

elektroniczna
technika
obliczeniowa

P. 3057/74

NOWOŚCI
NR 2
1979

ZJEDNOCZENIE
PRZEMYSŁU
AUTOMATYKI
I APARATURY
POMIAROWEJ „MERA”

●
INSTYTUT MASZYN
MATEMATYCZNYCH
BRANŻOWY
OŚRODEK INTE



P. 3057/74

ELEKTRONICZNA TECHNIKA OBLICZENIOWA

N O W O Ś C I

Dwumiesięcznik

Rok XIII

Nr 2

1974

S p i s t r e ś c i

	str.
OD REDAKCJI	3
mgr inż. Barbara PRZYBOROWSKA-CZERNIAK, mgr inż. Bohdan STĘPLEWSKI: Transport pneumatyczny w parku silosów Wytwórni Polipropylenu	7
dr inż. Marek Tadeusz JANKOWSKI: Opis systemu sterowania SSPP	27
mgr inż. Jan KLIMOWICZ: Oprogramowanie systemu SSPP	45
mgr inż. Janusz POPKO, dr inż. Waldemar ROMANIUK: Minikomputer MOMIK 8b	67
mgr inż. Ewa KULIŃSKA, Alicja WOLDAŃSKA: Jednostka rejestracji danych i sterowania (DDL)	75
mgr inż. Janusz SKÓRZEWSKI: Testy jednostki centralnej MOMIK 8b ..	91
mgr inż. Janusz POPKO: Układy współpracy dwuprocessorowej w systemie SSPP	99
mgr inż. Zenon KARPIŃSKI, mgr inż. Tomasz LIS, mgr inż. Stanisław ZAGÓRNY: Zasilanie systemu SSPP	105
JAK PRACUJE TRANSLATOR	
mgr Tomasz KRAWCZYK: Metody analizy składniowej. Cz. II	115

Wydaje
INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH
Branżowy Ośrodek Informacji Naukowo-Technicznej
i Ekonomicznej

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Dańda (red. nacz.), Hanna Drozdowska (sekr. red.),
Antoni Kwiatkowski, Ryszard Patryń
Dorota Prawdzic (zast. red. nacz.), Zbigniew Świątkowski

Redaktor odpowiedzialny: dr inż. Marek Tadeusz Jankowski

Adres Redakcji: Warszawa, ul. Krzywickiego 34,
tel. 28-37-29, lub 21-84-41 wewn. 431

E r r a t a

Współprojektantem Jednostki Rejestracji Danych i Sterowania DDL jest mgr inż. KRZYSZTOF WASIEK, który sporządził tablice 1 i 2 zamieszczone na str. 78-81.

Za pominięcie tej informacji redakcja przeprasza Autora oraz Czytelników.

OD REDAKCJI

Niniejszy numer ETO NOWOŚCI jest poświęcony komputerowemu systemowi SSPP, który w czasie rzeczywistym realizuje sterowanie i kontrolę określonych procesów technologicznych Wytwórni Polipropylenu w MZRiP Płock. System ten został zaprojektowany w Instytucie Maszyn Matematycznych w 1972 r., a następnie uruchomiony i przebadany w ciągu 1973 r. - początkowo w warunkach laboratoryjnych a następnie w konkretnych warunkach przemysłowych.

System SSPP jest przy tym wynikiem współpracy aż trzech zakładów Zjednoczenia MERA:

- opracowany został przez IMM na zlecenie i na podstawie założeń PAP-Falenica (MERA-PNEFAL),
- wykonany przez ówczesne ZDUI (obecnie OBRUI) ZWPP "ERA"
- ostatecznie współpraca systemu ze sprzętem operatorni w MZRiP Płock (tzw. tablice P i A opracowane przez PAP-Falenica) została przebadana przez IMM we współdziałaniu ze zleceniodawcą.

Na podkreślenie zasługuje prototypowy, a nawet pionierski charakter tego systemu. Jest on, o ile nam wiadomo, pierwszym systemem sterowania całkowicie opracowanym i wykonanym w Polsce dla przemysłu chemicznego, jeżeli nie dla przemysłu krajowego w ogóle. Stanowi zarazem pierwsze przemysłowe zastosowanie minikomputera MOMIK 8b (w systemie wykorzystano kolejno piąty i szósty wyprodukowany egzemplarz tego minikomputera). System SSPP stał się przy tym podstawą dwu patentów zgłoszonych w Urzędzie Patentowym PRL. Istotną nowością z punktu widzenia prac Instytutu była również specyfika bezpośredniej instalacji systemu w zakładzie przemysłowym. Dotyczy to zarówno wymagań czysto technicznych (podwyższona niezawodność, odporność na zakłócenia przemysłowe, odporność na zaniki w sieci energetycznej), jak również specyfiki samego uruchamiania i badania systemu na obiekcie w warunkach równoległego rozruchu właściwego obiektu przez odpowiednie służby inwestora i eksploatacji.

Nad realizacją systemu, odbywającą się w dość trudnych warunkach organizacyjnych, czuwali i sprawowali nadzór z ramienia Dyrekcji IMM: w pierwszej fazie mgr Bartłomiej Glowacki, w drugiej zaś fazie mgr inż. Włodzimierz Mardal. W pracach nad zaprojektowaniem systemu, wykonaniem dokumentacji konstrukcyjnej, właściwym montażem, uruchomieniem i badaniem hard-

ware'u, jak również uruchomieniem i badaniem całego systemu w różnych etapach brała udział bardzo duża liczba osób. Jest to przyczyną, dla której niżej podpisany - mimo że był bezpośrednim kierownikiem prac - nie jest w stanie w tym miejscu podać pełnej listy współpracowników. Lista ta, nawet uwzględniając osoby o największym wkładzie byłaby dużo bardziej obszerna niż lista autorów zamieszczonych poniżej artykułów.

Artykuły przedstawione poniżej mają na celu przede wszystkim zaznajomienie Czytelnika z filozofią pracy i strukturą systemu SSPP, jak również z problemami napotkanymi w trakcie realizacji systemu. Drugim celem jest przedstawienie bardziej unikalnych, lub mających cechy nowości rozwiązań hardware'owych i software'owych. Spis artykułów obejmuje następujące pozycje:

1) "Transport pneumatyczny w parku silosów Wytwórni Polipropylenu - charakterystyka obiektu i wymagania od systemu sterującego" (B. Przyborowska-Czerniak i B. Stęplewski). Jest to artykuł napisany przez zaproszonych przez redakcję pracowników PAP-Falenica i mający na celu przedstawienie zagadnienia z punktu widzenia obiektu stanowiącego przedmiot sterowania;

2) "Opis systemu sterowania SSPP" (M.T. Jankowski). Artykuł opisuje budowę i zasadę pracy systemu wynikającą nie tylko ze szczegółowych warunków technologicznych, ale również specyfiki wymagań przemysłowych co do podwyższonej niezawodności, odporności na zakłócenia oraz odporności na zaniki w sieci energetycznej. Omówiono również pokrótce zagadnienia czasowe, zasady próbkowania sygnałów wejściowych oraz zagadnienia współpracy "człowiek-maszyna";

3) "Oprogramowanie systemu SSPP" (J. Klimowicz). W artykule przedstawiono strukturę oprogramowania, ze szczególnym uwzględnieniem programu-monitora, makro-rozkazów oraz ekstrakodów. Specyfika opisywanego oprogramowania związana jest przede wszystkim z pracą w czasie rzeczywistym oraz dość ograniczoną pojemnością pamięci minikomputera zastosowanego w systemie;

4) "Minikomputer MOMIK 8b" (J. Popko i W. Romaniuk). Artykuł opisuje budowę zastosowanego w systemie minikomputera, jego parametry techniczne i właściwości funkcjonalne;

5) "Jednostka rejestracji danych i sterowania DPL" (E. Kulińska i A. Woldańska). W artykule omówiono zasadę pracy i testowania nietypowej jednostki pośredniczącej między standardowymi szynami interfejsu minikomputera MOMIK 8b a ok. 350 wejściami i wyjściami sterowanego obiektu;

6) "Testy jednostki centralnej MOMIK 8b" (J. Skórzewski). Artykuł opisuje testy kontrolno-diagnostyczne najważniejszego modułu systemu. Testy te dotyczą pamięci operacyjnej w warunkach najgorszego przypadku oraz arytmometru;

7) "Układy współpracy dwuprocessorowej w systemie SSPP" (J. Popko). Opisano układy umożliwiające bezpośrednią i ekonomiczną współpracę zastosowanego mini-komputera w warunkach pracy dwuprocessorowej;

8) "Zasilanie systemu SSPP" (Z. Karpiński, T. Lis i S. Zagórny). Opisano kompleksowo całość zasilania systemu uwzględniając budowę zasilaczy, zasady ich łączenia oraz zagadnienia sygnalizacji zaników sieci.

Ponadto w numerze publikujemy II część pracy mgr T.Krawczyka "Metody analizy składniowej" z cyklu "Jak pracuje translator".

M.T.Jankowski

mgr inż. Barbara PRZYBOROWSKA-CZERNAK

681.322-181.4.004.14:

mgr inż. Bohdan STĘPLEWSKI

62-522.6:621.64:678.742

Przedsiębiorstwo Automatyki

Przemysłowej MERA-PNEFAL

Pracownia Projektowa

TRANSPORT PNEUMATYCZNY W PARKU SILOSÓW WYTWÓRNI POLIPROPYLENU.
CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I WYMAGANIA STAWIANE SYSTEMOWI STERUJĄCEMU

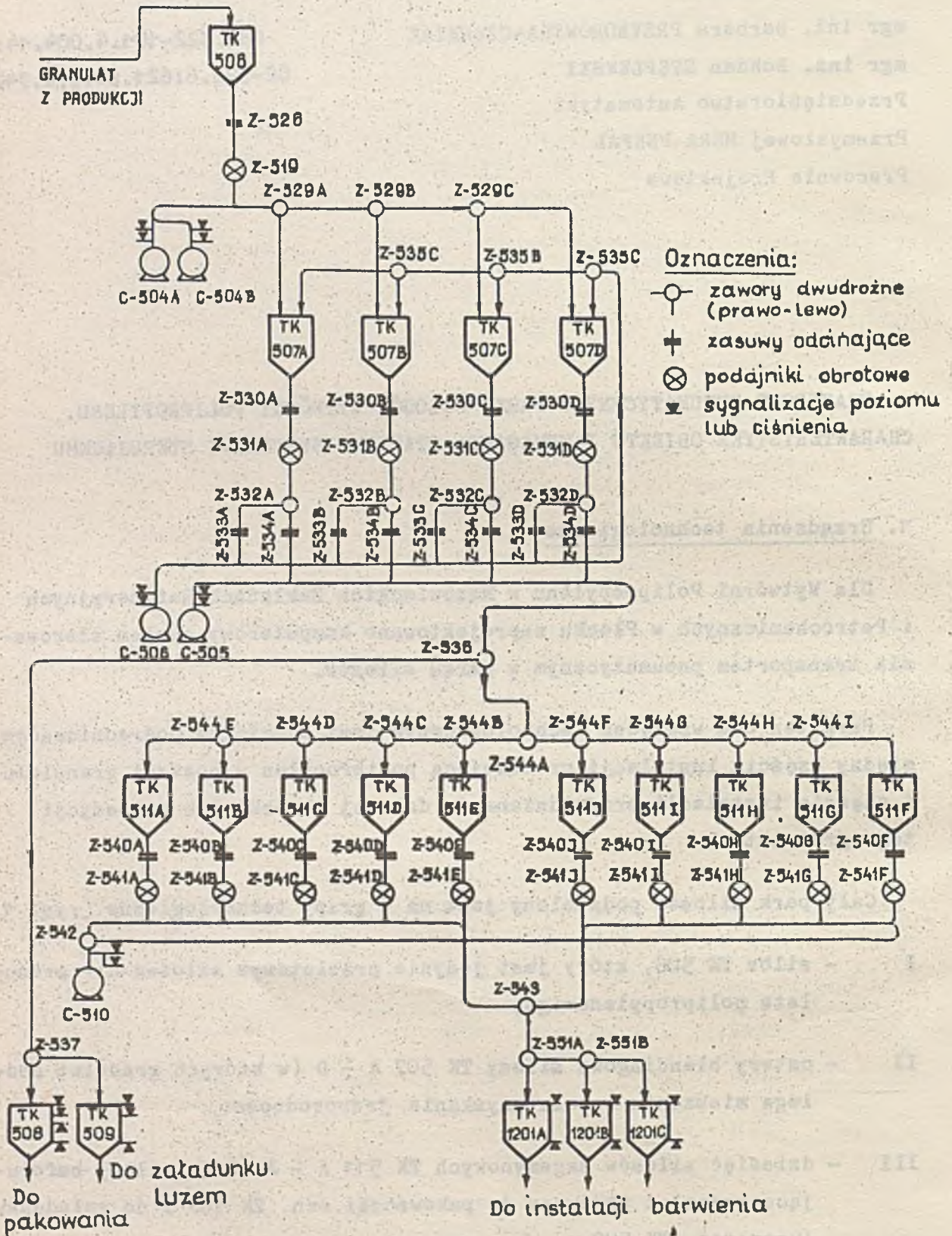
1. Urządzenia technologiczne

Dla Wytwórni Polipropylenu w Mazowieckich Zakładach Rafineryjnych i Petrochemicznych w Płocku zaprojektowano komputerowy system sterowania transportem pneumatycznym w parku silosów.

Park ten pod względem technologicznym jest oddziałem pośredniczącym między częścią instalacji produkującą polipropylen w postaci granulatu i częścią instalacji przewidzianą do dalszej obróbki lub ekspedycji tego granulatu.

Cały park silosów podzielony jest na 4 grupy technologiczne (rys. 1):

- I - silos TK 506, który jest jedynie przelotowym silosem dla granulatu polipropylenowego,
- II - cztery blendingowe silosy TK 507 A ÷ D (w których granulat podlega mieszaniu w celu uzyskania jednorodności),
- III - dziesięć silosów magazynowych TK 511 A ÷ J oraz silosy buforujące granulat podawany do pakowaczki ozn. TK 508 i do załadunku luzem ozn. TK 509,
- IV - trzy silosy nazywane dalej koloringowymi oznaczone TK 1201 A ÷ C, a zapewniające ciągłe podawanie granulatu do sekcji barwienia.



Rys. 1. Schemat technologiczny instalacji

Silosy grupy I i II należą do części instalacji wytwarzającej granulację, silosy grupy III i IV są zaliczane do magazynu gotowego produktu kierowanego do dalszej obróbki lub wysyłanego do odbiorców poza instalację.

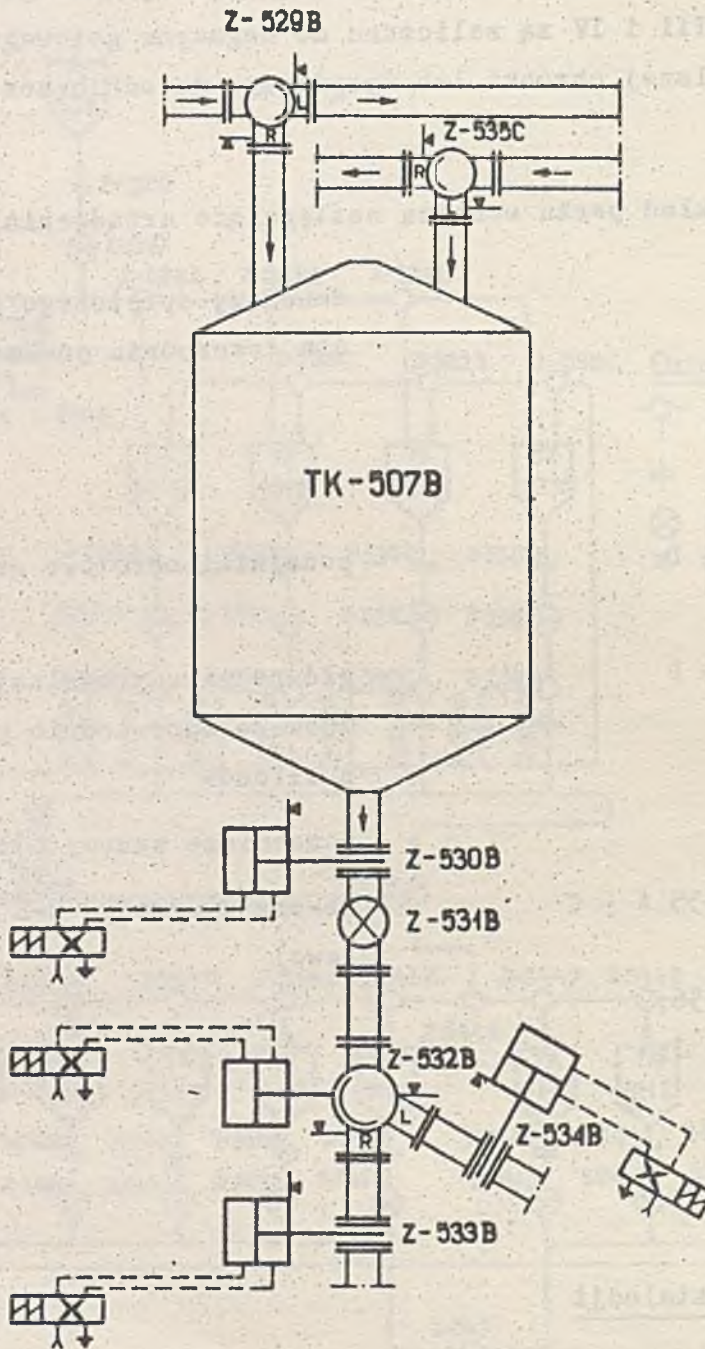
Poza silosami w skład parku wchodzi następujące urządzenia:

- C 504 A, B - dmuchawy sprężonego powietrza dla transportu pneumatycznego
- C 505
- C 506
- C 510
- Z-519; Z-531 A ÷ D - podajniki obrotowe granulatu
- Z-541 A ÷ J
- Z-526; Z-530 A ÷ D - główne zasuwki odcinające, usytuowane odpowiednio pod każdym z silosów
- Z-540 A ÷ J
- Z-533 A ÷ D - pomocnicze zasuwki odcinające
- Z-534 A ÷ D
- Z-529 A ÷ C; Z-535 A ÷ C - zawory dwudrożne R-L (prawo-lewo)
- Z-532 A ÷ D; Z-536;
- Z-537; Z-544 A ÷ J;
- Z-542; Z-543;
- Z-551 A ÷ B


2. Oprzysądowanie instalacji


Poszczególne urządzenia technologiczne zostały wyposażone w następujące elementy pomiarowo-regulacyjne do kontroli i sterowania obiektem:

- styczniki sterujące dmuchaw i podajników obrotowych mają po jednym styku pomocniczym do sygnalizacji pracy tych urządzeń,
- na rurociągach tłocznych dmuchaw przewidziane są sygnalizatory ciśnienia sprężonego powietrza do sygnalizacji charakterystycznych wartości ciśnienia,



OZNACZENIA:

 Zawór elektromagnetyczny trójdrożny

 Sygnalizator krańcowego położenia

Rys. 2. Oprzyrządowanie silosa - na przykładzie TK 507B

- główne zasady odcinające wyposażone są w siłowniki pneumatyczne tłokowe; powietrze sterujące tymi siłownikami podawane jest przez zaworki elektromagnetyczne; zasady te wyposażone są poza tym w sygnalizatory krańcowego położenia sygnalizujące stan odpowiadający zamknięciu zasady,
- pomocnicze zasady odcinające - wyposażone j.w.,
- zawory dwudrożne (pravo-lewo) są przestawiane również siłownikami pneumatycznymi tłokowymi, do których powietrze sterujące podawane jest przez zaworki elektromagnetyczne; każdy z zaworów dwudrożnych wyposażony jest ponadto w dwa sygnalizatory krańcowego położenia sygnalizujące odpowiednio
 - otwarta droga w prawo lub
 - otwarta droga w lewo,
- w silosach TK 507 A ÷ D zainstalowane są urządzenia pomiarowe wagi granulatu,
- w silosach TK 508, TK 509 oraz TK 1201 A ÷ C przewidziane są sygnalizatory poziomu do sygnalizacji charakterystycznych wartości poziomu, tj. w silosie TK 508 poziomy max. 1, max. 2, min. 1 i min. 2, w silosie TK 509 poziomy max. 1, max. 2 i min., w silosach TK 1201 A ÷ C poziomy max. i min.

Powiązanie obiektu z układem sterowania i operatorem prowadzącym proces odbywa się więc za pośrednictwem sygnałów dwustanowych.

Sygnały sterujące są sygnałami wykonawczymi o poziomie napięciowym 220V, 50 Hz i mocy zależnej od elementu wykonawczego, ale nie większej niż 10 VA. Uzyskanie takich sygnałów z systemu komputerowego było niemożliwe dlatego m.in. zastosowano przekaźnikowy układ pośredniczący.

Źródłem sygnałów informacyjnych są urządzenia dwustanowe ze stykiem sygnalizacyjnym zwiernym lub rozwiernym jako elementem wyjściowym;

sygnały informacyjne są o poziomie 220V, 50 Hz lub 24V prądu stałego zależnie od stosowanych urządzeń sygnalizacyjnych.

3. Przebieg procesu technologicznego

Transport pneumatyczny granulatu, którego przebieg i stan jest kontrolowany i sterowany przez system komputerowy, podzielony jest na niżej wymienione operacje technologiczne.

- Transport z silosa TK 506 do silosów TK 507 A ÷ D jest tzw. OPERACJĄ WEJŚCIOWĄ. Operacja ta może być prowadzona wg czterech różnych dróg tzn. z silosa TK 506 może być napełniany każdy z silosów TK 507 A ÷ D. Ze względu jednak na wspólny odcinek rurociągu (od silosa TK 506 do zaworu Z-529 A) jednocześnie jest możliwy transport tylko do jednego z silosów TK 507 A ÷ D. Maksymalny czas trwania operacji wejściowej = 25 godz.; zarówno uruchamianie jak i zatrzymywanie operacji zależy wyłącznie od decyzji operatora.
- Mieszanie granulatu w silosach TK 507 A ÷ D jest tzw. OPERACJĄ BLENDINGU i polega na przesłaniu zawartości silosa rurociągiem cyrkulacyjnym z powrotem do tego samego silosa. Operacja ta może zachodzić w tym samym czasie tylko w jednym z silosów TK 507 A ÷ D. Uruchamianie i zatrzymanie operacji należy do decyzji operatora, przy czym ma on możliwość ustawienia automatycznego stopu po z góry określonym czasie w granicach 4 ÷ 15 godz.
- Transport gotowego "uśrednionego" granulatu z silosów TK 507 A ÷ D do silosów TK 511 A ÷ J albo TK 508 albo TK 509 jest tzw. OPERACJĄ TRANSPORTU DO MAGAZYNOWANIA nazywaną dalej w skrócie OPERACJĄ TRANSPORTU. W ramach tej operacji może być prowadzony transport wg jednej z 48 możliwych dróg, tzn. każdy z 12 silosów TK 511 A ÷ J, TK 508 i TK 509 może być napełniany z każdego z 4 silosów TK 507 A ÷ D. Czas trwania tej operacji do silosów TK 511 A ÷ J wynosi ok. 10 godz., do silosów TK 508, 509 ok. 1 godz. Inicjacja i zatrzymanie operacji zależy od operatora, jeśli jednak transport przebiega do TK 508, 509 to jest on automatycznie przerywany przy poziomach maksymalnych w tych silosach i ponownie uruchamiany (bez

ingerencji operatora) przy poziomach minimalnych. Sytuacja powtarza się aż do zatrzymania operacji przez operatora.

- Transport granulatu z silosów TK 511 A ÷ J do silosów koloringowych jest tzw. OPERACJĄ TRANSPORTU DO BARWIENIA nazywaną dalej dla uproszczenia OPERACJĄ BARWIENIA. Może się ona odbywać wg jednego z 30 możliwych wariantów, tzn. każdy z trzech silosów koloringowych może być napełniany z jednego spośród dziesięciu silosów magazynowych. Czas trwania operacji transportu do barwienia wynosi ok. 1 godz., przy czym inicjacja zależy całkowicie od decyzji operatora natomiast zatrzymanie operacji może nastąpić przez operatora lub po osiągnięciu przez granulatu poziomu maksymalnego w napełnianym silosie.

Z charakterystyki technologicznej wynika, że dla zachowania prawidłowości pracy silosów każdy silos może być jednocześnie włączony do jednej operacji np. silos TK 507 A może być, ogólnie rzecz biorąc, w operacji wejściowej, mieszania i transportu ale jednocześnie może być tylko np. w operacji wejściowej, podczas gdy np. TK 507 B będzie w operacji mieszania, a TK 507 C w operacji transportu.

Prowadzenie jednocześnie każdego rodzaju operacji jest możliwe pod warunkiem, że w każdej z odbywających się operacji będą brały udział inne silosy. Analogicznie każda z operacji może być realizowana wg jednej z wybranych dróg, np. operacja wejściowa może być tylko do jednego silosa. Jednocześnie napełnianie dwóch lub więcej silosów jest niemożliwe. Blokada ta jest częściowo zrealizowana przez zastosowanie przełączników wielopolożeniowych dla każdej z operacji, o czym będzie mowa w dalszej części pracy.

4. Pośredniczący układ przekaźnikowy

Potrzeba zastosowania tego układu wyniknęła z następujących względów:

- z konieczności energetycznego wzmocnienia sygnałów sterujących wysyłanych przez system komputerowy; układ pośredniczący umożliwia systemowi komputerowemu wysyłanie sygnałów 24V prądu stałego o mocy 1,2 W do pobudzenia cewek przekaźników pośredniczących, których styki włączone są już w obwody o sygnale przemysłowym 220V 50 Hz i mocy ok. 10 VA;
- ze zmniejszenia wpływu zakłóceń nakładających się na sygnały informacyjne przychodzące z obiektu;
- z realizacji niezbędnych blokad działających niezależnie od pracy systemu, tzn. niezależnie od tego, czy system jest celowo nie włączony do pracy, czy też nastąpiła niezamierzona przerwa w pracy systemu; do blokad tych należy:
 - sterowanie w operacji blendingu i transportu zasuwami odcinającymi Z-533 A ÷ D; Z-534 A ÷ D w funkcji sygnałów na zawory R-L Z-532 A ÷ D,
 - blokada pracy podajników obrotowych spowodowana brakiem napięcia zasilającego zawory R-L i zasuwę główną,
 - krótkotrwałe (\div 30 s) zamykanie (blokada) zasuw głównych przy impulsowym wzroście ciśnienia do wartości "max 1" na tłoczeniu odpowiednich dmuchaw,
 - blokada pracy dmuchaw przy wartości ciśnienia "max 2" na tłoczeniu,
 - zamykanie zasuw głównych Z-530 A ÷ D i Z-540 A ÷ D przy zaniku ciśnienia powietrza dla PiA.

Dodatkowo przez zastosowanie układu przekaźnikowego uzyskano:

- powielenie informacji przychodzących z obiektu; zastosowane przekaźniki mają po 3 lub 4 styki przełączne, co pozwoliło na wykorzystanie po jednym z nich do sygnalizacji położenia lub stanu każdego z elementów na obiekcie (sygnalizacja na schemacie sygnoptycznym na tablicy pomiarów i automatyki);

- przez odpowiednie działania logiczne (mnożenie, sumowanie) na stykach przekaźników pośredniczących liczbę pojedynczych informacji, a więc liczbę kanałów wejściowych do systemu cyfrowego znacznie zmniejszono. Informacje z obiektu nie są wprowadzane indywidualnie od każdego z elementów na obiekcie (jak dla sygnalizacji), a w postaci sygnału zbiorczego określającego stan zespołu urządzeń, których znaczenie w danym fragmencie technologicznym jest równorzędne, np. dotyczy to zbiorczego sygnału potwierdzenia drogi składającej się na daną operację technologiczną. Mimo że liczba elementów składających się na tę drogę może być od kilku do kilkunastu, do systemu sterowania wprowadzany jest jeden sygnał wypadkowy.

Pośredniczący układ przekaźnikowy został zaprojektowany w Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej MERA-PNEFAL przy użyciu przekaźników serii 15 produkcji LUMEL w Zielonej Górze oraz przekaźników czasowych RTe produkcji PIAP w Łodzi.

5. Komunikacja operator - system - obiekt

Oprzysądowanie

Dla każdej z operacji technologicznych do współpracy operator-system przewidziano omówione poniżej oprzysądowanie.

- Przełączniki wyboru drogi określające jednoznacznie silosy biorące udział w transporcie. Liczba przełączników oraz liczba możliwych położeń każdego z nich odpowiada ściśle możliwościom technologicznym instalacji:
 - dla OPERACJI WEJŚCIOWEJ - jeden przełącznik czteropolozeniowy wyznaczający odpowiednio rozładunek silosa TK 506 do jednego z silosów TK 507 A, B, C, D, a więc umożliwiający prowadzenie transportu wg jednej z czterech możliwych dróg;
 - dla OPERACJI BLENDINGU - przełącznik czteropolozeniowy, którego kolejne pozycje wyznaczają prowadzenie mieszania odpowiednio w silosie TK 507 A albo B albo C, albo D;

- dla OPERACJI TRANSPORTU - dwa przełączniki, tj. czteropółeniowy wybierający jeden z czterech możliwych silosów TK 507 A ÷ D, z których będzie prowadzony rozładunek oraz dwunastopółeniowy wybierający jeden z dwunastu silosów TK 508 A ÷ J, TK 508, TK 509, do których może być prowadzony transport granulatu; przełączniki te pozwalają na jednoznaczny wybór jednej z 48 możliwych dróg transportu;
- dla OPERACJI KOLOROWANIA - dwa przełączniki, tj. 10-półeniowy wybierający jeden z dziesięciu możliwych silosów TK 511 A ÷ J, z których będzie prowadzony rozładunek, 3-półeniowy wybierający jeden z trzech silosów TK 1201 A ÷ C, do których może być prowadzony załadunek granulatu.

W tym układzie przełączników realizowany jest jednoznaczny wybór jednej z 30 możliwych dróg transportu w ramach tej operacji.

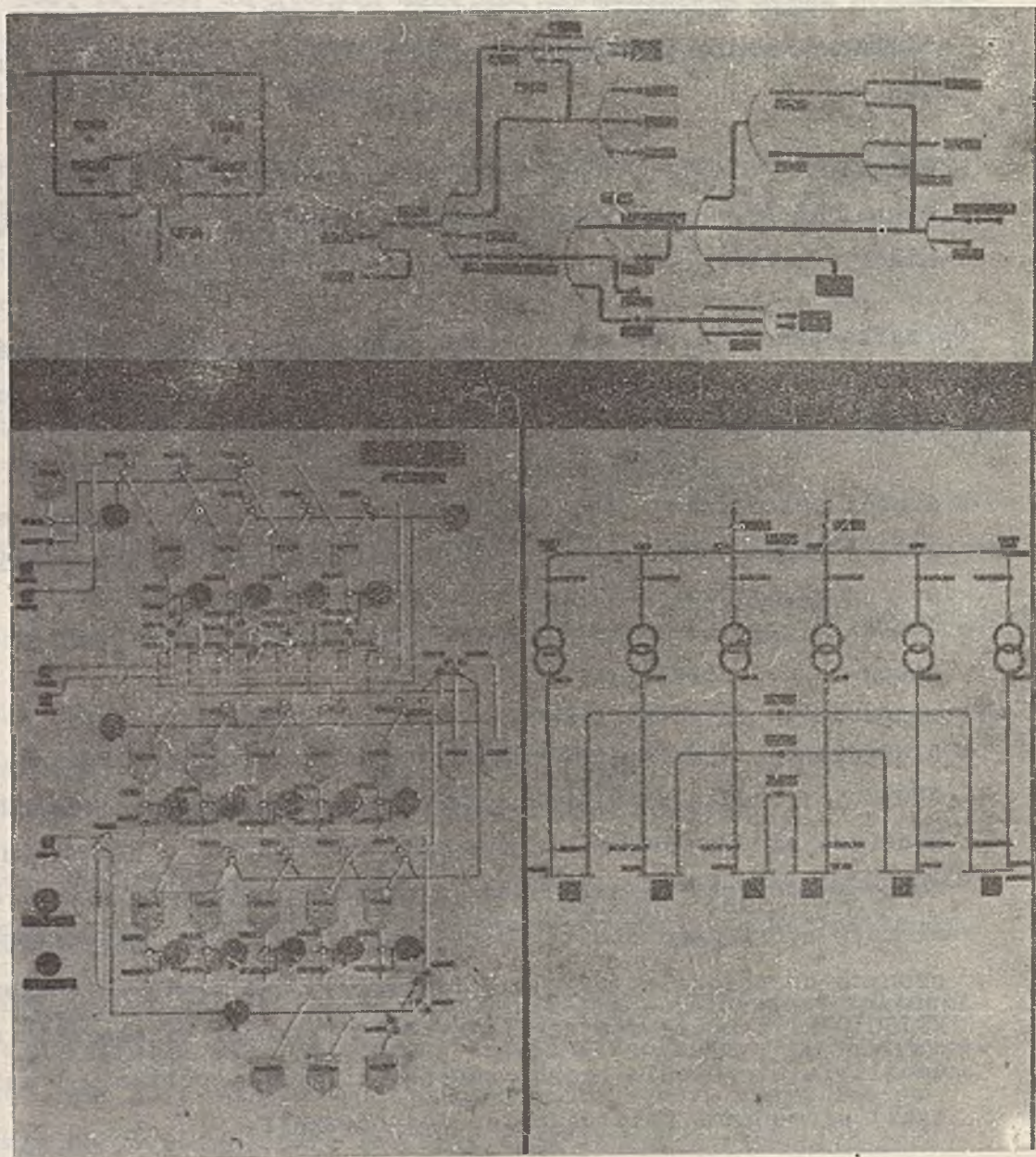
- Przyciski inicjujące rozpoczęcie wybranej operacji technologicznej. Dla każdej operacji technologicznej przewidziano indywidualny przycisk "startu".
- Lampki sygnalizacyjne, po jednej dla każdej operacji, dla informacji czy wybrana operacja jest "prowadzona" przez system sterowania. Lampki te zlokalizowane są pod przyciskami "startów".
- Kasety sygnalizujące dla każdej z operacji wystąpienie ZAKŁÓCENIA w "prowadzonej" przez system sterowania operacji technologicznej.
- Dla OPERACJI BARWIENIA przewidziano przycisk inicjujący zakończenie odbywającego się transportu. (Pozostałe operacje są "zatrzymywane" przy zmianie położenia przełącznika wyboru drogi lub po upływie określonego czasu lub przy określonych wartościach parametrów technologicznych).
- Dla operacji BLENDINGU - przełącznik 12-półeniowy wyznaczający czas mieszania czyli czas trwania operacji. Poszczególne położenia tego przełącznika odpowiadają nastawom czasu: 4 godz., 5, 6, ..., 14, 15 godz.

- Dla każdej drogi określanej położeniami przełączników wyboru drogi lampka w schemacie synoptycznym informująca czy dana droga jest "otwarta" (przygotowana).
- W tym samym schemacie umieszczone są lampki sygnalizujące stany alarmowe takich parametrów technologicznych, jak poziomy i ciśnienie.
- Przyciski "START" i "STOP" dla poszczególnych dmuchaw oraz lampki sygnalizujące normalną pracę tych urządzeń i ich awaryjne wyłączenie.

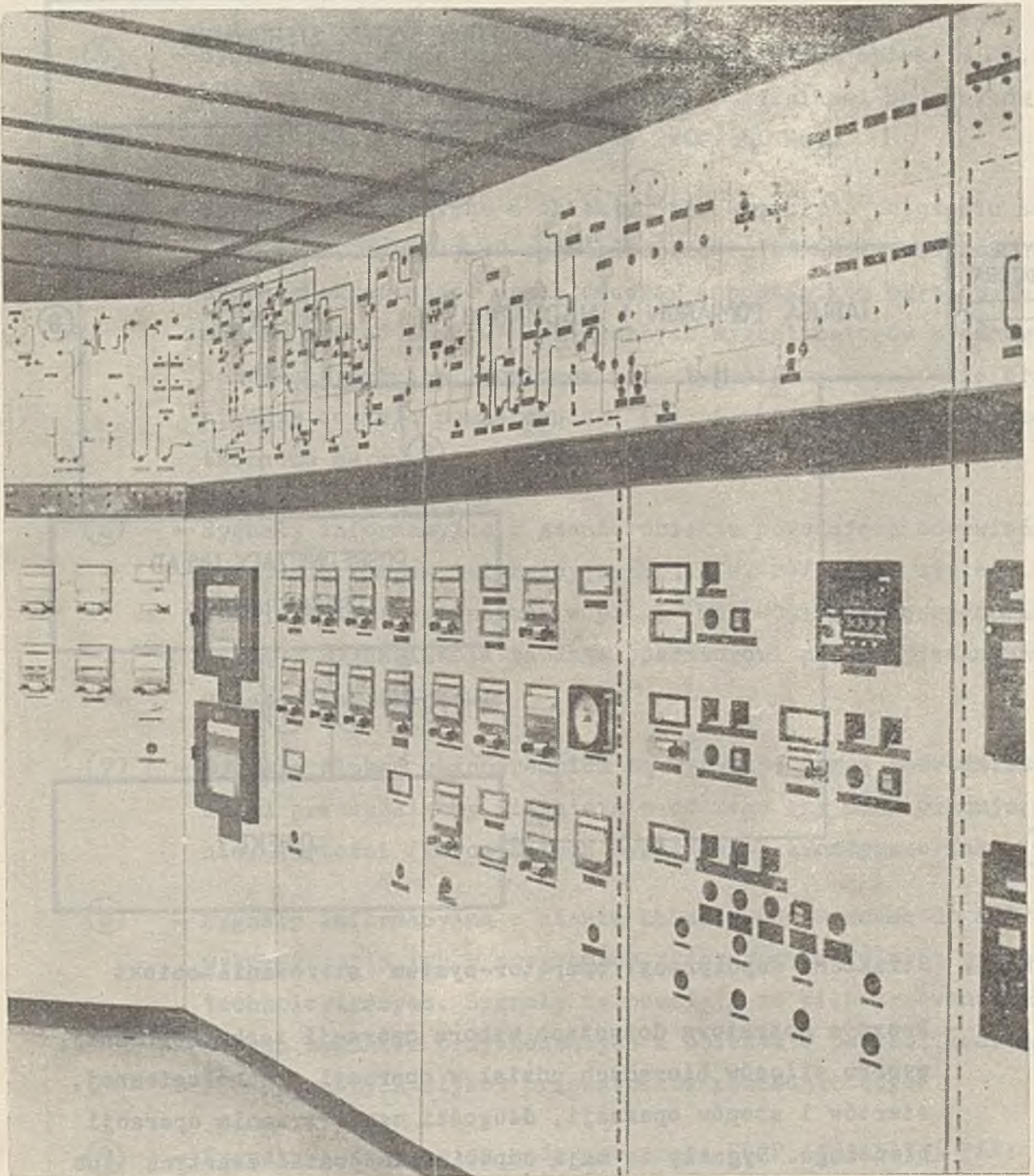
Oprzyrządowanie określone powyżej jest umieszczone w tej części tablicy pomiarów i automatyki, z której normalnie są prowadzone operacje technologiczne (rys. 3).

W części pomocniczej tablicy pomiarów i automatyki znajduje się szczegółowy schemat synoptyczny parku silosów (rys. 4) wyposażony w:

- lampki sygnalizacyjne określające stan każdego z elementów wykonawczych na obiekcie;
- przełączniki A-R (automatyka-sterowanie ręczne), z których każdy obejmuje grupę elementów wykonawczych; w położeniu A elementy wykonawcze są sterowane przez system sterowania; w położeniu R elementy wykonawcze są odłączone od systemu i sterowanie tymi elementami może być prowadzone tylko za pomocą lokalnych sterowników umieszczonych na obiekcie; wyjątkowo ze względu na powiązanie operacji WEJŚCIOWEJ z poprzedzającą ją częścią wytwórni przełącznik AR umożliwia sterowanie ręczne zdalne (z tablicy pomiarów i automatyki) elementami należącymi do tej operacji;
- kasety sygnalizacyjne, indywidualnie dla każdej z operacji, służące do informowania operatora o stanie NIEPRAWIDŁOWOŚCI instalacji nie sterowane aktualnie przez system. Dotyczy to przede wszystkim stanu otwarcia głównych zasuw odcinających w sytuacjach niedozwolonych. Kasety NIEPRAWIDŁOWOŚCI przewidziano indywidualnie dla każdej z operacji.



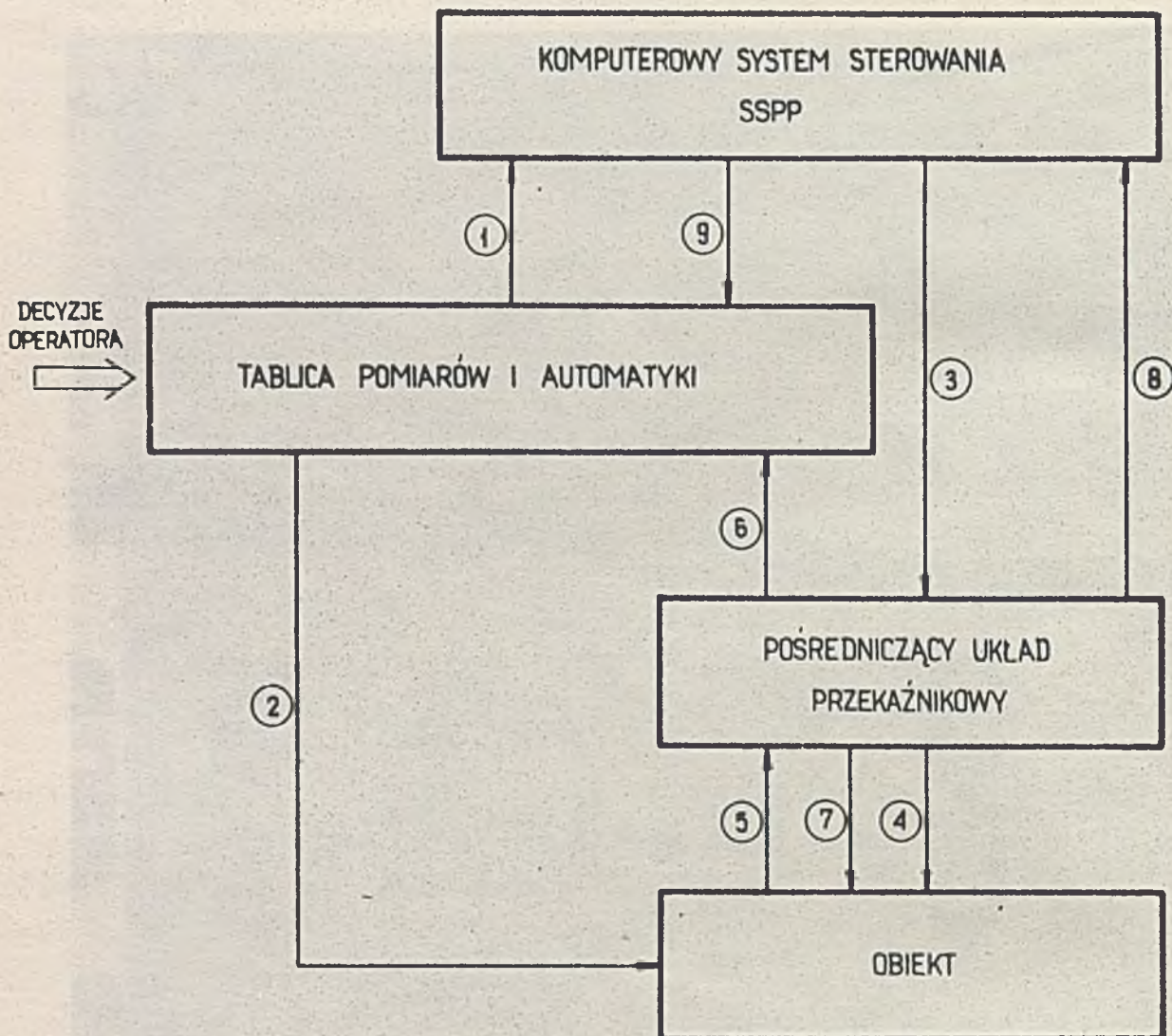
Rys. 3. Operacyjna część tablicy PiA do sterowania transportem pneumatycznym



Rys. 4. Pomocnicza część tablicy PiA

Sygnały

Poniżej przedstawiono charakterystykę funkcjonalną sygnałów pokazanych na rys. 5.



Rys. 5. Struktura współpracy: operator-system sterowania-obiekt

- ① - Decyzje operatora dotyczące wyboru operacji technologicznej, wyboru silosów biorących udział w operacji technologicznej, startów i stopów operacji, długości czasu trwania operacji blendingu. Sygnały te mają odpowiednio postać zwartych lub rozwartych styków przełączników wielopolożeniowych.
- ② - Sygnały sterujące pracą dmuchaw wysyłane przez operatora bezpośrednio na obiekt. Pochodzą one od styków zwiernych niestabilnych przycisków sterowniczych.

- ③ - Sygnały sterujące wysyłane przez SSPP na obiekt. Wszystkie one przechodzą przez pośredniczący układ przekaźnikowy gdzie są przetwarzane w sygnały ④ . Fizycznie są to sygnały 24V prądu stałego o $I \geq 55$ mA.
- ④ - Sygnały sterujące elementami wykonawczymi na obiekcie tj. cewkami zaworów elektromagnetycznych, stycznikami podajników obrotowych itd. (o mocy ok. 10 VA, 220V, 50 Hz).
- ⑤ - Sygnały informacyjne z obiektu, tj. sygnały o położeniu zasuw i zaworów, sygnały od sygnalizatorów ciśnień i poziomów oraz sygnały określające pracę dmuchaw i podajników obrotowych. Pochodzą one od styków elektrycznych sygnalizatorów krańcowego położenia ciśnień, poziomów itd. Sygnały te w układzie przekaźnikowym zostają powielone na ⑥ i ⑧ oraz ewentualnie przetworzone na sygnały blokad bezpośrednich ⑦ .
- ⑥ - Sygnały informacyjne o stanie obiektu powodujące odpowiednio świecenie lampek informacyjnych 1,2 W, 24V prądu stałego. (Każdy element wymieniony w p. 2 ma swoją lampkę sygnalizacyjną). Sygnalizacja ta daje operatorowi pełny i jednoznaczny obraz stanu obiektu.
- ⑦ - Sygnały blokad bezpośrednich są wysyłane przez pośredniczący układ przekaźnikowy niezależnie od tego czy SSPP pracuje, czy nie. Wartości fizyczne tych sygnałów są identyczne jak ④ .
- ⑧ - Sygnały informacyjne o stanie obiektu wprowadzane do SSPP do wykorzystania ich w programach pracy poszczególnych operacji technologicznych. Sygnały te powstają ze ziloczynowania określonych sygnałów przychodzących z obiektu w postaci zwartych lub rozwartych styków przekaźników pośredniczących.
- ⑨ - Sygnały informacyjne podawane przez SSPP do tablicy PIA:
 - sygnały określające zgodność lub niezgodność z założonym programem pracy (lampki sygnalizacyjne 1,2W, 24V prądu stałego),

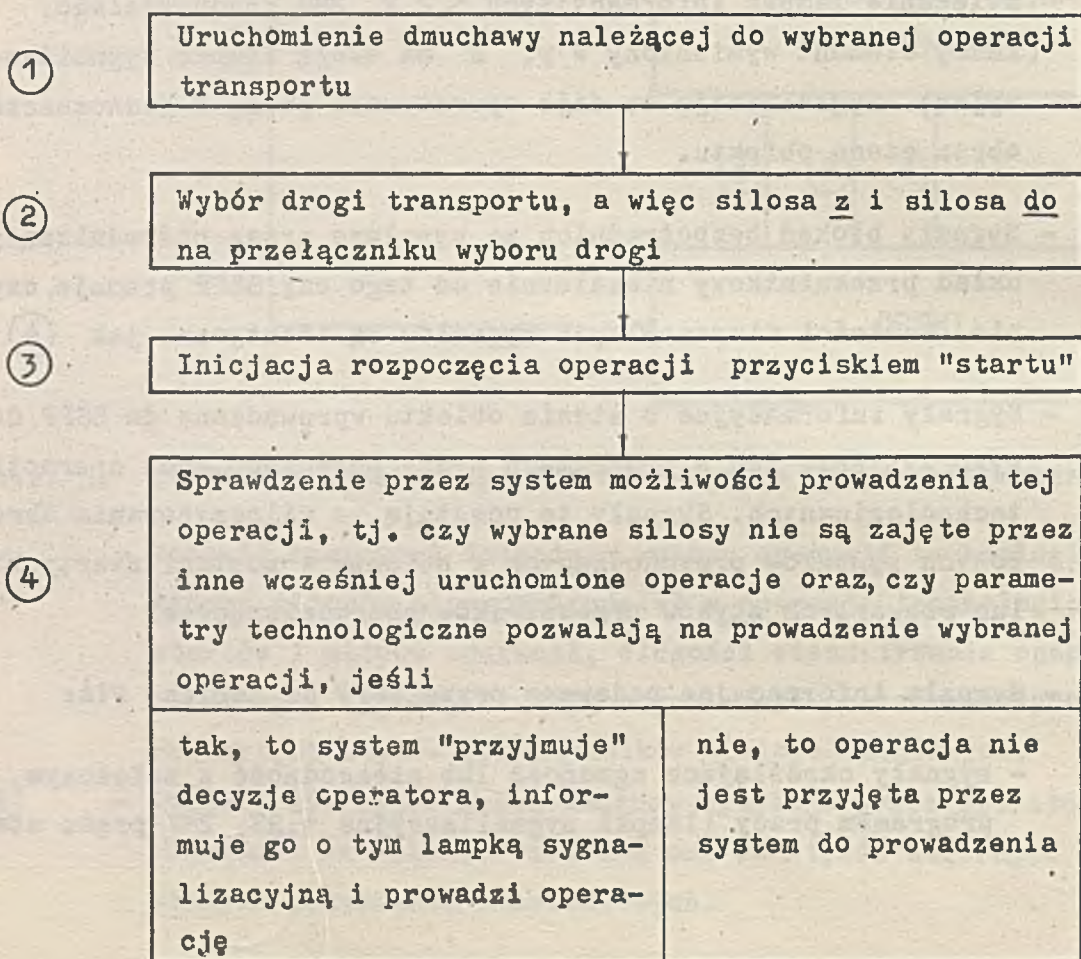
- sygnały alarmowe o nieprawidłowym przebiegu operacji technologicznych lub złym stanie obiektu nawet, gdy ten obiekt nie jest aktualnie objęty sterowaniem przez SSPP. Są to sygnały na wzbudzenie cewek (1,2W, 24V prądu stałego) przekaźników pośredniczących.

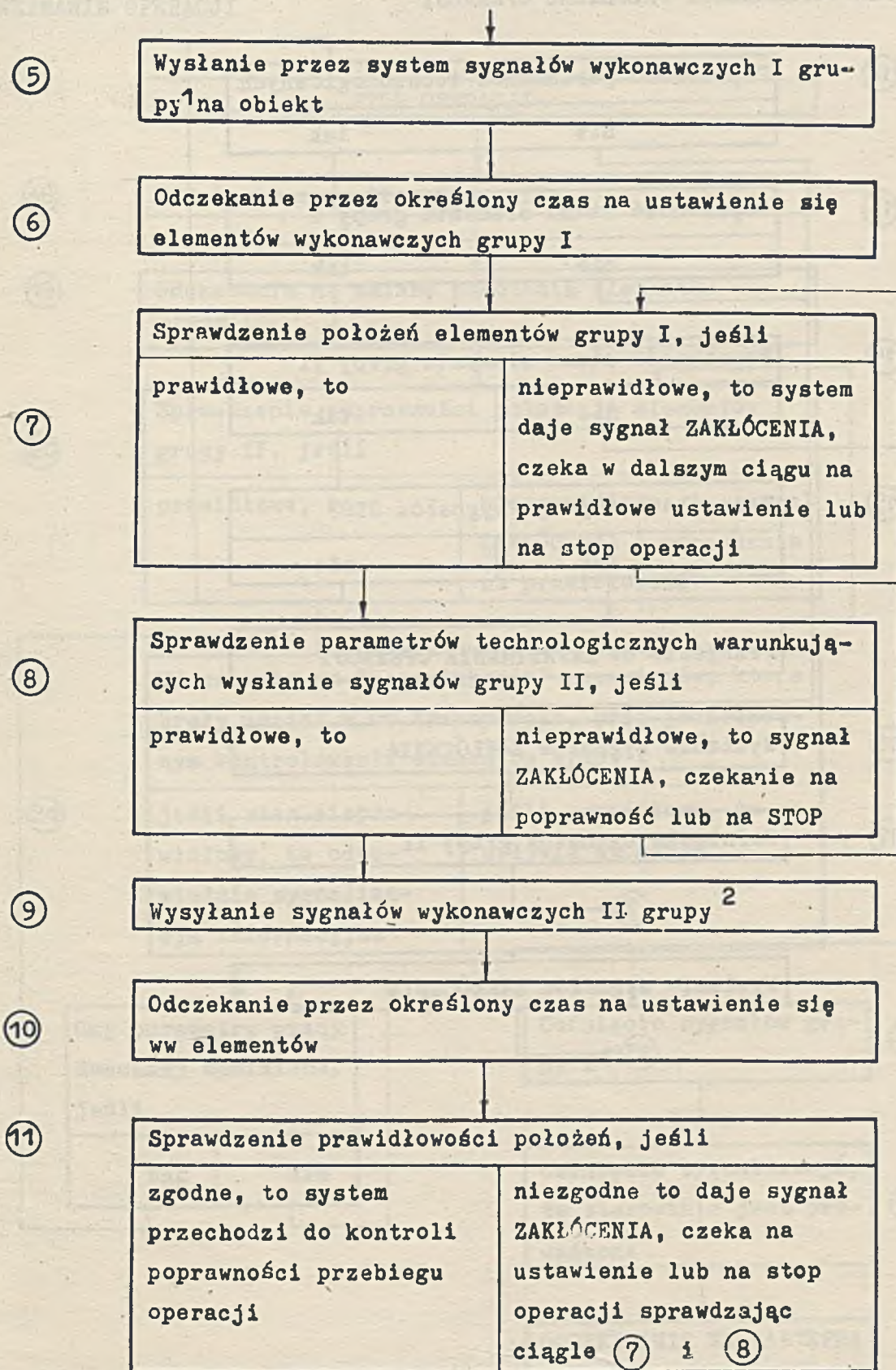
6. Założenia do programu sterowania

Program sterowania powinien przewidywać 4 etapy działań systemu:

- uruchamianie operacji,
- kontrolę poprawności przebiegu operacji,
- zatrzymywanie operacji,
- kontrolę obiektu w czasie, gdy nie jest on sterowany przez system.

URUCHAMIANIE OPERACJI

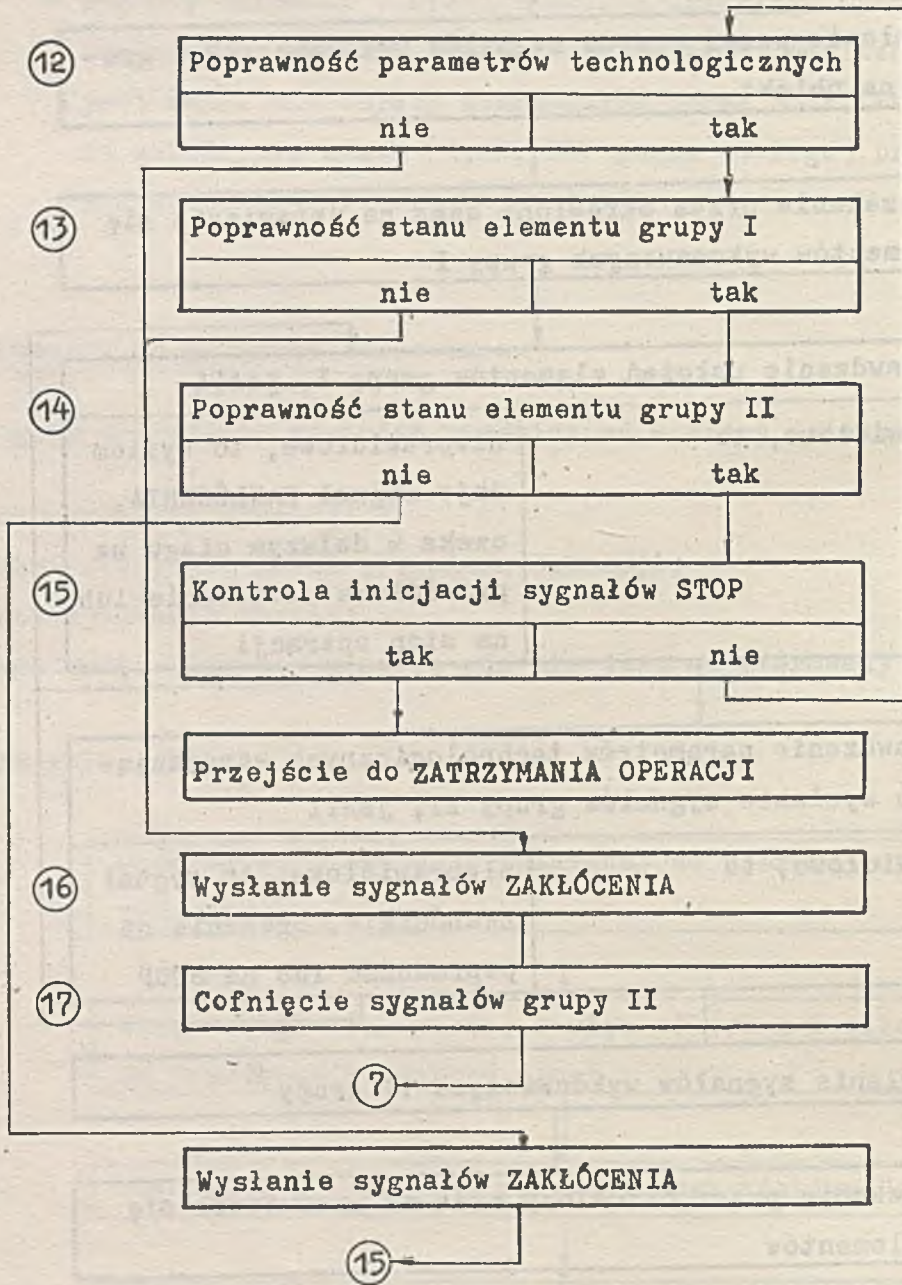




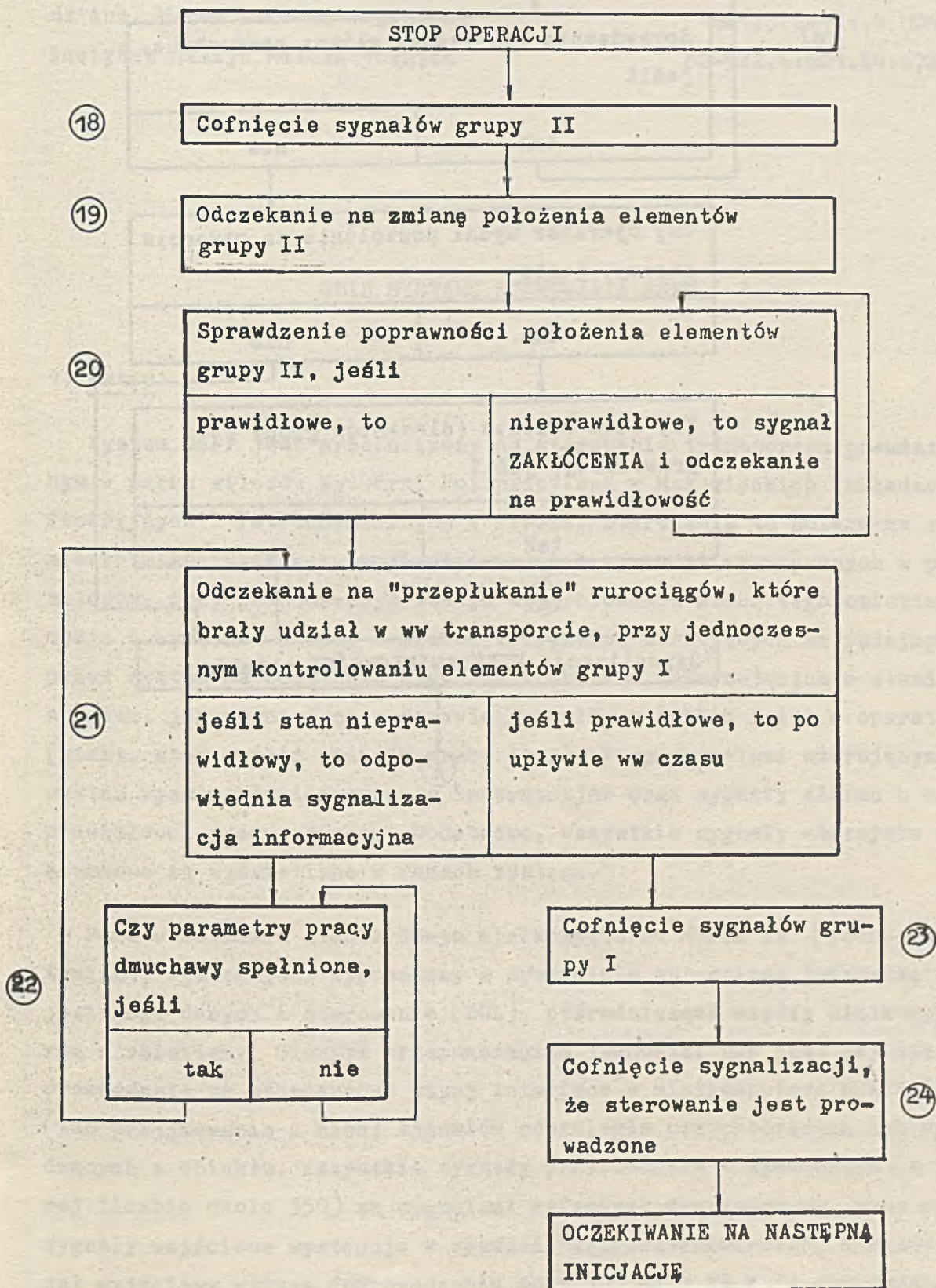
1 - sygnały podawane do elementów wykonawczych, które przygotowują obiekt do prowadzenia procesu transportu pneumatycznego (sygnały o przygotowaniu drogi transportu)

2 - sygnały podawane do elementów wykonawczych, które powodują rozpoczęcie transportu (zasowy główne pod silosami)

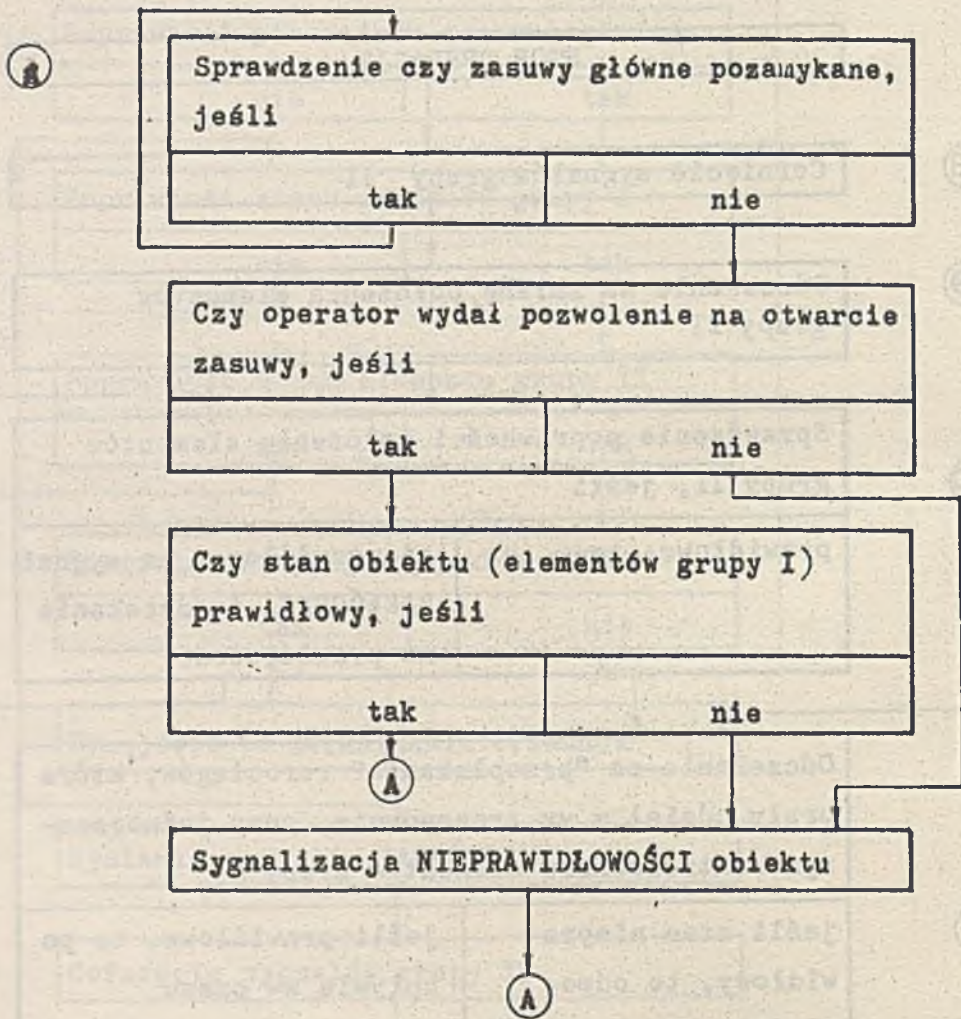
KONTROLA POPRAWNOŚCI PRZEBIEGU OPERACJI



ZATRZYMANIE OPERACJI



KONTROLA OBIEKTU W CZASIE, GDY NIE JEST ON STEROWANY PRZEZ SYSTEM



dr inż. Marek Tadeusz JANKOWSKI
Instytut Maszyn Matematycznych

681.322-181.4.004.14;
62-522.6:621.64:678.742

OPIS SYSTEMU STEROWANIA SSPP

1. Wstęp

System SSPP jest przeznaczony do sterowania transportem pneumatycznym w parku silosów Wytwórni Polipropylenu w Mazowieckich Zakładach Rafineryjnych i Petrochemicznych w Płocku. Sterowanie to polega na zapewnieniu właściwych sekwencji odpowiednich operacji wykonywanych w parku silosów, przy jednoczesnym stałym kontrolowaniu stanu tego obiektu. Decyzje o wysłaniu każdej kombinacji sygnałów sterujących są podejmowane przez system na podstawie sygnałów z obiektu informujących o stanie obiektu, jak również na podstawie sygnałów z tablic P i A w operatorni (start, stop, wybór rodzaju pracy itp.). Poza sygnałami sterującymi - system wysyła również sygnały informacyjne oraz sygnały alarmu o nieprawidłowej pracy obiektu. Dodatkowo, wszystkie sygnały sterujące oraz alarmowe są wyświetlane w ramach systemu.

Poza w zasadzie standardowym minikomputerem MOMIK 8b (jednostka centralna), system jest wyposażony w specjalnie opracowaną jednostkę rejestracji danych i sterowania (DDL), pośredniczącą między minikomputerem a obiektem. Głównym przeznaczeniem jednostki DDL jest bajtowe doprowadzenie na standardowe szyny interfejsu minikomputera MOMIK 8b (lub przyjmowanie z nich) sygnałów równoległe przychodzących lub wychodzących z obiektu. Wszystkie sygnały przychodzące i wychodzące (o łącznej liczbie około 350) są sygnałami cyfrowymi dwustanowymi, przy czym sygnały wejściowe występują w postaci "zwarciem-rozwarcie", a każdy sygnał wyjściowy wymaga doprowadzania mocy 100 mA x 24 V do sterowania przekaźników i/lub lampek.

Ponieważ pojedynczy zestaw maszyny MOMIK nie może zagwarantować długotrwałego niezawodnego sterowania obiektem zgodnie z wymaganiami, tzn. bez przerwy w okresie 11 miesięcy, więc system SSPP jest dodatkowo wyposażony w zestaw zapasowy podłączany przez operatora w przypadku awarii zestawu podstawowego. Jednym z najważniejszych wymagań dotyczących systemu SSPP, obok 11-miesięcznej niezawodnej pracy, jest odporność na krótkotrwałe przerwy w zasilaniu (220 V, 50 Hz). W tym przypadku dopuszcza się przerwę w pracy systemu, przy czym jest zapewnione szybkie i automatyczne ponowne uruchomienie systemu po powrocie napięcia zasilającego. Bezwładność obiektu umożliwia w przypadku przerw mniejszych niż 1,2 s proste kontynuowanie zainicjowanych operacji.

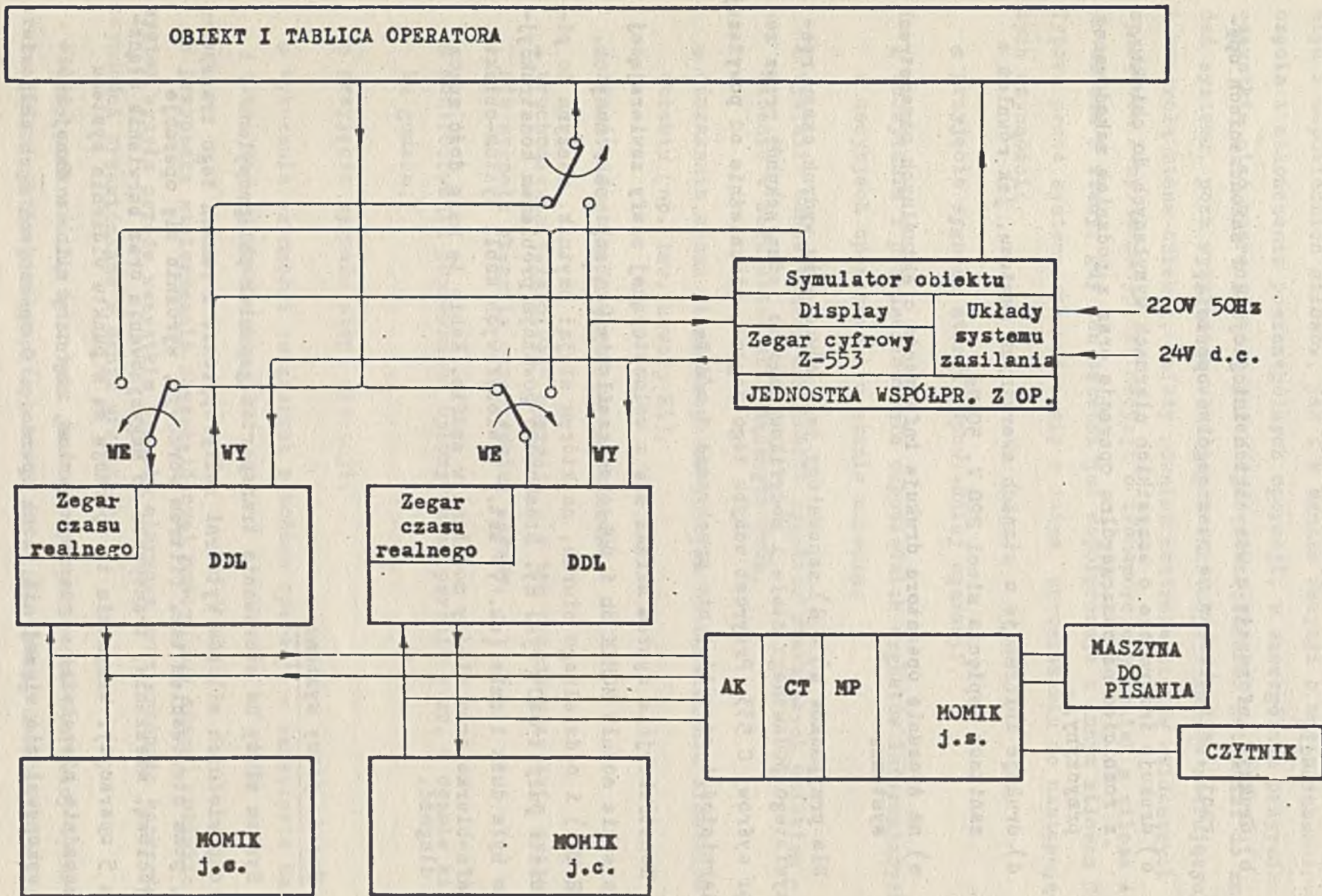
Schemat blokowy systemu SSPP jest przedstawiony na rys. 1. Poza dwoma zestawami tj. MOMIK 8b (jednostka centralna) + DDL, w celu wprowadzenia programów oraz zapewnienia komunikacji operator-maszyna, system wyposażony jest w czytnik taśmy perforowanej CT 300 oraz elektryczną maszynę do pisania FACIT. W module MOMIK 8b (jednostka centralna) znajdują się standardowe jednostki sterujące: czytnik i maszyna do pisania, jak również dodatkowo opracowana dla systemu jednostka AK 11, służąca do:

- bezpośredniego komunikowania się ze sobą jednostek centralnych obydwu zestawów,
- zapewnienia współpracy obydwu jednostek centralnych z pojedynczymi jednostkami sterującymi czytnika i maszyny do pisania.

Dodatkowo system wyposażony jest w tzw. jednostkę współpracy z operatorem (JWO), która służy przede wszystkim do sygnalizacji (wyświetlenia) stanów wybranych wyjść obydwu zestawów. Sygnały pogrupowane są tu w sposób umożliwiający proste porównywanie stanów obydwu zestawów.

W jednostce współpracy z operatorem, obok sygnalizacji stanów wyjść, znajduje się symulator obiektu (dołączany do wejść systemu SSPP) oraz zegar cyfrowy C 533. Informacje o aktualnym czasie są równoległe pobierane z zegara C 533 przez jednostki DDL.

Maszyna do pisania jest przeznaczona do następujących celów:



Rys. 1. Schemat blokowy systemu SSPP

- a) modyfikuje wybrane parametry programów, w zadanych przedziałach wartości,
- b) drukuje informacje o wszystkich inicjacjach i zakończeniach operacji, z rozbięciem na poszczególne operacje,
- c) drukuje informacje o wszystkich alarmach wysyłanych do obiektu, z rozbięciem na poszczególne operacje oraz z podaniem zakodowanej przyczyny,
- d) drukuje informacje o stanach awaryjnych systemu, jak również o zanikach napięcia sieci 220 V, 50 Hz,
- e) na życzenie operatora drukuje informacje o aktualnych parametrach systemu.

Dla przypadków b) - d) zapewniony jest równoległy wydruk czasu rzeczywistego podawanego stale i modyfikowanego co jedną sekundę przez zegar cyfrowy C 533. Przyrost uchybu tego zegara, niezależnie od powyższej ziarnistości odczytów, nie przekracza 1 s/dobę.

Konstrukcyjnie system składa się z wolnostojącej szafy zawierającej wszystkie moduły MOMIK 8b i DDL oraz zasilania (łączny pobór mocy ok. 1,2 kVA) i oddzielnego biurka, na którym stoją: czytnik, maszyna do pisania i pulpit JWO (rys. 2). Stosunkowo poważnym problemem konstrukcyjnym była duża liczba (ok. 70 szt.) wielożyłowych kabli system-obiekt, szafa-biurko oraz między modułami w szafie. Kable te mają dość znaczną długość.

2. Zasada pracy systemu

System służy do sterowania transportem granulek polipropylenu z i do odpowiednich silosów Wytwórni Polipropylenu. W ramach tego transportu, poza sterowaniem tzw. filtrem workowym, wyróżnia się operacje: wejściową, mieszania, transportu do magazynowania oraz barwienia (łącznie 5 operacji). Wszystkie te operacje są z punktu widzenia systemu w zasadzie niezależne - poza wymaganiami, aby dany silos w danej chwili wykonywał nie więcej niż jedną operację. O operacjach tych całkow-

cie decyduje operator - zarówno w sensie wyboru dróg transportu, a więc i odpowiednich silosów, jak i w sensie decyzji o momentach rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych operacji; w szczególnym przypadku wszystkie pięć operacji może przebiegać równocześnie. Natomiast do zadań systemu, poza wysyłaniem właściwych sekwencji sygnałów sterujących i kontrolą stanu obiektu, należy również kontrola błędów ewidentnych operatora - np. w przypadku decyzji o transporcie granulek z silosa A do silosa B wtedy, gdy ten ostatni już współpracuje z innym silosem C. Typowa praca systemu sprowadza się w dużym uproszczeniu do następujących czynności:

- przyjęcia sygnału startu odpowiedniej operacji,
- odczytania i przeanalizowania odpowiednich sygnałów informujących o decyzjach operatora i o stanie obiektu,
- wysłania odpowiedniej kombinacji sygnałów sterujących obiektem - głównie w celu ustawienia żądanych dróg,
- odczekania czasu niezbędnego ze względu na bezwładność elementów obiektu (np. tzw. zawory RL),
- skontrolowania "nowego" stanu obiektu,
- uruchomienia "właściwej" operacji - w tym przede wszystkim wysłanie sygnału otwarcia odpowiedniej zasuw,
- kontrolowania poprawności wykonywania operacji - np. w czasie kilku godzin,
- przyjęcia sygnału stopu operacji,
- wykonania czynności związanych z końcem operacji - zamknięcie zasuw, tzw. płukanie itp.

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowej pracy (lub stanu) obiektu - system wysyła przede wszystkim sygnały alarmowe oraz wykonuje konkretne czynności przewidziane w danym przypadku.

Należy podkreślić, że obiekt jest w rzeczywistości sterowany tylko przez jeden zestaw minikomputera MOMIK 8b + DDL, zwany umownie zestawem

głównym. Natomiast do drugiego zestawu, zwanego zapasowym, dochodzą wprowadzić równolegle wszystkie sygnały wejściowe ale, mimo włączenia, w normalnych warunkach pracy służy on tylko do dodatkowej kontroli poprawności pracy zarówno obiektu jak i samego systemu SSPP. Zestaw zapasowy przejmuje rolę zestawu głównego dopiero po stwierdzeniu awarii tego ostatniego i wymaga to przełączenia przez operatora kabli wyjściowych system-obiekt.

Oprogramowanie obydwu zestawów tj. głównego i zapasowego jest identyczne; jest ono umieszczone równolegle w pamięciach operacyjnych obydwu jednostek centralnych MOMIK 8b.

W skład oprogramowania systemu wchodzi następujące programy:

- programy pięciu operacji technologicznych,
- program pozaoperacyjnej kontroli obiektu,
- programy procedur kontrolnych SSPP oraz programy komunikacji z operatorem - tzw. programy tła,
- program monitor zapewniający obsługę przerw systemu i realizację wyżej wymienionych programów.

Program monitor wraz z programami tła jest nazywany programem zarządzającym.

Dwie pierwsze pozycje spośród ww zostały opracowane na podstawie instrukcji "Założenia techniczne i programowe..." (PAP Falenica, kwiecień 1972) oraz szczegółowych sieci działań poszczególnych operacji i kontroli pozaoperacyjnej obiektu. Z wymienionych materiałów, jak również ze szczegółowej analizy pracy obiektu, wynikają specyficzne wymagania dotyczące oprogramowania, związane:

- z pracą systemu w czasie rzeczywistym, próbkowaniem stanów wejść oraz współpracą ze sobą dwu niesynchronizowanych explicite jednostek centralnych

oraz z sytuacjami szczególnymi poza "normalną" pracą systemu, a mianowicie:

- modyfikacją parametrów programów i wymaganiem zgodności tych parametrów w obydwu jednostkach centralnych,

- uruchamianiem systemu po krótkotrwałych przerwach w zasilaniu,
- przełączaniem poszczególnych operacji ze sterowania automatycznego na sterowanie ręczne lub odwrotnie,
- przełączaniem sterowania obiektu z zestawu uszkodzonego na zestaw zapasowy,
- dołączaniem zestawu zapasowego w trakcie pracy systemu (tzn. wtedy, gdy działa zestaw główny),
- współpracą czytnika taśmy i maszyny do pisania z dwiema jednostkami centralnymi.

W przypadku awarii maszyny do pisania jest przy tym zagwarantowana ciągłość pracy systemu, jak również realizacja wszystkich funkcji systemu (z wyjątkiem wydruku meldunków), z możliwością oddziaływania na pracę systemu przez ewentualne posługiwanie się kluczami na pulpicie procesora.

3. Starty i stopy operacji, numery przerw, numery adresy jednostek sterujących

Wszystkie starty z obiektu (od operatora) przyjmowane są w systemie przez maszynę cyfrową MOMIK na zasadzie przerw formowanych odpowiednio w jednostce DDL. Natomiast w zasadzie wszystkie zatrzymania operacji (w tym również stop z przycisków) wynikają z programowo kontrolowanego próbkowania wejść przełącznicy informacyjnej, znajdującej się w modułach DDL. Wyjątkiem jest jeden przypadek, w którym programowo jest kontrolowany w minikomputerze MOMIK czas wykonywania operacji. Stop każdej z operacji ustawia odpowiednie wyjścia sterujące systemu SSPP w położeniu neutralnym (nieaktywnym). Wykazy startów i stopów wraz z wyszczególnieniem ich przyczyn, podane są w tabelach 1 i 2 (oznaczenia wg dokumentacji obiektu oraz cytowanych wyżej "Założeń").

Numery przerw i adresów WE/WY na standardowych szynach interfejsu minikomputera MOMIK 8b podano w tabl. 3 A i B.

Tab. 1

Wykaz startów

Operacja	Sygnal startu dla minikomputera MOMIK 8b	Przyczyna
WEJŚCIOWA	PB I = 1	PRZYCISK OPERATORA
MIESZANIE	PB B = 1	PRZYCISK OPERATORA
TRANSPORT	PB S = 1	PRZYCISK OPERATORA
BARWIENIE A	PB COL A = 1	PRZYCISK OPERATORA
BARWIENIE B	PB COL B = 1	PRZYCISK OPERATORA
BARWIENIE C	PB COL C = 1	PRZYCISK OPERATORA
FILTR	516 X = 1	PODAJNIK Z-516 PRACUJE

Tab. 2

Wykaz stopów

Operacja	Sygnal stopu dla minikomputera MOMIK 8b	Przyczyna
WEJŚCIOWA		Zmiana położenia przełącznika COS I
MIESZANIE	Niezgodność odpowiedniego "wzorca" z bieżącym stanem wejść DDL	Zmiana położenia przełącznika COS B
TRANSPORT		Zmiana położenia jednego z przełączników COS T i COS S
BARWIENIE A	COL AHX+PB COL STOP=1	Osiągnięcie poziomu maksimum w odpowiednim silosie lub przycisk operatora
BARWIENIE B	COL BHX+PB COL STOP=1	
BARWIENIE C	COL CHX+PB COL STOP=1	
FILTR	516 X = 0	Podajnik Z-516 nie pracuje lub sterowanie ręczne

A. Przerwania

Oznaczenia na szynach interface'u	Przyczyna	Uwagi	
U ₀	- zapas (przełącznik AK11)	Dziurkarka taśmy	
U ₁	- CT		
U ₂	- MP	Przerwania WE/WY	
U ₃	- zapas (przełącznik AK11)		
U ₄	- adapter AK11	Klasa Z 2	
U ₅	- operacja wejściowa		
U ₆	- operacja mieszania		
U ₇	- operacja transportu		
U ₈	- operacja barwienia A		
U ₉	- operacja barwienia B		
U ₁₀	- operacja barwienia C		
U ₁₁	- filtr (516 X)		
U ₂₂	- zegar C 533 (zapas)		Przerwania WE/WY
U ₂₃	- zegar czasu realnego		Klasa Z 1
U ₃₀ ¹	- powrót sieci po przerwie	Przerwania WE/WY	
U ₃₁ ¹	- zanik sieci	Klasa Z 0	

B. Adresy na szynach interface'u

DT	- 1 1 1 1	²
MP	- 1 1 0 1	
CT	- 1 1 1 0	
DDL (adres)	- 1 1 0 0	
DDL (informacja)	- 1 0 0 1	
AK 11 adapter	- 1 0 1 0	
AK 11 przełączn.	- 1 0 1 1	

¹ Sygnały doprowadzone bezpośrednio do minikomputera, poza szynami interface'u

² Zapas

4. Zagadnienia czasowe

Każda z jednostek DDL jest wyposażona w zegar czasu realnego, który całkowicie niezależnie od zegara C 533, generuje impulsy traktujące co 10 okresów sieci - tzn. co około 0,2 s. Zegary czasu realnego wystero- wują na zasadzie przerwań (U_{23}) odpowiednie jednostki centralne MOMIK 8b.

Program zarządzający zapewnia realizację (obsługę) ustawionej kolej- ki programów-zadań wchodzących w skład programów operacji technologicz- nych i programu kontroli pozaoperacyjnej obiektu. Po przyjsciu każdego w zasadzie przerwania U_{23} rozpoczyna się (jest to początek taktu 0,2 s) obsługa aktualnej kolejki, przy czym obsłużony program-zadanie może zgłosić do kolejki w następnym takcie albo ponownie siebie (np. przypa- dek pętli w sieciach działań), albo inne zadanie. W szczególnych przy- padkach z formalnego punktu widzenia wszystkie zadania danej operacji mogą być "bierne" - np. dla niezainicjowanej operacji technologicznej.

Przerwania startów operacji technologicznych mogą się pojawiać w do- wolnych w zasadzie momentach - fazach każdego taktu. Przerwania te po przyjęciu przez jednostkę centralną MOMIK 8b zostają obsłużone na samym początku następnego taktu. Jeżeli jednak w danym takcie przyjdzie więcej niż jedno przerwanie, to zostanie przyjęte tylko jedno (ostatnie), a po- zostale zostaną przez system zignorowane.

Z powyższego wynika, że operatorzy technologiczni obiektu nie powin- ni uruchamiać równocześnie dwu lub więcej operacji - minimalne przesu- nięcie czasowe między kolejnymi startami powinno wynosić 0,2 s - co jest wymaganiem nie sprawiającym kłopotów. Z tych samych względów ope- rator powinien zawsze sprawdzać, czy system "przyjął" kolejny start operacji.

Kolejka zadań jest podzielona na tzw. pierwszy plan (foreground), dotyczący programów operacji technologicznych i kontroli pozaoperacyj- nej obiektu oraz na tzw. tło (background), dotyczący operacji WE/WY oraz samokontroli systemu.

Jako pierwszy jest obsługiwany pierwszy plan i czas obsługi kolejki zadań pierwszego planu powinien być mniejszy od 0,2 s; reszta taktu

(tzn. do pojawienia się następnego przerwania U_{23}) jest przeznaczona do obsługi programów tła ¹. Niemniej jednak, w przypadku pojawienia się przerwania U_{23} jeszcze w trakcie realizacji pierwszego planu, przerwanie takie nie kończy taktu, a oznacza lokalne jego wydłużenie do wielokrotności 0,2 s. Może to np. nastąpić w przypadku:

- a) niewłaściwego oszacowania najgorszego przypadku z punktu widzenia najdłuższego czasu realizacji pierwszego planu,
- b) chwilowego, przypadkowego zakłócenia pracy zegara czasu realnego w danej jednostce DDL,
- c) pojawienia się, asynchronicznie w stosunku do taktów zegara, przerwania U_{30} informującego o powrocie zasilania (por. niżej).

Program zarządzający umożliwia zliczanie i ewentualne sygnalizowanie, że nastąpiło $(1 + \alpha)$ -krotne wydłużenie taktu podstawowego 0,2 s, gdzie $\alpha = 0, 1$ - parametr. Alarmowanie może się odbywać przez wydruk na maszynie do pisania, albo przez zajęcie jednej (lub kilku) z zapasowych pozycji rejestru wyjściowego DDL. W przypadku doświadczalnego, statystycznego stwierdzenia zbyt częstych błędów, zakłada się w czasie wstępnej eksploatacji systemu wydłużenie podstawowego taktu powyżej 0,2 s.

Na początku każdego taktu, po obsłudze przerw, ma miejsce przepisanie stanu wszystkich wejść przełącznicy DDL do odpowiednich komórek pamięci jednostki centralnej MOMIK 8b, gdzie w ten sposób tworzy się obraz wejść. W czasie realizacji pierwszego planu są wykorzystywane wybrane informacje o stanach wejść i w wyniku jest odpowiednio modyfikowany, istniejący również w pamięci, obraz rejestru wyjściowego DDL. Obraz ten (z poprzedniego taktu) jest przepisywany do rejestru wyjściowego również na początku realizacji pierwszego planu.

W zasadzie nie jest konieczne przepisywanie wszystkich wejść i wyjść w danym takcie, gdyż wystarczyłoby wzięcie pod uwagę tylko pozycji w danej chwili systemu i/lub podlegających zmianom. Niemniej jednak taka

¹ Oznacza to, że dla pojedynczego cyklu tła może lokalnie nie wystarczyć czasu w danym takcie - w takim przypadku jego obsługa zostanie przesunięta do następnego taktu.

organizacja wprowadzania danych daje możliwość ewentualnego badania zmiany stanów wejściowych z taktu na takt. Może to być np. istotne przy analizie sygnałów z zegara C 533, na wyjściu którego co sekundę istnieją niesygnalizowane systemowi procesy przejściowe. W teorii bezpieczne (tj. z gwarancją bezbłędnego ich odczytania) korzystanie z sygnałów zegara C 533 uzależnione jest od tego, czy w dwu sąsiednich taktach sygnały te nie uległy zmianie. Równocześnie mamy możliwość porównywania (dla celów autokontroli systemu) wybranych stanów zapisywanych w pamięciach dwu, tylko quasi-synchronicznie względem siebie pracujących jednostek centralnych¹.

Porównywanie to może być szczególnie istotne dla obrazu wejść natchmiast po wprowadzeniu nowych danych z przełącznicy DDL; w ten sposób, jeśli tylko potrafilibyśmy określić dopuszczalne niezgodności, można by sprawdzać poprawność działania całego toru przesyłania - od zacisków obiektu przez kable, DDL, do pamięci jednostki centralnej MOMIK.

Start każdej operacji wymaga sprawdzenia, czy wybrane dla tej operacji silosy są wolne, a następnie w przypadku pozytywnej odpowiedzi "zajęcia" ich na czas trwania operacji. W tym celu istnieje w pamięci operacyjnej aktualizowany na bieżąco rejestr zajętości wszystkich silosów. W każdej operacji jest tzw. umowny początek operacji, który powoduje "zajęcie" odpowiednich silosów po stwierdzeniu, że są one wolne. W operacji barwienia część silosów jest sprawdzana i ewentualnie zajmowana już po umownym początku operacji. Zwolnienie wszystkich silosów zajętych w danej operacji następuje w trakcie tzw. umownego końca operacji.

¹ W obydwu jednostkach centralnych przerwania spowodowane startami operacji technologicznych są przyjmowane prawie równocześnie. Natomiast mogą wystąpić różnice w częstotliwościach wewnętrznych zegarów obydwu jednostek centralnych, a zatem i w czasach wykonywania przez nie operacji. W przypadku przerwania taktujących U_{23} przy dokładnie takich samych częstotliwościach mogą natomiast wystąpić względne przesunięcia faz do $\pm 0,1$ s.

5. Parametry programów i ich modyfikacja

Istnieje zbiór ok. 30 parametrów, których szczegółowe wartości są ustawiane (z możliwością zmiany) przez upoważnionych operatorów. Jak już było powiedziane, modyfikacja parametrów jest dokonywana za pomocą maszyny do pisania¹, aczkolwiek istnieje możliwość wykorzystania do tych celów pulpitu technicznego jednostki centralnej MOMIK 8b.

Na życzenie operatora ma miejsce wydruk tablicy aktualnych wartości wszystkich parametrów systemu.

6. Uruchamianie systemu po przerwie w zasilaniu 220 V, 50 Hz

A. Założenia

- Czas przerwy w zasilaniu nie jest kontrolowany przez system. System reaguje więc w analogiczny sposób na przerwy krótkie (do 1,2 s) i na przerwy dłuższe. Przerwy dłuższe (ponad 1,2 s) w normalnych warunkach nie są przewidziane i w związku z tym są utożsamiane z awarią zasilania.
- W pamięci minikomputera MOMIK 8b znajdują się między innymi, poza aktualnym obrazem rejestru informacyjnego (wyjścia DDL), stany odpowiednich przełączników tablicy operatora dla umownych początków operacji, jak również zanotowane są umowne początki operacji. Pamięć minikomputera MOMIK po zatrzymaniu zachowuje swoją zawartość również po zaniku zasilających napięć stałych.
- System wyposażony jest w układ śledzący ewentualny zanik i powrót zasilania 220 V, 50 Hz; sygnały informujące o tych zdarzeniach doprowadzone są do minikomputera MOMIK w postaci przerwań.
- Między powrotem napięć stałych zasilających system a wstępnym zerowaniem rejestru wyjściowego DDL może upłynąć czas ok.

¹ Z wyjątkiem czasu TB2 ustawianego przełącznikiem poza systemem SSPP

(10 ÷ 20) ms. Wynikające z tego przypadkowe stany przejściowe (w tym również niewłaściwe krótkotrwałe występowanie zasuw, zaworów itp.) są pomijalne z punktu widzenia obiektu i w związku z tym są dopuszczalne.

- Stopy operacji wykonywane przez operatora za pomocą przełączników COS I, COS B, COS T i COS S są realizowane przez porównywanie aktualnego stanu przełączników (na wejściach DDL) z "wzorcowymi" stanami zapisanymi w pamięci minikomputera MOMIK. W ten sposób możliwe jest np. powtórzenie stopów po powrocie zasilania, a dodatkowo zapewniona jest stosunkowo duża odporność systemu na przypadkowe zakłócenia¹.

B. Zachowanie obiektu w przypadku zaniku zasilania

- Zasuw zaczynają się zamykać z powodu zaniku sygnałów sterujących z systemu. Zasuw zmieniają swoje położenie powoli, w granicach do 10 s i nie przejawiają żadnej histerezy. Sygnalizowane jest tylko całkowite zamknięcie zasuw - tzn. faktyczne częściowe otwarcie jest odczytywane jako całkowite otwarcie.
- Dmuchała zwalnia swoje obroty, a po czasie ok. 1,2 s wyłącza się obwód podtrzymywania jej sterowania. Powrót zasilania po czasie 1,2 s nie spowoduje wtedy samoistnego włączenia dmuchawy.
- Podajniki zatrzymują się szybko.
- Zawory w zasadzie nie zmieniają swojego położenia.

C. Zachowanie systemu przy zaniku zasilania

- Układ śledzący poziom napięcia 220 V, 50 Hz na wejściu systemu notuje obniżenie amplitudy sinusoidy poniżej progu 18-19% w stosunku do poziomu nominalnego i wysyła do jednostki centralnej MOMIK 8b sygnał przerwania U_{31} o najwyższym priorytecie informu-

¹ Z tego względu odrzucono wariant sprzętowego notowania krótkotrwałych zmian (z powrotem do pozycji wyjściowej) położenia tych przełączników.

jący, że po czasie 400 μ s stabilizowane napięcia stałe mogą wyjść z przedziałów dozwolonych wartości i że należy "uśpić" jednostkę centralną.

- Począwszy od powyższego przerwania program powinien zatrzymać pracę systemu i "pochować" do pamięci operacyjnej informacje umożliwiające kontynuowanie pracy po powrocie zasilania. W tym czasie jednostki centralne ignorują wszystkie przerwania - poza oczywiście przerwaniem informującym o powrocie napięcia zasilania.
- Zanik zasilania powoduje, że system przestaje sterować obiektem (wyjścia rejestru DDL w położeniach neutralnych) na skutek działania poziomu zerującego system, pojawiającego się z opóźnieniem 400 μ s w stosunku do U_{31} bądź na skutek zaniku napięć stałych.

D. Zachowanie systemu przy powrocie sieci

Układ śledzący¹ poziom napięcia 220 V, 50 Hz notuje powrót amplitudy do poziomu 18 ÷ 19% w stosunku do wartości nominalnej i z opóźnieniem ok. 200 ms powoduje zanik sygnału zerującego system oraz pojawienie się przerwania U_{30} "budzącego" jednostkę centralną MOMIK do pracy. W tym momencie wszystkie napięcia stałe zasilające jednostki centralne i jednostki DDL są ponownie w przedziałach dozwolonych wartości.

Przerwanie U_{30} powoduje rozpoczęcie kontynuowania pracy systemu dokładnie od miejsca, w którym została ona przerwana na skutek przerwania U_{31} . Ze względu na wspomniane wyżej opóźnienie, jak również asynchronizm przerwania U_{30} w stosunku do taktów określonych przerwaniem U_{23} , opóźnienie między powrotem zasilania a faktycznym podjęciem sterowania obiektu przez system może być ok. 0,2 - 0,6 s.

W tym czasie wyjścia systemu znajdują się jednak w położeniach neutralnych.

¹ Układ ten jest zasilany napięciem stałym +24 V dostarczanym z baterii akumulatorów z obiektu.

7. Przełączanie sterowania obiektu z zestawu głównego na zestaw zapasowy

Przełączanie to ma miejsce bądź w przypadku awarii, bądź w przypadku okresowych badań profilaktycznych zestawu głównego.

W przypadku awarii, po odebraniu sygnału alarmu operator na podstawie analizy następujących informacji:

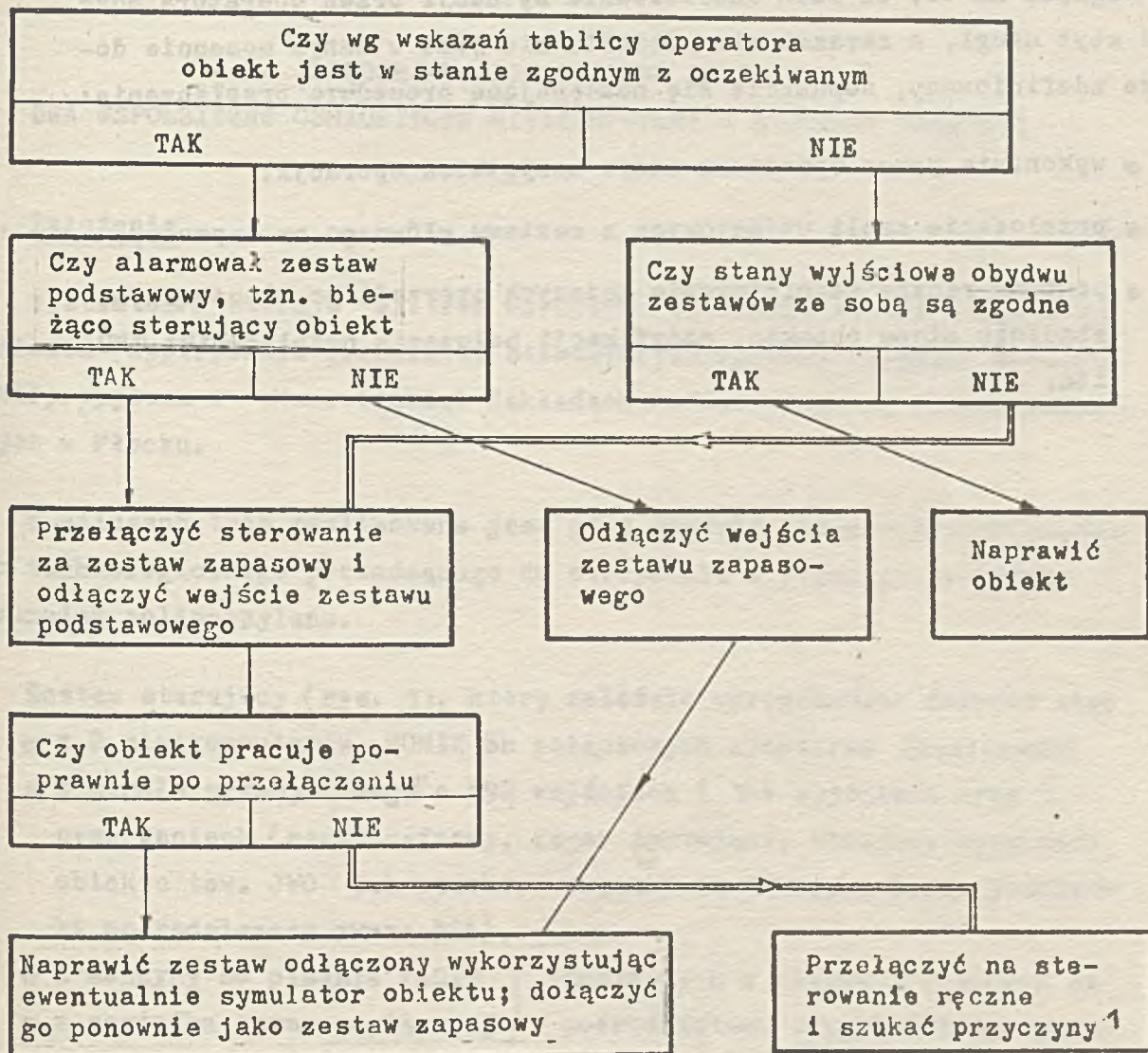
- o stanie obiektu, wg wskazań tablicy operatora,
- z jednostki współpracy z operatorem (zgodność albo niezgodność par sygnałów wyjściowych z obydwu zestawów, czy obydwa zestawy alarmują, a jeżeli nie, to który, itp.),
- wydruków meldunków na maszynie do pisania,
- własnej znajomości "historii" obiektu,

powinien zlokalizować miejsce lub przyczynę awarii, a następnie albo usunąć awarię obiektu, albo ewentualnie przełączyć sterowanie z zestawu podstawowego na zapasowy. Ramowy schemat postępowania operatora w omawianej sytuacji jest przedstawiony na tablicy 4. Warto przy tym podkreślić, że podstawą filozofii przełączania zestawów głównego i zapasowego są następujące założenia:

- pewność pracy obydwu zestawów jest w pierwszym przybliżeniu taka sama; szczególnie w przypadku zastosowania zestawu zapasowego do kontroli poprawności zestawu podstawowego, niesprawność układu kontrolującego jest równie prawdopodobna co niesprawność układu kontrolowanego;
- prawdopodobieństwo równoczesnej niesprawności obydwu zestawów jest w praktyce równe zeru;
- nie jest konieczne natychmiastowe wykrywanie i sygnalizacja ewentualnej awarii SSPP, a kryterium poprawnej pracy SSPP może być poprawna praca sterowanego przez niego obiektu. Dopuszcza się więc zaistnienie następującej sekwencji zdarzeń:
 - awaria zestawu podstawowego SSPP,

Tabl. 4

Schemat postępowania w przypadku sygnalizacji awarii



¹ Np. dla wariantu zaznaczonego linią pogrubioną przyczyną może być zwarcie uzwojenia przełącznika pośredniczącego między odpowiednim wyjściem DDL a wejściem obiektu

- krótkotrwałe błędne wystawienie obiektu,
- powstanie sygnału nieprawidłowej pracy obiektu,
- przełączenie sterowania na zestaw zapasowy.

W przypadku uzasadnionego podejrzenia awarii zestawu podstawowego, ze względu na to, że czas analizowania sytuacji przez operatora może być zbyt długi, a zarazem stan obiektu nie jest w danym momencie dobrze zdefiniowany, dopuszcza się następującą procedurę przełączania:

- wykonanie przez operatora stopu wszystkich operacji,
- przełożenie kabli wyjściowych z zestawu głównego na zapasowy,
- ponowne ręczne zainicjowanie żądanych operacji po ewentualnym zbadaniu stanu obiektu, modyfikacji położenia przełącznika TPU itd.

mgr inż. Jan KLIMOWICZ
Instytut Maszyn Matematycznych

681.322-181.4.004.14;
62-503.53:62-522.6;
621.64:678.742

OPROGRAMOWANIE SYSTEMU SSPP.

DWA WSPÓLBIEŻNE ÓSMIOBITOWE MINIKOMPUTERY W SYSTEMIE NADĄŻNYM

1. Założenia

System SSPP steruje filtrem workowym (filtracja azotu) i grupą 20 silosów (dystrybucja granulatu) stanowiących końcowy fragment Wytwórni Polipropylenu w Mazowieckich Zakładach Rafineryjnych i Petrochemicznych w Płocku.

W silosach tych realizowane jest pięć spośród ciągu operacji procesu technologicznego prowadzącego do otrzymania z płynnego propylenu granulek polipropylenu.

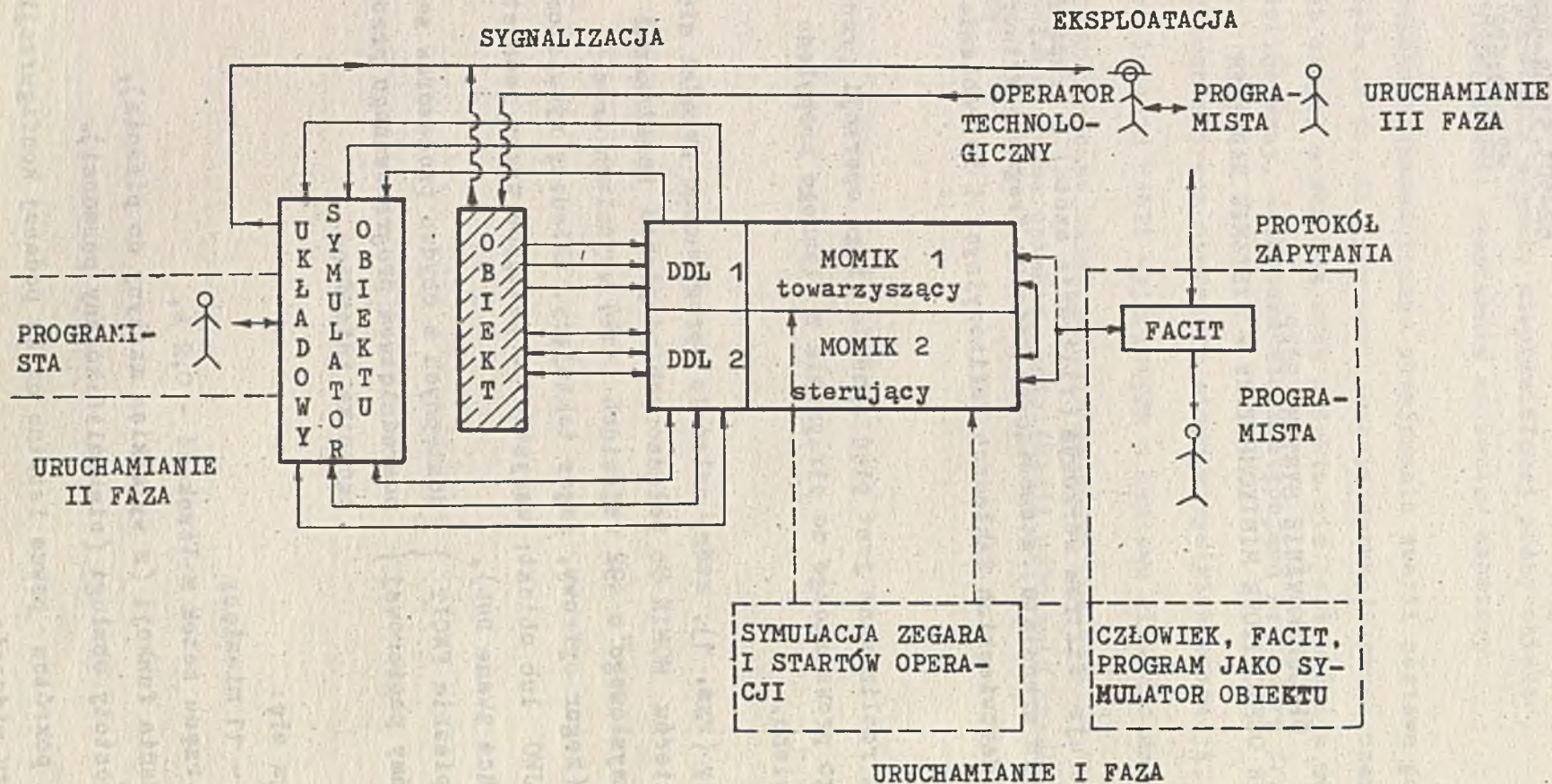
Zestaw sterujący (rys. 1), który należało oprogramować składał się:

- z 2 minikomputerów MOMIK 8b połączonych adapterem kanał/kanał
 - z "kanału przemysłowego" o 192 wejściach i 144 wyjściach oraz 9 przerwaniach (zegar cyfrowy, zegar taktujący, układowy symulator obiektu tzw. JWO lub obiekt; wszystko to dostępne przez jednostki pośredniczące zwane DDL),
 - z maszyny do pisania FACIT
 - z czytnika taśmy papierowej
- } dostępnych z obydwu procesorów za pośrednictwem programowanego przełącznika interface.

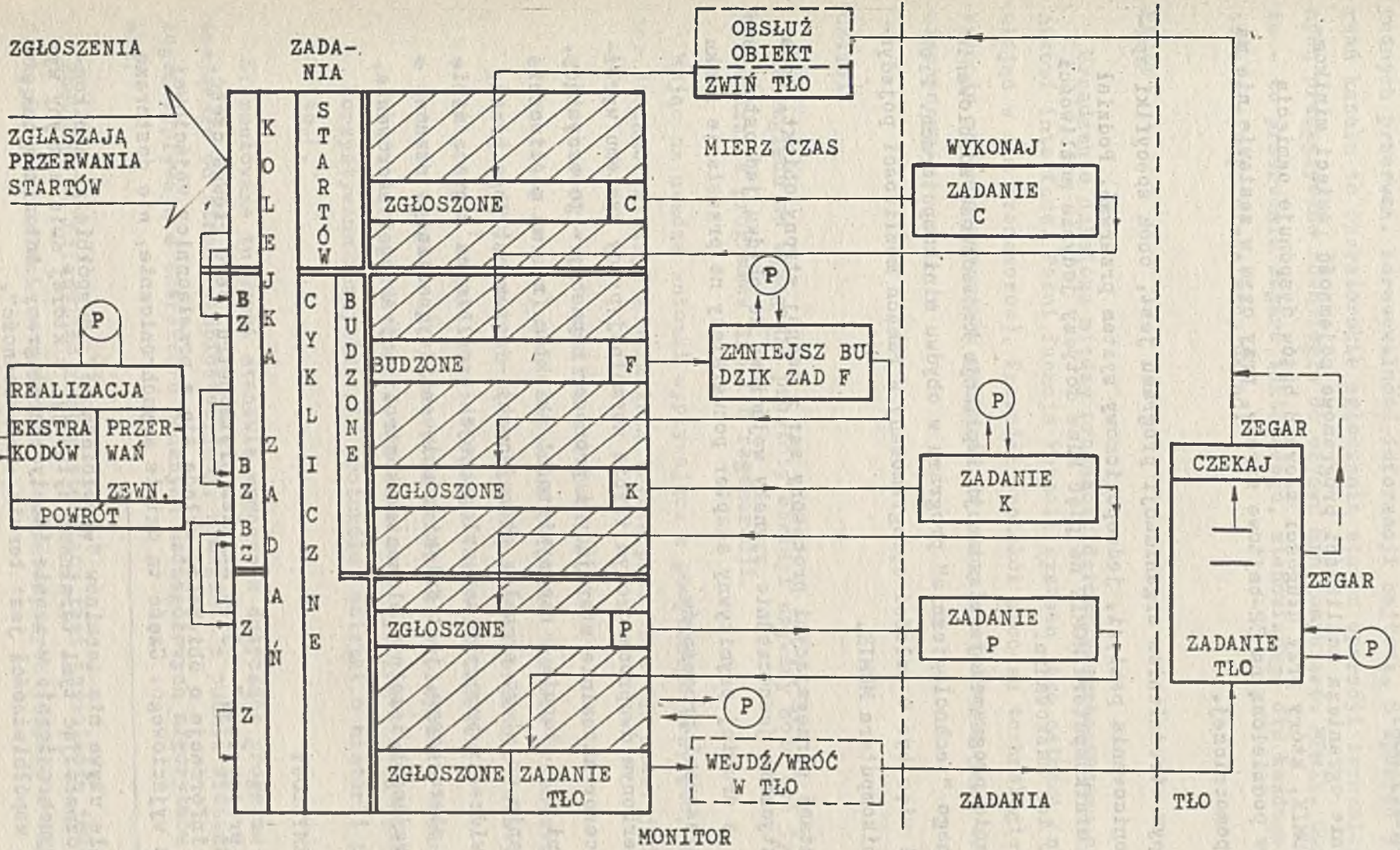
Od systemu wymaga się:

- pracy ciągłej - 11 miesięcy
- czasu reakcji rzędu setek milisekund - 0,2 s,
- pełnego dublowania funkcji (z wyjątkiem maszyny do pisania),
- maksymalnej prostoty obsługi (niekwalifikowany personel).

Scharakteryzujemy pokrótce pewne istotne cechy podanej konfiguracji z programowego punktu widzenia.



Rys. 1. Zestaw sterujący. Fazy uruchamiania i eksploatacja



▨ ZADANIA BIERNE; (P) PRZERWAŃ; Z - ZGŁOŚ ZADANIE; B - OBUDŹ ZADANIE

Rys. 2. Monitor SSPP - Zasada działania

Minikomputery MOMIK

Znacznie ogranicza możliwości programowe pojemność pamięci minikomputera MOMIK, który przy długości słowa 8 bitów dysponuje pamięcią 8 kbajtów podzieloną na 32-bajtowe strony, przy czym w zestawie nie ma pamięci pomocniczej.

Poważnym utrudnieniem organizacji programu jest, obok specyfiki aparatu stronicowania pamięci, jednopoziomowy system przerwań. Podział przerwań minikomputera MOMIK na pięć klas dotyczy jedynie możliwości odrębnego ich maskowania.

Wymaganie programowej redundancji implikuje konieczność zdublowania identycznego "technologicznie" programu w obydwu minikomputerach. Problem musi więc być w całości oprogramowany w ramach możliwości pojedynczego minikomputera MOMIK.

Elementami sprzęgającymi procesory są: z jednej strony obiekt, podający praktycznie jednocześnie sygnały wejściowe do obydwu jednostek centralnych, z drugiej prymitywny adapter pozwalający na przesłanie znaku między rejestrami procesorów.

W zamierzonym dwuprocessorowym trybie normalnej pracy systemu wyróżniamy procesor aktualnie sterujący i procesor zapasowy - towarzyszący. Ten ostatni nie steruje w rzeczywistości obiektem (nie ma możliwości przekazywania do niego sygnałów sterujących) - natomiast jego praca, z punktu widzenia procesów technologicznych współbieżna¹ z pracą minikomputera sterującego, jest, dzięki zdublowanej sygnalizacji stanów wyjść sterujących, istotnym elementem kontroli poprawności sterowania.

KANAŁ PRZEMYSŁOWY

"Kanał przemysłowy" jest kanałem arytmometru. Jego główna część, grupująca informacje o obiekcie, składa się z przełącznicy wejściowej i rejestru wyjściowego. Część ta działa asynchronicznie, nie dostarcza

¹ W artykule używa się terminów "współbieżność", "współbieżne minikomputery" oznaczając tymi terminami sytuację, w której dwie maszyny wykonują synchronicznie w czasie identyczne programy. Antonimem tak rozumianej współbieżności jest termin "rozbieżność".

żadnych przerw. Adresowalność informacji bajtowa. 8 spośród 9 przerw kanału to operatorskie zgłoszenia startu operacji technologicznych przekazywane równolegle do obydwu minikomputerów MOMIK. Dziewiąte - to przerwanie zegara taktującego, stanowiącego dla każdego procesora odrębny, niezależny układ.

FACIT

Urządzenie dzielone między procesory dzięki programowanemu przełącznikowi interface. Pełni funkcje konsoli systemu jako całości (nie wyróżniając w nim procesorów). Prowadzi protokół procesu technologicznego. Wpisuje zmienne parametry procesów. W pracy systemu nie jest elementem niezbędnym.

CZYTNIK

Ze względu na wymaganie prostoty obsługi używany może być tylko do wprowadzania programów lub ich regeneracji.

Mając na uwadze wnioski wypływające z powyższego przyjęto, że operator "technologiczny" w normalnym trybie pracy systemu widzi jedynie:

- "technologiczne" tablice sterowni,
- dwa rzędy kontrolnych lampek na pulpicie "kanału przemysłowego" (ściśle JWO), których stany powinny być odpowiednio identyczne,
- dwie lampki sygnalizacji POPRAWNA PRACA PROCESORÓW,
- maszynę do pisania, która poza momentami wypisywania komunikatów lub świadomego dialogu z systemem może być przez niego dowolnie wykorzystywana (uzupełnianie protokołu, notatki o historii procesu itp.).

Sformułowane tu uwagi stanowią wymagania dotyczące programu zarządzającego od strony eksploatacyjnej, wymagania z punktu widzenia technologii wypływają z charakteru podanych szczegółowych algorytmów sterowania.

Zauważyć tu należy, że zestaw sterujący jest instalacją jednostkową, dostępną programiście w warunkach laboratoryjnych jedynie w okresie

uruchamiania, natomiast po uruchomieniu - tylko w warunkach rozruchu instalacji przemysłowej.

2. Programy technologiczne

Istnieje sześć programów związanych z technologią procesu: pięć programów różnych operacji technologicznych działających tylko w czasie trwania tych operacji i jeden stale działający program kontroli stanu obiektu. Cztery spośród pięciu operacji dotyczą pneumatycznego transportu granulatu rurociągami między silosami.

Wspomniane programy to:

- program operacji wejściowej
 - sterowanie transportem z silosu wejściowego do jednego z czterech kolejnych silosów; uruchamiany na żądanie operatora; kontroluje prawidłowość transportu, alarmuje przy niesprawnym jego przebiegu i kończy go na żądanie operatora;
- program operacji mieszania
 - sterowanie transportem z jednego z czterech silosów do niego samego; kontrola i alarmy - jak wyżej; koniec może nastąpić także po upływie żadanego okresu czasu;
- program operacji transportu
 - sterowanie transportem między jednym z czterech a jednym z dwunastu silosów; przebieg - jak w operacji wejściowej;
- program operacji barwienia
 - sterowanie transportem między jednym z dziesięciu a jednym z trzech silosów, w których odbywa się barwienie granulatu; kontrola i alarmy - jak w operacji wejściowej; koniec po napełnieniu wskazanego silosu do zaplanowanej pojemności;
- program operacji filtracji
 - sterowanie filtrem workowym filtrującym zanieczyszczony azot w dwóch komorach pracujących na przemian co określony czas; praca od startu do stopu operatorskiego;

- program kontroli pozaoperacyjnej obiektu
 - opóźnienie rozpoczęcia każdego z transportów do czasu pełnej gotowości urządzeń pneumatycznych właściwego rurociągu. Kontrola szczelności zamknięcia zasuw "biernych" silosów.

Związki między programami dotyczą gospodarki silosami, które nie mogą brać udziału w różnych operacjach równocześnie oraz informacji o stanie dmuchaw w rurociągach.

STARTY pierwszych pięciu operacji zgłaszane są do systemu jako przerwania, STOPY są informacjami czytany z DDL.

Sześć wymienionych programów stanowi, w sensie programowym, zapis odrębnych procesów - są to pierwszoplanowe procesy systemu; głównym zadaniem siódmego, drugoplanowego procesu programowego - jest obsługa operatora.

Ponieważ minikomputer MOMIK nie ma wbudowanego aparatu wieloprogramowości i ochrony pamięci, procesy dzielą sztywno jego pamięć.

Sześć procesów pierwszoplanowych podlega podziałowi na zadania.

Zadania są fragmentami procesów nie zawierającymi pętli. Każde zadanie wyznacza swój następnik.

Pewne funkcje typowe w poszczególnych procesach opisane zostały definicjami makrorozkazów. Zdefiniowano także, jako makrorozkazy, typowe operacje na sygnałach "kanału przemysłowego" organizując dodatkowo pośrednie adresowanie informacji w tym kanale.

Zbiór makrorozkazów poszerzono o makrorozkazy pośredniego adresowania bitów pamięci, operacji na polach pamięci i obsługi urządzeń wejścia/wyjścia.

Określono siedem makrorozkazów wiążących programy technologiczne z programem zarządzającym, tj. monitorem.

Język programowania zarówno procesów jak i monitora - to assembler minikomputera MOMIK - tzn. język MOTIS poszerzony o 32 makrorozkazy: 17 "technologicznych", 9 "organizacyjnych" i 6 "czasu rzeczywistego".

Pracą programów technologicznych zarządza i wspomaga ją program zarządzający, w którym wyróżnia się monitor i programy drugoplanowe. Monitor zapewnia m.in. ekstrakodowe realizacje makrorozkazów.

3. Program - Monitor

Ze względu na warunek oszczędności pamięci i widziane na tym tle:

- konieczność realizacji makrorozkazów jako przerw programowych przy jednopoziomowym systemie przerw minikomputera MOMIK,
- niepodatność wieloprogramową minikomputera MOMIK (duży koszt programowy pamiętania pełnych śladów programów),
- dużą liczbę warunków kontynuacji procesów i programowy koszt operacji dokonywanych na pamięci, a w szczególności na jej poszczególnych bitach,

zdecydowano się potraktować procesy pierwszoplanowe jako zbiór luźnych zadań wyznaczających między sobą własne następniki. Związki następnikowe zachodzą oczywiście tylko między zadaniami jednego procesu, jednak monitor sześciu procesów pierwszoplanowych nie rozróżnia. Widzi on dwa rodzaje programów, którymi zarządza. Są to:

- programy zadań pierwszoplanowych stanowiących dla niego bez względu na wyznaczoną ich związkami rzeczywistą ilość procesów jeden tylko proces pierwszoplanowy,
- programy drugoplanowe, zwane programami tła, stanowiące zapis procesu drugoplanowego.

Proces pierwszoplanowy ma wyższy priorytet i może przerywać proces drugoplanowy.

Program MONITOR spełnia następujące funkcje:

- zarządzanie zadaniami i tłem,
- mierzenie czasu dokonywane na użytek zadań (w taktach zegara),
- organizacja ekstrakodowych wywołań makrorozkazów

- gospodarka przerwaniem systemu,
- realizacja makrorozkazów,
- obsługa sygnałów do obiektu i z obiektu (obsługa "kanału przemysłowego")

oraz na zasadzie niezależnych programów przerwania

- p - reakcja na sytuacje awaryjne
- p - komunikacja z drugim procesorem
- p - obsługa czytnika taśmy i maszyny do pisania.

Niektóre z tych funkcji zostaną omówione dokładniej.

3.1. Zarządzanie zadaniami i tłem

Czas cyklu zegara taktującego (zegary we współpracujących minikomputerach MOMIK są niezależne) wynoszący 0,2 s równy jest żądanemu czasowi reakcji systemu. Jakkolwiek wydaje się, że wielkość tak mała może mieć znaczenie tylko w awaryjnych sytuacjach obiektu (czasy istotne w powolnych procesach fizycznych, jak np. proces tu rozpatrywany, są wielokrotnie dłuższe) - warunek czasu reakcji został w opisywanej tu realizacji spełniony.

Przyjęto zasadę stałej sekwencyjnej kolejki zadań obsługiwanej cyklicznie przez program monitora jako reakcja na zgłoszenie przerwania zegarowego. Obsługa całej kolejki musi się zmieścić w cyklu zegarowym. Priorytety zadań ustalone są trwale uszeregowaniem kolejki mającej postać listy adresów początków zadań.

Występują trzy rodzaje zadań (rys. 2):

- zadania startów
- zadania cykliczne, których podklasą są
- tzw. zadania budzone.

Zadania te są zgłaszane do kolejki ich realizacji odpowiednio trzema różnymi sposobami:

- przez operatora - zadania startów (przerwanie startów operacji) do wykonania na początku kolejki,

- przez inne zadanie - do wykonania natychmiast,
- przez inne zadanie - do wykonania po upłygnięciu zadanego czasu.

"Natychmiast" oznacza wykonanie w bieżącym lub następnym cyklu zegara, zależnie od stosunku stałych w kolejce priorytetów zadań zgłaszającego i zgłaszanego. Zadania zgłaszane - tak określa się omawianą klasę, będą więc wykonane najdalej po pełnym cyklu zegarowym od chwili zgłoszenia (zadanie zgłaszające samo siebie).

Zadania budzone mają przypisane sobie wartości czasów - tzw. budzików, których wyczerpanie, tj. upłygnięcie odpowiedniego czasu zgłasza je tak jak omówiono wyżej.

Zadania w kolejce mogą być:

- zgłoszone
- budzone
- bierne

Monitor przeglądając kolejkę skreśla zadania zgłoszone oddając im następnie sterowanie. Zadania te wykonują się i deklarując swój koniec wracają do monitora.

W każdym cyklu obsługi kolejki monitor "odlicza budziki" zadań budzonych. Jeśli budzik takiego zadania nie zostanie skasowany przez inne zadanie przed wyzerowaniem, monitor "obudzi" (tj. zgłosi) to zadanie.

Zadania bierne czekają na zgłoszenie lub budzenie i są ignorowane przez monitor.

Jeśli w jakimś cyklu żadne z zadań należących do pewnego procesu pierwszoplanowego nie zgłosi ani nie obudzi swego następnika i żadne z nich nie jest budzone, proces ten ustaje.

Ostatnim zadaniem w kolejce jest stale zgłoszone zadanie tła.

Monitor realizuje następujące podstawowe ekstrakody "czasu rzeczywistego":

ZGŁOŚ ZADANIE NR <numer zadania>

Zapisz w kolejce zgłoszenie zadania wskazanego parametrem makrorozkazu

SKREŚL ZADANIE NR <numer zadania>

Usuń z kolejki ewentualne zgłoszenie zadania wskazanego parametrem makrorozkazu

OBUDŹ ZADANIE NR <numer zadania>

Zaznacz w kolejce, że zadanie wskazane parametrem makrorozkazu podlega budzeniu. Znajdź w tablicy czasów budzików czas przypisany temu zadaniu i umieść go w tablicy liczników czasu¹

KASUJ BUDZIK NR <numer zadania>

Skasuj w kolejce wskaźnik budzenia zadania wskazanego parametrem makrorozkazu²

KOŃCZ ZADANIE

Wróć do monitora³. Makrorozkaz bezparametrowy.

Zadania zlecają pewne funkcje programom tła. Funkcje te dotyczą powiadomiania operatora o szczególnych sytuacjach zaistniałych w systemie. Ponieważ komunikacja z operatorem odbywa się za pośrednictwem maszyny do pisania, funkcje te, jako zbyt długotrwałe, nie mogą być realizowane w pierwszym planie. Wspomniane zlecenia przekazywane są do programów tła za pośrednictwem monitora realizującego makrorozkaz

ZGŁOŚ KOMUNIKAT NR <numer komunikatu>

Zapisz w kolejce komunikatów zgłoszenie komunikatu o numerze wskazanym parametrem makrorozkazu.

¹ W tablicy tej monitor prowadzi operacje mierzenia czasu w kolejnych cyklach zegara.

² Powoduje to zaniechanie przez monitor odliczania czasu budzenia tego zadania.

³ Który przechodzi do analizy stanu kolejnego zadania.

3.2. Organizacja ekstrakodów, Gospodarka przerwaniem

W języku oprogramowania SSPP nie stosuje się makrorozkazów w potocznie przyjętym znaczeniu. W programie zapisuje się ich rozwinięcia obejmujące kod identyfikujący makrorozkaz i listę jego parametrów (o długości różnej dla różnych makrorozkazów). Ponieważ makrorozkazy w systemie SSPP są realizowane przez monitor - ich rozwinięcie poprzedza się rozkazem przerwania programowego. Ekstrakodem w systemie SSPP nazwano sekwencję złożoną z rozkazu przerwania programowego i rozwinięcia makrorozkazu.

Realizacja taka w minikomputerze MOMIK 8b (cykl pamięci 1,8 μ s, 5 rozkazów adresowych z dokładnością adresacji do strony) sprawia pewne trudności. Jednopoziomowy układowo system przerwań wymaga programowej organizacji drugiego ich poziomu, operacja ta (zabronione przerwania) musi być szybsza niż ewentualny zanik sieci, który uprzedza o swoim pojawieniu się przerwaniem "awaria zasilania". Czas, który upływa od zgłoszenia tego przerwania do sygnału zerującego system (musi on zastać procesory w stanie STOP) nazwiemy tu umownie "czasem uśpienia". Jest to wielkość rzędu setek mikrosekund i to właśnie czas uśpienia, a nie czas reakcji okazał się wartością krytyczną w gospodarce przerwaniem.

Ponieważ MOMIK nie ma układowego podziału pamięci między programy, a programowa organizacja takiego podziału kosztowałaby zbyt wiele pamięci, ekstrakody nie są "czystymi procedurami" (tj. nie mogą być równocześnie wykonywane w obrębie różnych procesów). Stanowi to odstępstwo od zasad programowania systemów nadążnych; pragmatyczne podejście wykazuje jednak, że jest ono tu całkowicie dopuszczalne.

Jak już wspomniano, w systemie biegną dwa zasadnicze procesy: pierwszego planu i tła. Wystarczy zabronić w ekstrakodach tła przerwań zegarowych, aby zlikwidować problem "czystości" procedur; tło ma niższy priorytet i nie przerywa pierwszego planu. Rozwiązanie takie oznacza wydłużenie czasu reakcji w najgorszym przypadku o 0,5% (realizacje ekstrakodów trwają do 1 ms). Z punktu widzenia tło-pierwszy plan problem ma więc w stosunku do normalnego trybu przerwań znaczenie tylko ilościowe.

Znaczenie jakościowe ma natomiast dla procesów obsługi przerwań: nie mogą one korzystać z ekstrakodów.

Przerwania SSPP stanowią następujące klasy:

Niemaskowane
przerwania
programowe

Awaria zasilania	Zegar	Starty technologii	We/Wy
------------------	-------	--------------------	-------

Niemaskowa-
ny restart
po awarii

—
wzrost priorytetu

Awaria zasilania - krytyczna dla systemu, nie może być broniona dłużej niż zapas czasu na "uśpienie" procesora. Jak wszystkie pozostałe przerwania, oprócz zegara, jest więc dopuszczana zawsze poza rozwijaniem/zwijaniem drugiego poziomu przerwań. Funkcja jej przerwania ogranicza się jednak do zapamiętania stanu systemu i zatrzymania procesora w hard-stopie. Restart to zgłoszenie do kolejki tła komunikatu o zaniku sieci i powrót. Zegar, poza programami tła, może przerywać ekstrakody (patrz "Sytuacje awaryjne"). Starty w trybie przerwań zgłaszają jedynie w uproszczony sposób odpowiadające im zadania startów, którym przekazują swe istotne funkcje. Przerwania we/wy nie mogą być wykorzystywane efektywnie, tj. nie mogą być warunkami kontynuacji obsługi urządzeń, a to z tej przyczyny, że zaniki sieci mogą je gubić, podobnie jak gubią stan przełącznika interface'u.

Okazuje się więc, że zabronienie przerwanom korzystania z ekstrakodów nie jest ograniczeniem istotnym ze względu na prymitywność ich funkcji.

Ekstrakody realizowane są w bibliotece makrorozkazów i wyznaczony swój powrót wracają przy udziale monitora do następnego po makrorozkazie rozkazu.

3.3. Sytuacje awaryjne

Monitor reaguje na następujące sytuacje awaryjne:

- zanik sieci,
- przekroczenie czasu reakcji systemu,
- pętla w programach pierwszoplanowych.

Problem zaniku sieci omówiono częściowo wyżej. Istnieje oczywiste w systemach pracy ciągłej wymaganie zapamiętywania, w wypadkach awarii zasilania, całkowitego stanu systemu (przerwania, zegar, przełączniki konfiguracji), przy czym systemy wieloprocesorowe mogą wymagać, jak się zdaje, synchronizowanych restartów. Ponieważ warunek ten nie został w SSPP spełniony ze względu na konieczność dublowania torów sygnalizacji zaniku sieci, dwuprocesorowy zestaw z dzielonymi urządzeniami staje się w niekontrolowanych przypadkach na pewien czas zestawem jednoprocusorowym, co dało się tu usunąć drogą programowego hamowania procesorów w pewnych sytuacjach, ale w zestawach o bogatszych funkcjach może stanowić istotne zagrożenie pracy.

W czasie długotrwałej eksploatacji mogą się zdarzyć zakłócenia w pracy zegara taktującego (w SSPP ma to z założenia miejsce w wypadku zaniku sieci), co doprowadzić może do zgłoszenia przerwania zegarowego "przed terminem", w czasie pracy programów pierwszoplanowych. Przerwania zegara są przyjmowane przez program monitora zwany dozorcą. Parametrem systemu jest dopuszczalny próg wydłużenia czasu reakcji. Dozorca rozstrzyga, czy przerwanie zegarowe zgłosiło się w czasie wykonywania programu tła - jeśli nie, ignorując zgłoszenie wydłuża w każdym przypadku czas cyklu aż do progowej jego wielokrotności. Chroni to z jednej strony system przed zakłóceniami zegara, z drugiej dopuszcza przypadki zbiegu szczególnie długich sekwencji programowych, trudne na ogół do przewidzenia przez programistę. Przypadki takie sygnalizowane są zgłaszanym przez dozorcę komunikatem. Jeśli próg wydłużenia czasu reakcji jest przekroczony, sytuacja zostaje uznana za awaryjną (pętla w programie), program pierwszoplanowy jest przerywany (zaniebany), zgłasza się odpowiedni komunikat i przechodzi do programów tła w gotowości do kolejnego cyklu. Jeśli błąd nie był katastroficzny i dalsza praca systemu jest możliwa, to proces, którego zadanie przerwano

- może ustać (nie wyznaczone następniki zadania),
- może być zakłócony (nie wszystkie następniki wyznaczone)
- lub może przebiegać dalej sprawnie (zaniebano funkcję powtarzalną),

natomiast pozostałe procesy nie doznają istotnego zakłócenia, ponieważ ich zadania, zgłaszane w ciągłych obszarach sekwencyjnej kolejki (bezpo-

średnio ze sobą) nie zostały postawione w sytuacji "część zadań procesu obsłużona".

4. Programy tła

System komunikuje się z operatorem w dwóch sferach we/wy: przyciski na obiekcie/lampki na obiekcie i symulatorze oraz zlecenia zmiany parametrów/komunikaty. Pierwszy rodzaj komunikacji realizuje się w pierwszym planie, drugi (wymaganie minutowych czasów reakcji) w tle za pośrednictwem maszyny do pisania.

Tło, będące zadaniem obsługiwanym przez monitor w sposób szczególny, kończy zawsze kolejkę zadań i może być przerywane kolejnymi cyklami zegara, wracając po nich do przerwane go punktu.

Programy tła wykonują się w stałym cyklu obejmującym:

- obsługę kolejki komunikatów zgłaszanych z monitora, pierwszego planu lub z tła,
- obsługę zleceń operatora aż do zakończenia zlecenia,
- sprawdzenie sumy kontrolnej pamięci,
- sygnalizację poprawnej pracy lampką "CZEKAJ".

Cykl ten nie jest zamknięty bezpośrednio ze względu na praktyczną konieczność sygnalizacji operatorowi poprawnej pracy procesorów i specyfikę minikomputera MOMIK, która pozwala to uzyskać tylko przez wytracenie czasu; zamyka się natomiast jednym z kolejnych cykli zegara.

4.1. Komunikaty

Komunikaty służą do powiadamiania operatora o pewnych sytuacjach powstałych w systemie i dzielą się na komunikaty monitora/tła i komunikaty procesów technologicznych. Mają postać:

```
<komunikat> ::= <czas> | NL | <treść komunikatu>  
<czas> ::= <godz.> : <min> : <s>
```

Czas czytany jest z zegara cyfrowego w "kanale przemysłowym" i dotyczy chwili wypisywania, a nie zgłoszenia komunikatu.

NL - nowa linia występuje tylko w komunikatach monitora

<treść komunikatu> ::= <mnemonik komunikatu> <identyfikator procesu>
 [<droga z> <droga do>]
<droga do> ::= puste | <droga db>

Identyfikator procesu wskazuje jeden z sześciu procesów technologicznych lub monitor; w ostatnim przypadku jest on nową linią. Dwie nowe linie wyróżniają łatwo w tekście wypisy monitora. Ich mnemoniki mogą wskazywać na:

- zanik sieci,
- wydłużenie czasu reakcji,
- awaryjne zaniedbanie zadania,
- niezgodność sumy kontrolnej z jej wzorcem.

Ostatni wypis jest komunikatem programu tła, ma jednak tę samą składnię, co wypisy monitora.

Mnemoniki komunikatów procesów technologicznych mogą wskazywać na:

- start procesu,
- sytuację alarmową w procesie,
- stop procesu.

Drogi z (silożu, komory filtru) do (silożu) podawane są tylko w komunikatach startu.

Treść komunikatu redagowana jest na podstawie zgłoszenia komunikatu i analizy tablicy stanu obiektu, przez którą procesy technologiczne i tło wymieniają o nim informacje.

Komunikaty oczekują realizacji w statycznej, cyklicznie w tle przeglądanej kolejce. Mogą one w tej kolejce gromadzić się i wtedy, ponieważ kolejka jest stałopriorytetowa, kolejność realizacji ulega przesunięciu w stosunku do kolejności zgłoszeń. Komunikaty "odkładane" wielokrotnie zgłaszają się tylko raz. Ze względu na sporadyczne tylko wypisywanie komunikatów (operacje trwają po kilka godzin, a alarmy zdarzają się rzadko) sytuacje takie praktycznie nie występują.

4.2. Zlecenia

Funkcjonalnym wymaganiem dotyczącym systemu jest możliwość wprowadzenia przez operatora zmian do czasowych parametrów procesu. Możliwość tę zapewnia program obsługi zleceń operatora zwany, ze względu na historię uruchamiania systemu, symulatorem. Symulator wywoływany jest przez operatora zastrzeżonym klawiszem maszyny do pisania i pozwala na odczyt/zmianę wartości listy/pojedynczego parametru. Program translacji czasu zapisywanego w godzinach, minutach, sekundach i dziesiętnych sekundy na wartości binarne, nie zmieścił się już w pamięci minikomputera (niektóre czasy są liczone w minikomputerze MOMIK w trójprecyzji) i został wykorzystany poza systemem SSPP dla sporządzenia słownika podającego wartości czasu w binarnej uzupełnieniowej wieloprecyzji.

Po zakończeniu pojedynczego zlecenia lub ich serii należy wrócić z symulatora, aby kontynuować kolejny program tła, kontrolę arytmometru i pamięci. Dokonując takiego powrotu operator może zapytać o stan procesów technologicznych. System odpowiada komunikatami startów wszystkich operacji technologicznych podając puste drogi dla operacji nie-trwających.

Poza symulatorem operator może pisać dowolne teksty, traktując je jako uzupełnienie protokołu. Teksty te procesory mogą przerywać komunikatami.

4.3. Suma kontrolna

Jedną z przewidzianych w systemie procedur kontrolnych jest procedura obliczania sumy kontrolnej pamięci. Procedura ta, jakkolwiek niedoskonała, jest jednak dość silna, suma bowiem liczona jest w trójprecyzji, a programom postawiono warunek niezmienności. W celu ułatwienia realizacji tego warunku rozbudowano w ekstrakodach aparat pośredniego adresowania, którego MOMIK nie posiada. Ze względów ekonomii gospodarki pamięcią dane programów nie są jednak w pełni objęte kontrolą, podobnie jak oczywiście komórki robocze i zmienne listy systemu. Przekłamanie pamięci lub arytmometru - to pojedynczy, ich trwały błąd - to stały wypis komunikatu SUMA.

Awaria FACITA, który jest w systemie elementem niedublowanym powoduje zawieszenie programów tła do czasu usunięcia tej awarii.

Wykonywanie tych programów nie miałyby sensu, ponieważ nie można zakomunikować ich wyników.

5. Dwuprocessorowość

Dwuprocessorowa praca systemu z punktu widzenia systemu programowego polega na:

- organizacji gospodarki maszyną do pisania,
- organizacji gospodarki przerwami wejścia/wyjścia,
- synchronizacji restartów procesorów po awarii,
- międzyprocesorowych transmisjach pamięć/pamięć.

Problem restartów omówiono już wyżej. Przerwania czytnika wykorzystane są do organizacji automatycznego wczytywania taśmy i przerywają pracę systemu.

Maszyna i jej przerwania

Monitor wykorzystuje efektywnie przerwania maszyny FACIT jedynie dla wywołania symulatora. Napotkano tu trudności wynikłe z konieczności liczenia się z przypadkowym zbiegiem interwencji procesorów we wspólnym interfejsie - zwolnienie zajętego interfejsu jest uzależnione od pracy "sąsiada". Wydaje się, że w prawidłowym rozwiązaniu układowym procesor w rekonfigurowanym systemie wieloprocessorowym nie powinien w zakresie zajętego aktualnie sprzętu zmieniać zachowań w zależności od pracy innych procesorów.

Interfejs jest dzielony między procesory. Procesor żądający interfejsu musi ewentualnie czekać na jego zwolnienie przez sąsiada. Stwarza to możliwość gromadzenia się komunikatów w kolejkach, szczególnie, gdy interfejs jest zajęty przez powolny zespół operator-symulator w jednym z procesorów.

Procesor sterujący prowadzi protokół na lewym marginesie papieru opatrując swe komunikaty markerem, procesor towarzyszący - na prawym.

Programy tła współpracują z maszyną z konieczności (znikanie przerw) - bez ich wykorzystania.

Transmisje

Z konieczności natomiast z przerwami (jedyne możliwe tryby pracy) pracują międzyprocesorowe transmisje pamięć/pamięć. Przenoszą one parametry technologiczne, wpisywane w pojęciu operatora do systemu - w rzeczywistości do jednego tylko z dwu procesorów.

Ze względu na trudności współpracy procesorów na podstawie związania ich akumulatorów zrezygnowano z wszelkiej, poza wspomnianą, wymiany informacji. Wystarczyło więc transmisje związać z powrotem z symulatora. Transmisje są rzadkie i prawdopodobieństwo zbiegu z nimi awarii zasilania, co grozi zawieszeniem pracy systemu, należy uznać za dopuszczalnie małe.

6. Rekonfiguracje, starty systemu

Wobec braku wzajemnej synchronizacji cykli zegarowych procesorów jedynym elementem synchronizującym minikomputery jest obiekt, który ma równoległe na nie wejścia. Przerwania startów równie, jak na ogół każda zmiana wejścia, wyrównują rozbieżności wynikłe z różnic cykli zegarowych i pozwalają na współbieżne prowadzenie procesów w obu minikomputerach MOMIK - wynika to z dużej powtarzalności zadań między powolnymi zmianami wejść. Krotność powtarzania nie jest istotna. Tak więc, mimo że MOMIKI pracują w sensie programowym całkowicie rozbieżnie, są współbieżne w sensie procesów realizowanych w pierwszym planie. Praca tła nie wymaga synchronizacji, ale istnieje ona i tutaj zapewniona oczekiwaniem procesorów na przemienny dostęp do interfejsu.

Istotne rekonfiguracje systemu polegają na:

- odłączeniu maszyny FACIT dokonywanym układowo przez zgłoszenie odłączenia w jego module; sytuacja sprowadza się do omówionej wyżej awarii maszyny FACIT,

- dołączeniu procesora towarzyszącego,
- przekazaniu efektywnego sterowania z procesora sterującego do towarzyszącego.

Z punktu widzenia programów przekazanie takie jest zawsze możliwe pod warunkiem współbieżności procesów (sygnalizowanej *explicitie* na lampkach symulatora) i mogłoby się odbyć w każdej chwili (przechodząc ewentualnie przez sztucznie na ten cel wywoływaną awarię zasilania) nawet bez istotnego przekroczenia czasu reakcji, gdyby procedura taka zorganizowana była układowo.

W przyjętym rozwiązaniu przełączanie trwa jednak zbyt długo i implikuje konieczność przechodzenia przez stop obiektu.

Dołączenie towarzyszącego minikomputera MOMIK jest możliwe zawsze i może być wykonane praktycznie. Wymaga ponownego zgłoszenia startów trwających operacji, które będą zignorowane w sterującym minikomputerze MOMIK, a przyjęte - w dołączanym; spowodować mogą w nim początkowo zgłoszenia alarmów, doprowadzają jednak zawsze do współbieżności procesów.

System ma trzy poziomy startów; odpowiednie starty dwu procesorów na dwu pierwszych poziomach mogą odbywać się asynchronicznie, na trzecim mają synchronizm zapewniony układowo:

- start tła osiągany przez start maszyny daje gotowość minikomputera do pracy "przy stojącym czasie",
- start pierwszego planu osiągany przez włączenie zegara daje gotowość maszyny cyfrowej do obsługi obiektu; czas zaczyna płynąć,
- start operacji technologicznej osiągany przez zgłoszenie startu na tablicy rozdzielczej daje obsługę danej operacji przez jej program.

7. Problemy uruchamiania

Wobec faktu jednostkowości zestawu sterującego i utrudnionej na nim pracy w warunkach rozruchu instalacji przemysłowej - dużą część

pracy uruchamiania programów wykonano na zestawach zastępczych MOMIK-, FACIT. Zaprojektowano program "symulatora" pozwalający programiście, na zasadzie realizacji jego zleceń, zmieniać/czytać zawartości programowych obrazów wejść i wyjść "kanału przemysłowego", stanu obiektu i zawartości parametrów procesu. Program ten oraz mały symulator potrzebnych przerw stanowił wraz z użytkującym go programistą symulator obiektu (rys. 1). Pozostawiony został w systemie w prawie pełnym zakresie funkcji, co pozwala użytkować system bez udziału programów technologicznych dla wysyłania/czytania do/z obiektu dowolnych sygnałów, co może mieć istotne znaczenie dla diagnostyki systemu lub obiektu.

Konieczność przechodzenia w procesie uruchamiania przemysłowych systemów nadążnych przez jakiś rodzaj symulatora wydaje się typowa dla tej klasy zastosowań.

Nieprawidłowości w pracy systemu, niekoniecznie wykrywane sumą kontrolną (brak kontroli parametrów programowych), implikują konieczność ponownego wczytania systemu. Wczytanie takie organizuje monitor. Zapewniona jest przy tym pobieżna kontrola strefy parametrów programu. Po wczytaniu konieczny jest "ręczny" start. Po pierwszym i tylko po pierwszym starcie - system podaje całą listę komunikatów, którymi dysponuje, co jest identyfikatorem systemu i jednocześnie silnym testem poprawnego działania. Po podaniu listy sprawdza swoją sumę kontrolną, zapewniając całkowitą kontrolę poprawności wprowadzenia.

8. Konkluzja

Oprogramowanie SSPP zajmuje całą pamięć minikomputera - 8 kbajtów. Monitor dopuszcza około 200 zadań, w tym 35 budzonych. W tle 50 komunikatów.

Minikomputer MOMIK 8b zdał, jak się zdaje, egzamin jako procesor sterujący prostymi wolnymi procesami i może obsługiwać dość szeroką klasę zastosowań takich systemów wyposażony w opisany tu lub podobny nadążny monitor. Ze względu na krótkie słowo i ubogą listę rozkazów - napotyka on trudności w obliczeniach, dlatego zastosowania wymagające optymalizacji sterowania nie wchodzą prawdopodobnie w grę. Zastosowanie zwiększonej

pamięci wewnętrznej poszerzyłoby klasę możliwych zastosowań, natomiast zastosowanie pamięci zewnętrznej może stworzyć poważne problemy organizacyjne i czasowe.

Zastosowany program monitor nie jest być może optymalny, nawet pod względem długości programów całego systemu, był jednak pierwszą próbą tego rodzaju i trudno o konkretne porównania.

Programy procesów technologicznych systemu SSPP opracowali mgr inż. J. Skórzewski, mgr inż. B. Przyborowska i A. Woldańska, która napisała też zadanie test DDL. Program symulatora i bibliotekę ekstrakodów napisał mgr inż. J. Szyller, który opracował także wykorzystany do produkcji dokumentacji program translacji czasów.

Projekt całości oprogramowania opracował (przyjmując wstępne założenia rozpatrującego początkowo problem mgr inż. W. Kubery), autor artykułu, który zdefiniował większość makrorozkazów oraz napisał i uruchomił pozostałe programy systemu.

mgr inż. Janusz POPKO
dr inż. Waldemar ROMANIUK
Instytut Maszyn Matematycznych

681.322-181.4

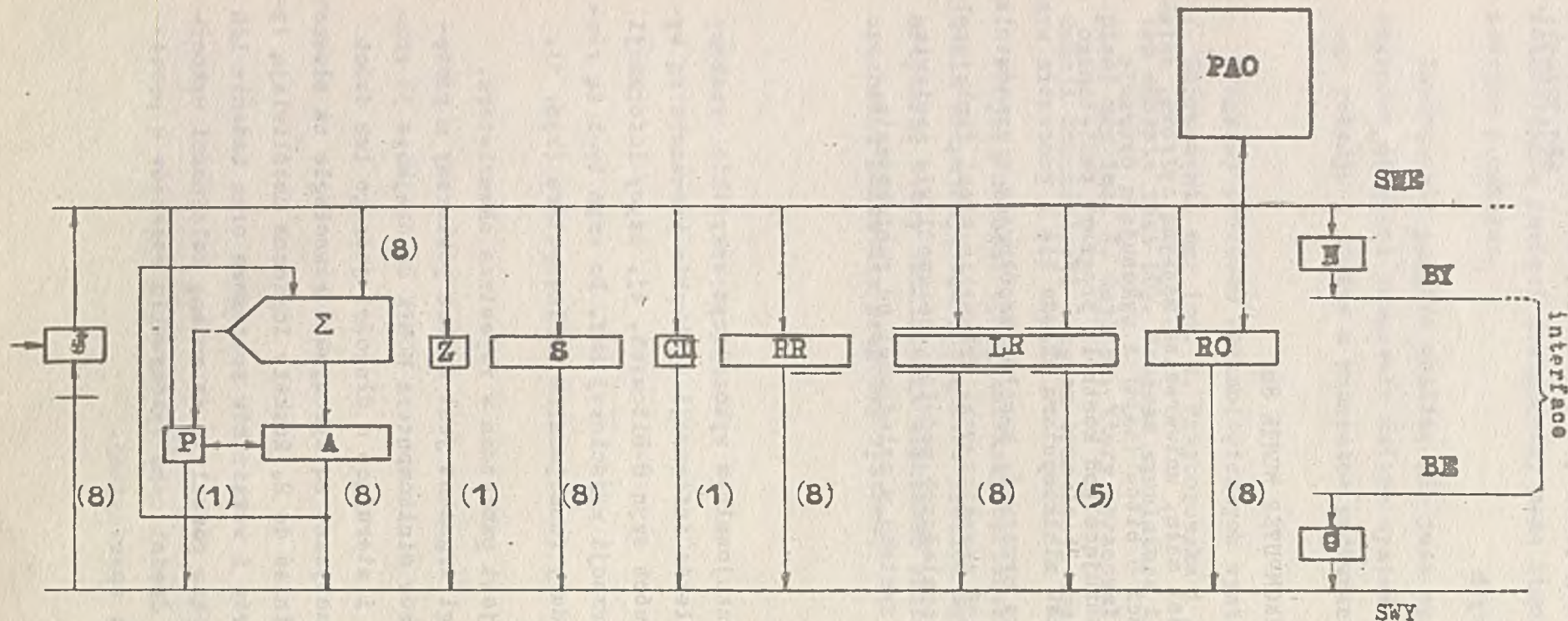
MINIKOMPUTER MOMIK 8b

Minikomputer MOMIK 8b jest małą, uniwersalną maszyną cyfrową, działającą na słowach o długości 8 bitów (bajt) i wykonującą operacje arytmetyczne, logiczne i sterujące pod kontrolą programu pamiętanego w pamięci operacyjnej. Zestaw minikomputera składa się z procesora wraz z pamięcią operacyjną, bloku przerwań, kanałów współpracy z urządzeniami wejścia/wyjścia i urządzeń zewnętrznych. Wszystkie bloki funkcjonalne są zbudowane w formie niezależnych modułów, co umożliwia zestawianie dowolnych konfiguracji systemu w zależności od zastosowania.

Procesor

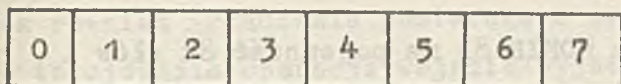
Procesor jest modulem funkcjonalnym wykonującym wszystkie rozkazy i operacje sterujące. Przesłania informacji w obrębie procesora są wykonywane za pośrednictwem dwóch szyn 8-bitowych, tj. szyny informacji wejściowej SWE i szyny informacji wyjściowej SWY. Do szyn tych są również dołączone pozostałe moduły funkcjonalne minikomputera (rys. 1).

Informacja przetwarzana jest pamiętana w rejestrze akumulatora. W operacjach binarnych, drugi argument jest zawsze pobierany z pamięci operacyjnej. Lista rozkazów minikomputera MOMIK 8b obejmuje 34 rozkazy arytmetyczne, logiczne i sterujące o długości jednego lub dwóch słów (rys. 2). Rozkazy arytmetyczne są wykonywane równolegle na słowach 8-bitowych, w zapisie uzupełnień do 2. Rozkazy logiczne umożliwiają ładowanie i pamiętanie rejestrów i wskaźników procesora oraz badanie ich zawartości, a rozkazy sterujące pozwalają na zmianę kolejności wykonywania rozkazów w programie. Średni czas wykonywania rozkazów w procesorze wynosi 2 cykle pamięci operacyjnej.

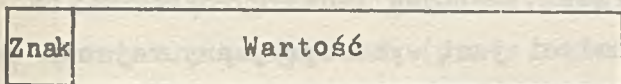


Rys. 1.. Struktura rejestrowa procesora (w nawiasach podano liczbę pozycji szyn SWE i SWY dołączonych do rejestrów)

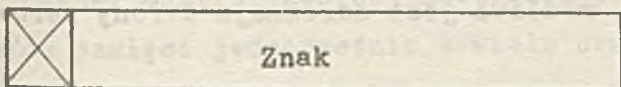
- Σ - sumator
- A - rejestr akumulatora
- P - wskaźnik przeniesienia
- Z - wskaźnik strony zerowej
- S - rejestr strony
- CI - wskaźnik skoku warunkowego
- RR - rejestr rozkazów
- LR - licznik rozkazów
- RO - rejestr współpracy z pamięcią operacyjną
- N, O - nadajniki i odbiorniki interfejsu
- J - bramka łącząca szynę SWY ze SWE



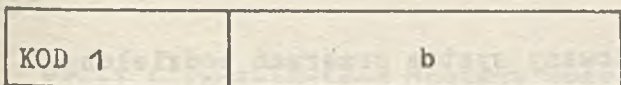
Słowo
ośmiobitowe



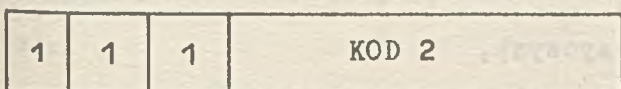
Liczba całkowita
ze znakiem



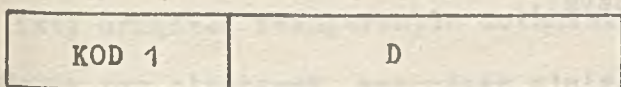
Znak alfanumeryczny
w kodzie ISO-7



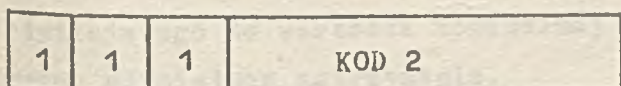
Rozkaz adresowy
formatu IO



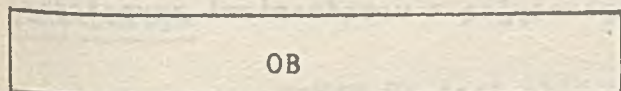
Rozkaz bezadresowy
formatu BA



Rozkaz adresowy
formatu DD



Rozkaz bezadresowy
formatu BB



Rys. 2. Postacie informacji

Pamięć operacyjna

Pamięć operacyjna minikomputera MOMIK 8b ma pojemność 8k słów i czas cyklu 1,8 μ s i służy do pamiętania danych i rozkazów programu. Organizacyjnie pamięć jest podzielona na strony o objętości 32 słów. Do adresacji rozkazów w pamięci służy 13-bitowy licznik rozkazów. Do adresacji argumentów operacji w pamięci jest wykorzystywany rejestr strony. Jego zawartość wskazuje na numer strony, w obrębie której znajduje się argument wskazany częścią adresową rozkazu. Ponadto, niezależnie od zawartości rejestru strony, możliwa jest adresacja strony zerowej pamięci.

System przerwań

Minikomputer MOMIK 8b ma rozbudowany system przerwań podzielonych na pięć klas:

- programowe (jedna przyczyna),
- zewnętrzne klasy \emptyset (do 32 przyczyn),
- zewnętrzne klasy 1 (do 32 przyczyn),
- zewnętrzne klasy 2 (do 32 przyczyn),
- wejścia/wyjścia (do 32 przyczyn).

Przerwania te mogą być indywidualnie maskowane. Przyjęcie przerwania powoduje szybkie (w ciągu 5 cykli pamięci) zapamiętanie aktualnego stanu procesora i przejście do programu obsługi. Priorytety w obrębie klas oraz między klasami pozwalają na obsługiwanie przerwań zawsze o najwyższym priorytecie. Po obsłudze przerwania możliwy jest automatyczny powrót do przerwanego programu.

System wejścia/wyjścia

Minikomputer MOMIK 8b jest wyposażony w trzy typy kanałów do przesyłania informacji między pamięcią operacyjną a urządzeniami zewnętrznymi:

- kanał programowany (arytmometru),
- kanał multipleksorowy (opcja),
- kanał bezpośredniego dostępu (opcja).

Do kanałów można dołączyć większość zwykłych urządzeń zewnętrznych, jak również urządzenia pomiarowe i urządzenia automatyki przemysłowej. Do inicjowania operacji wejścia/wyjścia w kanałach służy specjalny rozkaz wejścia/wyjścia.

W kanale programowanym przesłania z/do pamięci pojedynczych znaków są wykonywane programowo (przez rejestr akumulatora). Do kanału można dołączyć 12 urządzeń wejścia/wyjścia pracujących startstopowo.

Kanał multipleksorowy umożliwia przesyłanie informacji bezpośrednio z/do pamięci jednocześnie z wielu urządzeń wejścia/wyjścia. Maksymalna szybkość transmisji w kanale wynosi 66 KB/s. Kanał multipleksorowy ma 16 podkanałów, do których można dołączyć po jednym urządzeniu zewnętrznym.

Kanał bezpośredniego dostępu pozwala na przesyłanie informacji bezpośrednio z/do pamięci operacyjnej z maksymalną szybkością 380 KB/s. Do kanału można dołączyć jedno urządzenie zewnętrzne (wielomechanizmowe).

Standardowy interfejs kanałów we/wy zapewnia jednolitość zasad współpracy z urządzeniami zewnętrznymi. Gwarantuje to stałe rozszerzanie listy urządzeń zewnętrznych dołączanych do minikomputera MOMIK 8b.

Układ zabezpieczeń przy zaniku zasilania

MOMIK 8b może współpracować z układem zabezpieczeń przy zaniku zasilania. Układ ten kontroluje poziom napięcia w sieci zasilającej i w przypadku jej zaniku wysyła przerwanie ostrzegawcze umożliwiające zapamiętanie stanu procesora i zatrzymanie programu. Powrót napięcia zasilającego do wartości nominalnej powoduje ponowne uruchomienie programu od miejsca zatrzymania.

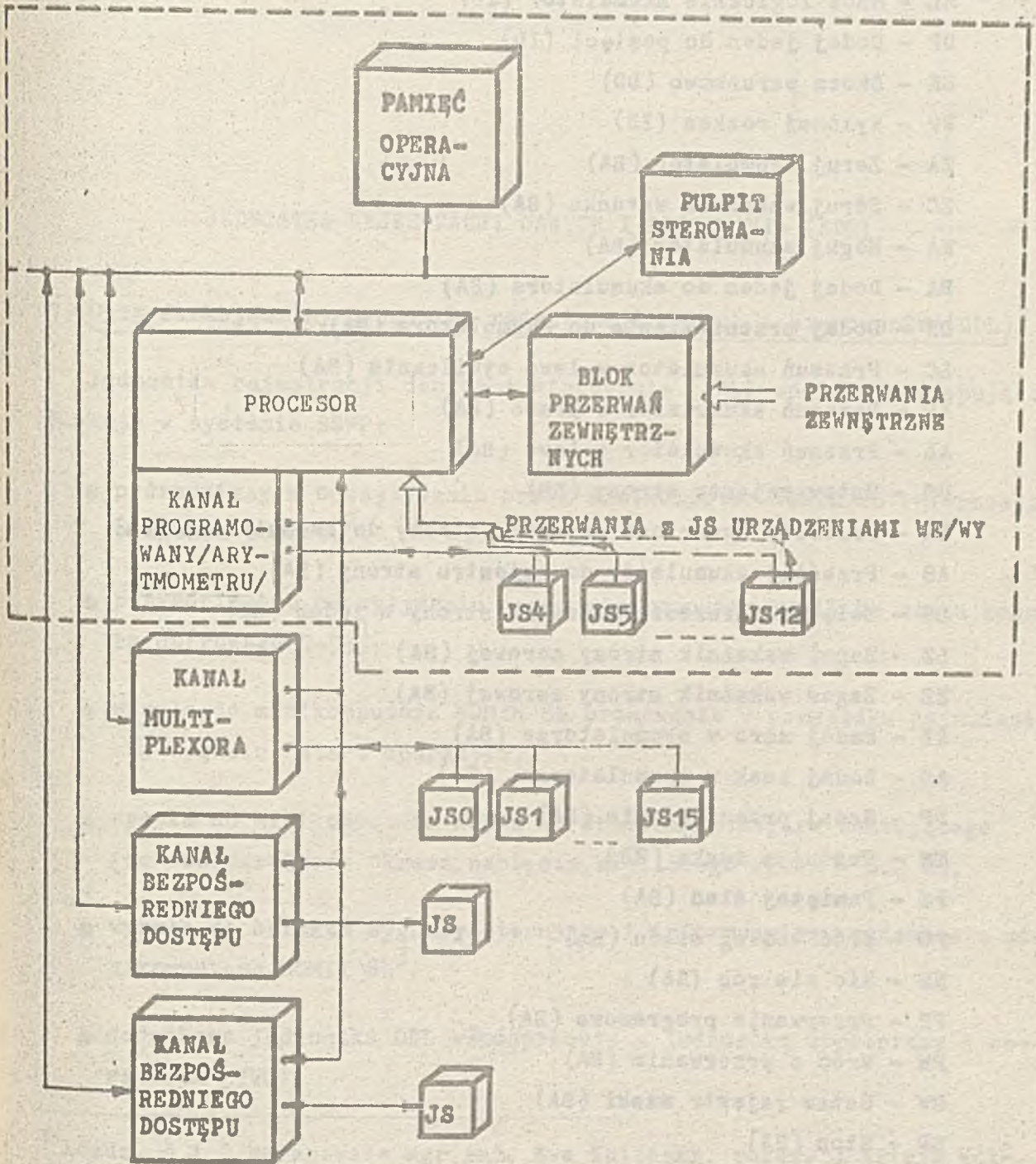
Konstrukcja

Minikomputer MOMIK 8b jest zbudowany całkowicie na układach scalonych TTL. Pamięć operacyjna jest zbudowana na rdzeniach ferrytowych. Jednostka centralna wraz z zasilaczem jest wbudowana w moduł konstruk-

cyjny o standardzie 19 cali. Jednostki sterujące urządzeniami zewnętrznymi są wbudowywane w moduł konstrukcyjny o identycznych wymiarach.

Podstawowe parametry minikomputera MOMIK 8b

- Rodzaj pracy - synchroniczny, równoległy
- Długość słowa - 8 bitów (bajt)
- Arytmetyka - binarna, uzupełnieniowa
- Lista rozkazów - 34 rozkazy (o długości jednego lub dwóch słów)
- Pamięć operacyjna - ferrytowa, koincydencyjna o pojemności 8 k słów 8-bitowych i czasie cyklu 1,8 μ s
- Sposoby adresacji - strona + przesunięcie
- Kanały - automodyfikacja
- Przerwania - programowany (arytmometru)
- Zasilanie - multipleksora
- Warunki otoczenia - bezpośredniego dostępu
- Standardowe urządzenia zewnętrzne - zewnętrzne (96 linii, trzy poziomy)
- urządzenia wejścia/wyjścia (32 linie, jeden poziom)
- programowe (jeden poziom)
- napięcie 220V, 50 Hz
- pobór mocy 400 VA
- temperatura pracy $+5^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$
- wilgotność względna 95% (bez kondensacji) w temp. 30°C
- elektryczna maszyna do pisania FACIT 3851 (10 zn/s)
- czytnik taśmy papierowej CT 1001A (1000 zn/s)
- perforator taśmy papierowej D-105 (110 zn/s)
- drukarka znakowo-mozaikowa DZM-180 (180 zn/s)
- pamięć dyskowa MERA 9425 (pojemność - 6MB)



Rys. 3. Schemat blokowy minikomputera MOMIK 8b (linią przerywaną objęto zestaw wykorzystany w SSPP)

Lista rozkazów (formaty rozkazów podano na rys. 2)

- DS - Dodaj do akumulatora (ID)
- PZ - Pamiętaj akumulator (ID)
- ML - Mnóż logicznie akumulator (ID)
- DP - Dodaj jeden do pamięci (ID)
- SK - Skocz warunkowo (DD)
- WP - Wykonaj rozkaz (ID)
- ZA - Zeruj akumulator (BA)
- ZC - Zeruj wskaźnik warunku (BA)
- NA - Neguj akumulator (BA)
- DA - Dodaj jeden do akumulatora (BA)
- DN - Dodaj przeniesienie do akumulatora (BA)
- LC - Przesuń akumulator w lewo cyklicznie (BA)
- AP - Przesuń akumulator w prawo (BA)
- AL - Przesuń akumulator w lewo (BA)
- US - Ustaw rejestr strony (BB)
- SA - Prześlij zawartość rejestru strony do akumulatora (BA)
- AS - Prześlij akumulator do rejestru strony (BA)
- SS - Zwiększ zawartość rejestru strony o jeden (BA)
- LZ - Zapal wskaźnik strony zerowej (BA)
- ZZ - Zagaś wskaźnik strony zerowej (BA)
- AZ - Badaj zero w akumulatorze (BA)
- AD - Badaj znak w akumulatorze (BA)
- PP - Badaj przeniesienie (BA)
- TM - Testuj z maską (BB)
- PS - Pamiętaj ślad (BA)
- PO - Wróć według śladu (BA)
- NN - Nic nie rób (BA)
- PR - Przerwanie programowe (BA)
- PW - Wróć z przerwania (BA)
- UW - Ustaw rejestr maski (BA)
- SP - Stop (BA)
- KA - Czytaj klucze (BA)
- SD - Czekaaj (BA)
- WW - Rozkazy wejścia/wyjścia (ID)

mgr inż. Ewa KULIŃSKA
Alicja WOLDAŃSKA
Instytut Maszyn Matematycznych

681.326.3:681.327.11:
681.322-181.4.004.14:
62-522.6:621.64:678.742

JEDNOSTKA REJESTRACJI DANYCH I STEROWANIA (DDL)

1. Opis funkcjonalny jednostki rejestracji danych i sterowania (DDL)¹

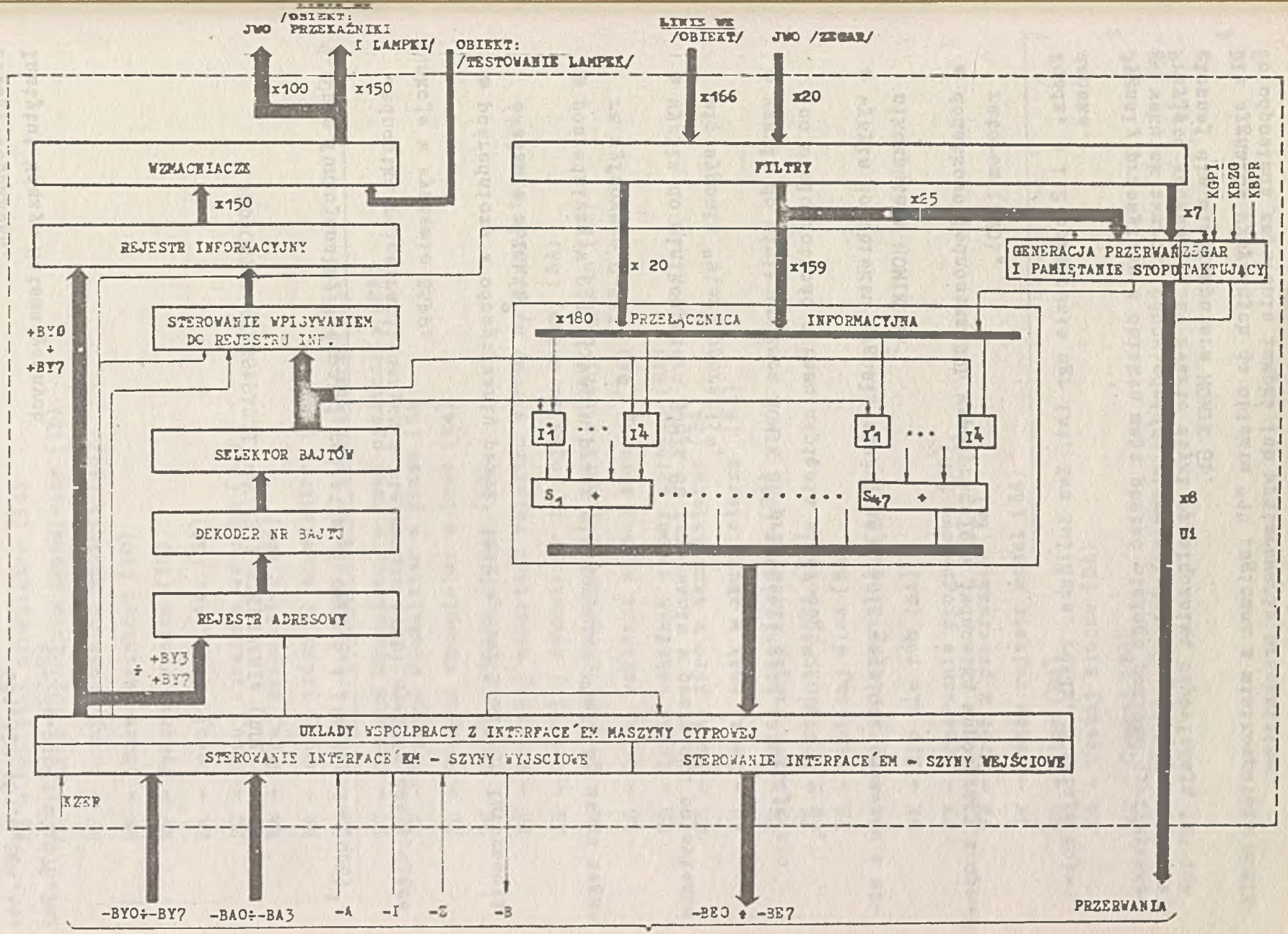
Jednostka rejestracji danych i sterowania (DDL) spełnia następujące funkcje w systemie SSPP:

- pośredniczy w odczytywaniu przez minikomputer MOMIK 8b informacji o stanie obiektu²,
- pośredniczy w odczytywaniu przez minikomputer MOMIK 8b stanu zegara cyfrowego C-553,
- wysyła do minikomputera MOMIK 8b przerwania w przypadku pojawienia się sygnału "start operacji",
- wysyła do minikomputera MOMIK 8b przerwania zegara taktującego (co wielokrotność okresu napięcia sieciowego 220 V - 0,2 s),
- wysyła do obiektu sygnały sterujące i informacyjne, nadawane z minikomputera MOMIK 8b³,
- dodatkowo jednostka DDL współpracuje z jednostką współpracy z operatorem (JWO).

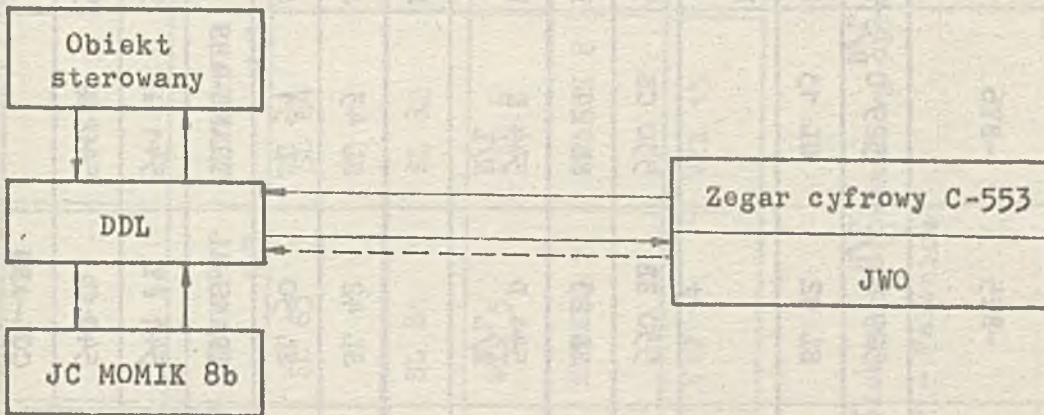
¹ Rozdz. 1 i 2 opracowała mgr inż. Ewa Kulińska, rozdz. 3 Alicja Woldańska.

² Sygnały przesyłane z obiektu mają postać stałego poziomu otrzymywanego wskutek zwarcia odpowiedniego styku przełącznika (lub przekaźnika). Przyjęto konwencję, że zwarte styki przełącznika odpowiadają "1" logicznej dla minikomputera MOMIK 8b.

³ Dla sygnałów wysyłanych do obiektu "1" logiczna z minikomputera MOMIK 8b odpowiada zapaleniu lampki lubysterowaniu przekaźnika.



Dla spełnienia swych podstawowych zadań DDL współpracuje bezpośrednio z jednostką centralną maszyny MOMIK 8b, z obiektem sterowanym oraz z jednostką JWO, jak pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Uproszczony schemat blokowy systemu SSPP

DDL łączy się z JC MOMIK 8b przez standardowe szyny interface'u maszyny. Schemat blokowy DDL przedstawiono na rys. nr 1.

Struktura jednostki DDL jest dostosowana do współpracy z interface'm minikomputera MOMIK 8b. Ponieważ w maszynie MOMIK 8b odczytywanie bądź wysyłanie informacji odbywa się bajtami, zatem wszystkie sygnały wysyłane do obiektu i przychodzące z obiektu (z wyjątkiem sygnałów "start") zostały podzielone na bajty. Strukturę bajtów wejściowych (przełącznicy informacyjnej) i wyjściowych (rejestr informacyjny) przedstawiono w tabl. 1 i 2. Wybór odpowiedniego numeru bajtu i wysyłanie (bądź odczytywanie) informacji do obiektu odbywa się w jednostce DDL.

Jednostka DDL, z punktu widzenia jednostki centralnej maszyny MOMIK 8b, składa się z dwóch jednostek sterujących o numerach "n" i "m", dołączonych do kanału arytmometru. Odczytanie (lub wysyłanie) sygnałów z obiektu, zawartych w jednym bajcie wymaga kolejnego wykonania dwóch instrukcji przez MOMIK 8b:

- wybrania żadanego numeru bajtu w jednostce "n",
- odczytania (lub wysłania) sygnałów zawartych w wybranym bajcie w jednostce "m".

Tab. 1. Struktura bajtów rejestru informacyjnego

Szyna Nr bajtu	-BY0	-BY1	-BY2	-BY3	-BY4	-BY5	-BY6	-BY7
0	526	IN-AL	IN-ABN	PBI-SL	529 A _{R/L}	529 B _{R/L}	529 C _{R/L}	ENABLE 3
1					SL 11	SL 12	SL 13	SL 14
2	535 A _{R/L}	535 B _{R/L}	535 C _{R/L}					ENABLE 1
3	531 A	531 B	531 C	531 D	530 AB	530 BB	530 CB	530 DB
4	506	B-AL	B-ABN	SL 21	SL 22	SL 23	SL 24	PB-B-SL
5	536 _{R/L}	537 _{R/L}	544 A _{R/L}	544 B _{R/L}	544 C _{R/L}	544 D _{R/L}	544 E _{R/L}	ENABLE 2
6	544 F _{R/L}	544 G _{R/L}	544 H _{R/L}	544 I _{R/L}				ENABLE 5
7	SL 31	SL 32	SL 33	SL 34	SL 41	SL 42	SL 43	SL 44
8	SL 45	SL 46	SL 47	SL 48	SL 49	SL 50	SL 51	SL 52
9	PB-S-SL	530 AT	530 BT	530 CT	530 DT	TRANS-AL	TRANS-ABN	
10	541 AY	541 BY	541 CY	541 DY	541 EY	541 FY	541 GY	541 HY
11	541 IY	541 JY	540 A	540 B	540 C	540 D	540 E	540 F
12	540 G	540 H	540 I	540 J	COL-AL	COL-ABN		

Tab. 1 c.d.

Szyna	-BY0	-BY1	-BY2	-BY3	-BY4	-BY5	-BY6	-BY7
Nr bajtu								
13	WYR 1	WYR 2	WYR 3	WYR 4		551 AY R/L	551 BY R/L	ENABLE 4
14	PB-COLA- SL	PB-COLB- SL	PB-COLC- SL	SL 61	SL 62	SL 63	SL 64	SL 65
15	SL 66	SL 67	SL 68	SL 69	SL 70	SL 81	SL 82	SL 83
16	SL 104	511AM1X	511BM2X	SV501AX	SV501BX	WYR 5	WYR 6	
17	532 A /EN6/ R/L	532 B /EN7/ R/L	532 C /EN8/ R/L	532 D /EN9/ R/L	ENABLE 6	ENABLE 7	ENABLE 8	ENABLE 9
18	WYR 9	WYR 10	WYR 11	WYR 12	WYR 13	WYR 14	WYR 15	WYR 16

U w a g a: W tabeli zamieszczono wszystkie sygnały wysyłane do obiektu sterowania wg opracowania "Założenia techniczne i programowe sterowania..." PAP - Falenica oraz 9 bitów technicznych zezwolenia (ENABLE)

Tab. 2. Struktura bajtów przełącznicy informacyjnej

Szyna	-BE0	-BE1	-BE2	-BE3	-BE4	-BE5	-BE6	-BE7
Nr bajtu								
0	COSIA	COSIB	COSIC	COSID	1	1	1	1
1	ANS 1	ANS 2	ANS 3	ANS 4	ANS 60	526X	1	SW1R
2	TPE 4	TPE 5	TPE 6	TPE 7	TPE 8	TPE 9	TPE 10	TPE 11
3	COSBA	COSBB	COSBC	COSBD	TPE 12	TPE 13	TPE 14	TPE 15
4	ANS 8	ANS 7	ANS 6	ANS 5	530 AX	530 BX	530 CX	530 DX
5	1	506 X	SW2R	SW3R	SW4R	SW5R	SW6R	1
6	COSSA	COSSB	COSSC	COSSD	COSSE	COSSF	COSSG	COSSH
7	COSTA	COSTB	COSTC	COSTD	COSSI	COSSJ	COSSP	COSSL
8	ANS 9	ANS 10	ANS 11	ANS 12	ANS 19	ANS 18	ANS 17	ANS 16
9	ANS 15	ANS 24	ANS 23	ANS 22	ANS 21	ANS 20	ANS 14	ANS 13
10	505 X	BLKHX	BLKLX	PAKHX	PAKLX	1	SW7R	1
11	COSCOLAA	COSCOLBA	COSCOLCA	COSCOLDA	COSCOLEA	COSCOLFA	COSCOLGA	COSCOLHA
12	COSCOLIA	COSCOLJA	COSCOLAB	COSCOLBB	COSCOLCB	COSCOLDB	COSCOLEB	COSCOLFB
13	COSCOLGB	COSCOLHB	COSCOLIB	COSCOLJB	COSCOLAC	COSCOLBC	COSCOLCC	COSCOLDC
14	COSCOLEC	COSCOLFC	COSCLGC	COSCOLHC	COSCOLIC	COSCOLJC	COL-STOP	SW-COLR

Tab. 2 c.d.

Szyna Nr -bajtu	-BEQ	-BE1	-BE2	-BE3	-BE4	-BE5	-BE6	-BE7
15	551 ARX	551 ALX	551 BRX	551 BLX	542 RX	542 LX	543 RX	543 LX
16	541 AX	541 BX	541 CX	541 DX	541 EX	541 FX	541 CX	541 HX
17	541 IX	541 JX	540 AX	540 BX	540 CX	540 DX	540 EX	540 FX
18	540 GX	540 HX	540 IX	540 JX	COLAHX	COLBHX	COLCHX	510 X
19	1	1	1	1	1	1	1	516 X
20	WER 1	WER 2	WER 3	WER 4	WER 5	WER 6	WER 7	WER 8
21	WER 9	WER 10	WER 11	WER 12	WER 13	WER 14	WER 15	WER 16
22	1	1	$\overline{GD\ 2S}$	$\overline{GD\ 1S}$	$\overline{GJ\ 8S}$	$\overline{GJ\ 4S}$	$\overline{GJ\ 2S}$	$\overline{GJ\ 1S}$
23	1	$\overline{MD\ 4S}$	$\overline{MD\ 2S}$	$\overline{MD\ 1S}$	$\overline{MJ\ 8S}$	$\overline{MJ\ 4S}$	$\overline{MJ\ 2S}$	$\overline{MJ\ 1S}$
24	1	$\overline{SD\ 4S}$	$\overline{SD\ 2S}$	$\overline{SD\ 1S}$	$\overline{SJ\ 8S}$	$\overline{SJ\ 4S}$	$\overline{SJ\ 2S}$	$\overline{SJ\ 1S}$

- U w a g a :
- 1) W tabeli zamieszczono sygnały wysyłane z obiektu sterowania wg opracowania "Założenia techniczne i programowe sterowania..." PAP-Falenica, z wyjątkiem sygnałów PB-S, PB-B, PB-I, PB-COLA, PB-COLB, PB-COLC, które są podawane do układu formowania przerwań DDL, sygnału PB-COL-STOP, sygnałów TEST LAMP i TEST LAMP 2.
 - 2) W tabeli zamieszczono dodatkowo sygnał "stop" COL-STOP wytwarzany z sygnału PB-COL-STOP.
 - 3) W tabeli zamieszczono grupę sygnałów przychodzących z zegara cyfrowego - bajty 22 - 24.

Jednostka sterująca "n" spełnia funkcję adresatora bajtów. Składa się ona z 5-bitowego rejestru adresowego, dekodera numeru bajtu i selektora bajtów. Rejestr adresowy jest ładowany bitami 3 ÷ 7 szyny BY po wysłaniu z maszyny instrukcji "PISZ ZNAK" do jednostki "n". Stan rejestru adresowego podawany jest na dekodery numeru bajtu i selektora bajtów, wybierający żądany numer bajtu, który ma być odczytywany lub ładowany w jednostce sterującej o numerze "m".

Jednostka sterująca "m" składa się ze 136-pozycyjnego rejestru informacyjnego podzielonego na bajty i 180-pozycyjnej przełącznicy informacyjnej, również podzielonej na bajty (w tym rezerwa: dla sygnałów wyjściowych - 14 bitów, dla sygnałów wejściowych - 16 bitów). Rejestr informacyjny jest wykorzystywany przy wysłaniu sygnałów sterujących do obiektu; przełącznica informacyjna umożliwia odczytywanie sygnałów przychodzących z obiektu.

Rejestr informacyjny jest ładowany po wysłaniu z minikomputera instrukcji "PISZ ZNAK" do "m", przy czym ładowany jest bajt, wybrany w układzie adresatora. Poszczególne pozycje rejestru informacyjnego wystereowują 150 wzmacniaczy przekaźników i żarówek. Jedna pozycja rejestru odpowiada 1 wzmacniaczowi z wyjątkiem tych pozycji, które sterują zaworami lewo-prawo w obiekcie. W tym przypadku z jednej pozycji rejestru sterowane są 2 wzmacniacze, przy czym przekaźnik w prawo jest sterowany z wyjścia prostego, w lewo - z zanegowanego (takie rozwiązanie umożliwia przypadkowe jednoczesne wystereowanie zaworu w prawo i w lewo). Sygnały z wyjść rejestru, sterujących zaworami lewo-prawo, są dodatkowo iloczynowane ze stanem tzw. pozycji zezwolenia ("enable"), zawartej w tym samym bajcie informacyjnym i umożliwiającej (bądź uniemożliwiającej) wysłanie danej grupy sygnałów do obiektu. Ze względu na specyfikę tych wyjść rejestru podanie sygnału "0" na pozycję zezwolenia daje jedyną możliwość pozostawienia zaworu w stanie "nieaktywnym" (bez sterowania). Wzmacniacze sterujące przekaźnikami mają dodatkowe wyjście, z którego sterowane są lampki sygnalizacyjne na pulpicie jednostki współpracy z operatorem JWO. Wzmacniacze mają dodatkowe wejście, które umożliwia wystereowanie lampek sygnalizacyjnych sygnałem LAMP TEST bezpośrednio z obiektu w celu ich testowania.

Sygnały przychodzące na przełącznicę informacyjną są odczytywane instrukcjami CZYTAJ ZNAK z "m", przy czym jest czytany bajt, wybrany w układzie adresatora. Wszystkie sygnały od obiektu, jak również sygnały z zegara cyfrowego C-553 przychodzą na wejście przełącznicy przez układy filtrujące.

Układy te umożliwiają zamianę reprezentacji fizycznej sygnału z obiektu w postaci zwarcie-rozwarcie na sygnały zero-jedynkowe, odpowiednie dla sterowania układów typów TTL. Dodatkowo układy filtrujące zabezpieczają układy TTL przed chwilowymi zakłóceniami o wartościach napięć dodatnich do $+24V$ i ujemnych do $-15V$.

Jednostka DDL zawiera również układy formowania 7 przerwań dla sygnałów "start" operacji technologicznych, przychodzących z obiektu. Każdy "start" powoduje wygenerowanie w układzie DDL impulsu o odpowiedniej długości i amplitudzie, zgodnie z wymaganiami interfejsu minikomputera MOMIK 8b. Start operacji BARWIENIE A, B lub C powoduje jednocześnie zerowanie przerzutnika "stop" dla operacji BARWIENIE. Przerzutnik ten jest zapalany sygnałem "STOP COL" z obiektu. W jednostce DDL jest generowane dodatkowe przerwanie od zegara taktującego, które wysyłane jest do maszyny MOMIK 8b co 0,2 s.

DDL wyposażony jest w 4 klucze operacyjne, które spełniają następujące funkcje:

- wciśnięcie jednostabilnego klucza ZER powoduje zerowanie rejestru informacyjnego oraz przerzutnika pamiętającego "stop operacji coloring",
- wciśnięcie dwustabilnego klucza BPR powoduje zablokowanie wysyłania przerwań "start operacji" do JC MOMIK 8b; przy wciśniętym kluczu BPR lampka umieszczona nad tym kluczem gaśnie,
- wciśnięcie dwustabilnego klucza BZG powoduje zablokowanie zegara taktującego; w tym stanie mogą być wysyłane do maszyny MOMIK 8b pojedyncze impulsy taktujące po każdorazowym naciśnięciu klucza GPI. Przy wciśniętym kluczu BZG lampka umieszczona nad tym kluczem gaśnie.

W normalnym stanie pracy systemu oba klucze BZG i BPR powinny być wyciśnięte, a obie lampki sygnalizacyjne powinny być zapalone.

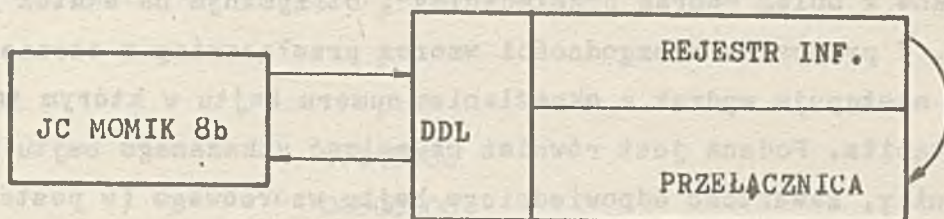
2. Opis konstrukcji jednostki rejestracji danych i sterowania (DDL)

Jednostka rejestracji danych i sterowania (DDL) stanowi odrębny blok konstrukcyjny w systemie SSPP. Mikroukłady i elementy dyskretne, z których zbudowana jest jednostka DDL, są umieszczone na 32 pakietach z laminatu z dwustronnym obwodem drukowanym i 64-kontaktowym wtykiem krawędziowym, przystosowanym do złącz owijanych firmy Socapex (pakiety typu JS EMC). Pakiety umieszczone są w dwu kasetach, każda o 18 miejscach (przewidziano rezerwę na 4 pakiety). Złącza Socapex, w które wtykane są pakiety, są osadzone w platerze z laminatu z dwustronnym obwodem drukowanym. Napięcie zasilające +5 V oraz 0 V jest doprowadzone do każdego pakietu za pośrednictwem obwodu drukowanego na platerze. Wszystkie połączenia między pakietami wewnątrz bloku DDL są wykonane metodą owijania. Połączenie bloku DDL z obiektem i z jednostką centralną maszyny MOMIK 8b są zrealizowane za pomocą kabli zakończonych 50-kontaktowymi złączami firmy Socapex (16 złącz, umieszczonych w ścianie tylnej bloku DDL). Dodatkowo sygnały do testowania lampek umieszczonych na tablicach w sterowni i napięcia zasilające są doprowadzone do bloku DDL za pomocą dwóch odrębnych złącz typu ZW-9. Obydwa te złącza są umieszczone w ścianie tylnej bloku DDL, poniżej złącz typu Socapex.

Na płycie czołowej bloku DDL są umieszczone 4 przełączniki typu "Iso-stat": 2 dwustabilne (BPR i BZG) i 2 jednostabilne (GPI i ZER). Ponad przełącznikami BPR i BZG są umieszczone 2 lampki sygnalizacyjne. Przeznaczenie kluczy opisano w pkt 1.

3. Test DDL

Program test DDL został napisany w celach kontrolno-diagnostycznych. Współpracuje on z programem-monitora SSPP. Program testuje warstwy wejściowe i wyjściowe jednostki DDL w warunkach maksymalnie zbliżonych do rzeczywistych. Poniższy rysunek przedstawia konfigurację zestawu: jednostka centralna MOMIK 8b, jednostka DDL.



Rys. 3. Schemat konfiguracji zestawu: MOMIK 8b + jednostka DDL

Ze względu na to, że liczba wejść na przelącznicę jest większa niż liczba wyjść z rejestru, zaszła konieczność dołączenia w większości przypadków więcej niż jednego wejścia przelącznicy do pojedynczego wyjścia DDL. Konsekwencją tego jest konieczność określania dla każdej informacji wysyłanej do rejestru pola wzorcowego przelącznicy, różniącego się od obrazu rejestru DDL.

Test DDL korzysta z biblioteki makrorozkazów programu-monitora (np. przy ustawianiu wzorca przelącznicy, przy wysyłaniu informacji do rejestru) oraz z zawartych w niej podprogramów (przy wypisywaniu komunikatów testu DDL).

Układ programu

Program test DDL napisany w formie dwóch zadań cyklicznych. Jedno zadanie jest zadaniem aktywnym i zostanie wykonane w pierwszym cyklu pierwszego planu. Zadanie to może spowodować przejście do właściwego testowania, przy pewnym stanie kluczy na pulpicie minikomputera MOMIK 8b. Drugie zadanie realizuje zakończenie testowania DDL.

Start programu

Start programu (w sensie testowania) inicjuje operator wybierając odpowiedni tryb pracy testu, zależny od stanu kluczy.

Przebieg programu

W jednym z zadań cyklicznych ustawiane jest pole wzorcowe przelącznicy dla każdej informacji wysyłanej do rejestru, które następnie jest

porównywane z polem "obraz przełącznicy", otrzymanym na skutek jej odczytania. W przypadku niezgodności wzorca przełącznicy z obrazem przełącznicy następuje wydruk z określeniem numeru bajtu w którym ta niezgodność wystąpiła. Podana jest również zawartość wskazanego bajtu z obrazu przełącznicy, zawartość odpowiedniego bajtu wzorcowego (w postaci ponumerowanego ciągu zero-jedynkowego) oraz wypisywany jest numer bajtu rejestru oraz jego zawartość (ponumerowany ciąg zer-jedynek), jeżeli ta niezgodność wystąpiła dla niezerowej informacji wysłanej do rejestru.

Wysyłanie informacji odbywa się w sposób cykliczny w kierunku zmniejszania się numerów bajtów rejestru. Dla każdego bajtu wysyłane są kolejno informacje w postaci

00000001

00000000

00000011

00000000

00000101

.

.

.

10000001

00000000

z wyjątkiem bajtu pierwszego i ostatniego rejestru, które te bajty są testowane za pomocą następujących dwóch ciągów informacji:

bajt pierwszy

00000001

00000000

00000011

.

.

.

00001001

00000000

00010000

00000000

00110000

10010000
00000000
bajt ostatni
00000001
00000000
.
.
.
00001000
00000000
00010001
.
.
.
10001000
00000000

Ze względu na konieczność ustawiania wzorca przełącznicy każdemu bajtowi rejestru został przyporządkowany ciąg informacji o sposobie podłączenia wejść przełącznicy z wyjściami rejestru. Informacjami tymi są:

- czy dany bajt rejestru jest uwarunkowany, względnie nie uwarunkowany bitem zezwolenia,
- numer skrajnego bitu rejestru i numer bieżący (wskazują one te bity pola obrazu rejestru, dla których jest ustawiane pole wzorcowe przełącznicy),
- numer pierwszego oraz liczba bitów rejestru, którym nie zostały przyporządkowane bity przełącznicy¹,

¹ Są to bity odpowiadające sygnałom informacyjnym (lampki), które w przeciwieństwie do wszystkich sygnałów sterujących nie podlegają testowaniu.

- numery skrajnych bitów przełącznicy (wskazują one te bity pola wzorcowego, które będą ustawiane na jeden lub zero w pierwszej kolejności) oraz jeżeli nie jest zachowana kolejność numerów bitów przełącznicy pamiętany jest numer pominiętego bitu przełącznicy.

Informacje te są modyfikowane w ramach testowania jednego bajtu rejestru. Po przetestowaniu kolejnego bajtu rejestru rozpatrywany jest następny ciąg informacji.

P r z e r w a n i a

Niektóre pozycje rejestru informacyjnego są podłączone do układu wytwarzania przerwań. Wysłanie niezerowej informacji na te pozycje rejestru powoduje wytworzenie przerwania o odpowiednim numerze.

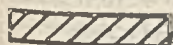
Program pamięta fakt przyjęcia przerwania. Po przetestowaniu wszystkich połączeń rejestru z przełącznicą porównywany jest wzorzec przerwań ze stanem zapamiętanym. W przypadku niezgodności następuje wydruk w postaci ponumerowanego ciągu zero-jedynkowego. Kolejnym pozycjom tego ciągu są przyporządkowane numery przerwań. Zera na pozycjach 0 ÷ 6 tego ciągu, to nie zgłoszone przerwania.

Z a k o ń c z e n i e p r o g r a m u

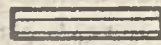
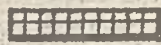
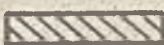
Aktywność drugiego zadania cyklicznego uzależniona jest od stanu kluczy na pulpicie minikomputera HOMIK 8b. Przy ustalonym układzie kluczy operator może zainicjować koniec testowania. Może być wypisany wówczas komunikat o zakończeniu pracy testu. Testowanie będzie kontynuowane po zmianie położenia jednego z kluczy.

Karta przyporządkowania bitów rejestru informacyjnego poszczególnym pozycjom przełącznicy do testu DDL

	BY0	BY1	BY2	BY3	BY4	BY5	BY6	BY7
0	5/1 5/4	5/2 5/5	5/3 5/6		R9/0,2 L9/1,3	R9/4 L9/5	R9/6 L9/7	EN3
1								
2	R1/0,2 L1/1,3	R1/4 L1/7,5	R8/0,2 L8/1,3					EN1
3	2/0 3/0	2/1 3/1	2/2 3/2	2/3 3/3	2/4 3/4	2/5 3/5	2/6 3/6	2/7 3/7
4	8/4 8/6	8/5 8/7	19/7					
5	R4/0,2 L4/1,3	R4/4,6 L4/5,7	R6/0,2 L6/1,3	R6/4,6 L6/5,7	R7/0,2 L7/1,3	R7/4,6 L7/5,7	R0/0,2 L0/1,3	EN2
6	R11/0,2 L11/1,3	R11/4,6 L11/5,7	R12/0,2 L12/1,3	R12/6,4 L12/5,7				EN5
7								
8								
9								
10	15/0 16/0	15/1 16/1	15/2 16/2	15/3 16/3	15/4 16/4	15/5 16/5	15/6 16/6	15/7 16/7
11	17/0 18/0	17/1 18/1	17/2 18/2	17/3 18/3	17/4 18/4	17/5 18/5	17/6 18/6	17/7 18/7
12	10/0 22/2	10/1 22/3	10/2 22/4	10/3 22/5	10/4 22/6	10/6 22/7		
13	WYR1	WYR2	WYR3	WYR4		R14/0,2 L14/1,3	R14/4,6 L14/5,7	EN4
14								
15								
16		13/0,4	13/1,5	13/2,6	13/3,7	WYR5	WYR6	
17	R23/2 L23/1,3	R23/4,6 L23/5,7	R24/2 L24/1,3	R24/4,6 L24/5,7	EN6	EN7	EN8	EN9
18	WYR9	WYR10	WYR11	WYR12	WYR13	WYR14	WYR15	WYR16



przerwania



pozycje rejestru warunkowane odpowiednimi zezwoleniami

The following is a list of the principal...

Row	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Legend: [Diagonal lines] [Horizontal lines] [Vertical lines] [Grid] [Dotted] [Blank] [Other patterns]

Principal... [Diagonal lines] [Horizontal lines] [Vertical lines] [Grid] [Dotted] [Blank] [Other patterns]

mgr inż. Janusz A. SKÓRZEWSKI
Instytut Maszyn Matematycznych

681.326.7.06:681.327.66:
681.322-181.4.004.14

TESTY JEDNOSTKI CENTRALNEJ MOMIK 8b

I. Test pamięci operacyjnej

TEST PAO jest programem kontrolno-diagnostycznym służącym do badania poprawności pracy pamięci operacyjnej minikomputera MOMIK 8b. W Systemie Sterowania Procesem Przemysłowym w Wytwórni Polipropylenu w Mazowieckich Zakładach Rafineryjnych i Petrochemicznych w Płocku zastosowano jedno z pierwszych egzemplarzy maszyny cyfrowej MOMIK 8b. Dostarczony przez producenta minikomputerów test pamięci nie obejmował najgorszego przypadku, co w znacznym stopniu obniżało jakość testu. Uznano więc za celowe specjalne napisanie programu TEST PAO w ramach oprogramowania SSPP.

TEST PAO napisany został w języku MOTIS i zajmuje 400 miejsc pamięci bez programu przepisującego.

1. Założenia testowania PAO

TEST PAO napisany został z myślą o uwzględnieniu najgorszych warunków pracy pamięci operacyjnej. Podstawowym założeniem testowym był więc rozkład informacji w PAO określający najmniej korzystną pracę pamięci.

Pamięć operacyjna minikomputera MOMIK 8b zbudowana jest na rdzeniach magnetycznych w ten sposób, że poszczególne rdzenie przechowujące jeden bajt informacji znajdują się w ośmiu różnych ramkach. Rozkład najgorszego przypadku zależy od sposobu poprowadzenia uzwojeń przez rdzenie w ramce i powtarza się w obrębie pół rdzeniowych, na które ramka jest podzielona. Wynikający z rozkładu najgorszego przypadku stan rdzeni w jednym bajcie pamięci jest identyczny. Stan ten jest funkcją adresu rdzenia (bajtu). Jest to funkcja sześciu bitów trzynastobitowego adresu, z

których trzy odpowiadają trzem szynom adresowym wybierającym rdzeń wzdłuż współrzędnej X a trzy - szynom wybierania wzdłuż współrzędnej Y.

Funkcja określająca stan rdzeni w najgorszym przypadku zdefiniowana jest w sposób następujący:

1	1	0	0	0	0	1	1	
0	1	0	1	1	0	1	0	
0	1	0	1	1	0	1	0	
1	1	0	0	0	0	1	1	$x \in \langle 0,7 \rangle$
0	0	1	1	1	1	0	0	$y \in \langle 0,7 \rangle$
1	0	1	0	0	1	0	1	
1	0	1	0	0	1	0	1	
0	0	1	1	1	1	0	0	

Współrzędne x, y określone są przez trzybitowe liczby binarne, których wagi zależą od szyn adresowych w sposób następujący:

$x : 2^0$	-	SZA 12	$y : 2^0$	-	SZA 3
2^1	-	SZA 09	2^1	-	SZA 6
2^2	-	SZA 08	2^2	-	SZA 5

Program TEST PAO sam zajmuje część pamięci operacyjnej; konieczne jest więc do przetestowania wszystkich komórek wykonanie programu TEST PAO umieszczonego kolejno w conajmniej dwóch różnych obszarach pamięci. Przyjęto, że TEST PAO będzie wykonywany w dwóch położeniach:

- A - testowanie połowy PAO o starszych adresach przez TEST PAO znajdujący się w pozostałej części PAO,
- B - testowanie połowy PAO o młodszych adresach przez TEST PAO znajdujący się w pozostałej części PAO.

W celu sprawdzenia poprawności pracy układów wybierających TEST PAO zawiera w sobie test adresów. Test adresów polega zazwyczaj na zapisywaniu i odczytywaniu z komórek pamięci liczb będących adresami tych komórek. ze względu na bajtową strukturę PAO maszyny cyfrowej MOMIK 8b możliwe było umieszczenie w jednej komórce pamięci tylko ośmiobitowej końcówki adresu tej komórki.

Przy pisaniu programu TEST PAO założono niekorzystanie z rozkazów indeksowanych oraz rozkazów pamiętających i odtwarzających ślady podprogramów. Spowodowane to było tym, że w minikomputerze MOMIK 8b pewne komórki pamięci (testowane przez TEST PAO jak wszystkie inne) związane są przez układy elektroniczne jednostki centralnej, dodatkowo pełniąc funkcję rejestrów pamiętających ślady i rejestrów automodyfikacji.

2. Opis cyklu testowego

Testowanie pamięci operacyjnej polega na ciągłym wykonywaniu cykli testowych. Podczas jednego cyklu testowego program TEST PAO wykonuje poniższe czynności (rys. 1).

a) Sprawdzenie sumy kontrolnej

Ze względów niezawodnościowych przed każdym cyklem testowym (opisanym w niniejszym punkcie) liczona jest w trójprecyzji suma miejsc stałych programu i porównywana z wzorcem. Kontynuacja cyklu testowego jest możliwa tylko przy zgodności policzonej sumy z wzorcem.

b) Zapisanie "tła"

W testowane pole PAO zapisywany jest zdefiniowany w pkt 1 rozkład najgorszego przypadku ("tło" proste) albo zanegowanego najgorszego przypadku ("tło" zanegowane). W kolejnych cyklach testowych oba rodzaje "tła" pisane są na przemian.

c) Kolejne badanie komórki w obszarze testowanym PAO (test najgorszego przypadku)

- Odczytanie informacji z badanej komórki i sprawdzenie, czy jest ona zgodna z zapisanym "tłem" (p. 2b).
- Zapisanie informacji zanegowanej w stosunku do tej, która wynika z aktualnego "tła".
- Odczytanie z badanej komórki informacji i sprawdzenie, czy jest ona zgodna z poprzednim zapisem.
- Odtworzenie informacji w zbadanej komórce (tzn. zapis informacji zgodnej z "tłem").

d) Test adresów

Po wykonaniu opisanego w pkt 2c testu najgorszego przypadku testowane pole PAO zawiera rozkład informacji zgodny z aktualnym "tłem". W cyklu testowym przechodzi się następnie do testu adresów wykonywanego kolejno blokami po 256 słów.

Test adresów obejmuje:

- zapisanie w kolejne komórki bloku liczb od 0 do 255,
- kolejny odczyt komórek w ramach bloku i sprawdzenie, czy odczytana informacja jest zgodna z ośmiobitową końcówką adresu odczytywanej komórki,
- odtworzenie "tła" w zbadanym bloku i jeżeli nie jest to blok ostatni - wykonanie testu adresów w następnym bloku.

e) Zmiana tła

Po teście adresów zmieniany jest na przeciwny dwustanowy wskaźnik "tła" i cykl testowy wykonywany jest ponownie od pkt 2a. Dla jednego pola testowanego konieczne jest wykonanie minimum dwóch cykli testowych, co trwa ok. 15 s.

3. Przepisanie testu

Aby umożliwić automatyczne przyjmowanie przez TEST PAO na przemian dwóch położań opisanych w pkt 2 napisano program przepisujący TEST PAO w inne położenie, modyfikujący go i uruchamiający w nowym miejscu. Zapewnia to samoczynną zmianę położenia TEST-u PAO po wykonaniu dwóch cykli testowych.

Ponieważ przyjęto różnicę adresów między dwoma położeniami TEST-u PAO wynoszącą 4k (całkowita liczba stron) możliwa była automatyczna modyfikacja podczas przepisywania drugich bajtów rozkazów SK i US. Mechanizm ten był oczywiście blokowany dla drugich bajtów rozkazów TM. Ponadto konieczna była modyfikacja wybranych miejsc programu przepisane go głównie ze względu na zwrotny charakter procedury przepisywania (rys. 2).

START

t:=1

Policz sumę kontrolną

Czy suma poprawna
N T

KL 1
1 0

Wydruk "błąd sumy"

KL 2
1 0

STOP

Zapisz w badane pole PAO wartości NP

Ustaw początkowy LA

[LA] := NP(LA,t)
N T

KL 1
1 0

Wydruk "błąd zapisu tła"

KL 2
0 1

STOP

[LA] := ~NP(LA,t)

[LA] := ~NP(LA,t)
N T

KL 1
1 0

Wydruk "błąd negacji"

KL 2
0 1

STOP

[LA] := NP(LA,t)
LA := LA + 1

LA > LA_{max}
T N

Ustaw LA pocz

AB:=LA

LA := AB
[LA] := NP(LA,t)
LA := LA + 1
LA = AB + 256
T N

KL 1
1 0

Wydruk "błąd adresu"

KL 2
0 1

STOP

LA:=AB

[LA] := LA 8
N T

LA := LA + 1
LA = AB + 256
T N

[LA] := LA 8
LA := LA + 1

LA = AB + 256
T N

LA > LA_{max}
N T

t := ~t

t
0 1

KL 3
1 0

Przepisz program

t - wskaźnik "tła";
1 - tło proste, 0 - tło s-negowane

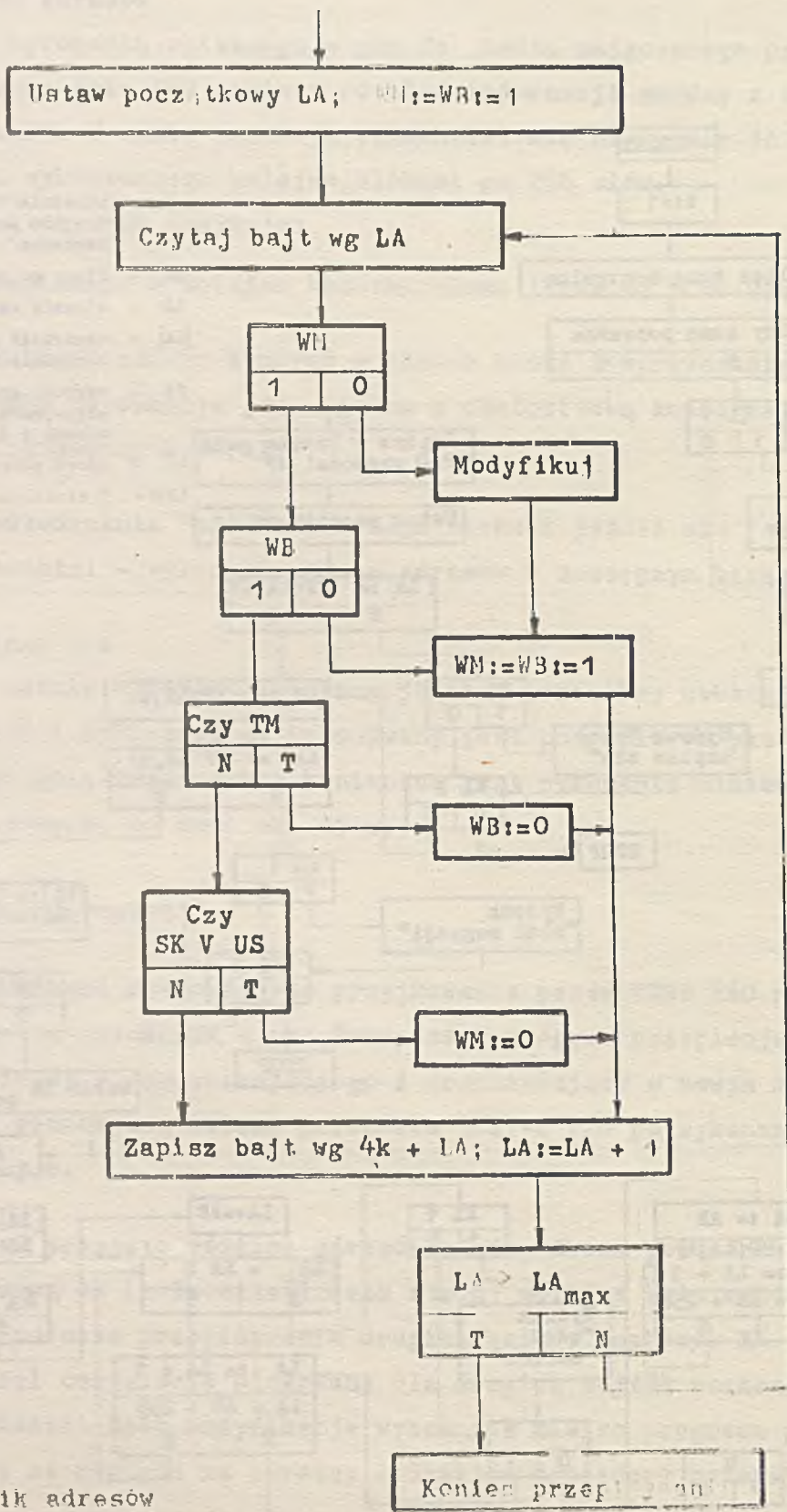
KL - klucz na pulpicie j.c.
LA - licznik adresów

[LA] - zawartość komórki PAO o adresie LA

NP - wartość zgodna z rozkładem najgorszego przypadku /funkcja adresu i t/

AB - adres początku bloku

LA 8 - 8 młodszych bitów LA



LA - licznik adresów
WM - warunek modyfikacji
WB - warunek badania

Rys. 2. Sieć działań programu przepisywania i modyfikacji rozmiarów K US

4. Sygnalizacja błędów

TEST PAO wykorzystuje ustawione przez operatora cztery klucze na pulpicie minikomputera MOMIK 8b:

KL \emptyset - wciśnięcie powoduje wydruk kontrolny znaku § po każdym cyklu testowym

KL 1 - wciśnięcie powoduje wydruk w wypadku wykrycia błędu z podaniem rodzaju i adresu błędu,

KL 2 - wciśnięcie powoduje pracę TEST-u PAO bez zatrzymania na błędzie,

KL 3 - wciśnięcie powoduje pracę TEST-u PAO bez przepisywania.

Rodzaje błędów:

- a) błąd sumy kontrolnej,
- b) błąd przy zapisie "tła",
- c) błąd negacji,
- d) błąd w treści adresów.

Jeśli program zatrzyma się po wykryciu błędu (wyciśnięty KL 2) to zostanie zapalona lampka "CZEKAJ".

Aby uniemożliwić ewentualną kolizję z drugim zestawem SSPP podczas wydruku w programie TEST PAO stosuje się dołączanie i odłączanie układów pośredniczących (interface). W wypadku podłączenia maszyny do pisania bezpośrednio do zestawu testowanego (nie przez przełącznicę układów pośredniczących) wydruk także jest możliwy.

II. Test arytmometru

Program kontrolno-diagnostyczny TEST ARYTMOMETRU służy do badania poprawności wykonywania rozkazów przez jednostkę centralną minikomputera MOMIK 8b.

Za pomocą testu badane są kolejno rozkazy zgodnie z listą rozkazów minikomputera MOMIK 8b. Badanie jednego rozkazu odbywa się w ten spo-

sób, że przed jego wykonaniem ustawiane są krytyczne wartości argumentów operacji wykonywanej przez testowany rozkaz a następnie po wykonaniu tego rozkazu bada się, czy wynik operacji jest zgodny z oczekiwanym. Zgodność ta badana jest przez sprawdzenie stanu rejestrów, wskaźników i komórek pamięci biorących udział w testowanej operacji wykonanej przez badany rozkaz.

Opisane czynności badania wybranego rozkazu wykonywane są oczywiście przez program tzn. przez inne rozkazy. W związku z tym program TEST ARYTMOMETRU zaczyna się od zbadania rozkazów najprostszych do sprawdzenia po to, aby następnie do badania rozkazów bardziej skomplikowanych można było użyć rozkazów już sprawdzonych.

Ostatnim sprawdzanym rozkazem jest rozkaz KA przesyłający do akumulatora informację odpowiadającą kombinacji ustawionej w rejestrze kluczy na pulpicie jednostki centralnej minikomputera MOMIK 8b. Jeśli nie jest to kombinacja zerowa to informacja wczytana rozkazem KA jest następnie wyprowadzana z akumulatora na elektryczną maszynę do pisania FACIT. Następnie TEST ARYTMOMETRU ponownie przystępuje do badania od początku wszystkich rozkazów maszyny MOMIK 8b. W przypadku poprawnej pracy jednostki centralnej test drukuje ustawioną w rejestrze kluczy niezerową kombinację jako znak w kodzie ISO na monitorze FACIT.

W wypadku kombinacji zerowej w rejestrze kluczy - poprawna praca testu odbywa się bez sygnalizacji.

Wykrycie przekłamania powoduje zatrzymanie programu na rozkazie SD sygnalizowane zapaleniem lampki "CZEKAJ" na pulpicie. Możliwe jest przy tym ustalenie podejrzanego o przekłamanie rozkazu lub grupy rozkazów na podstawie stanu licznika rozkazów po zapaleniu lampki "CZEKAJ".

Dla każdego wykrytego przekłamania przewidziano zatrzymanie programu TEST ARYTMOMETRU na rozkazie stopu SD umieszczonym w komórce o innym adresie. Sporządzono wykaz wszystkich adresów rozkazów SD, w którym każdemu adresowi przyporządkowano rozkazy podejrzone o przekłamanie, jeśli program zatrzyma się w miejscu odpowiadającym danemu adresowi. Na podstawie tego wykazu operator może wstępnie określić błędnie wykonywane rozkazy.

Dokładna lokalizacja błędu możliwa jest przez krokowe wykonanie sekwencji rozkazów programu, która wykryła przekłamanie w pracy arytmometru.

mgr inż. Janusz POPKO
Instytut Maszyn Matematycznych

681.322-181.4.004.14:62-522.6:
621.64:678.742

UKŁADY WSPÓLPRACY DWUPROCESOROWEJ W SYSTEMIE SSPP

Wstęp

System SSPP, ze względów niezawodnościowych, został zbudowany na dwóch jednostkach centralnych minikomputera MOMIK 8b. Każda jednostka centralna realizuje równoległe i niezależnie ten sam program sterujący obiektem i niezależnie sygnalizuje obsłudze przebieg procesu sterowania.

Równoległa praca dwóch identycznych programów sterujących stwarza możliwość automatycznej, dynamicznej kontroli ich poprawności. Aby tę możliwość wykorzystać, system SSPP wyposażono w adapter kanał/kanał na poziomie kanałów arytmometru obydwu jednostek centralnych, pozwalający na przesyłanie informacji między dwoma jednostkami centralnymi. Informacje przesyłane adapterem kanał/kanał są wykorzystywane do wzajemnej synchronizacji obydwu programów sterujących, porównywania obrazu obiektu "widzianego" przez obydwie programy sterujące i sprawdzania sum kontrolnych programów.

Ze względów ekonomicznych, do porozumiewania się programów sterujących z obydwu jednostek centralnych z obsługą, został wykorzystany jeden zestaw urządzeń zewnętrznych (elektryczna maszyna do pisania, czytnik taśmy papierowej) wraz z ich jednostkami sterującymi opracowanymi dla minikomputera MOMIK 8b. W związku z tym system SSPP wyposażono w przełącznik szyn interface'u kanałów arytmometru obydwu jednostek centralnych, który - na żądanie programu sterującego - realizuje selektywne przełączanie i zwalnianie logiczne szyn interface'u jednostek sterujących urządzeń zewnętrznych do szyn interface'u jednej z jednostek centralnych.

Adapter kanał/kanał i przełącznik interface'u zostały zrealizowane jako jeden blok funkcjonalno-konstrukcyjny układów współpracy dwuprocesorowej.

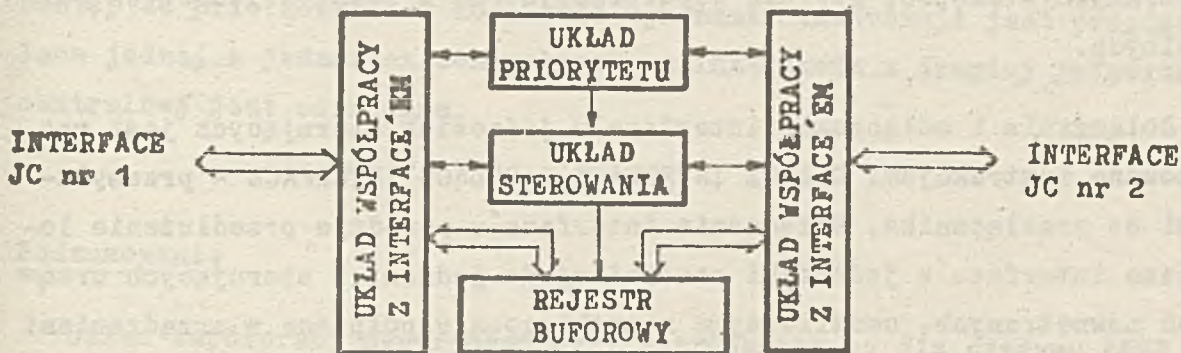
Adapter kanał/kanał

Adapter kanał/kanał, którego schemat blokowy przedstawiono na rys.1, został rozwiązany jako dzielona jednostka sterująca w kanale arytmome-
tru obydwu jednostek centralnych. Adapter zawiera dwa układy współpra-
cy z szynami interface'u, rejestr buforowy wraz z układem sterowania
i układ priorytetu, rozstrzygający konflikty występujące na szynach
interface'u obydwu jednostek centralnych.

Informacja między rejestrem buforowym adapteru kanał/kanał a jednost-
ką centralną jest przesłana po szynach interface'u instrukcjami PISZ
ZNAK I CZYTAJ ZNAK, wysterowywanymi przez jednostkę centralną. Instruk-
cja PISZ ZNAK powoduje wpisanie 8-bitowego znaku podawanego przez np.
jednostkę centralną nr 1 do rejestru buforowego adaptera, a jednocześ-
nie wysłanie przerwania wejścia/wyjścia do jednostki centralnej nr 2.
Przerwanie to informuje jednostkę centralną nr 2, że jednostka central-
na nr 1 przesyła jej nowy znak. Instrukcja CZYTAJ ZNAK z jednostki cen-
tralnej nr 2 powoduje pobranie znaku z rejestru buforowego adaptera i
wysłanie przerwania wejścia/wyjścia do jednostki centralnej nr 1 infor-
mującego ją, że jednostka centralna nr 2 pobrała przesłany znak. W przy-
padku przesłania informacji w przeciwnym kierunku, sekwencja operacji
przebiega analogicznie, z dokładnością do numeru jednostki centralnej.

Układ sterowania rejestrem buforowym chroni zawartość rejestru przed
wpisaniem nowego znaku, dopóki poprzedni znak nie zostanie pobrany, jak
również sygnalizuje układowi współpracy z interface'em, że rejestr bufo-
rowy jest pusty.

Układ priorytetu rozstrzyga konflikty na szynach interface'u jed-
nostek centralnych w przypadku jednoczesnego przesłania do adapteru
instrukcji z obydwu jednostek centralnych. Dostęp do adapteru i możli-
wość wykonania instrukcji są przydzielane jednej z jednostek central-
nych, a instrukcja z drugiej jednostki centralnej jest odrzucana.



Rys. 1. Schemat blokowy adapteru kanał/kanał

Przełącznik interface'u

Przełącznik interface'u, którego schemat blokowy przedstawiono na rys. 2, został rozwiązany jako dzielona jednostka sterująca w kanale arytmometru obydwu jednostek centralnych. Przełącznik zawiera dwa układy współpracy z szynami interface'u jednostek centralnych, przełącznicę sygnałów interface'u jednostek sterujących wraz z układem sterowania, nadajniki i odbiorniki sygnałów interface'u jednostek sterujących urządzeń zewnętrznych oraz układ priorytetu, rozstrzygający konflikty występujące na szynach interface'u obydwu jednostek centralnych.

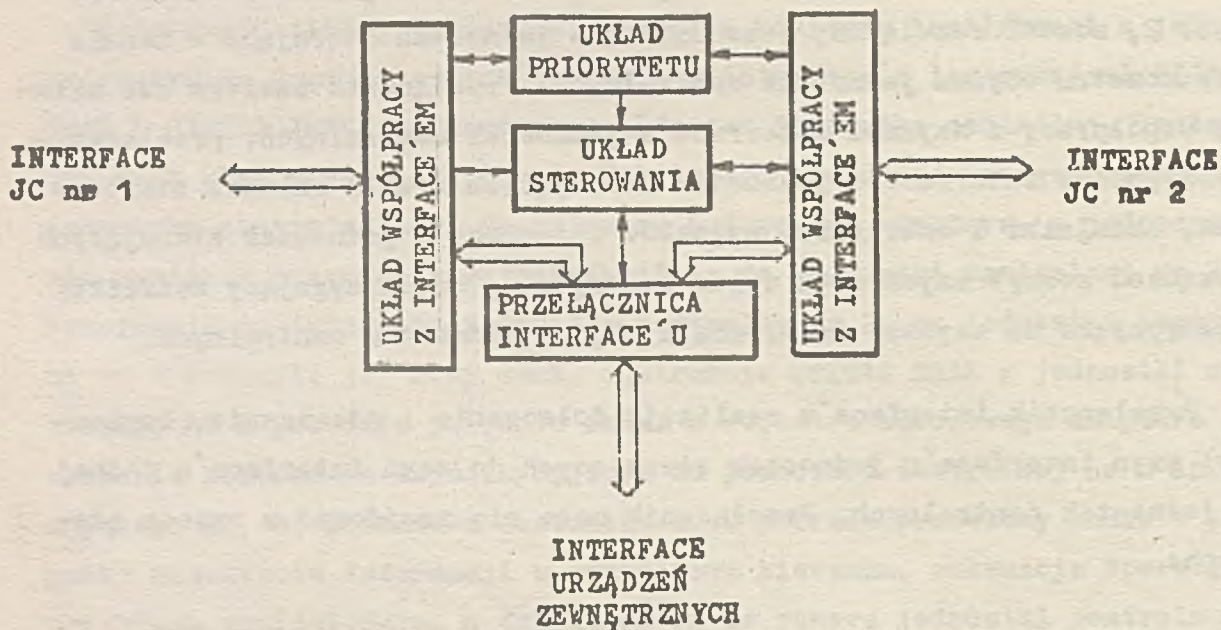
Przełącznik interface'u realizuje dołączanie i odłączanie (logiczne) szyn interface'u jednostek sterujących do szyn interface'u jednej z jednostek centralnych. Przełącznik może się znajdować w trzech stanach:

- neutralnym,
- interface jednostek sterujących dołączony do jednostki centralnej nr 1 (i odłączony od jednostki centralnej nr 2),
- interface jednostek sterujących dołączony do jednostki centralnej nr 2 (i odłączony od jednostki centralnej nr 1).

W stanie neutralnym szyny interface'u jednostek sterujących, z wyjątkiem sygnałów przerwań, są odcięte od szyn interface'u jednostek centralnych. Sygnały przerwań są natomiast podawane równolegle do obydwu jednostek centralnych umożliwiając śledzenie stanów urządzeń ze-

wewnętrznych w czasie, gdy nie współpracują one z żadną z jednostek centralnych.

Dołączanie i odłączanie interfejsu jednostek sterujących jest realizowane instrukcjami DOŁĄCZ INTERFACE I ODŁĄCZ INTERFACE - przesyłanymi do przełącznika. Dołączenie interfejsu powoduje przedłużenie logicznego interfejsu jednostki centralnej do jednostek sterujących urządzeń zewnętrznych, umożliwiając niezakłóconą współpracę z urządzeniami zewnętrznymi. Jednocześnie od odłączonej jednostki centralnej zostają odcięte sygnały przerwań. Jednostka centralna, która wysłała instrukcję DOŁĄCZ INTERFACE, monopolizuje urządzenia zewnętrzne aż do przesłania instrukcji ODŁĄCZ INTERFACE do przełącznika.



Rys. 2. Schemat blokowy przełącznika interfejsu

Układ sterujący przełącznicy otwiera odpowiednie bramki przełącznicy dla sygnałów interfejsu jednostek sterujących. Jednocześnie informuje on układy współpracy z interfejsem jednostek centralnych o stanie zajętości przełącznika.

Układ priorytetu rozstrzyga konflikty na szynach interfejsu jednostek centralnych w przypadku jednoczesnego przesłania do przełącznika instrukcji "dołączenia" interfejsu z obydwu jednostek centralnych.

Dostęp do przełącznika i możliwość wykonania instrukcji jest przydzielana jednej z jednostek centralnych, a instrukcja z drugiej jednostki centralnej jest odrzucana.

Podsumowanie

Układ współpracy dwuprocesorowej zaprojektowany dla systemu SSPP pozwolił na zestawienie konfiguracji sprzętu o podwyższonej niezawodności, wymaganej od systemów sterowania procesami przemysłowymi. Charakter rozwiązań był podyktowany wymaganiami interfejsu minikomputera MOMIK 8b, który nie dopuszcza połączeń bloków funkcjonalnych typu "wspólna szyna". Tym niemniej uniwersalność układów adapteru kanał/kanał, jak i przełącznika interfejsu umożliwiają ich wykorzystanie w innych systemach opartych na minikomputerze MOMIK 8b.

mgr inż. Zenon KARPIŃSKI

621.311.6:681.322-181.4.004.14:

mgr inż. Tomasz LIS

62-522.6:621.64:678.742

mgr inż. Stanisław ZAGÓRNY

Instytut Maszyn Matematycznych

ZASILANIE SYSTEMU SSPP

I. Wstęp

Rozwój EMC i wzrost ich zastosowań oraz nieustanne zwiększanie wymagań technicznych stawianych tym urządzeniom spowodowały także wzrost wymagań w stosunku do jakości podzespołów i urządzeń składowych, a więc i do układów zasilania, które stanowią przecież integralną część zasilanych urządzeń.

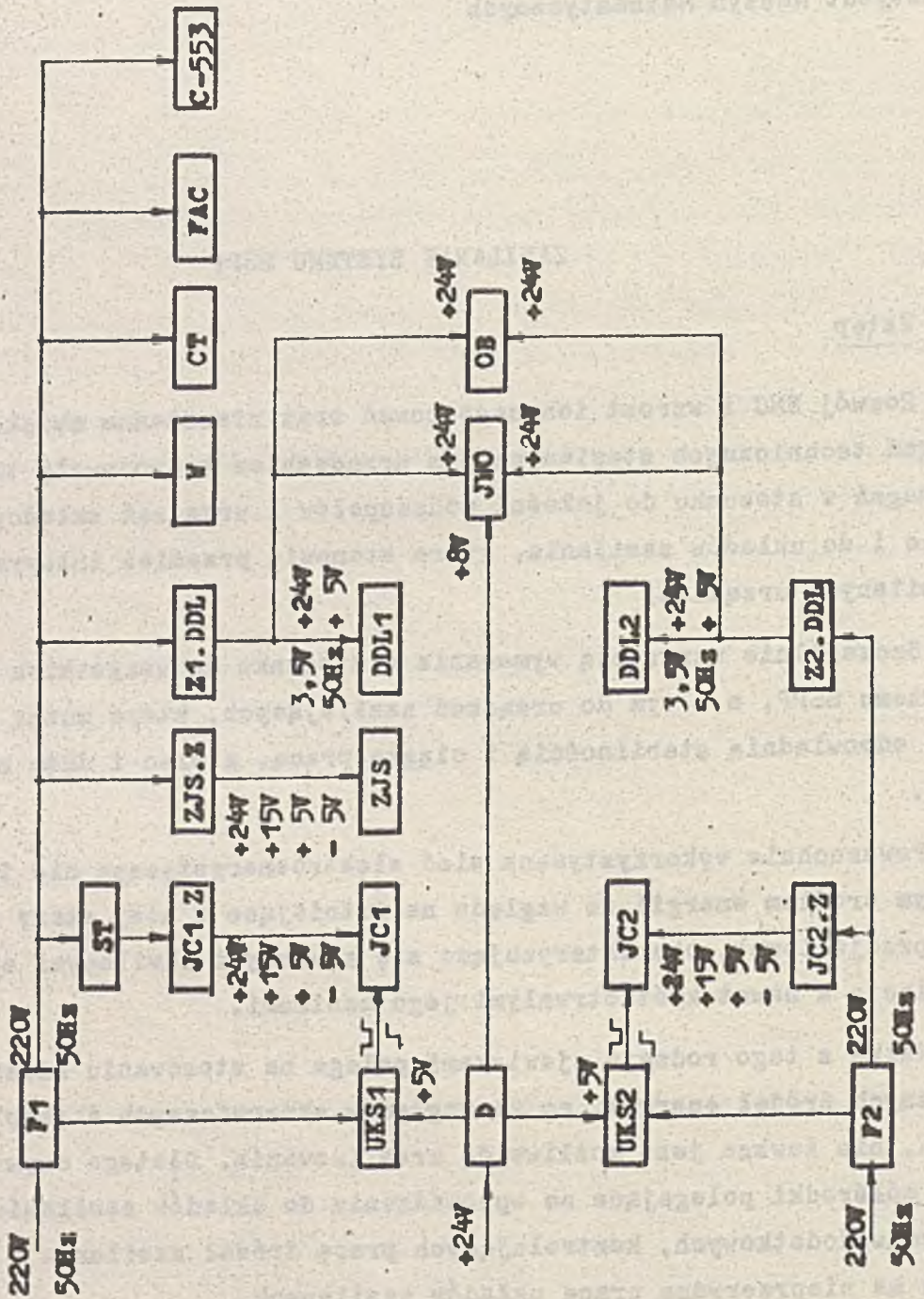
Szczególnie wzrastają wymagania w stosunku do wszystkich urządzeń systemu SSPP, a w tym do urządzeń zasilających, które muszą odznaczać się odpowiednią stabilnością i ciągłą pracą, a więc i dużą niezawodnością.

Powszechnie wykorzystywana sieć elektroenergetyczna nie jest doskonałym źródłem energii ze względu na istniejące w niej stany nieustalone (przejściowe), charakteryzujące się znacznymi chwilowymi spadkami napięcia a nawet krótkotrwałymi jego zanikami.

Walka z tego rodzaju zjawiskami polega na stosowaniu niezależnych, własnych źródeł energii, co ze względów ekonomicznych i eksploatacyjnych, nie zawsze jest możliwe do zrealizowania. Dlatego często stosuje się półśrodki polegające na wprowadzeniu do układów zasilania elementów (układów) dodatkowych, kontrolujących pracę źródeł zasilania i pozwalających na nieprzerwaną pracę układów zasilanych.

W zasilaniu systemu SSPP są to: dwutorowość zasilania oraz układy kontrolujące stan sieci zasilającej (elektroenergetycznej) i dostarczające odpowiednich sygnałów wykorzystywanych przez jednostki centralne minikomputera w celu zapewnienia poprawnego sterowania procesem produkcyjnym.

II. Ogólna charakterystyka zasilania systemu



Rys. 1. Schemat blokowy zasilania systemu SSPP

W rysunku przyjęto następujące oznaczenia:

F1, F2	- filtry przeciwzakłóceń
UKS1, UKS2	- układy kontroli stanu sieci
D	- stabilizatory napięć stałych
ST	- stabilizator napięcia 220V 50 Hz
JC1.Z, JC2.Z	- zasilacze jednostek centralnych
JC1, JC2	- jednostki centralne minikomputera MOMIK 8b
ZJS.Z	- zasilacz zespołu jednostek sterujących
ZJS	- zespół jednostek sterujących minikomputera MOMIK 8b
Z1.DDL, Z2.DDL	- zasilacze układów DDL
DDL1, DDL2	- układy pośredniczące systemu
IWO	- pulpit sterowniczy
OB	- obiekt
W	- panel wentylatorów
CT	- czytnik
FAC	- maszyna do pisania
C553	- zegar

1. Opis funkcjonalny

System SSPP zasilany jest z jednej fazy sieci elektroenergetycznej 220V 50 Hz i z baterii akumulatorów +24V.

Sieć zasilająca prowadzona jest w systemie dwoma niezależnymi torami. Tor główny doprowadza sieć zasilającą do zasilaczy JC1.Z, Z1.DDL, ZJS.Z oraz do W, CT, FAC i C-553. Tor awaryjny zasila JC2.Z i Z2.DDL. Prowadzenie sieci zasilającej dwoma torami oraz dublowanie urządzeń podstawowych (JC i DDL) zapewnia kontrolowanie procesu technologicznego i sterowanie nim przez system SSPP w sposób ciągły. W normalnych warunkach pracy działają obydwa tory, lecz funkcje robocze wykonują urządzenia toru głównego, a urządzenia toru awaryjnego spełniają rolę rezerwy na wypadek awarii. Przy uszkodzeniu urządzeń podstawowych (JC1, DDL1) lub toru głównego funkcje robocze przejmują urządzenia toru awaryjnego. Rozwiązanie zasilania systemu przewiduje możliwość zamiany torów zasilających poszczególne urządzenia, a także przełączenia urządzeń podstawowych z jednego toru do drugiego.

Sieć elektroenergetyczna doprowadzona jest do urządzeń systemu specjalną linią bezpośrednio z transformatora podstacji. Na wejściu każdego z torów sieci zasilającej znajdują się filtry przeciwzakłóceń F1 i F2. Zero elektryczne układów systemu doprowadzone jest do centralnego zacisku \perp , który może być zwarty z zaciskiem \perp umieszczonym bezpośrednio w konstrukcji szafy sterowniczej systemu. Przedstawione wyżej rozwiązanie separuje system od zakłóceń występujących w sieci zasilającej oraz uniemożliwia powstanie zakłóceń wewnątrz systemu.

W sieci zasilającej mogą pojawiać się krótkotrwałe zaniki napięcia. Napięcia stałe stabilizowane, zasilające układy elektroniczne zmniejszają się wtedy poza dopuszczalne granice. Prowadzić to może do powstania błędów w wykonywanym programie. Dlatego do każdego toru sieci zasilającej dołączony jest układ UKS kontrolujący stan sieci zasilającej i dostarczający odpowiednich sygnałów logicznych do jednostek centralnych. Zmniejszenie się napięcia sieci zasilającej poniżej dopuszczalnej wartości progowej powoduje wysłanie z UKS do jednostki centralnej sygnału ostrzeżenia oraz sygnału zerowania (z pewnym opóźnieniem). Sygnał ostrzeżenia powoduje przerwanie wykonywania programu z zachowaniem jego dotychczasowych wyników (zapis w pamięci). Sygnał zerowania powoduje awaryjne wyzerowanie jednostki centralnej. Gdy zanik w sieci zasilającej skończy się - UKS z określonym opóźnieniem zdejmuje sygnał zerowania podawany do JC. W jednostce centralnej zostaje wytworzony sygnał przerwania i wraca ona do realizacji przerwano programu. Opóźnienie zerowania przy zaniku sieci zasilającej jest dłuższe, niż czas potrzebny dla przeprowadzenia w JC niezbędnych operacji, a krótsze niż czas, w którym nastąpi zmniejszenie się napięć stałych stabilizowanych zasilających JC i DDL poniżej dopuszczalnych wartości. Opóźnienie zdjęcia zerowania po powrocie (pojawieniu się) sieci zasilającej jest dłuższe niż czas ustalania się napięć stałych do poziomów wartości nominalnych.

2. Sterowanie, sygnalizacja, zabezpieczenia

W systemie SSPP nie zachodziła potrzeba centralnego (za pomocą jednego elementu operacyjnego) włączania i wyłączania zasilania urządzeń. W związku z tym ograniczono się do niezależnego włączania poszczególnych urządzeń.

Dołączanie urządzeń zasilających systemu odbywa się dwustopniowo. Najpierw doprowadza się przez łączniki główne sieć zasilającą do obydwu torów zasilania, a następnie dołącza się kolejno poszczególne urządzenia.

Prawidłowa praca urządzeń zasilających systemu sygnalizowana jest świeceniem odpowiednich lampek. Lampki „ \sim ” sygnalizują doprowadzenie napięcia sieci zasilającej do urządzeń. Lampki „= ” sygnalizują pojawienie się na wyjściu poszczególnych zasilaczy napięć stałych stabilizowanych. Jest to sygnalizacja zbiorcza: brak jednego z napięć stałych na wyjściu zasilacza powoduje zgaśnięcie lampki sygnalizacyjnej. Niedopuszczalny wzrost temperatury wewnątrz zasilacza sygnalizowany jest migotaniem lampki „= ”.

W urządzeniach zasilania systemu zastosowano trzy rodzaje zabezpieczeń:

- przeciążeniowe, zrealizowane za pomocą bezpieczników topikowych,
- przeciążeniowe w obwodach napięć stałych stabilizowanych, zrealizowane za pomocą układu elektronicznego,
- przepięciowe - chroniące zasilane obwody scalone - zrealizowane za pomocą układu elektronicznego.

3. Podstawowe dane techniczne

Dane wejściowe

- napięcie zasilające przemienne:
 - liczba faz - 1
 - częstotliwość - 50 Hz
 - wartość napięcia - 220V: +10%, -15% (-20% przy przełączaniu zasilania przez układ włączania rezerwy po przerwie w zasilaniu)
- napięcie zasilające stałe (z akumulatora) - +24V: +1,5V, -2,4V

Dane wyjściowe

- Napięcia wyjściowe stałe stabilizowane (wartości nominalne i niestabilność)

- zasilacze minikomputera MOMIK 8b

$$\left. \begin{array}{l} +24V \\ +15V \\ + 5V \\ - 5V \end{array} \right\} \Delta V \leq \pm 2\%$$

- zasilacze DDL

$$\begin{array}{l} +24V \quad \Delta V \leq \pm 5\% \\ + 5V \quad \Delta U \leq \pm 2\% \end{array}$$

- stabilizatory napięć pomocniczych

$$\left. \begin{array}{l} + 5V \\ + 8V \end{array} \right\} \Delta U \leq \pm 5\%$$

- napięcia wyjściowe przemienne niestabilizowane - 3,5V 50 Hz
- parametry układów kontroli stanu sieci UKS
 - sygnał ostrzeżenia - ujemny impuls (od poziomu logicznego „1”) o czasie trwania 2 μ s,
 - sygnał zerowania - zmiana poziomu logicznego „1” na „0”,
 - opóźnienie między sygnałem zerowania a sygnałem ostrzeżenia przy zaniku napięcia sieci - co najmniej 200 μ s,
 - opóźnienie zdjęcia sygnału zerowania po powrocie sieci zasilającej - ok. 150 ms,
 - wartości progowe napięcia sieci zasilającej, przy których następuje sygnalizacja zaniku i powrotu napięcia sieci zasilającej - odpowiednio 178V i 180V (możliwość regulacji wartości progowych).

III. Panel zasilania

Panel zasilania składa się: z filtrów przeciwzakłóceń F1 i F2, układów kontroli sieci UKS1 i UKS2, stabilizatorów napięć stałych, pomocniczych D oraz zasilaczy Z1.DDL i Z2.DDL układów DDL.

1. Filtr przeciwzakłóceń

Filtr przeciwzakłóceń separuje urządzenie zasilane z sieci elektroenergetycznej od zakłóceń występujących w tej sieci. Składa się on z elementów indukcyjno-pojemnościowych, tworzących filtr szerokopasmowy.

2. Zasilacz DDL

Zasilacz DDL dostarcza do układów elektronicznych DDL, obiektu i pulpitu sterowniczego napięć stałych stabilizowanych +24V i +5V oraz napięcia zmiennego 3,5V 50 Hz.

Transformator i prostowniki wraz z filtrami pojemnościowymi przetwarzają doprowadzone napięcie 220V 50 Hz na napięcia stałe zasilające stabilizatory. Do wyjść stabilizatorów dołączone są filtry pojemnościowe. Tranzystorowe stabilizatory napięcia stałego pracują w układzie stabilizacji szeregowej.

Stabilizator napięcia +24V jest stabilizatorem impulsowym tzn., że tranzystor mocy włączony jest szeregowo w obwód z obciążeniem i jest wprowadzany w stan przewodzenia bądź zatkania w zależności od odchylenia napięcia wyjściowego od wartości nominalnej.

Stabilizator napięcia +5V jest stabilizatorem liniowym. W tym układzie szeregowy tranzystor mocy pracuje w obszarze aktywnym a wielkość jego wysterowania zależna jest od warunków panujących na obciążeniu.

W układach sterowania tranzystorów szeregowych wykorzystano układy scalone regulatorów napięcia. Stabilizatory wyposażone są w elektroniczne zabezpieczenia przeciążeniowe. Stabilizator +5V ma tyrystorowe zabezpieczenie przepięciowe. Uniemożliwia ono zniszczenie zasilanych układów scalonych w przypadku wystąpienia przypadkowego przepięcia lub uszkodzenia stabilizatora.

3. Układ kontroli sieci UKS

Układ kontroli stanu sieci zasilającej składa się z transformatora, prostownika, toru ostrzeżenia, toru zerowania oraz kaskady uniwbibratorów z układem rozładowania.

Spadek napięcia sieci zasilającej poniżej wartości progowej (dopuszczalnej) powoduje wytworzenie impulsu ostrzeżenia. Impuls ostrzeżenia steruje kaskadą uniwbibratorów, która z opóźnieniem 200 μ s powoduje odblokowanie elementu pamiętającego w torze zerowania oraz steruje układem rozładowania obwodu wejściowego na wyjściu tego toru. W wy-

niku rozładowania obwodu wejściowego toru zerowania na wyjściu tego toru pojawia się poziom logiczny „0”.

Przy ponownym pojawieniu się napięcia sieci zasilającej o wartości większej niż ustalony próg, na wyjściu zerowania, z opóźnieniem ok. 150 ms pojawia się poziom logiczny „1”. Opóźnienie wprowadza układ wejściowy toru zerowania. Jednocześnie tor zerowania dostarcza sygnału przygotowującego tor ostrzeżenia do zareagowania na następny zanik napięcia sieci zasilającej.

Sygnaly pochodzące z torów ostrzeżenia i zerowania wykorzystywane są przez jednostkę centralną do poprawnej realizacji wykonywanego programu.

4. Stabilizatory napięć pomocniczych

Płytką D zawiera trzy stabilizatory napięcia stałego pracujące w układzie stabilizacji równoległej. Napięcia wyjściowe +5V, +5V i +8V służą do zasilania układów UKS oraz zegara pulpitu sterowniczego. Napięcia wejściowego +24V dostarcza akumulator.

IV. Zasilacze minikomputera MOMIK 8b

Zasilacze do jednostki centralnej oraz jednostek sterujących oparte są na tym samym schemacie elektrycznym liniowego stabilizatora szeregowego. Różnica rozwiązania konstrukcyjnego polega na sposobie doprowadzenia napięć wyjściowych do złącz.

W celu ograniczenia przedostawania się ewentualnych zakłóceń z sieci zasilającej zastosowano przeciwzakłóceńowy filtr indukcyjno-pojemnościowy.

Wentylacja odbywa się za pomocą wymuszonego przepływu powietrza.

1. Dane charakterystyczne źródeł zasilania

Budowa jednostki centralnej i jednostek sterujących minikomputera MOMIK 8b jako niezależnych bloków konstrukcyjnych pociągnęła za sobą

konieczność budowy niezależnych zasilaczy do zasilania układów elektronicznych tych jednostek. Jednak ze względu na podobne wymagania dotyczące wartości napięć i prądów obciążenia zasilanych jednostek - zastosowano jedno rozwiązanie konstrukcyjne zasilacza w dwóch wersjach.

Zasilacz jest zbudowany jako niezależna jednostka konstrukcyjna i połączony za pomocą przewodów z elementami operacyjno-sygnalizacyjnymi znajdującymi się na płycie czołowej (pulpicie) minikomputera MOMIK 8b, stanowiąc jego integralną część.

Do budowy zasilacza zastosowano elementy półprzewodnikowe krzemowe i układy scalone.

Wentylator zapewniający wymuszony przepływ powietrza pozwala na stosunkowo małą powierzchnię radiatorów, a zatem i na małe gabaryty całego zasilacza.

2. Rodzaj stabilizacji

Poprawność pracy układów elektronicznych minikomputera MOMIK 8b w dużym stopniu zależy od stabilności napięć zasilających. Stąd wynika konieczność wprowadzenia układów stabilizacji w źródłach zasilania oraz odpowiedniego rozproszania energii prądu stałego do zasilanych układów (odbiorników).

Wymagania te spełniono wprowadzając tranzystorowe stabilizatory napięcia z zastosowaniem układów scalonych regulatorów, skonstruowane w kompensacyjnym układzie szeregowym. Stanowią one zamknięty układ automatycznej regulacji, w którym odchylenie napięcia wyjściowego od wartości określonej powoduje powstanie sygnału błęd, który działa na organ wykonawczy (szeregowy tranzystory regulacyjne). Stabilizacja napięcia wyjściowego jest wynikiem zmiany spadku napięcia na tranzystorowym elemencie szeregowym. Wybór układu szeregowego wynika z możliwości uzyskania wymaganych parametrów elektrycznych źródeł zasilających w tym układzie.

W celu ochrony układu stabilizatora (głównie tranzystorów mocy) i układów zasilanych przed skutkami zwarć i przeciążeń, każde ze źródeł wyposażono w automatyczny elektroniczny bezpiecznik ograniczenia prądowego.

Odpowiednie rozproszanie energii prądu stałego pozwala na ograniczenie poziomu zakłóceń, wywołanych prądami w przewodach zasilania.

Zakłócenia określane są za pomocą wartości indukcyjności oraz szybkości zmian prądów płynących w przewodach zasilania. Ograniczenie więc poziomu zakłóceń polega na zastosowaniu środków ograniczających wartości wielkości je wywołujących. I tak w obwodach zasilania minikomputera MOMIK 8b zmniejszono szybkość zmian prądów w przewodach zasilania przez zastosowanie indywidualnych kondensatorów odsprężających. Umieszczono je zarówno w źródłach zasilania jak i w punktach dołączenia zasilanych układów elektronicznych na pakietach, gdzie odgrywają rolę jakby indywidualnych źródeł zasilających dany układ, skracając przez to długość drogi przepływu prądów elementów w przewodach zasilania, co powoduje powstawanie mniejszego poziomu zakłóceń.

Zmniejszenie indukcyjności przewodów zasilania osiągnięto przez ograniczenie ich długości (umieszczono zasilacz bezpośrednio przy układach zasilanych), jak też i przez odpowiednie ich ukształtowanie. Polega ono na zastosowaniu na pakietach i na platerze płaskich ścieżek, charakteryzujących się znacznie mniejszymi indukcyjnościami w stosunku np. do tradycyjnych przewodów o przekroju okrągłym.

V. Zakończenie

W opisie starano się przedstawić pewne zabiegi projektowe i konstrukcyjne, których dokonano w układach zasilania w związku z wymaganiami narzucanymi przez system sterowania procesem produkcyjnym (ciągłość pracy i zabezpieczenia przed błędami wynikającymi z procesów przejściowych występujących w zasilającej sieci elektroenergetycznej).

Przedstawione rozwiązanie wydaje się spełniać wymagania stawiane przez system. Uniknięto w nim wprowadzenia złożonych układów zasilania maszynowego (np. agregat: silnik elektryczny - prądnica z zasobnikiem energii w postaci koła zamachowego) co jest rozwiązaniem złożonym pod względem ekonomicznym i eksploatacyjnym, chociaż z drugiej strony w sposób radykalny separuje odbiorniki energii od krótkotrwałych zaników napięcia występujących w sieciach zasilających.

JAK PRACUJE TRANSLATOR

METODY ANALIZY SKŁADNIOWEJ. CZ. II ¹

Wstęp

W tej części artykułu zostaną przedstawione dwie metody analizy składniowej: analiza metodą badania ograniczonego kontekstu oraz analiza z zastosowaniem mieszanego pierwszeństwa. W dodatku zostaną podane twierdzenia dotyczące relacji zachodzących między klasami języków generowanych przez gramatyki z pierwszeństwem oraz przez gramatyki z ograniczonym kontekstem. Terminologia i oznaczenia zostały przyjęte takie same jak w pierwszej części pracy.

1. Analiza syntaktyczna metodą badania ograniczonego kontekstu

Jedną z wad analizy z pierwszeństwem jest założenie o jednoznaczności prawych stron produkcji, np. gramatyka: $G = (\{S, A\}, \{a, b, c\}, \{S \rightarrow aAa, S \rightarrow bBb, A \rightarrow c, B \rightarrow c\}, S)$, nie jest gramatyką z prostym pierwszeństwem, ponieważ dwie produkcje mają identyczne prawe strony. Dlatego rozpatrując formę zdaniową zawierającą symbol c jako rdzeń nie jesteśmy w stanie, posługując się metodą analizy z prostym pierwszeństwem, stwierdzić czy należy go zredukować do A, czy do B. Rozpatrując jednak symbole dookoła c można z łatwością określić do czego ten symbol powinien zostać zredukowany. Metodą, w której w celu stwierdzenia, czy podwyrażenie γ rozpatrywanej formy zdaniowej jest jej rdzeniem i według której produkcji rdzeń ten zredukować, bada się pewną ustaloną liczbę symboli tej formy po lewej i prawej stronie podwyrażenia

¹ Część I: ETO Nowości nr 1/1974.

nią, nazywamy metodą badania ograniczonego kontekstu lub krócej metodą ograniczonego kontekstu. Metoda ta nie da się zastosować w przypadku każdej gramatyki bezkontekstowej.

W punkcie 1.1. zdefiniujemy klasę gramatyk z ograniczonym kontekstem typu (1,1) oraz opiszemy analizator dla gramatyk tego typu. W następnym punkcie zdefiniujemy klasę gramatyk z ograniczonym kontekstem typu (m, n).

1.1. Gramatyki z ograniczonym kontekstem typu (1,1) oraz analizator języków generowanych przez gramatyki tego typu

Przypuśćmy, że w gramatyce bezkontekstowej G istnieje wyprowadzenie prawostronne $S \xRightarrow{*} \delta X A a x$ oraz produkcja $A \rightarrow \alpha$. Zachodzi pytanie jakie warunki musi spełniać gramatyka, żeby analizując "od lewej do prawej" prawostronną formę zdaniową, zawsze w sytuacji gdy na stosie znajduje się słowo... $X \alpha$ zaś a jest następnym symbolem wejściowym, α było rdzeniem tej formy zdaniowej i redukowało się do A . Aby na to pytanie odpowiedzieć rozważmy wszystkie możliwe przypadki, w których na wierzchołku stosu analizatora mamy ... $X \alpha$, na wejściu a i w których bądź α nie jest rdzeniem, bądź też nie redukuje się do A . Zauważamy, że jeżeli słowo ... $X \alpha$ pojawia się na stosie, to wiemy, że rdzeń nie może być położony na lewo od ostatniego symbolu α . Wynika to z natury analizowania "od lewej do prawej", bowiem skoro tylko koniec rdzenia pojawi się na wierzchołku stosu, to jest on redukowany. Zgodnie z powyższą uwagą, przypadków tych jest 6, a mianowicie:

1° $S \xRightarrow{*} \dots B a w \dots$	i $B \rightarrow \delta X \alpha$	
2° $S \xRightarrow{*} \dots B \dots$	i $B \rightarrow \delta X \alpha \beta, \beta \xRightarrow{*} a w \dots$	
3° $S \xRightarrow{*} \dots \delta X B a w$	i $B \rightarrow \alpha, B \neq A$	(1)
4° $S \xRightarrow{*} \dots \delta X B$	i $B \rightarrow \alpha \beta, \beta \xRightarrow{*} a w$	
5° $S \xRightarrow{*} \dots \delta X \alpha_1 B a w$	i $B \rightarrow \alpha_2$ oraz $\alpha = \alpha_1 \alpha_2$	
6° $S \xRightarrow{*} \dots \delta X \alpha_1 B \dots$	i $B \rightarrow \alpha_2 \beta$ oraz $\alpha = \alpha_1 \alpha_2$	
	i $\beta \xRightarrow{*} a w$	

Jeżeli zatem nie zachodzi żaden z powyższych przypadków, wówczas zawsze w czasie analizy formy zdaniowej postaci ... $X \alpha a \dots$ jeśli

... $X\alpha$ pojawi się na stosie, to rdzeniem jest słowo α i można je jednoznacznie zredukować do A.

Definicja

Produkcja $A \rightarrow \alpha$ jest produkcją z ograniczonym kontekstem typu (1,1) jeżeli dla każdej możliwej pary symboli X i a takiej, że istnieje prawostronna forma zdaniowa postaci ... $X\alpha a$... nie zachodzi żaden z sześciu przypadków wymienionych pod (1).

Definicja

Gramatykę G nazywamy gramatyką z ograniczonym kontekstem typu (1,1) jeżeli każda jej produkcja jest produkcją z ograniczonym kontekstem typu (1,1).

Gramatyka $G = (V_N, V_T, P, S)$ z $V_N = \{S, A, B\}$, i $V_T = \{a, b, c\}$ oraz z produkcjami: $S \rightarrow abA$, $S \rightarrow cbB$, $A \rightarrow c$, $B \rightarrow c$ nie jest gramatyką z ograniczonym kontekstem typu (1,1), ponieważ dla słowa $abc \perp$ (\perp jest ogranicznikiem analizowanego słowa) nie możemy określić za pomocą kontekstu $b... \perp$, czy c zredukować według produkcji $A \rightarrow c$, czy $B \rightarrow c$.

Analizator z ograniczonym kontekstem typu (1,1) korzysta z tablicy, której każdy wiersz zawiera trzy elementy: $X\alpha$, a, i, gdzie X oznacza lewy kontekst, α - prawą stronę produkcji, a - prawy kontekst zaś i numer produkcji. Wiersz ten jest interpretowany następująco: α w kontekście X należy zredukować według produkcji o numerze i. Tablica zawiera wszystkie dopuszczalne konfiguracje $X\alpha$, a, i. Analizator działa w ten sposób, że w każdym kroku przeszukuje wiersze tablicy porównując pierwszy element wiersza z wierzchołkiem stosu a drugi z następnym symbolem analizowanego zdania. Jeżeli napotkany zostanie wiersz, którego obydwa elementy są zgodne odpowiednio z wierzchołkiem stosu i następnym symbolem zdania, to wykonana zostaje redukcja według produkcji określonej przez trzeci element tego wiersza. Jeżeli taki wiersz nie istnieje, to wtedy następny symbol analizowanego zdania posyłany jest na stos, po czym analizator znowu przystępuje do przeszukiwania tablicy. Zdanie należy do języka, jeżeli po pewnej liczbie opisanych wyżej kroków dojdziemy

do sytuacji, w której na stosie znajduje się tylko symbol startowy gramatyki, a następnym symbolem jest symbol końca zdania tzn. \perp .

1.2. Gramatyki z ograniczonym kontekstem typu (m, n) .

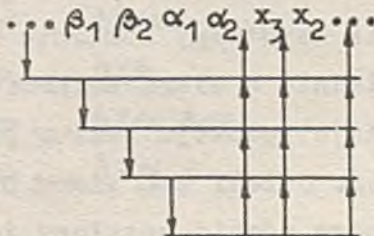
Podobnie jak w przypadku gramatyk z pierwszeństwem rozszerzaliśmy proste pierwszeństwo do pierwszeństwa typu (m, n) możemy, rozpatrując większy kontekst dookoła danego słowa, zdefiniować gramatyki z ograniczonym kontekstem typu (m, n) .

Przypuśćmy, że w gramatyce bezkontekstowej G istnieje wyprowadzenie prawostronne $S \xRightarrow{*} \delta\beta Axy$, gdzie $|\beta| = m$, $|x| = n$ oraz produkcja $A \rightarrow \alpha$. Rozważmy prawostronną formę zdaniową $\dots\beta\alpha x\dots$. Podobnie jak poprzednio, wypiszemy wszystkie przypadki, dla których w sytuacji, gdy na wierzchołku stosu analizatora jest słowo $\dots\beta\alpha$, a na wejściu słowo x , α albo nie jest rdzeniem, albo nie redukuje się do Λ . Ponieważ przeprowadzamy analizę "od lewej do prawej" rdzeń nie może znajdować się na lewo od symbolu położonego na wierzchołku stosu.

Formę zdaniową $\delta\beta\alpha xy$ przedstawimy w postaci $\delta\beta_1\beta_2\alpha_1\alpha_2x_1x_2y$, gdzie $\beta = \beta_1\beta_2$, $\alpha = \alpha_1\alpha_2$, $x = x_1x_2$.

Niech B będzie takim symbolem nieterminalnym, że w wywodzie formy zdaniowej $\delta\beta\alpha xy$ co najmniej jeden symbol słowa α należy do bezpośredniego wyprowadzenia B .

Na poniższym rysunku zostały przedstawione wszystkie możliwe położenia końców takiej frazy wyprowadzonej z B . \downarrow oznacza położenie początku frazy zaś \uparrow - położenie końca frazy



Wszystkich możliwych fraz jest 12:

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1) ... $\beta\alpha$ | 7) α |
| 2) ... $\beta\alpha x_1$ | 8) αx_1 |
| 3) ... $\beta\alpha x \dots$ | 9) $\alpha x \dots$ |
| 4) $\beta_2 \alpha$ | 10) α_2 |
| 5) $\beta_2 \alpha x_1$ | 11) $\alpha_2 x_1$ |
| 6) $\beta_2 \alpha x \dots$ | 12) $\alpha_2 x \dots$ |

Powyższym 12 przypadkom odpowiadają następujące wyprowadzenia prawostronne, w których α nie jest słowem bezpośrednio wyprowadzalnym z symbolu A:

- | | |
|---|---|
| 1) $S \xrightarrow{*} \dots Bx \dots,$ | $B \rightarrow \dots \beta\alpha$ |
| 2) $S \xrightarrow{*} \dots Bx_2 \dots,$ | $B \rightarrow \dots \beta\alpha\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x_1$ |
| 3) $S \xrightarrow{*} \dots B \dots,$ | $B \rightarrow \dots \beta\alpha\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x \dots$ |
| 4) $S \xrightarrow{*} \dots \beta_1 Bx \dots,$ | $B \rightarrow \beta_2 \alpha$ |
| 5) $S \xrightarrow{*} \dots \beta_1 Bx_2 \dots,$ | $B \rightarrow \beta_2 \alpha\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x_1$ |
| 6) $S \xrightarrow{*} \dots \beta_1 B \dots,$ | $B \rightarrow \beta_2 \alpha\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x \dots$ |
| 7) $S \xrightarrow{*} \dots \beta Bx \dots,$ | $B \rightarrow \alpha, B \neq A$ |
| 8) $S \xrightarrow{*} \dots \beta Bx_2 \dots,$ | $B \rightarrow \alpha\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x_1$ |
| 9) $S \xrightarrow{*} \dots \beta B \dots,$ | $B \rightarrow \alpha\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x \dots$ |
| 10) $S \xrightarrow{*} \dots \beta\alpha_1 Bx \dots,$ | $B \rightarrow \alpha_2$ |
| 11) $S \xrightarrow{*} \dots \beta\alpha_1 Bx_2,$ | $B \rightarrow \alpha_2\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x_1$ |
| 12) $S \xrightarrow{*} \dots \beta\alpha_1 B \dots,$ | $B \rightarrow \alpha_2\gamma, \gamma \xrightarrow{*} x \dots$ |

Definicja

Produkcja $A \rightarrow \alpha$ jest produkcją z ograniczonym kontekstem typu (m, n) (ang. (m, n) bounded right context), jeżeli dla każdej pary słów β, x o długości odpowiednio $|\beta| = m, |x| = n$ i każdej prawostronnej formy zdaniowej $\dots \beta\alpha x \dots$ nie zachodzi żaden z powyższych 12 przypadków.

Definicja

Gramatyka G jest gramatyką z ograniczonym kontekstem typu (m, n) , jeżeli każda jej produkcja jest produkcją z ograniczonym kontekstem co najwyżej tego typu.

Floyd [2] podaje tylko pewne sugestie, w jaki sposób sprawdzać przez eliminowanie wymienionych powyżej 12 przypadków, czy dana gramatyka jest gramatyką z ograniczonym kontekstem typu (m, n) lecz nie podaje algorytmu. Jedyną znaną metodą sprawdzania tego faktu jest podana w pracy Loeckx'a [7] konstrukcja tablicy analizatora z ograniczonym kontekstem. Jeżeli dla danej gramatyki tablica taka istnieje, to gramatyka ta jest gramatyką z ograniczonym kontekstem typu wyznaczonego przez maksymalne długości wierszy odpowiednich kolumn tej tablicy.

1.3. Opis algorytmu

Analizator dla gramatyki z ograniczonym kontekstem korzysta z pewnej tablicy. Tablica ta składa się z trzech kolumn. Pierwsza kolumna zawiera lewe konteksty łącznie z prawymi stronami produkcji. Są to słowa należące do $V'^* - \{\epsilon\}$, gdzie $V' = V \cup \{\perp\}$ (\perp - jest symbolem ograniczającym słowo, nie należącym do V). Druga kolumna zawiera prawe konteksty. Są to słowa należące do $V_T'^*$, gdzie $V_T' = V_T \cup \{\perp\}$. Trzecia kolumna zawiera decyzje. Decyzja może być bądź "redukuj według określonej produkcji", bądź też "przesuń" lub "stop". Wiersz tablicy będziemy nazywać regułą analizowania i zapisywać go będziemy w postaci trójki (λ, r, D) , w której λ , r i D oznaczają kolejno lewy kontekst z prawą stroną produkcji, prawy kontekst oraz decyzję. Ponieważ proces konstrukcji tablicy analizatora jest bardzo żmudny i długi - nie będziemy go podawać. Czytelnika odsyłamy do pracy [7].

Analizator działa w następujący sposób:

- (1) jeżeli x oznacza analizowane słowo, zamykamy je parą symboli \perp tak, aby otrzymać $\perp x \perp$ i rozważamy parę słów $(\perp, x \perp)$;
- (2) jeżeli (δ, t) oznacza rozważaną parę słów, przeszukujemy tablicę aż znajdziemy regułę analizowania (λ, r, D) spełniającą następujący warunek: istnieje słowo δ' w V'^* oraz słowo t' w V_T' takie, że $\delta = \delta' \lambda$ i $t = r t'$;
- (3) jeżeli (δ, t) oznacza rozważaną parę słów i (λ, r, D) znalezioną w (2) regułę analizowania, wykonujemy jedną z następujących trzech czynności:

(3a) jeżeli decyzją D jest "redukcja według produkcji $A \rightarrow \alpha$ " i $\delta = \delta' \alpha$, wypisujemy słowo δ At, zmieniamy rozważaną parę słów na $(\delta' A, t)$ i przechodzimy do (2),

(3b) jeżeli decyzją D jest "przesuń" i $t = at$ zmieniamy rozważaną parę słów na $(\delta a, t)$ oraz przechodzimy do (2);

(3c) jeżeli decyzją D jest "stop" sprawdzamy czy rozważana para słów jest postaci $(\perp S, \perp)$; koniec .

Jeżeli analizowane słowo jest zdaniem języka, w kroku (2) znajdujemy zawsze dokładnie jedną regułę analizowania, co determinuje akcję wykonywaną w kroku (3). Analizator zatrzymuje się po wykonaniu akcji (3c). Ciąg słów wypisanych podczas procesu analizy jest ciągiem prawostronnych redukcji zdania x . Jeśli rozważane słowo terminalne nie jest zdaniem języka, analizator zatrzymuje się, ponieważ albo nie zostanie znaleziona w kroku (2) reguła analizowania, albo nie można wykonać żadnego z trzech kroków w (3).

Przykład

Weźmy gramatykę $G = (V_N, V_T, P, S)$, gdzie

$$V_N = \{S, A, B\}$$

$$V_T = \{+, \times, a, b\},$$

$$P : (1) S \rightarrow S + A$$

$$(2) S \rightarrow A$$

$$(3) A \rightarrow A \times B$$

$$(4) A \rightarrow B$$

$$(5) B \rightarrow (S)$$

$$(6) B \rightarrow a$$

$$(7) B \rightarrow b$$

Tablica analizatora z ograniczonym kontekstem dla tej gramatyki jest następująca: (ϵ oznacza słowo puste)

lewy kontekst + prawa strona pro- dukcji λ	prawy kontekst r	decyzja D	lp.
S	+	przesuń	1
S)	przesuń	2
\perp S	\perp	stop	3
S + A)	redukuj wg $S \rightarrow S+A$	4
S + A	+	" " $S \rightarrow S+A$	5
S + A	\perp	" " $S \rightarrow S+A$	6
\perp A	\perp	" " $S \rightarrow A$	7
\perp A	+	" " $S \rightarrow A$	8
(A	+	" " $S \rightarrow A$	9
(A)	" " $S \rightarrow A$	10
A	*	przesuń	11
A * B	ϵ	redukuj wg $A \rightarrow A * B$	12
+ B	ϵ	" " $A \rightarrow B$	13
\perp B	ϵ	" " $A \rightarrow B$	14
(B	ϵ	" " $A \rightarrow B$	15
+	ϵ	przesuń	16
*	ϵ	przesuń	17
a	ϵ	redukuj wg $B \rightarrow a$	18
b	ϵ	" " $B \rightarrow b$	19
(ϵ	przesuń	20
(S)	ϵ	redukuj wg $B \rightarrow (S)$	21
\perp	ϵ	przesuń	22

Zilustrujemy działanie analizatora z ograniczonym kontekstem dla słowa $(a + b) * b$. Wypisany ciąg słów jest ciągiem prawostronnych redukcji analizowanego słowa.

Para słów rozważanych przez analizator	Numer zastosowanej reguły analizowania	Wypisane słowo
$(\perp, (a + b) * b \perp)$	22	$\perp (a + b) * b \perp$
$(\perp (, a + b) * b \perp)$	20	
$(\perp (a, + b) * b \perp)$	18	$\perp (B + b) * b \perp$
$(\perp (B, + b) * b \perp)$	15	$\perp (A + b) * b \perp$
$(\perp (A, + b) * b \perp)$	9	$\perp (S + b) * b \perp$
$(\perp (S, + b) * b \perp)$	1	
$(\perp (S +, b) * b \perp)$	16	
$(\perp (S + b,) * b \perp)$	19	$\perp (S + B) * b \perp$
$(\perp (S + B,) * b \perp)$	13	$\perp (S + A) * b \perp$
$(\perp (S + A,) * b \perp)$	4	$\perp (S) * b \perp$
$(\perp (S,) * b \perp)$	2	
$(\perp (S), * b \perp)$	21	$\perp B * b \perp$
$(\perp B, * b \perp)$	14	$\perp A * b \perp$
$(\perp A, * b \perp)$	11	
$(\perp A *, b \perp)$	17	
$(\perp A * b, \perp)$	19	$\perp A * B \perp$
$(\perp A * B, \perp)$	12	$\perp A \perp$
$(\perp A, \perp)$	7	$\perp S \perp$
$(\perp S, \perp)$	3	

2. Metoda analizy syntaktycznej przy użyciu mieszanego pierwszeństwa

W niniejszym punkcie rozważać będziemy pewną podklasę gramatyk bezkontekstowych będącą rozszerzeniem gramatyk ze słabym pierwszeństwem (zob. ETO NOWOŚCI nr 1/1974).

Definicja

Niech $G = (V_N, V_T, P, S)$ będzie gramatyką bezkontekstową. Gramatykę G nazywać będziemy gramatyką z mieszanim pierwszeństwem (ang. simple mixed strategy precedence), gdy spełnione są dwa następujące warunki:

- G jest gramatyką z jednoznaczными słabymi relacjami pierwszeństwa,

- dla każdego elementu $A \in V_N$ definiujemy zbiór $l(A) = \{X \mid X < A\}$ ($<$ - relacja słabego pierwszeństwa). Jeżeli B i C są dwoma dowolnymi symbolami nieterminalnymi, takimi, że produkcje $B \rightarrow \alpha$ i $C \rightarrow \alpha$ należą do P , to

$$l(B) \cap l(C) = \emptyset$$

Zbiór $l(A)$ jest zbiorem wszystkich lewych kontekstów dla rdzeni występujących w prawostronnych formach zdaniowych i redukujących się do symbolu A .

W pierwszej części definicji gramatyki z mieszanym pierwszeństwem podana jest definicja gramatyki ze słabym pierwszeństwem bez założenia w jednoznaczności prawych stron produkcji. W drugiej - określa się lewostronny kontekst odpowiadający gramatyce z ograniczonym kontekstem typu $(1,0)$.

Ponieważ analizator języków generowanych przez gramatyki z mieszanym pierwszeństwem działa podobnie jak analizator języków ze słabym pierwszeństwem, nie będziemy podawali jego formalnego opisu. W analizatorze tym relacje słabego pierwszeństwa służą do określenia rdzenia prawostronnej formy zdaniowej, zaś symbol X położony w tej formie po jego lewej stronie wskazuje jednoznacznie symbol, do którego rdzeń ten powinien być zredukowany, tzn. określa symbol A taki, że $X \in l(A)$.

Podamy przykład gramatyki z mieszanym pierwszeństwem.

Przykład

Weźmy gramatykę $G = (V_N, V_T, P, S)$, gdzie

$$V_N = \{S, A, B, C, D, E\}, \quad V_T = \{a, b, 0, 1\} \quad \text{i } P$$

składa się z następujących produkcji:

$S \rightarrow aA$	$B \rightarrow DBE1$	$E \rightarrow 1$
$S \rightarrow bB$	$B \rightarrow DE1$	
$A \rightarrow CA1$	$C \rightarrow 0$	
$A \rightarrow C1$	$D \rightarrow 0$	

Macierz pierwszeństwa dla tej gramatyki jest następująca:

	S	A	B	C	D	E	a	b	0	1	⊥
S											
A										<	
B						<				<	
C		<		<					<	<	
D			<		<	<			<	<	
E										<	
a		<		<					<		
b			<		<				<		
0									>	>	
1										>	>
⊥						<	<				

Gramatyka G jest gramatyką z jednoznaczными słabymi relacjami pierwszeństwa, lecz nie jest gramatyką ze słabym pierwszeństwem ponieważ produkcje $C \rightarrow 0$ i $D \rightarrow 0$ mają jednakowe prawe strony. Ponieważ $l(C) = \{a, C\}$ a $l(D) = \{b, D\}$, więc zbiory te są rozłączone, czyli gramatyka G jest gramatyką z mieszanym pierwszeństwem.

DODATEK

Relacje zachodzące między językami generowanymi przez gramatyki z pierwszeństwem oraz przez gramatyki z ograniczonym kontekstem

W dodatku tym podane zostaną główne twierdzenia dotyczące zależności między klasami języków generowanych przez różnego typu gramatyki z pierwszeństwem a językami z ograniczonym kontekstem. Twierdzenia te zostały podane w pracach M. Fischera, S.L. Grahama, J. Gray'a i M. Harrisona oraz A.V. Aho i P.J. Denninga i J.D. Ullmana.

W rozdziale dotyczącym relacji słabego pierwszeństwa udowodniliśmy twierdzenie, że każda gramatyka z prostym pierwszeństwem jest gramatyką ze słabym pierwszeństwem, czyli, że klasa języków z prostym pierwszeństwem jest podklasą klasy języków ze słabym pierwszeństwem.

Aho udowadnia twierdzenie mocniejsze.

Twierdzenie 1

Klasa języków z prostym pierwszeństwem jest równoważna klasie języków ze słabym pierwszeństwem.

Fischer w pracy [3] podaje zależności pomiędzy językami z prostym oraz z operatorowym pierwszeństwem i pokazuje, że klasa języków z prostym pierwszeństwem jest zawarta właściwie w klasie języków bezkontekstowych deterministycznych.

Twierdzenie 2

Dla każdej gramatyki z operatorowym pierwszeństwem istnieje równoważna jej gramatyka z prostym pierwszeństwem.

Twierdzenie 3

Język $L_1 = \{a 0^n 1^n 2^m \mid n, m \geq 1\} \cup \{b 0^m 1^n 2^n \mid n, m \geq 1\}$ jest językiem z prostym pierwszeństwem, lecz nie jest językiem z operatorowym pierwszeństwem.

Z powyższych dwóch twierdzeń wynika natychmiast wniosek:

Wniosek 2

Klasa języków z operatorowym pierwszeństwem jest podklasą właściwą klasy języków z prostym pierwszeństwem.

Niezależnie od Fischera, Learner i Lim[6] podali algorytm konstruujący dla dowolnej gramatyki bezkontekstowej, gramatykę bezkontekstową z jednoznaczными prostymi relacjami pierwszeństwa.

Twierdzenie 4

Dla każdego języka bezkontekstowego istnieje gramatyka z jednoznaczными prostymi relacjami pierwszeństwa generująca ten język.

Twierdzenie 5

Każdy język z prostym pierwszeństwem jest deterministycznym językiem bezkontekstowym. Ponieważ istnieją niedeterministyczne języki bezkontekstowe, wynika z tego poniższy wniosek:

Wniosek 3

Klasa języków z prostym pierwszeństwem jest podklasą właściwą klasy języków z jednoznaczными relacjami prostego pierwszeństwa.

Twierdzenie 6

Dla każdego języka deterministycznego istnieje gramatyka z mieszanym pierwszeństwem generująca ten język (Aho [1]).

Twierdzenie 7

Jeżeli G jest gramatyką z ograniczonym kontekstem typu (m, n) , to jest ona także gramatyką z pierwszeństwem typu (m', n') , gdzie:
 $m \leq m' < m+k$, $n \leq n' < n+k$, k - jest długością najdłuższej prawej strony produkcji (Graham [4]).

Twierdzenie 8

Jeżeli G jest gramatyką z pierwszeństwem typu (m, n) , to G jest gramatyką z ograniczonym kontekstem typu (m, n) (Graham [4]).

Twierdzenie 9

Dla każdej gramatyki z ograniczonym kontekstem typu (m, n) istnieje równoważna gramatyka z ograniczonym kontekstem typu $(1,1)$ (Graham [4]).

Twierdzenie 10

Dla każdej gramatyki z ograniczonym kontekstem typu $(1,1)$ istnieje równoważna gramatyka z pierwszeństwem typu $(2,1)$ (Graham [4]).

Twierdzenie 11

Każdy język deterministyczny bezkontekstowy generowany jest przez gramatykę z pierwszeństwem typu (2,1) (Fischer [3]).

Schematycznie zależności między klasami języków z pierwszeństwem oraz z mieszaną strategią pierwszeństwa i z ograniczonym kontekstem możemy przedstawić następująco (linia ciągła oznacza zawieranie właściwe):

języki bezkontekstowe = języki z jednoznacznymi relacjami prostego pierwszeństwa

deterministyczne języki bezkontekstowe = języki z mieszanym pierwszeństwem = języki z ograniczonym kontekstem typu (1,1) = języki z pierwszeństwem typu (2,1)

języki ze słabym pierwszeństwem = języki z prostym pierwszeństwem

języki z operatorowym pierwszeństwem

Literatura

- [1] AHO A.V., DENNING P.J., ULLMAN J.D.: Weak and Mixed Strategy Precedence Parsing. JACM 1972, t. 19, nr 2, s. 225.
- [2] FLOYD R.: Bounded Context Syntactic Analysis. CACM 1964, t. 7, nr 2, s. 62.
- [3] FISCHER M.J.: Same Properties of Precedence Languages. Pittsburg Carnegie-Mellon University.
- [4] GRAHAM S.L.: Extended Precedence Languages, Bounded Right Context Languages and Deterministic Languages. New York. Computer Science Department Courant Institute of Mathematical Sciences New York University.
- [5] GRAY J.N., HARRISON M.A.: Single Pass Precedence Analysis. Department of Computer Science University of California at Berkeley.
- [6] LEARNER A., LIM A.L.: A Note of Transforming Context-Free Grammars to Wirth-Weber Precedence Form. CJ 1970, t. 13, nr 2, s. 142.

- [7] LOECKX J.: An Algorithm for the Construction of Bounded-Context Parsers. CACM 1970, t. 13, s. 297.
- [8] LOECKX J.: Mechanical Construction of Bounded-Context Parsers for Chomsky 0-type Languages. Lournain 1968.



WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO "WEMA"
oferują usługi wydawnicze

W Warszawie działa specjalne wydawnictwo resortowe powołane do świadczenia usług wydawniczych na rzecz jednostek organizacyjnych resortu przemysłu maszynowego.

Do szczególnych zadań Wydawnictw Przemysłu Maszynowego "WEMA" należą:

- prowadzenie działalności wydawniczej zgodnie z potrzebami resortu,
- koordynacja działalności wydawniczej w jednostkach organizacyjnych resortu,
- koordynacja i nadzór nad prawidłowym wykorzystaniem maszyn i urządzeń poligraficznych,
- prowadzenie własnego ośrodka poligraficznego,
- prowadzenie ośrodka informacji wydawniczej.

Od ubiegłego roku Wydawnictwo znacznie rozszerzyło zakres usług i obecnie wydaje:

- katalogi branżowe i karty katalogowe

oraz na zlecenie przedsiębiorstw przemysłowych różnego rodzaju literaturę firmową, jak:

- katalogi zakładowe,
- katalogi części wymiennych,
- informatory techniczno-handlowe,
- dokumentacje techniczno-ruchowe, instrukcje obsługi i instrukcje naprawcze,
- dokumentacje techniczne kapitalnych remontów,
- wydawnictwo reklamowe, jak prospekty, foldery, ulotki itp.

Katalogi branżowe wydaje się w porozumieniu i we współpracy z właściwymi gęstyjnie zjednoczeniami.

Sprzedają katalogów WPM "WEMA" zajmują się następujące księgarnie:
Księgarnie "WSPÓLNEJ SPRAWY":

Warszawa, ul. Marszałkowska 28, tel. 21-66-60

Warszawa, ul. Marchlewskiego 35, tel. 20-49-69

"DOM KSIĄŻKI":

Główna Księgarnia Techniczna, Warszawa, ul. Świętokrzyska 14,
tel. 26-63-38.

Księgarnie te prowadzą sprzedaż odręczną i wysyłkową.

Literaturę firmową WPM "WEMA" wykonują na konkretne zamówienie przedsiębiorstw przemysłowych.

WPM "WEMA" znacznie skróciły cykle wydawnicze i zapewniają obecnie terminową realizację zamówień.

Wszelkich informacji na temat warunków przyjmowania i realizacji zamówień wydawniczych udziela Sekretariat Wydawnictwa, Warszawa, ul. Daniłowiczowska 18, pokój nr 7, tel. 27-49-47, skr. poczt. 90.

