatorach,

Nr rejestr.4933.

sygnału sterowania ręcznego, sygnału różniczkowania z poprzedniej chwili próbkowania itp.

Pole pracy bloków jest obszarem pamięci, z którego korzysta aktualnie realizowany program pracy bloku. Blok otrzymuje potrzebne mu dane z pola pracy w którym zostaje utworzona tablica danych wyjściowych dla tego bloku. Po przetworzeniu danych blok odkłada wyniki w postaci tablicy danych wyjściowych do pola pracy. Pole pracy jest wspólne dla wszystkich bloków i kolejno przydzielane blokom, których obliczanie aktualnie odbywa się.

8.4.3. Wywoływanie bloku, łączenie procedur funkcjonalnych

Wybranie bloku z biblioteki programów będzie odbywać się za pomocą programu zarządzającego wpisywanego przez użytkownika do pamięci EPROM /lub PROM/. Program użytkownika będzie zawierał wywołanie nazwy bloku oraz adresy sygnałów wejściowych i wyjściowych, zgodnie z projektem strukturalnym układu regulacji i przypisanym sygnałom miejscem w polu sygnałowym pamięci RAM. Wywołanie bloku spowoduje przepisanie sygnałów wejściowych i ewentualnych sygnałów pomocniczych z pola sygnałowego do pola pracy, wykonanie obliczeń zgodnie z algorytmem działania bloku, wyliczenie sygnałów wyjściowych i wpisanie ich pod odpowiednie adresy w polu sygnałowym. Wyliczone sygnały wyjściowe mogą być następnie pobrane do obliczeń przez następny blok wywołany przez program zarządzający.

Kolejność wywoływania poszczególnych bloków odpowiada kolejności wpisywania ich przez użytkownika do programu zarządzającego.

Do przepisywania sygnałów z pola sygnałowego do pola pracy i na odwrót służą procedury łączące WE - WY. Ich opis oraz korzystanie z nich w programie bloku w zależności od jego listy parametrów znajduje się w punkcie 8.7 niniejszej pracy. Na podstawie tego opisu użytkownik może pisać własne podprogramy w formie bloków.

8.5. Zadawanie parametrów w obwodach regulacyjnych

W systemie zachodzi potrzeba nastawy różnych parametrów i współczynników takich jak : stałe czasowe regulatorów, stałe filtracji, współczynniki wzmocnienia, wartości sygnałów polaryzacji, poziomy, ograniczenia itp. Dla ujednolicenia przyjęto, że współczynniki te będą zadawane za pomocą słowa dwubajtowego, przy czym pozycja najbardziej znacząca zarezerwowana jest dla bitu znaku.

Przy wykorzystaniu bitu znaku współczynniki mogą być nastawione jako dodatnie lub ujemne. Uzyskuje się poprzez to pewne uproszczenie niektórych algorytmów np. sumatora. Pozwala to również na łatwe wprowadzenie inwersji w regulatorze /ujemne kp/. W każdym bloku funkcjonalnym muszą być przewidziane odpowiednie współczynniki skali pozwalające na odpowiednią interpretację nastawionych parametrów i współczynników. Współczynniki skali są przy tym dobierane w ten sposób, aby zapewnić pokrycie wymagane zakresu nastaw oraz zagwarantować wymaganą dokładność nastawy, która przy bardzo małych wartościach liczbowych nastawy może być niewystarczająca z uwagi na skokową zmianę wartości nastawy.

Nastawa takich wielkości jak sygnały polaryzacji, poziomy ograniczenia itp. nie wymaga żadnych współczynników skali, gdyż wartości liczbowe są w tym wypadku interpretowane bezpośrednio jako wartości odpowiednich sygnałów.

Wartości poszczególnych współczynników będą mogły być zadawane w systemie regulacji także w inny sposób, np. za pomocą nastawy odpowiednich sygnałów napięciowych na potencjometrach. W takim przypadku konieczne jest stosowanie bloku, który przekształca zgodnie z funkcją wykładniczą wartości nastaw/dla współczynników regulacji/, odpowiadającą poszczególnym napięciom na wartości liczbowe przy uwzględnieniu odpowiednich współczynników skali.

Dla nastaw stałych czasowych regulatorów oraz współczynnika wzmocnienia takie wykładnicze przekształcenie zapewnia w przybliżeniu tę samą dokładność nastaw przy nastawach zmieniających się w bardzo szerokim zakresie.

8.6. Okres próbkowania

Przyjęto, że okres próbkowania będzie wynosić $\tau = 0,5s$. Jest to czas dostatecznie krótki w porównaniu z wymaganym zakresem nastaw stałych czasowych. System przeznaczony jest dla procesów wolnozmiennych i najkrótsze stałe czasowe są rzędu kilku - kilkunastu sekund. Z drugiej strony czas ten jest wystarczający do przeprowadzenia obliczeń programów co najmniej kilkunastu bloków funkcyjnych.

8.7. Podstawowe bloki regulacyjno- obliczeniowe

Przedstawione w dalszych punktach bloki funkcyjne są częścią całkowitego zestawu algorytmów regulacyjnych. Są to bloki podstawowe, które nie wyczerpują całej biblioteki programów użytkowych. Wywołanie bloków funkcyjnych ma jednolitą postać przedstawioną poniżej.

Wywołanie bloku:

CALL BLOK

A_1 /starszy bajt, młodszy bajt/

♦

♦

♦

A_N /starszy bajt, młodszy bajt/

B_1 /starszy bajt, młodszy bajt/

♦

♦

♦

B_M /starszy bajt, młodszy bajt/

C_1 /starszy bajt, młodszy bajt/

♦

♦

♦

C_P /starszy bajt, młodszy bajt/

} adresy N sygnałów wejściowych

} adresy M sygnałów wejściowo-wyjściowych

} adresy P sygnałów wyjściowych

Jak widać, lista parametrów bloku jest ułożona w sposób uporządkowany - najpierw sygnały wejściowe, następnie sygnały wejściowo-wyjściowe, a na końcu sygnały wyjściowe. Bloki korzystają z pro-

cedur WE-WY, które zajmują się transferem danych z pola sygnałowego do pola pracy, a po dokonaniu obliczeń, z pola pracy do pola sygnałowego.

Sposób korzystania z procedur WE-WY w programie bloku przedstawiono poniżej.

Wywołanie prodecur WE-WY w programie bloku funkcjonalnego:

BLOK: LIXI H,ADRES

MVI M, /N + M/

INX H

MVI M, N

INX H

MVI M, /M+P/

POP H

PUSH H

CALL WE

•
•
•
•
•
•

POP H

CALL WY

PUSH D

RET

umieszczenie danych N+M,N,M+P w komórkach
pamięci pracy ADRES,
ADRES +1, ADRES + 2

załadowanie rejestrów HL adresem A1 w pro
gramie zarządzającym

instrukcje bloku

złożenie na stos adresu następnej po
liście parametrów instrukcji programu
zarządzającego

Nr rejestr.4933

8.7.1. Blok mnożący - dzielnicy BMD

Blok mnożący - dzielnicy posiada 3 wejścia i jedno wyjście i realizuje funkcję:

$$V = \frac{K1 + X1 + P1}{K3 + X3 + P3} \cdot \frac{K2 + X2 + P2}{K3 + X3 + P3}$$

gdzie:

X1, X2, X3 - sygnały wejściowe o zakresach 0% ± 100% w stosunku do sygnału standardowego

V - sygnał wyjściowy o zakresie 0 ± 100% w stosunku do sygnału standardowego

K1, K2, K3 - nastawne współczynniki o zakresie 0 ± 1

P1, P2, P3 - nastawne przesunięcia w zakresie 0...± 100%

Współczynniki K nastawiane są za pomocą dwubajtowej liczby K*, przy czym obowiązuje zależność:

$$K = \frac{K^*}{2^{12} - 1}$$

Wywołanie bloku: CALL BMD

AK1	}	sygnały wejściowe
AP1		
AK2		
AK2		
AK3		
AP3		
AX1		
AX2	}	sygnał wyjściowy
AX3		
AV		

Liczba A przed symbolem danego sygnału oznacza jego adres.

8.7.2. Blok pierwiastkowania SQR

Blok realizuje funkcję:

$$Y = K \cdot X$$

gdzie: K = 0FFFFH /zakres standardowy/

X - sygnał wejściowy dodatni

Nr rejestr.4933

Realizacja programu bloku oparta jest na zależności numerycznej

$$A_{n+1} = \frac{A_n + \frac{A_0}{A_n}}{2}$$

Dokładność obliczeń ± 1 bit

Wywołanie bloku: CALL SQR

AX /adres wejścia/

AY /adres wyjścia/

8.7.3. Blok funkcji eksponentialnej EXP

Blok realizuje funkcję

$$Y = Ke^X$$

gdzie : X - sygnał dodatni w zakresie 0%...100% sygnału standardowego

K - stała proporcjonalności /równa 2^3 /

Y - sygnał wyjściowy w zakresie 0...800% sygnału standardowego.

Blok służy do zadawania stałych czasowych. Przyjęto, że napięciu wejściowemu na przetworniku a/c $x = 0V$ odpowiada stała czasowa $T = 0,5s$ reprezentowana przez wielkość cyfrową $Y = 0004H$. Napięciu wejściowemu $X = 10V$ / $X = 0FFFH$ / odpowiada stała czasowa $T = 68 \text{ min.} 16s$. Dla napięcia $9V$ / $X_{\max} = 0E6CH$ / wartość funkcji eksponentialnej wynosi $Y_{\max} = 7FFFH$. Stałe czasowe w zakresie $T = 1s - 67 \text{ min}$ / $x = 0,67V - 9,0 V$ / nastawione są z błędem $\leq 3\%$.

Wartości funkcji eksponentialnej wyliczane są metodą aproksymacji liniowej bazującej na 34-ro elementowej tabeli wartości funkcji.

Wywołanie bloku

CALL EXP

AX

AY

8.7.4. Blok sumatora BSUM

Blok sumatora posiada 4 wejścia X_1 , X_2 , X_3 i X_4 oraz jedno wejście V i realizuje funkcję

$$V = K_1 \cdot X_1 + K_2 \cdot X_2 + K_3 \cdot X_3 + X_4 + A$$

gdzie:

K_1 , K_2 , K_3 - współczynniki nastawiane w zakresie $0 \dots \pm 1$

A - przesunięcie w zakresie $0\% \dots \pm 100\%$ sygnału standardowego

Współczynniki K nastawione są za pomocą dwubajtowej liczby K^x przy czym obowiązuje zależność:

$$K = \frac{K^x}{2^{12} + 1}$$

Wywołanie bloku:

CALL BSUM

AK1	}	sygnały wejściowe
AK2		
AK3		
AA		
AX1	}	sygnały wejściowe
AX2		
AX3		
AX4		
AV	}	sygnał wyjściowy

8.7.5. Blok uśredniający SRED

Blok uśredniający realizuje uśrednienie n sygnałów wg wzoru:

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

X_i - sygnał wejściowy

n - liczba sygnałów $/2 \leq n \leq 8/$

V - sygnał wyjściowy

Blok posiada $n + 1$ wejść oraz jedno wyjście.

Nr rejestr. 4933

Wywołanie bloku:

CALL SRED

AN

AX₁

•

•

•

AX_n

AV

} sygnały wejściowe

} sygnał wyjściowy

Adres AN powinien znajdować się w polu pamięci chronionej.

8.7.6. Blok aproksymacji liniowej APR

Blok służy do aproksymacji przebiegu nieliniowego określonego poprzez n - elementową tablicę równoodległych punktów odniesienia.

Aproksymacja dokonywana jest wg wzoru:

$$Y = Y_i + \frac{Y_{i+1} - Y_i}{DX} \cdot r$$

przy czym:

$$i = (X - X_0) / \text{mod } DX$$

$$r = (X - X_0) - i \cdot DX$$

gdzie:

X - sygnał wejściowy

X₀ - wartość początkowa na osi odciętych aproksymowanego przebiegu

DX - odstęp próbkowania przebiegu

Y_i - i - ta wartość z tabeli rzędnych aproksymowanego przebiegu

Y - sygnał wyjściowy

Jeżeli zmienna wejściowa jest poza zakresem tabeli, to wyjście przybiera wartość kresu dolnego lub górnego tabeli i jest to sygnalizowane wskaźnikiem S / S = 0000H - przekroczenie nie nastąpiło, S = FFFFH - przekroczenie zakresu górnego, S = 1111H - przekroczenie zakresu dolnego/.

Nr rejestr.4933

Aproksymacja dokonywana jest z dokładnością ± 1 bit.

Wywołanie bloku:

CALL APR

AX

AXo

ADX

AN

AY1

.

.

.

.

AYN

AY

AS

sygnały wejściowe

sygnały wyjściowe

przy czym:

AX - adres sygnału wejściowego X

AXo - adres wartości początkowej Xo

ADX - adres wartości odstępu próbkowania DX

AN - adres ilości punktów aproksymujących $2 \leq n \leq 250$

AY - adres sygnału wyjściowego Y

AS - adres sygnału przekroczenia zakresu S

AY1...AYN - adresy tabeli wartości funkcji aproksymowanej

Wartości Xo,DX,N,Y1,...,YN powinny być umieszczone w polu pamięci chronionej.

8.7.7. Blok limitera sygnału OGR

Program bloku realizuje zależność

$$Y = \min \left\{ \left[\max \ /X, XMIN/ \right], \ / XMAX / \right\}$$

gdzie: X - sygnał wejściowy

XMIN - sygnał poziomu ograniczenia dolnego

YMAX - sygnał poziomu ograniczenia górnego

Y - sygnał wyjściowy

Blok sygnalizuje również przekroczenie poziomów ograniczenia za pomocą wskaźnika S/ S = 0000H - przekroczenie nie nastąpiło

S = 0101H - przekroczenie ograniczenia dolnego, S = FFFFH -

- przekroczenie ograniczenia górnego/.

Wywołanie bloku:

CALL OGR

AX	}	sygnały wejściowe
AXMAX		
AXMIN		
AY	}	sygnały wyjściowe
AS		

8.7.8. Blok wybierania wartości maksymalnej MAX

Blok służy do wyboru największego sygnału z zadeklarowanej ilości N sygnałów wejściowych.

Symboliczna funkcja:

$$Y = \text{MAX}\{X_1, X_2, \dots, X_N\}$$

gdzie :

$X_1, X_2, \dots, X_N$ - N sygnałów wejściowych

Y - sygnał wyjściowy bloku

Wywołanie bloku

CALL MAX

AN	}	sygnały wejściowe
AX1		
•		
•		
•		
AX _N	}	sygnał wyjściowy
AY		

Wartość N powinna być umieszczona w polu pamięci chronionej.

8.7.9. Blok wybierania wartości minimalnej MIN

Blok służy do wyboru najmniejszego sygnału z zadeklarowanej ilości N sygnałów wejściowych.

Symboliczna funkcja:

$$Y = \text{MIN}\{X_1, X_2, \dots, X_N\}$$

gdzie:

$X_1, X_2, \dots, X_N$ - N sygnałów wejściowych

Y - sygnał wyjściowy bloku

Wywołanie bloku:

CALL MIN

AN

AX₁

⋮

⋮

⋮

AX_N

AY

} sygnały wejściowe

} sygnał wyjściowy

Wartość N powinna być umieszczona w polu pamięci chronionej.

8.7.10. Blok inercji BT1

Blok inercji posiada jedno wejście X i jedno wyjście Y i realizuje charakterystykę dynamiczną opisaną transmitancją:

$$Y /s/ = \frac{1}{1 + Ts} X /s/$$

gdzie:

X /s/ - transformata Laplace'a sygnału wejściowego

Y/s/ - transformata Laplace'a sygnału wyjściowego

T - stała czasowa inercji

Wychodząc z powyższej transmitancji otrzymuje się równanie różnicowe:

$$Y /n/ + Y/n/ - Y /n - 1/ \frac{T}{\tau} = X /n/$$

stąd po przekształceniu otrzymujemy:

$$Y/n/ = \frac{X/n/ + \frac{T}{\tau} 4 / n - 1/}{1 + \frac{T}{\tau}}$$

gdzie: τ - okres próbkowania

Dla bloku przyjęto zakres nastaw stałej inercji $T = 1s \dots 2048s$

Stałą inercji nastawia się za pomocą dwubajtowej liczby T^x , przy czym obowiązuje zależność:

$$T = \frac{T^x}{2^4}$$

Nr rejestr. 4933

Uwzględniając powyższą zależność oraz przyjmując, że $\tau = 0,5s$ otrzymujemy:

$$Y/n/ = \frac{2^3 \cdot X/n/ + T^X \cdot Y/n - 1/}{2^3 + T^X}$$

W stanie ustalonym sygnał wyjściowy bloku inercji musi być dokładnie równy sygnałowi wejściowemu, gdyż decyduje to o błędzie podstawowym bloku. Jednak z uwagi na duże wartości stałej inercji w stosunku do okresu próbkowania, zmiana sygnału wyjściowego $Y/n/$ przy dochodzeniu do stanu ustalonego jest w ciągu jednego okresu próbkowania z reguły znacznie mniejsza od 1 bitu. Sygnał wyjściowy z bloku wykorzystywany w innych blokach lub wyprowadzany na zewnątrz za pośrednictwem przetwornika c/a określany jest z dokładnością do 1 bitu. Dla uniknięcia błędów, musi być obliczona dokładna wartość zmiany sygnału wyjściowego i zapamiętana do wykorzystania w następnym okresie próbkowania. Dla spełnienia tych wymagań posłużono się programem dzielenia z resztą. Reszta z dzielenia jest pamiętana i wykorzystywana w następnym okresie próbkowania. Z uwagi na brak w arytmetyce stałopozycyjnej programu dodawania czterobajtowego przy obliczaniu wartości $Y/n/$ wykonuje się dwukrotne dzielenie.

Wywołanie bloku:

CALL BT1

AX	}	sygnały wejściowe
AT		
Ar	}	sygnały wyjściowe
AY		

gdzie:

AX - adres sygnału wejściowego $X/n/$
 AT - adres wartości stałej inercji T
 Ar - adres wartości reszty z dzielenia
 AY - adres sygnału wyjściowego $Y/n/$

71

Nr rejestr.4933

8.7.11. Blok opóźniający OPZ

Blok opóźniający realizuje opóźnienie sygnału wejściowego X o n okresów próbkowania, co można przedstawić za pomocą transformacji:

$$Y/s/ = e^{-sn\tau} \cdot X/s/$$

gdzie:

X/s/ - transformata Laplace'a sygnału wejściowego

Y/s/ - transformata Laplace'a sygnału wejściowego

nτ - czas opóźnienia

Działanie bloku polega na wprowadzaniu aktualnej wartości wejściowej X do tablicy warunków początkowych i na wyprowadzaniu z niej wartości opóźnionej Y. Tablica zawiera n, 2 -bajtowych warunków początkowych ułożonych w kolejności X/ - nτ / , X[-(n-1)τ / , ..., X / - τ / od adresu Adr.

Element tablicy podlegający wymianie określany jest wskaźnikiem we/wy I, który jest kasowany co n kroków. Blok wymaga rezerwacji dodatkowej pamięci o polu 2 n bajtów.

Wywołanie bloku :

CALL OPZ

AX	}	wejścia
AAdr		
An		
AI		
AY	}	wyjścia

gdzie:

AX - adres sygnału wejściowego X

AAdr - adres zawierający adres początkowy tabeli przechowywania wartości

An - adres ilości cykli opóźnienia

AI - adres wskaźnika we/wy I

AY -adres sygnału wyjściowego Y

Jeżeli chcemy, żeby blok rozpoczął wyprowadzanie od pierwszego elementu tabeli o adresie Adr zawierającego warunek początkowy X/ - nτ / , to należy ustawić wskaźnik we/wy na I = FFFFH.

Nr rejestr. 4933

Elementy tabeli warunków początkowych oraz wszystkie sygnały występujące w liście łączącej powinny znajdować się w polu chronionym.

8.7.12. Blok regulatora PI REG1

Regulator realizowany przez blok REG-1 może znajdować się w dwóch stanach pracy:

- w stanie pracy ręcznej
- w stanie sterowania automatycznego.

W stanie pracy ręcznej sygnał wyjściowy regulatora równy jest sygnałowi sterowania ręcznego R, który ewentualnie może być ograniczony co do wartości.

W stanie tym przewidziane jest nadążanie sygnału wyjściowego członu PI regulatora za sygnałem sterowania ręcznego, co zapewnia w rezultacie bezzakłóceniowe przełączenie ze sterowania ręcznego na sterowanie automatyczne.

Przy sterowaniu automatycznym, w liniowym zakresie regulacji sygnał wyjściowy regulatora określony jest następującym wyrażeniem:

$$Y_{wy} / n / = k_p \cdot E / n / + \left[\sum k_p \frac{\tau}{T_i} \cdot E / n / + Y_D / n / \right]$$

$$E / n / = WZ / n / - X / n /$$

gdzie:

$Y_{wy} / n /$ - sygnał wyjściowy regulatora w chwili próbkowania n

$Y_D / n /$ - sygnał wyjściowy bloku różniczkującego w chwili n

$E / n /$ - sygnał uchybu w chwili n

$X / n /$ - sygnał wejściowy w chwili n

$WZ / n /$ - sygnał wartości zadanej w chwili n

k_p - współczynnik wzmocnienia regulatora

T_i - czas całkowania

τ - okres próbkowania.

Współczynnik wzmocnienia regulatora k_p nastawiony jest w zakresie od ok. 0,1 do ok. 125 co odpowiada nastawie zakresu proporcjonalności w granicach od 0,8 % do 1000 %. Nastawa odbywa

się za pomocą dwubajtowej liczby k_p^* , przy czym obowiązuje zależność:

$$k_p = \frac{k_p^*}{2^8}$$

Stała całkowania T_i regulatora nastawiana jest w zakresie od ok. 1s do ok. 4000s /tj.ok. 66 min/. Nastawa odbywa się za pomocą dwubajtowej liczby I^* , przy czym obowiązuje zależność:

$$T_i = \frac{I^*}{2^3}$$

Ustawiając do wzoru na sygnał wyjściowy regulatora k_p^* oraz I^* w miejsce k_p i T_i oraz przyjmując $\tau = 0,5s$ otrzymujemy:

$$Y_{wy} /n/ = Y_p /n/ + Y_I /n/ = Y_D /n/$$

przy czym:

$$Y_p /n/ = k_p^* E /n/ \cdot 2^{-8}$$

$$Y_I /n/ = \sum \frac{k_p^*}{I^*} E /n/ \cdot 2^{-6}$$

gdzie:

$Y_p /n/$ - składowa proporcjonalna w działaniu dynamicznym regulatora

$Y_I /n/$ - składowa całkowa " " " "

$Y_D /n/$ - składowa różniczkowa " " " "

Ograniczenie całkowania w regulatorze zrealizowane jest na sygnale PI i spełnia analogiczną funkcję jak w sygnałach analogowych.

Inwersję działania regulatora tj. uzyskanie odwrócenia lub nieodwrócenia fazy sygnału w stosunku do sygnału wejściowego uzyskuje się za pomocą bitu znaku w liczbie k_p określającej nastawę wzmocnienia regulatora.

Stan rodzaju sterowania : automatyka lub sterowanie ręczne określa jednobajtowa liczba A/R : A/R = 0 dla sterowania automatycznego i A/R $\neq$ 0 dla sterowania ręcznego.

Dla eliminacji uchybu statycznego regulatora, przy dużych wartościach nastawy czasu całkowania, działanie całkujące w regulatorze wykonywane jest z maksymalną dokładnością tzn. w żadnym momencie nie jest pomijany żaden z bitów sygnału uchybu.

Wywołanie bloku:

CALL REG1

AX	}	wejścia
AWZ		
AYD		
AK _p		
AI		
AO _g		
AO _d		
AR		
AA/R	}	wyjścia
AY _I		
Ar ₀		
Ar ₁		
AE		
AY		

gdzie:

AX - adres sygnału wejściowego X

AWZ - adres sygnału wartości zadanej WZ

AY_D - adres sygnału różniczkowania Y_D

AK_p - adres nastawy wzmocnienia k_p

AI - adres nastawy stałej całkowania I

AO_g /AO_d / - adres nastawy poziomu ograniczenia górnego O_g
/dolnego O_d/

AR - adres sygnału sterowania ręcznego R

AA/R - adres sygnału rodzaju pracy A/R

AY_I - adres sygnału wartości składowej całkowej Y_I

Ar₀ - adres reszty r₀

Ar₁ - adres reszty r₁

AE - adres sygnału uchybu regulacji E

AY - adres sygnału wyjściowego regulatora Y

8.7.13. Blok różniczkowania RED 1

Blok różniczkowania realizuje charakterystykę dynamiczną opisaną transmitancją Laplace'a:

$$Y/s/ = K_p \frac{s \cdot T_d}{1 + s \frac{T_d}{K}} \cdot X/s/$$

gdzie:

X/S/ - transformata Laplace'a sygnału wejściowego

Y /s/ - transformata Laplace'a sygnału wyjściowego

T_d - stała czasowa różniczkowania

K - wzmacnienie różniczkowania

K_p - współczynnik wzmacnienia regulatora

Blok różniczkowania posiada dwa stany pracy wymagane przy realizacji struktury regulatora PID lub PD tzn. stan pracy ręcznej i stan pracy automatycznej.

W stanie pracy ręcznej sygnał wyjściowy bloku jest równy zeru, natomiast sygnał wejściowy jest uaktualniany umożliwiając bezzakłócenkowe przejście ze sterowania ręcznego na automatyczne.

Przy sterowaniu automatycznym w liniowym zakresie regulacji sygnał wyjściowy bloku różniczkowania opisany jest następującym równaniem :

$$Y /n/ = \frac{T_d \cdot K_p}{\tau + \frac{T_d \cdot K_p}{K}} X/n/ - X/n-1/ + \frac{\frac{T_d + K_p}{K}}{\tau + \frac{T_d \cdot K_p}{K}} \cdot Y/n-1/$$

gdzie:

Y/n/ - sygnał wyjściowy w chwili próbkowania n

X/n/ - sygnał wejściowy w chwili próbkowania n

X/n-1/ - sygnał wejściowy w chwili próbkowania n - 1

Y/n-1/ - sygnał wyjściowy w chwili próbkowania n - 1

τ - okres próbkowania

T_d, K_p, K - nastawy

Dla bloku różniczkowania przyjęto zakres nastaw stałej czasowej różniczkowania T_d = 3s ... 2048 s.

Stają czasową różniczkowania nastawia się za pomocą dwubajtowej liczby T_d^{*}, przy czym obowiązuje zależność:

$$T_d = \frac{T_d^*}{2^4}$$

Wzmocnienie różniczkowania nastawiane jest w zakresie od 3 do 30. Nastawa odbywa się za pomocą dwubajtowej liczby K^* , przy czym:

$$K = \frac{K^*}{2^8}$$

Współczynnik wzmocnienia regulatora K_p nastawiany jest w zakresie od ok. 0,1 do ok.125. Nastawa także odbywa się za pomocą dwubajtowej liczby K_p^* przy czym obowiązuje zależność

$$K_p = \frac{K_p^*}{2^8}$$

Współczynnik wzmocnienia regulatora wykorzystywany jest do realizacji struktury regulatorów PD i PID.

Przy innych możliwych wykorzystaniach bloku różniczkowania nastawa K_p jest równa 1.

Wstawiając do wzoru na sygnał wyjściowy bloku różniczkowania nastawy T_d^* , K^* , K_p^* i przyjmując okres próbkowania $T = 0,5$ sec otrzymujemy:

$$Y/n/ = \frac{\frac{T_d^* \cdot K_p^*}{2^{14}}}{2^{-1} + \frac{T_d^* \cdot K_p^*}{K^* \cdot 2^5}} \left[X/n/ - X/n-1/ \right] \cdot 2 + \frac{\frac{T_d^* \cdot K_p^*}{K^* \cdot 2^5}}{2^{-1} + \frac{T_d^* \cdot K_p^*}{K^* \cdot 2^5}} \cdot Y/n-1/$$

Blok różniczkowania RED1 realizuje funkcję "zachowania pola".

Funkcja ta powoduje wydłużenie czasu przebywania bloku w stanie nasycenia, co stanowi pewnego rodzaju rekompensatę ze względu na "obcięcie" amplitudy sygnału różniczkowania, na skutek działania poziomów ograniczenia.

W stanie ustalonym sygnał wyjściowy bloku różniczkowania musi być dokładnie równy zeru, z powodu niebezpieczeństwa powstania statycznego uchybu regulacji. Z uwagi jednak na duże wartości stałej czasowej różniczkowania, znacznie większej od okresu próbkowania, zmiana sygnału wyjściowego $Y/n/$ przy dochodzeniu do wartości zerowej w ciągu jednego okresu próbkowania jest dużo mniejsza od 1 bitu. Dlatego wykorzystywany jest podprogram dzielenia z resztą, w wyniku którego powstała reszta jest pamiętana i wykorzystywana do obliczeń w następnym okresie próbkowania.

Nr rejestr. 4933

Wywołanie bloku różniczkowania:

CALL RED1

AX _i	}	wejścia
AT _D		
AK		
AA/R		
AK _p		
AO _g		
AO _d		
Ar	}	wyjścia
AX _{i-1}		
AY		

przy czym:

AX_i - adres sygnału wejściowego X w bieżącej chwili próbkowania

AT_D - adres nastawy stałej czasowej różniczkowania T_D

AK - adres nastawy wzmocnienia różniczkowania K

AA/R - adres sygnału rodzaju pracy A/R

AK_p - adres nastawy wzmocnienia K_p

AO_g / AO_d / adres nastawy poziomu ograniczenia górnego Og / dolnego Od /

Ar - adres reszty

AX_{i-1} - adres sygnału wejściowego X z poprzedniej chwili próbkowania

AY - adres sygnału wyjściowego Y w danej chwili próbkowania, będącego równocześnie warunkiem początkowym dla następnej chwili próbkowania.

Adresy sygnałów X_{i-1} oraz Y powinny znajdować się w polu pamięci chronionej.

8.8. Zestawienie parametrów programów regulacyjno - obliczeniowych

Przedstawiony w poprzednim punkcie zestaw bloków funkcjonalnych został wstępnie zrealizowany programowo i sprawdzony na sprzęcie INTELDIGIT - PI.

Charakteryzuje się on orientacyjnymi parametrami przedstawionymi w tabeli 2. Dane te pozwalają na oszacowanie, ile programów bloków funkcjonalnych może być wykonanych podczas jednego okresu próbkowania oraz na oszacowanie zapotrzebowania pamięci pola sygnałowego, pola chronionego oraz pola pracy.

Przykładowo podczas jednego cyklu próbkowania można zrealizować programowo około 30 regulatorów PI lub 10 regulatorów PID lub 3 struktury regulacyjne, w których wszystkie wymienione w tabeli bloki występują po jednym razie. Wyniki te otrzymano przy założeniu, że obliczenia algorytmiczne w jednym okresie próbkowania nie powinny przekraczać czasu 0,3s.

Tabela 2

Zestawienie parametrów bloków funkcjonalnych

Nazwa kodu	ilość sygna- łów	ilość sygn. - wejś - ciowych	ilość sygn. - wyjś - cio- wych	ilość sygn. - we-wy	ilość sygn. - chro - nio - nych	Zapotrzebo- wanie pamięci w bajtach programu blo - ku	max czas wy- konywa- nia w ms	
regulator PI REG1	14	9	2	3	1	230	31	8,0
różniczka D z rozbudowanym ograniczeniem RED1	10	7	-	3	2	369	23	19,1
inercja BT1	4	2	-	2	1	98	11	7,3
opóźnienie OPZ /ilość cykli opóźnienia n/	5	3	1	1	n+5	63	13+2n	0,6
ograniczenie OGR	5	3	2	-	-	144	13	1,0
mnożąco-dzielący BMD	10	9	1	-	-	162	23	9,9
pierwiastkujący SQR	2	1	1	-	-	133	-	16,7
sumator BSUM	9	8	1	-	-	122	21	6,9
wybierak maksimum MAX	4÷10	3÷9	1	-	1	122	11÷23	1,4
wybierak minimum MIN	4÷10	3÷9	1	-	1	122	11÷23	1,4
funkcja ekspoten- cjalna EXP	2	1	1	-	-	200	-	5,0
uśrednianie SRED	4÷10	3÷9	1	-	1	73	7÷19	4,2
aproksymacja APR n = 8	14	12	2	-	3 + n	232	15+n2	7,0
węzeł sumacyjny SUM	3	2	1	-	-	36	-	0,3

Nr rejestr.4933

8.9. Przykłady realizacji struktur regulacyjnych

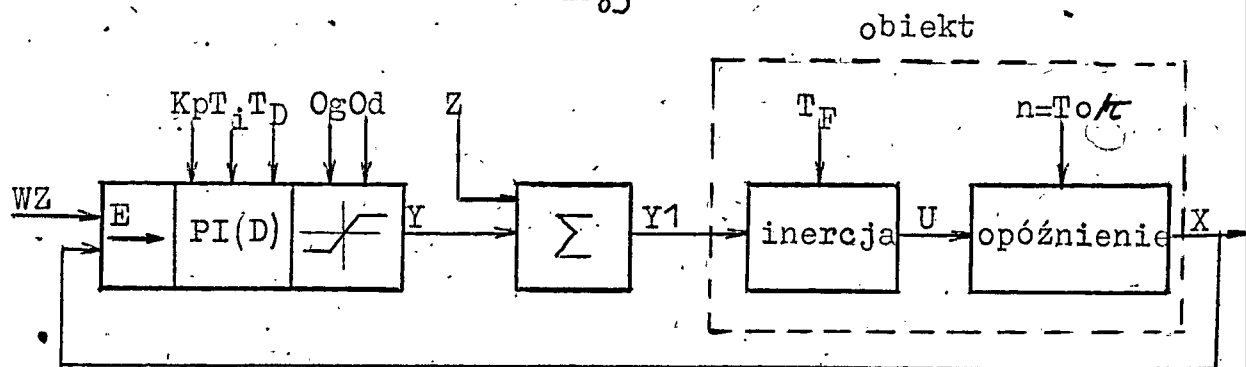
W celu sprawdzenia współdziałania bloków funkcjonalnych zamodelowano na zestawie prosty układ regulacji, którego schemat blokowy przedstawiony jest na rys. 3.

Szczegółowy schemat układu regulacji, będący podstawą do programowania struktury regulacyjnej przedstawiony jest na rys.4.

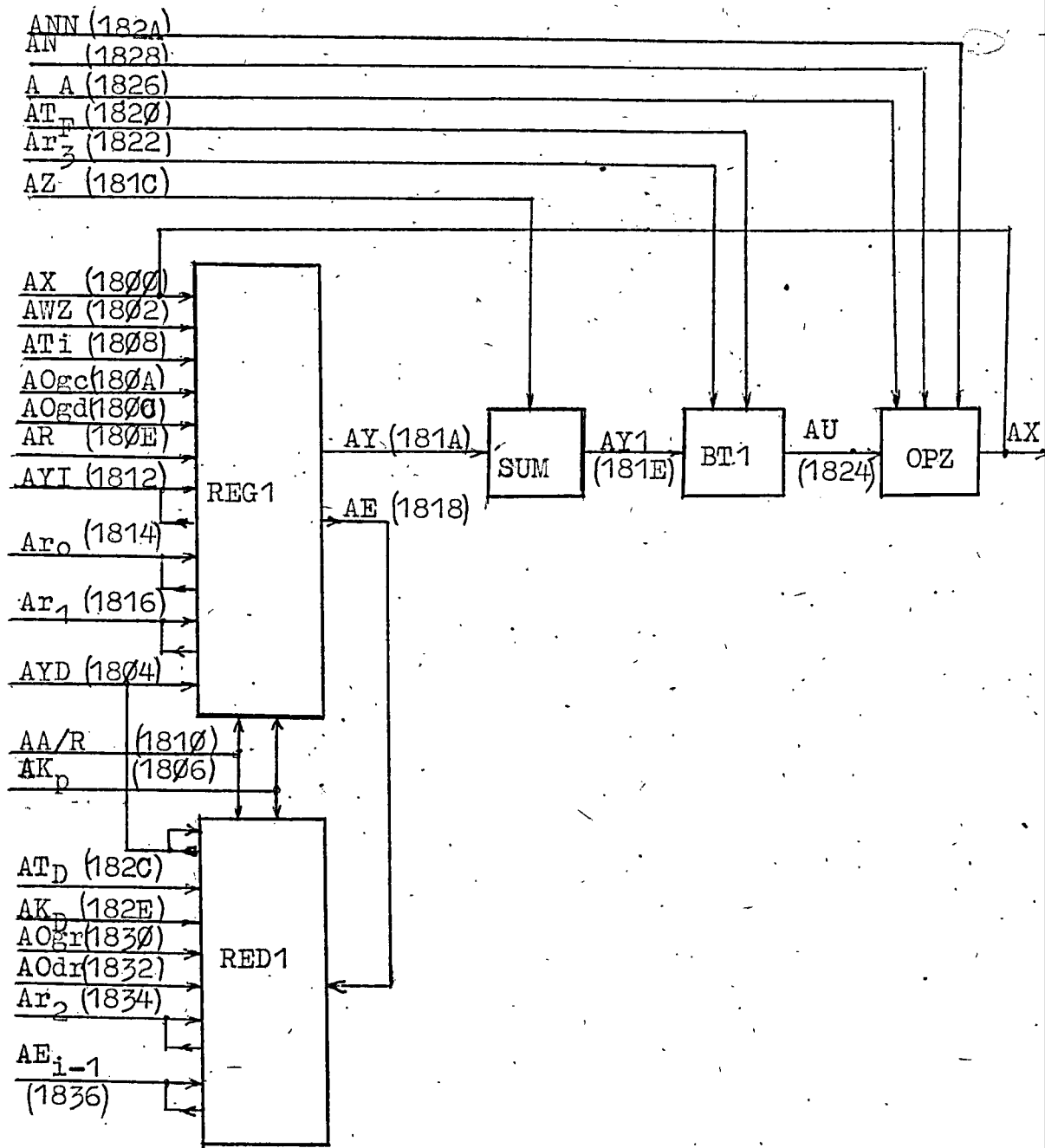
Wszystkie bloki przedstawione na rysunkach są zrealizowane jako procedury. Regulator PID składa się z dwóch bloków: jeden dla części PI /REG1/, drugi dla części D /RED1/. Obiekt został zrealizowany za pomocą dwóch bloków: inercji BT1 oraz opóźnienia OPZ. Nastawy parametrów regulatorów dobierano doświadczalnie kierując się całkowitym kryterium jakości regulacji.

Program PUR modelujący prosty układ regulacji przedstawiony jest poniżej.

PUR : CALL REG1	CD CD 14
AX	1800
AWZ	1802
AY _D	1804
AKp	1806
AI	1808
AOgc	180A
AO _{dc}	180C
AR	180E
AA/R	1810
AYI	1812
Ar ₀	1814
Ar ₁	1816
AE	1818
AY	181A
CALL SUM	CD A0 18
AY	181A
AZ	181C
AY1	181E
CALL BT1	CD 69-15
AY1	181E
AI _F	1820
Ar2	1822
AU	1824



Rys. 3. Uproszczony schemat układu regulacji.



Rys. 4. Szczegółowy schemat układu regulacji będący podstawą programowania.

Nr rejestr.4933

CALL OPZ

CD 86 15

AU

1824

AA

1826

AN

1828

ANN

182A

AX

1800

CALL RED1

CD D6 19

AE

1818

AT_D

1820

AK

182E

AA/R

1810

AK_p

1806

AO_{gr}

1830

AO_{dr}

1832

Ar₃

1834

AE_{i-1}

1836

AY_D

1804

RET

C9

Lista zmiennych przedstawiona jest poniżej:

	adres	znaczenie
sygnały wejściowe i wyjściowe	AX /1800 /	wielkość regulowana X
	AWZ /1802/	wartość zadania WZ
	AY _D /1804/	sygnał różniczkowania Y _D
	AK _p /1806/	wzmocnienie K _p regulatora PID
	AT _i /1808/	stała czasowa T _i części PI
	AD _{gc} /180A/	nastawa poziomu ograniczenia górnego części PI
	AD _{dc} /1800/	" " " dolnego części PI
	AR /180E/	sygnał sterowania ręcznego R
	AA/R /1810/	sygnał rodzaju pracy A/R
	AZ /181C/	sygnał zakłócenia Z
	AT _F /1820/	stała czasowa inercji obiektu T _F
	AA /1826/	adres początkowy A przechowywania wartości dla osłon opóźniającego
	AN /1828/	ilość cykli opóźnienia N = T ₀ /τ

Nr rejestr.4933.

sygnały wewnętrzne	AI _D /182C/	stała czasowa różniczkowania T _D części D
	AK /182E/	wzmocnienie różniczkowania K
	AO _{gr} /1830/	nastawa poziomu ograniczania górnego części D
	AO _{dr} /1832/	" " " dolnego " "
	AY _I /1812/	sygnał składowy całkowy Y _I
	A _{ro} /1814/	reszta r ₀ części PI : REG 1 → REG 1
	A _{r1} /1816/	reszta r ₁ części PI: REG1 → REG1
	AE /1818/	sygnał uchybu regulacji E:REG1 → RED1.
	AY /181A/	sygnał wyjściowy Y regulatora PI: REG1 → SUM
	AY1 /181E/	sygnał Y1 : SUM → BT1
	A _{r2} /1822/	reszta r ₂ inercji: BT1 → BT1
	AU /1824/	sygnał U: BT1 → OPZ
	A _{r3} /1824/	reszta r ₃ części D : RED1 → RED1
	AE _{i-1} /1836/	wartość uchybu z poprzedniego próbkowania: RED1 → RED1

Badano układ z regulatorem PI oraz PID. Czas wykonywania programu PUR wynosi $t_{\max} = 16,1$ ms z regulatorem PI oraz $t_{\max} = 35,1$ ms z regulatorem PID.

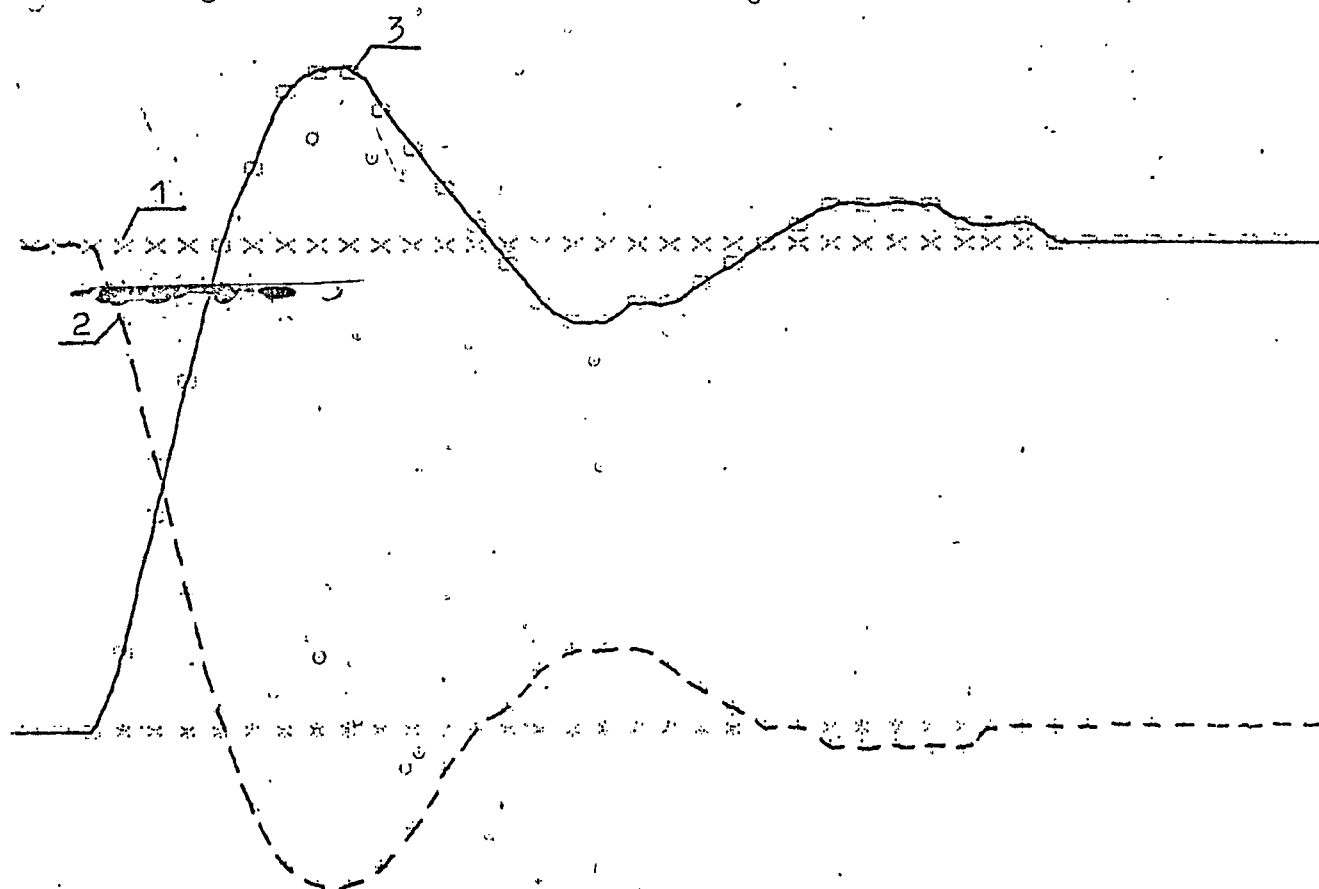
Dołączono również wykresy oraz ztabelaryzowane przebiegi sygnałów układu regulacji przy skoku wartości zadanej na wejściu. Wydruki wykonane są w kodzie dziesiętnym. Stałe czasowe obiektu oraz parametry regulatorów zostały podane w tabelach. Rejestrację przeprowadzono co 30 okresów próbkowania. Rejestrowano uchyb regulacji E, wyjście obiektu X, wartość zadaną WZ oraz wyjście części różniczkującej Y_D.

Uchyb regulacji E wyprowadzany jest z opóźnieniem równym okresowi próbkowania w stosunku do wyjścia układu regulacji X. Zarejestrowane przebiegi są typowe dla tego rodzaju układów regulacji. W stanie ustalonym uchyb regulacji był równy zeru.

TABELA WYNIKOW

NR	I	Y_{Di}	I	E_{i-1}	I	WZ	I	X_i	I	K_p	I	T_i	I	T_D	I	K_D	I	T_F	I	T_0/τ
01	I	0	I ^c	1 648	I	1 638	I	0	I	450	I	492	I	155	I	3 072	I	1 600	I	100
02	I	0	I	1 638	I	1 638	I	0	I		I		I		I		I		I	
03	I	0	I	1 638	I	1 638	I	0	I		I		I		I		I		I	
04	I	7	I	1 359	I	1 638	I	293	I		I		I		I		I		I	
05	I	7	I	917	I	1 638	I	738	I		I		I		I		I		I	
06	I	7	I	469	I	1 638	I	1 184	I		I		I		I		I		I	
07	I	6	I	64	I	1 638	I	1 380	I		I		I		I		I		I	
08	I	4	I	248	I	1 638	I	1 014	I		I		I		I		I		I	
09	I	2	I	455	I	1 638	I	1 095	I		I		I		I		I		I	
10	I	1	I	546	I	1 638	I	1 187	I		I		I		I		I		I	
11	I	1	I	542	I	1 638	I	2 179	I	450	I	492	I	155	I	3 072	I	1 600	I	100
12 ^c	I	1	I	460	I	1 638	I	2 094	I		I		I		I		I		I	
13	I	2	I	326	I	1 638	I	1 787	I		I		I		I		I		I	
14	I	2	I	171	I	1 638	I	1 004	I		I		I		I		I		I	
15	I	2	I	19	I	1 638	I	1 652	I		I		I		I		I		I	
16	I	2	I	111	I	1 638	I	1 524	I		I		I		I		I		I	
17	I	1	I	204	I	1 638	I	1 432	I		I		I		I		I		I	
18	I	0	I	200	I	1 638	I	1 381	I		I		I		I		I		I	
19	I	0	I	237	I	1 638	I	1 371	I		I		I		I		I		I	
20	I	0	I	244	I	1 638	I	1 370	I		I		I		I		I		I	
21	I	1	I	190	I	1 638	I	1 412	I	450	I	492	I	155	I	3 072	I	1 600	I	100
22	I	1	I	132	I	1 638	I	1 508	I		I		I		I		I		I	
23	I	1	I	80	I	1 638	I	1 577	I		I		I		I		I		I	
24	I	1	I	1	I	1 638	I	1 627	I		I		I		I		I		I	
25	I	1	I	1	I	1 638	I	1 627	I		I		I		I		I		I	
26	I	1	I	1	I	1 638	I	1 627	I		I		I		I		I		I	
27	I	1	I	1	I	1 638	I	1 627	I		I		I		I		I		I	
28	I	1	I	1	I	1 638	I	1 627	I		I		I		I		I		I	
29	I	1	I	1	I	1 638	I	1 627	I		I		I		I		I		I	
30	I	1	I	1	I	1 638	I	1 627	I		I		I		I		I		I	

XX



- 1 - WARTOŚĆ ZADANA
- 2 - UCHYB REGULACJI
- 3 - WYJŚCIE OBIEKTU

60	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
61	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	450 I	692 I	155 I	3 072 I	1 600 I	100 I	I	I
62	I	0 I -	2 I	1 638 I	1 640 I	I	I	I	I	I	I	I	I
63	I	0 I -	2 I	1 638 I	1 640 I	I	I	I	I	I	I	I	I
64	I	0 I -	2 I	1 638 I	1 640 I	I	I	I	I	I	I	I	I
65	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
66	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
67	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
68	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
69	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
70	I	0 I -	1 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
71	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	450 I	692 I	155 I	3 072 I	1 600 I	100 I	I	I
72	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
73	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
74	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
75	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
76	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
77	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
78	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
79	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
80	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
81	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	450 I	692 I	155 I	3 072 I	1 600 I	100 I	I	I
82	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
83	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
84	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
85	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
86	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
87	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
88	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I
89	I	0 I -	0 I	1 638 I	1 639 I	I	I	I	I	I	I	I	I

16

g. Analiza techniczno-ekonomiczna

9.1. Porównanie parametrów systemu INTELEKTRAN - M z parametrami odpowiednich systemów firm zagranicznych

Przy opracowywaniu założeń na system INTELEKTRAN - M dokonano przeglądu systemów produkowanych przez przodujące firmy zagraniczne /4,5/ takie jak:

TDC - 2000 firmy Honeywell

Centronic 3 firmy Hartmann & Braun

Diogenes firmy Rosemount

P 4000 firmy Kent

Teleperm M firmy Siemens

DCI - 4000 firmy Fischer & Porter

PLC 782 firmy Philips

SPECTRUM firmy Foxboro

i inne.

Porównanie ich podstawowych parametrów i własności z systemem INTELEKTRAN - M zostanie przedstawione w tabeli.

Nazwa systemu Parametry i funkcje	TDC-2000 f-my Honeywell	Contronic 3 f-my Hartmann & Braun	Diogenes f-my Rosemount	P- 400 f-my Kent	Teleperm M f-ry Siemens	INTELEKTRAN - M
1	2	3	4	5	6	7
Sygnały analogowe	0...5V 4...20mA	0...10V -10...0...+10V 0/4...20mA -20...0...+20 mA	4...20mA	0...10V		0...10V 4...20mA dopuszczalne sygnały 0...5mA 0...20mA
Sygnały binarne		0...24V		0...10V		0...24V
Ilość kanałów podstawowego sterownika	8	16	do 100	do 31	6 lub 10	od 1 w regulatorze wieloparametrowym do kilkunastu
Ilość wejść i wyjść analogowych podstawowego sterownika	2 wej/1 wyj na kanał		100 wej/100 wyj	1 lub 2 wej/ 1 lub 2 wyj na kanał	do 50 wej/ do 81 wyjść	min 4 wejścia min.2 wyjścia
Możliwość współpracy z komputerem nadrzędnym	komputer typu HS 716 lub HS 4400		nie ma	minikomputer PDP 11/34	jest	minikomputer Elektronika 60 lub SM 50/51 i inne
transmisja sygnałów	szeregowa synchroniczna z szybkością 256 k bitów/sec		-	szeregowa z szybkością 1 M byte/sec oraz równoległa	szeregowa z szybkością 250 k bitów/sec oraz równoległa	szeregowe z szybkością 30-100 k bitów/sec. oraz równoległa

93

1	2	3	4	5	6	7
długość linii transmisyjnej	do 1500 m		-	szeregowa do 100 m - równoległa do 30 m	-szeregowa do 4000 m równoległa do 100 m	szeregowa do 2500 m równoległa do 25 m
Wielkość biblioteki algorytmów firmowych	28	ok. 35	ok. 12	ok. 10	ok. 50	ok. 30 - 40
Możliwość zmiany struktury układu sterowania przez użytkownika		zmiana programu z klawiaturą	zmiana połączeń matrycy programowej	zmiana pamięci typu PRONI	zmiana programu z klawiaturą	zmiana pamięci o typu PRONI i częściowo RAM z klawiaturą
Okres próbkowania	stały 1/3 sec	stały 0,5sec			zmienny	stały 0,5 sec
Sposób wprowadzania i zmian nastaw	-nastawnik klawiszowy z rozdzielnością 1 ... 10100Q	- potencjometry bez stali + moduł kontrolny	- pulpit nastawczy z konwencjonalnymi nastawami	- klawiatura alfanumeryczna	płyty gotowe modułów z potencjometrem	-konwencjonalne elementy pulpitowe -klawiatura alfanumeryczna -moduł kontrolny
Sposób ochrony parametrów przed zanikiem napięcia zasilania	- rezerwa bateryjna zasilania pamięci	- pamięć nastawy potencjometrów -pamięć ferrytowa	-pamięć nastawy potencjometrów -matryca programowalna			- rezerwa bateryjna zasilania pamięci -pamięć nastawy potencjometrów

1	2	3	4	5	6	7
Sposób komunikacji operatorów z systemem	monitor ekranowy + klawiatura alfanumeryczna	pulpit sterowniczy + moduł kontrolny	pulpit sterowniczy + matryca programowa	monitor ekranowy + klawiatura alfanumeryczna	monitor ekranowy + klawiatura alfanumeryczna	-monitor ekranowy + klawiatura alfanumeryczna moduł kontrolny -pulpit mozaikowy
Zabezpieczenie sprzętowe przed awarią	rezerwowy procesor	rezerwa analogowa	ręczna i auto matyczna rezerwa analogowa w postaci przycisków sterowania ręcznego pamięci analogowej ostatniej wartości wyjściowej lub prosty regulator analogowy	- każdy moduł można łączyć z równoległymi rezerwowymi		-rezerwowy procesor -rezerwa analogowa w postaci modułów systemu INTELEKTRAN-S - oraz ręczna rezerwa analogowa z pulpitu mozaikowego
Rodzaj mikro procesora	własny 16-bitowy	8080	Texas Instr. 960A	MC 6802 8-bitowy	SAB 8080A 8 bitowy	8080
Ilość bitów w przetworniku A/C	12	12			8 + bit.znak 11+ bit.znak	10+12 +bit znak

Nr rejestr.4933

Z zestawienia wynika, że system INTELEKTRAN - M ma porównywalne parametry i własności z parametrami systemów produkowanych przez przodujące firmy zagraniczne.

9.2. Analiza ekonomiczna

System INTELEKTRAN - M charakteryzujący się wysokimi walorami techniczno - eksploatacyjnymi i dużą niezadodnością umożliwi stosowanie pełnej automatyzacji a co za tym idzie poprawę jakości produkcji i zwiększenie efektów ekonomicznych w takich dziedzinach gospodarki jak:

- energetyka
- chemia
- hutnictwo
- przemysł materiałów budowlanych
- przemysł wydobywczy
- przemysł drzewno - celulozowy
i papierniczy
- ciepłownictwo, gazownictwo,
gospodarka komunalna.
- przemysł spożywczy

Głównym odbiorcą systemu INTELEKTRAN - M będzie energetyka. Zastąpienie nowym systemem urządzeń systemu INTELETRAN- S wpłynie na poprawę jakości regulacji, umożliwi pełniejszą automatyzację procesów rozruchowych, szybsze rozpoznanie i przeciwdziałanie stanom awaryjnym, a tym samym przyczyni się do podwyższenia dyspozycyjności i sprawności bloków energetycznych i innych urządzeń technologicznych. Średni koszt wyposażenia dużego bloku energetycznego /np. 360 MW/ w sprzęt automatyzacji jest rzędu 50 mln. zł. Można przyjąć, że średnio rocznie automatyzuje się 5 bloków energetycznych. Wynika z tego, że zapotrzebowanie samej energetyki na urządzenia automatyki ma wartość ok. 250 mln. zł. Przyjmując zapotrzebowanie pozostałych gałęzi przemysłu na połowę zapotrzebowania energetyki, ogólne roczne nakłady gospodarki narodowej na urządzenia automatycznej regulacji można oszacować na ok. 400 mln. zł. Przewidywane poprzednio /8/ średnie roczne nakłady gospodarki narodowej na urządzenia automatycznej regulacji w latach osiemdziesiątych szacowane na rzędu 800 mln. zł. należy uznać w obecnej chwili za zbyt optymistyczne z uwagi na trudną sytuację gospodarczą.

Z uwagi na brak ofert zawierających cenę zagranicznych urządzeń mikroprocesorowych przeprowadzenie ścisłej analizy ekonomicznej na obecnym etapie jest niemożliwe. Firmy zagraniczne nie udzielają informacji na temat cen poszczególnych urządzeń, lecz jedynie oferują do sprzedaży całe zestawy.

Z danych uzyskanych od przedstawiciela f-my Siemens wynika, że mały zestaw regulacyjny zrealizowany na urządzeniach systemu TELEPERM-M, wyposażony w podstawowe urządzenia operatorskie /klawiatura, monitor, programator/ wynosi około 40.000 \$. Szacujemy, że koszt samych urządzeń mikroprocesorowych w tym zestawie jest rzędu 15.000 \$.

Na podstawie kosztów wytwarzania urządzeń mikroprocesorowych w Zakładzie Doświadczalnym MERA-PIAP oraz urządzeń analogowych wytwarzanych w MERA-ELWRO można oszacować, że koszt analogicznego zestawu mikroprocesorowego złożonego z urządzeń systemu INTELEKTRAN-M będzie rzędu 800 + 1000 tys zł. Przyjmując do przeliczeń, że koszt 1 \$ USA odpowiada 85 zł obiegowych, cena odpowiednich urządzeń f-my Siemens wynosi ok. 1.300 tys zł.

Wynika stąd szacunkowy zysk z produkcji zestawu krajowego systemu INTELEKTRAN-M wynoszący około 40-50% w stosunku do cen światowych. Przy przewidywanej rocznej produkcji rzędu 400 mln złotych szacunkowy zysk wyniesie ok. 50-200 mln zł rocznie.

Jednocześnie szacuje się, że produkcja urządzeń systemu INTELEKTRAN-M umożliwi zaoszczędzenie około 5 mln \$ USA rocznie, które trzeba by przeznaczyć na zakup urządzeń zagranicznych w wypadku nie podjęcia produkcji w kraju.

10. Literatura

1. Rodzina układów sterujących urządzeniami technologicznymi
Projekt koncepcyjny MERA - PIAP Nr rejestr.2930
2. Założenia wstępne rodziny mikroprocesorowych urządzeń operatorskich. MERA - PIAP Nr rejestr.4896.
3. Mikrokomputery System Automatyki. IKSA i P Wrocław.
4. Mikroprocesorowy podsystem regulacji ciągłej INTELEKTRAN - M.
Etap I. Przegląd systemów firm zagranicznych i wytypowanie
zasadniczych algorytmów pracy dla mikro^{proces}generatorowych urządzeń
INTELEKTRAN - M, Nr rejestr.4688.
5. Katalogi i prospekty
f-m Honeywell, Philips, Foxboro, Rosemount, Kent, Siemens,
Hartmann & Braun, Porter & Eischer i inne.
6. Dokumentacja Techniczna Projektowania układów automatyki, Mo-
duły specjalistyczne uzupełniające systemu INTELEKTRANS -S.
Nr rejestr.1836.
Dokumentacja Techniczna Projektowania.
Elementy Pulpitowe i moduły sterowania systemu INTELEKTRANS
IKSA i P Wrocław.
7. Mikroprocesorowy podsystem regulacji ciągłej INTELEKTRAN - M.
Etap 2. Opracowanie programów niektórych algorytmów dla doś-
wiadczalnego sprzętu mikroprocesorowego wykorzystującego urzą-
dzenia INTELDIGIT - PI - 80 Nr rejestr.4800.
8. Koncepcja rozwoju urządzeń automatyki w Centrum MERA- ELWRO
IKSA i P.Wrocław.