

Jerzy Mikulski
Katedra Automatyki
Procesów Przemysłowych

4.3. AUTOMATYZACJA ZAŁADUNKU WIELKIEGO PIECA

Budowa wielkich pieców o coraz większej wydajności wywołała konieczność wprowadzenia mechanicznego załadowywania pieców, jak również automatyzacji tego załadunku. Dążność do kompleksowej automatyzacji procesu wielkopiecowego stworzyła potrzebę przystosowania urządzeń technologicznych, a wśród nich urządzeń załadowniczych, do wymagań związanych z techniką sterowania automatycznego.

Dla uzyskania dużej wydajności wielkiego pieca wszystkie współpracujące ze sobą urządzenia do ładowania materiałów do pieca powinny działać w pełnej zależności wzajemnej, bez przerw, opóźnień i omyłek. Można to osiągnąć jedynie przez całkowitą automatyzację wszystkich mechanizmów, lecz z pewną elastycznością sterowania nimi, umożliwiającą zmiany kolejności działania urządzeń oraz zatrzymanie załadunku w razie uszkodzeń mechanizmów lub zaburzeń w pracy.

Praca niniejsza ma na celu unowocześnienie istniejących rozwiązań układów sterujących załadunkiem wielkiego pieca.

Materiałami wsadowymi wielkich pieców, wyjściowymi do wytopu surówki, są aglomerat, rudy żelaza, topniki oraz koks jako reduktor i paliwo. Kolejność i sposób pracy elementów urządzenia załadowniczego są ustalone przez założenia technologiczne. Przy wprowadzeniu automatyzacji dozowania wszystkich składników wsadu zachowano w pracy istniejącą ideę układów sterowniczych i możliwość ręcznego nastawiania programu. W programie zadawane mogą być zarówno rodzaje materiałów wsadowych, jak również ich ilość. Nastawianie ilości danego materiału odbywa się przez zadawanie ciężaru bezpośrednio w ukła-

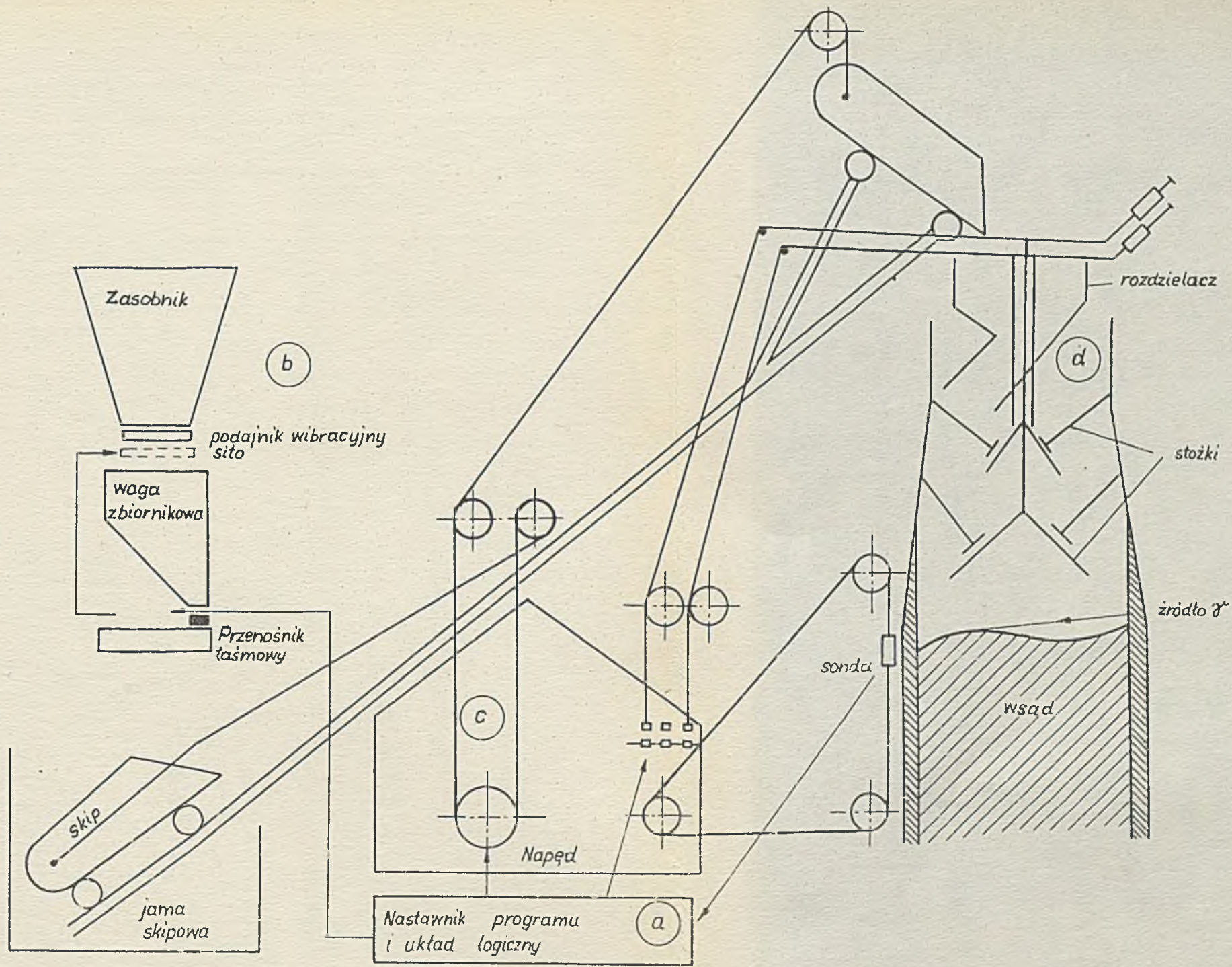
dzie wagi odmierzającej ilość danego tworzywa. Całość układów logicznych urządzenia sterowniczego zaprojektowano w oparciu o technikę bezstykową, pozostawiając po pewnej modyfikacji istniejące w dotychczasowych rozwiązaniach stykowe układy sterowania napędów elektrycznych.

W pracy wykorzystano unowocześnieńia konstrukcyjne i technologiczne. Materiały wsadowe gromadzone są w zasobnikach ustawionych w linii równoległej do wielkich pieców, a do transportu składników wsadu do jamy skipowej zastosowano przenośnik taśmowy. Nowoczesne wielkie piece pracują przy podwyższonym ciśnieniu dmuchu. Wymaga to dodatkowych urządzeń i zmian w konstrukcji aparatu zasypowego. W niniejszej pracy uwzględnia się urządzenie zasypowe według konstrukcji prof. E. Mazanka. W takiej konstrukcji zainstalowany jest nad małym stożkiem lej obrotowy rozsypujący wsad równomiernie na stożku. Urządzenie to umożliwia uproszczenie automatyki zasypu przez wyeliminowanie tzw. nastawnika obrotu kąta. Istnieje przy tym możliwość pracy pozycyjnej rozdzielacza, tzn. zsypywanie wsadu przy unieruchomionym leju obrotowym. Wyrównywanie ciśnienia w przestrzeni międzystożkowej wykonuje automatycznie sterowany zawór. Zamiast sond mechanicznych do pomiaru poziomu wsadu, posiadających szereg wad, wprowadza się izotopowy wskaźnik poziomu. Schemat technologiczny zmodernizowanego urządzenia załadunkowego wielkiego pieca przedstawiono na rys. 1. Schemat ten obejmuje:

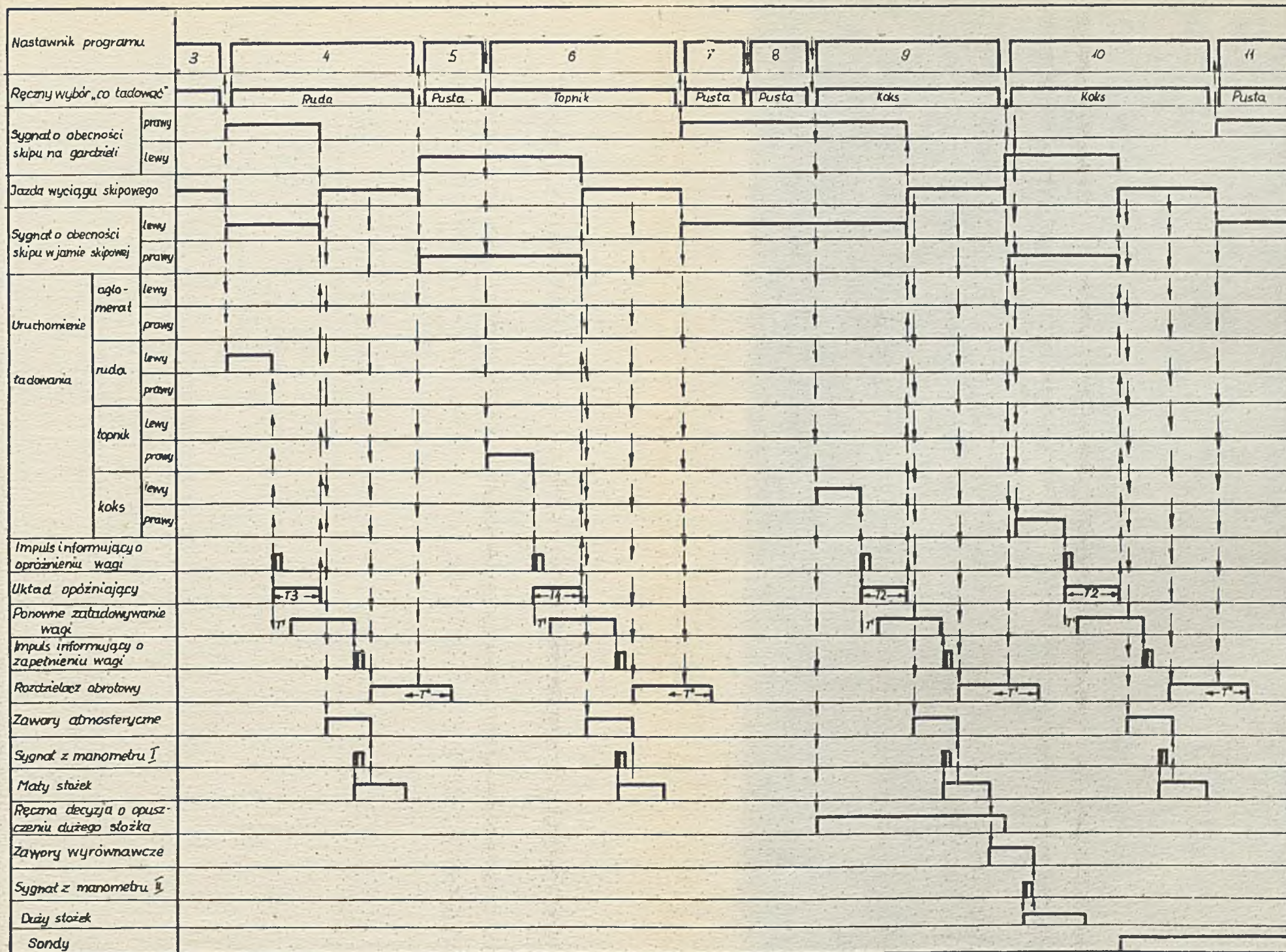
- a) nastawnik programu i układ logiczny,
- b) urządzenie namiarujące: zasobniki, podajniki wibracyjne, sita, wagi zbiornikowe i układy porównujące ciężary oraz przenośnik taśmowy,
- c) wyciąg skipowy,
- d) urządzenia gardzielowe: rozdzielacz, zawory wyrównawcze, stożki i sondy izotopowe.

Wyciąg skipowy składa się z dwóch skipów, lewego i prawego. Każdy z tych skipów posiada osobne urządzenia ładujące.

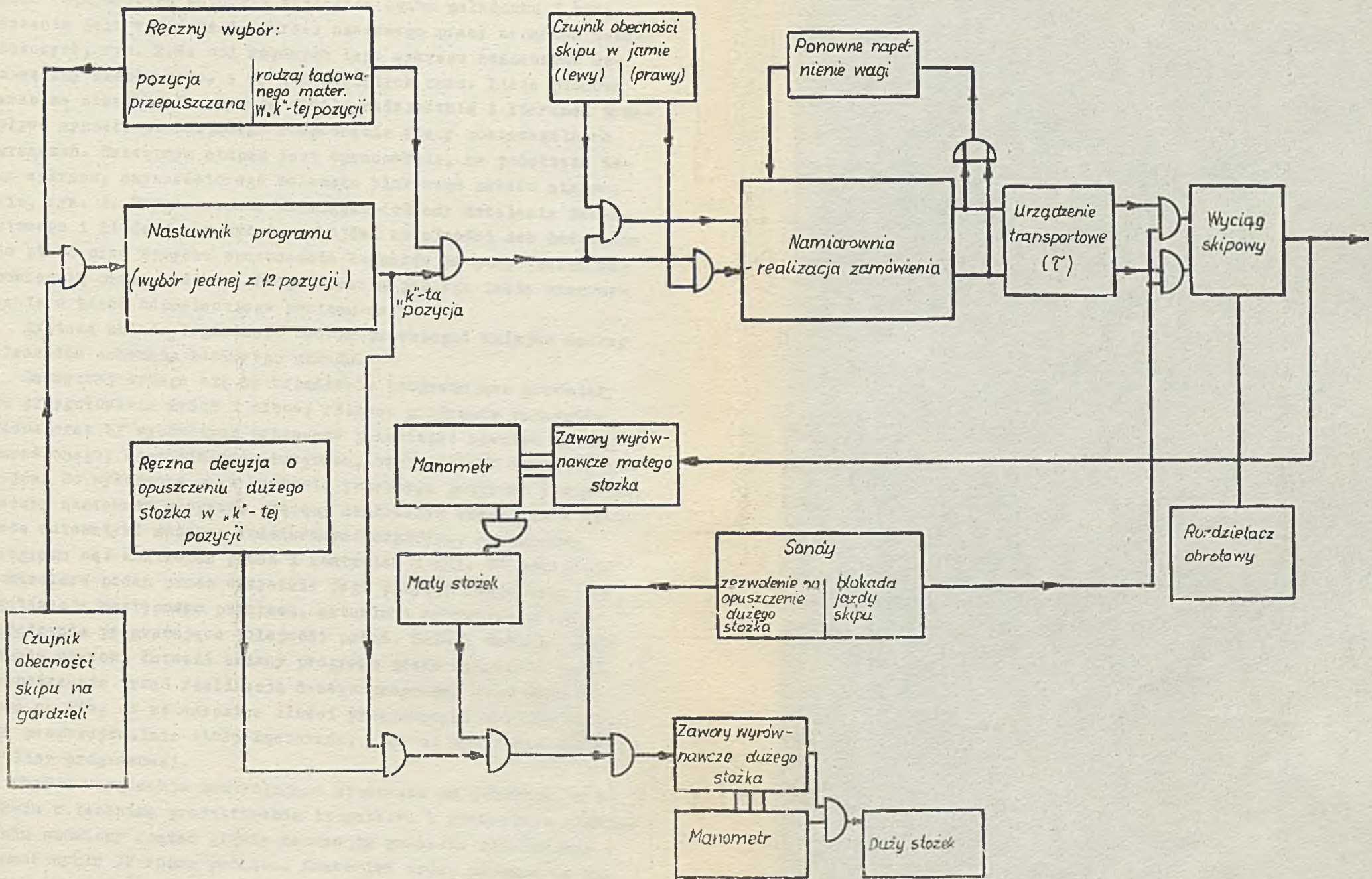
Projekt syntezy logicznego układu sterowania załadunkiem wielkiego pieca musi przebiegać pewnymi etapami. Etapem pierwszym jest opracowanie na podstawie założeń technologicznych



Rys. 1. Schemat technologiczny



Rys. 2. Czasowy wykres pracy urządzeń szaladowczych



Rys. 3. Schemat blokowy układu sterowania

oraz optymalnych warunków skrócenia czasu załadunku i zwiększenia jego wydajności wykresu czasowego pracy urządzeń załadunkowych, rys. 2. Na osi rzędnych tego wykresu zaznaczono mechanizmy załadunkowe, a na osi odciętych czas. Linie pionowe wraz ze strzałkami wskazują chwilę zadziałania i kierunek przepływu sygnału powodującego rozpoczęcie pracy poszczególnych urządzeń. Następnym etapem jest opracowanie, na podstawie tego wykresu, czynnościowego schematu blokowego układu sterowania, rys. 3. Programowanie załadunku dotyczy ustalenia jakościowego i ilościowego składu naboju, kolejności ich ładowania do pieca oraz sposobu opuszczania ładunków do pieca przez odpowiednią pracę stożków. Programowaniu podlega także utrzymywanie w piecu odpowiedniego poziomu wsadu.

Synteza układu logicznego będzie przebiegać kolejno według elementów schematu blokowego układu.

Zazwyczaj wymaga się by urządzenia programujące pozwalały na przygotowanie dwóch i więcej różnych programów załadunku pieca oraz by wybór tych programów przebiegał również według określonego, nastawialnego programu, obejmującego około 30 naboju. Do wykonania oraz kontroli przebiegu programu służy tzw. główny nastawnik programu, będący centralnym elementem w układzie automatyki zasypu. Podstawowymi częściami nastawnika programu są: kontroler podań i kontroler cykli. Po przejściu kontrolera podań przez wszystkie jego pozycje rozpoczyna się realizacja następnego programu, aktualnie wybranego przez urządzenie programujące kolejność podań. Zaletę takiego urządzenia stanowi łatwość zmiany programu przez operatora nawet bezpośrednio przed realizacją danego programu. Jego wada polega na tym, że ze wzrostem ilości programowych naboju wzrasta proporcjonalnie ilość łączników, a co za tym idzie gabaryt tablicy programowej.

Obydwa urządzenia kontrolujące zbudowane są podobnie, w oparciu o technikę projektowania liczników. W konkretnym rozwiązaniu omówiony został główny nastawnik programu realizujący w ramach cyklu 32 różne podania. Kontroler podań pozwala na załadunek 12 skipów według programu I lub II. Jako kontroler podań zastosowano licznik szeregowy zliczający do 12, z tablicą

deszyfrującą na wyjściu wyróżniającą 12 pozycji roboczych. Normalne warunki eksploatacji wielkiego pieca nie wymagają jednak takiej liczby skipów w jednym cyklu i zwykle pewna liczba połączeń licznika jest przepuszczana (tzn. licznik nie zatrzymuje się na tych pozycjach). Zadanie kontrolera podań polega na wykonywaniu następujących czynności:

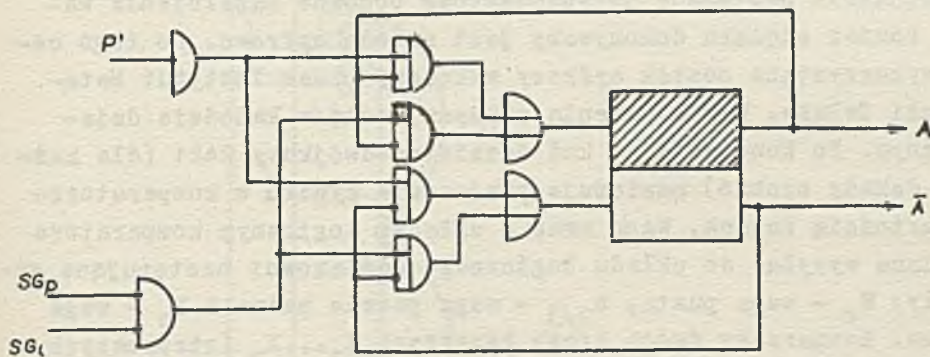
- określanie liczby skipów z poszczególnymi składnikami oraz kolejności ich ładowania w ciągu jednego cyklu,
- nadawanie sygnału do rozładowania wagi zbiornikowej,
- zapewnianie ładowania dodatkowych skipów, nie objętych programem,
- umożliwienie przejazdu pustych skipów (przejazd jałowy),
- oznaczanie momentu podniesienia dużego stożka.

Program załadowania wielkiego pieca ustala dyżurny technolog dla każdej pozycji kontrolera podań za pomocą bezstykowych przycisków pulpituowych umieszczonych na tablicy programowej. Skipy dodatkowe ładuje się na zlecenie technologa w razie zaburzeń w biegu procesu wielkopiecowego. W każdej z pozycji przepuszczanej kontrolera istnieje możliwość wyboru rodzaju materiału wysyłanego jako dodatkowy skip. Istnieje także możliwość zaprogramowania jazdy pustego skipu.

Zmiana pozycji licznika następuje po wjeździe każdego skipu na gardziel wielkiego pieca. Dokonuje tego czujnik w postaci inicjatora drogowego. Zmianę pozycji licznika może również spowodować sygnał z pozycji przepuszczanej. Ponieważ sygnały te działać mogą równocześnie, konieczną jest rozbudowa wejścia pierwszego przerzutnika licznika zliczającego do 12. Zmodyfikowaną komórkę kontrolera podań przedstawia rys. 4. Na rysunku tym oznaczono SG_1 , SG_p - sygnały z czujników obecności skipu (lewego, prawego) na gardzieli P' - sygnał z pozycji przepuszczanej kontrolera. Działanie układu opisuje wyrażenie logiczne:

$$A = A_0 \left[\delta P' + \delta (SG_1 + SG_p) \right] \left\{ a + \overline{A_0} \left[\delta P' + \delta (SG_1 + SG_p) \right] \right\}$$

W skład nastawnika programu wchodzi również tzw. kontroler cykli. Urządzenie to zbudowane jest analogicznie do kontrolera



Rys. 4. Zmodyfikowana pierwsza komórka kontrolera podań

podaj. Jest to licznik zliczający do 32 i współpracujący z nim deszyfrator. Dla każdej pozycji licznika możliwy jest ręczny wybór jednego z dwóch programów. Jest to urządzenie nadrzędne względem urządzenia kierującego programem podań. Po przejściu kontrolera podań przez wszystkie 12 pozycji, kontroler cykli przejdzie do następnego swego położenia. Schemat logiczny głównego nastawnika programu, w skład którego wchodzi kontroler podań i kontroler cykli, przedstawiono na rys. 5.

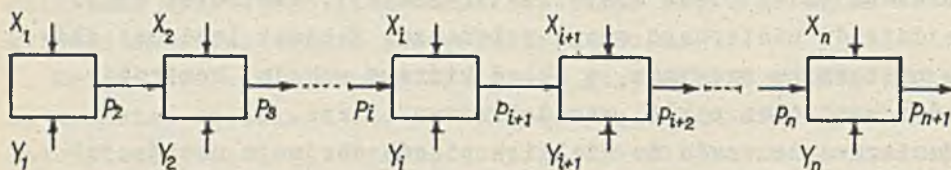
Namiarowanie wsadu do wielkich pieców obejmuje następujące czynności: programowanie załadunku (tzw. zadawanie ciężaru), ważenie wsadu oraz czynności pomocnicze jak przesiewanie i transport. Dowóz tworzyw na gardziel odbywa się skipami, natomiast tworzywa dostarczane są do skipów z wag zbiornikowych przenośnikami taśmowymi. Do ważenia zastosowano prostą elektroniczną wagę zbiornikową, składającą się z czujników tensometrycznych, na których oparty jest ważony zbiornik. Samoczynne namiarowanie w wagach zbiornikowych wymaga stosowania podajników doprowadzających oraz urządzeń opróżniających. Namiarowanie poszczególnych składników wsadu powinno być możliwie dokładne. W przypadku wag zbiornikowych osiąga się to przez ograniczenie prędkości dostawy tworzyw do wagi w końcowym etapie odmierzenia ciężaru. Do tego celu stosuje się

specjalny układ logiczny, który w odpowiednim momencie wysyła sygnał na ograniczenie prędkości pracy podajników. Wszystkie wagi są zawsze pełne i oczekują na sygnał opróżnienia. Po każdym opróżnieniu następuje natychmiastowe ponowne napełnienie wagi. Pomiar ciężaru dokonywany jest metodą cyfrową. Do tego celu wykorzystano mostek cyfrowy wykonany przez Instytut Metalurgii Żelaza. Wynik ważenia otrzymuje się w katodzie dziesiętnym. Po konwersji na kod dziesiętno-dwójkowy 2421 (dla każdej dekady osobno) następuje porównanie wyniku w komparatorze z wartością zadaną. Waga wraz z układem logicznym komparatora powinna wysyłać do układu logicznego namiarowni następujące sygnały: W_0 - waga pusta, $W_{2/3}$ - waga prawie pełna i W_0 - waga pełna. Komparator dwóch liczb binarnych $X_1 \dots X_n$ (otrzymanych z szyfratora dziesiętno-dwójkowego) oraz $Y_1 \dots Y_n$ (wartości zadane) powinien pracować według następującego programu:

a. jeżeli $X_1 \dots X_{i-1} \dots X_n \geq Y_1 \dots Y_{i-1} \dots Y_n$ to $W_0 = 1$

b. jeżeli $X_1 \dots X_{i-1} \dots X_n < Y_1 \dots Y_{i-1} \dots Y_n$ to $W_0 = 0$

Układ ten został opracowany jako iteracyjny.



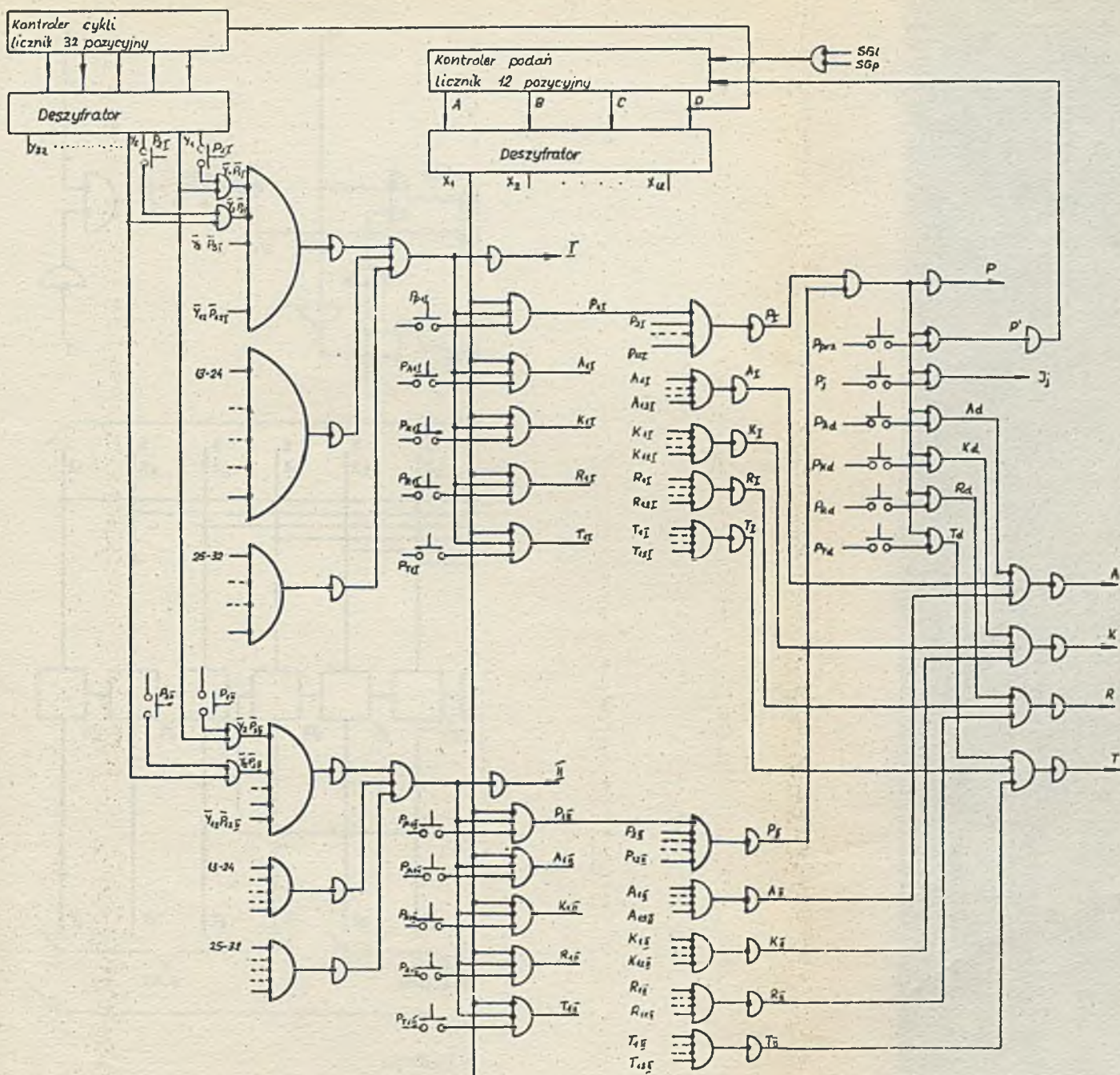
Przeniesienie p_i powinno zawierać następujące informacje:

$X_1 \dots X_{i-1} \geq Y_1 \dots Y_{i-1}$ to $p_i = a$

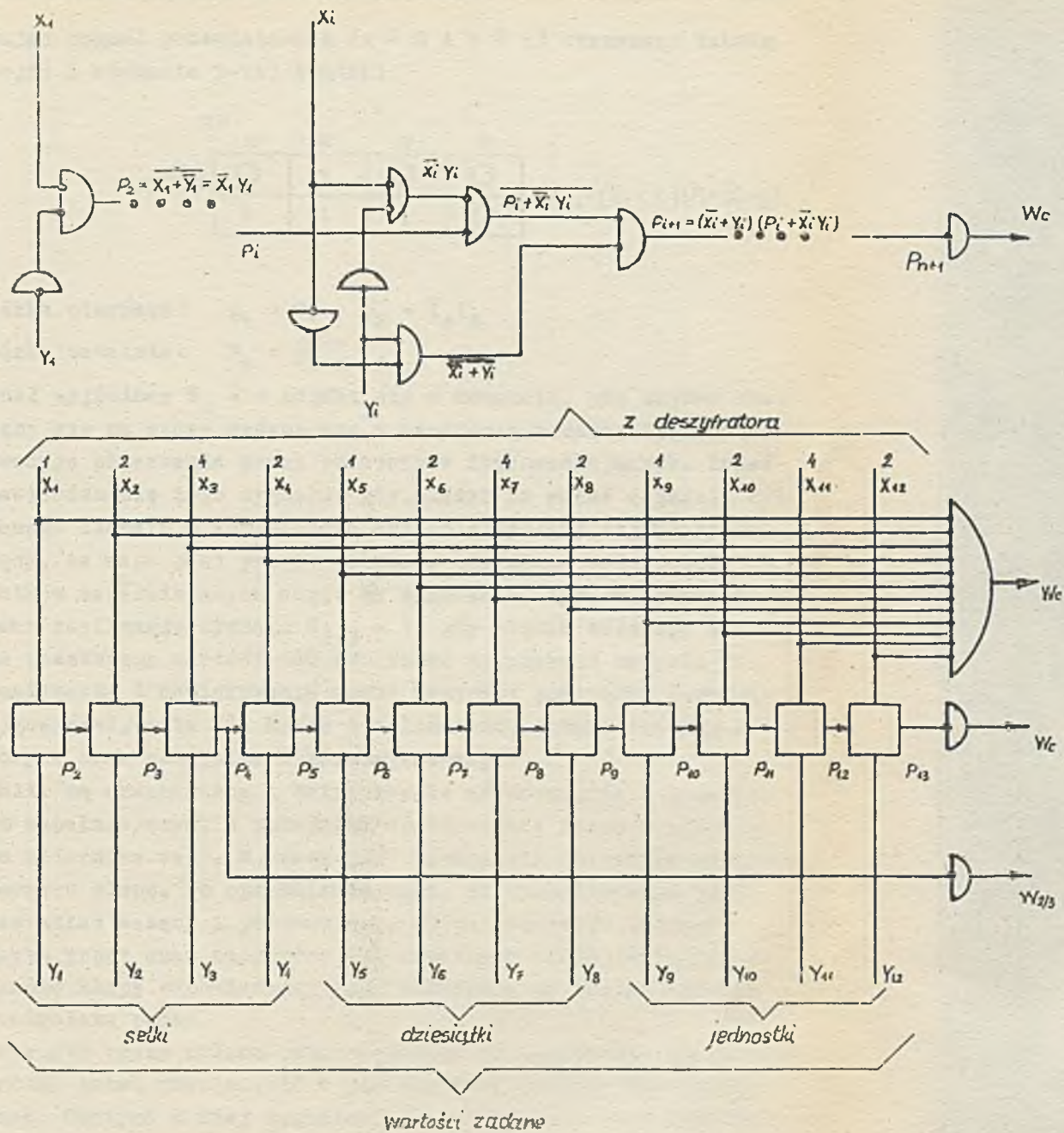
$X_1 \dots X_{i-1} < Y_1 \dots Y_{i-1}$ to $p_i = b$

Stąd otrzymano następującą tabelę przejść i-tej komórki:

		$X_i Y_i$			
		00	01	11	10
P_i	a	a	b	a	a
	b	b	b	b	a



Rys. 5. Schemat logiczny głównego nastawnika programu



Rys. 6. Schemat logiczny komparatora liczb binarnych

Kodując sygnał przeniesienia ($a \hat{=} 0$ i $b \hat{=} 1$) otrzymano tabelę przejść i równanie 1-tej komórki

		$X_i Y_i$			
		00	01	11	10
P_i	0	○	1	○	○
	1	1	1	1	○

$$P_{i+1} = (\bar{X}_i + Y_i)(P_i + \bar{X}_i Y_i)$$

komórka pierwsza: $p_1 = 0$; $p_2 = \bar{X}_1 Y_1$

komórka ostatnia: $W_c = \overline{P_{n+1}}$

Sygnał wyjściowy $W_c = 1$ pojawi się w momencie, gdy ciężar znajdujący się na wadze zrówna się z wartością zadaną. Sygnał ten spowoduje przerwanie pracy podajników doprowadzających. Przed pojawieniem się tego sygnału, gdy ciężar na wadze osiągnie $2/3$ zadanego ciężaru z komparatora zostanie wysłany sygnał informujący, że waga jest prawie pełna, a sterujący wydajnością podajników napełniających wagę. Na schemacie, rys. 6, przykładowo podano realizację sygnału $W_{2/3} = 1$, gdy ciężar ważonego składnika przekroczy wartość 400 kg. Układ wykonawczy zespołu do przesiewania i namiarowania wsadu zawiera: podajniki doprowadzające wsad, sita dla koksu i aglomeratu, zamknięcia wag zbiornikowych oraz podajniki opróżniające wagi.

Sita są uruchamiane i zatrzymywane równocześnie z podajnikiem napełniającym, a podajniki opróżniające razem z zamknięciem zbiornika wagi. W pracy jako zamknięcie zbiornika wagi zastosowano klapę. Po opróżnieniu wagi, co sygnalizowane jest przez układ ważący i porównujący, klapa pozostaje jeszcze otwartą przez czas niezbędny dla zupełnego opróżnienia wagi. Otwarcie klapy odpowiedniej wagi następuje na sygnał wysłany z kontrolera podań.

Warunki pracy układu przeznaczonego do sterowania klapą wagi można łatwo przedstawić w postaci tzw. tablicy kolejności łączeń. użytymi w niej sygnałami dla uogólnienia rozważań są:

W_c - waga pełna,

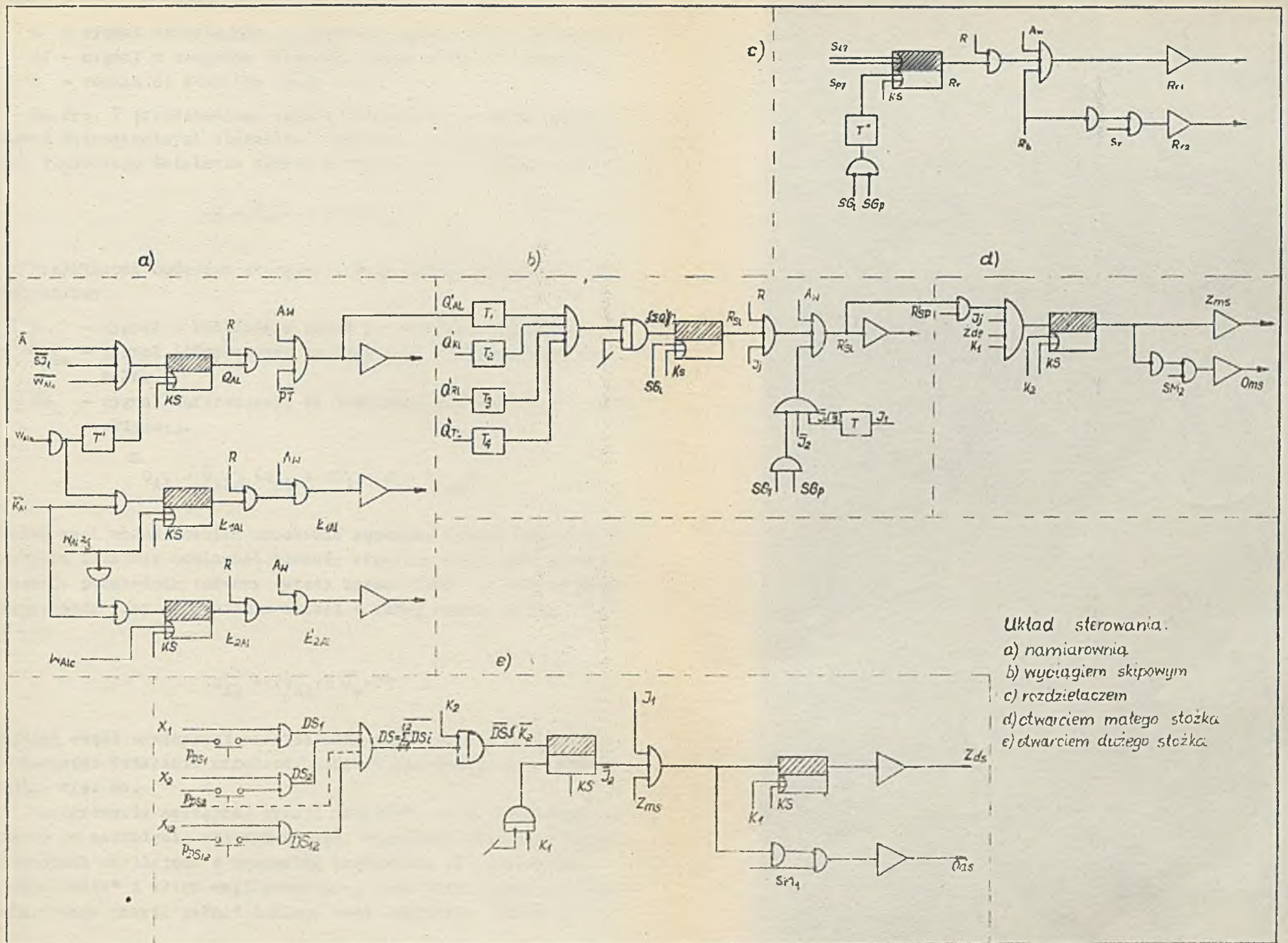
W_0 - waga pusta,

Takty	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
	Wc	-	+			-						+			-								+		-								
	Z	-			+					-			+							-			+										
	SJ	-								-					+					-			+										
	W0	-						+				-						+					-				+						
Q	-				+			-							+											+							
Stopień łączenia		0	1	5	7	7	0	0	8	0	0	1	3	7	23	22	30	14	10	8	0	2	6	7	23	22	30	14	10	8	0	4	

Q	Wc	SJ, Z, Wc															
	0	000	001	011	010	100	101	110	111	101	110	100	111	101	110	100	111
	8	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	24	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

$$Q = 0 \cdot \bar{W}_0 + SJ \cdot Z \cdot W_c \cdot \bar{W}_0 = \bar{W}_0 (a + SJ \cdot Z \cdot W_c)$$

Rys. 7. Tabela kolejności łączeń i siatka zależności dla układu namiarowni



Układ sterowania.
 a) namiarownią
 b) wyciągiem skipowym
 c) rozdzielaczem
 d) otwarciem małego stożka
 e) otwarciem dużego stożka.

Rys. 8. Ogólny schemat sterowania załadunkiem wielkiego pieca

- Z - sygnał zezwalający na ładowanie konkretnego materiału,
 SJ - sygnał z czujnika obecności skipu w jamie skipowej,
 Q - rozkaz do otwarcia klapy wagi.

Na rys. 7 przedstawiono tabelę kolejności i siatkę zależności poszczególnych elementów. Otrzymane w ten sposób równanie logicznego działania układu przedstawia się następująco:

$$Q = \bar{W}_0(Q + SJ \cdot Z \cdot W_C)$$

Przykładowo omówione sterowanie wagą ważącą aglomerat z lewej strony.

- A - sygnał z kontrolera podań do ładowania aglomeratu,
 W_{Alo} - sygnał informujący, że lewa waga z aglomeratem jest pełna,
 SJ_1 - sygnał informujący, że lewy skip znajduje się w jamie skipowej.

$$Q_{A1} = \bar{W}_{Alo} (Q_{A1} + SJ_1 \cdot A \cdot W_{Alo})$$

Klapę wagi można również uruchomić ręcznie. Oprócz tego w sterowaniu istnieje możliwość blokady otwarcia klapy jeśli nie pracuje przenośnik taśmowy (wtedy sygnał $PT=0$) i blokady pracy urządzenia przy zaistnieniu awarii w innej części układu ($A_w = 1$).

$$Q'_{A1} = (Q_{A1} + R) \bar{A}_w \cdot PT$$

Dalszą część namiarowni zrealizowano analogicznie poprzez podobieństwo działania urządzeń. Schemat sterowania przedstawiono na rys. 8a.

Namiarowanie następnej porcji materiału można rozpocząć dopiero po zamknięciu zbiornika wagi. Sygnałami uruchamiającymi podajniki zasilające z nominalną prędkością są informacje: "waga pusta" i klapa wagi zamknięta, a ze zmniejszoną prędkością: "waga prawie pełna" i klapa wagi zamknięta. Ten ostatni

sygnał wymagany jest dla zablokowania ponownego napełniania wagi podczas jej opróżniania.

W_{A10} - informacja, że waga jest pusta, a $W_{A12/3}$ - waga prawie pełna,

K_{A1} - kłapa wagi zamknięta.

Blokada awarii zrealizowana została analogicznie.

Materiały wsadowe po otwarciu kłapy wagi zsypują się na przenośnik taśmowy transportujący je do skipów. Po obu stronach jamy skipowej poruszają się ruchem ciągłym dwie taśmy. Ruch ich zostaje wstrzymany jedynie po pojawieniu się sygnału blokującego dalszy załadunek pieca na skutek jego przepełnienia.

Do transportu tworzyw nad gardziel stosowany jest wyciąg skipowy. Czas postoju skipu w jamie skipowej jest zdeterminowany koniecznością jego pełnego załadowania, sygnałem więc zezwalającym na ruszenie skipu może być zakończenie jego ładowania, tzn. zanik sygnału Q' . Odpowiada to zamknięciu kłapy wagi. Ponieważ zbiorniki wagowe umieszczone są wzdłuż przenośnika taśmowego w pewnej odległości od jamy skipowej, to od chwili zamknięcia się kłapy do całkowitego zakończenia zsypywania się materiałów z przenośnika taśmowego do skipu, musi upłynąć pewien czas proporcjonalny do tej odległości. W tym celu sygnał Q' podany został na układ opóźniającoy. Ponieważ uruchomienie skipu powinno następować jednorazowo po każdym otwarciu kłapy wagi, zastosowano przerzutnik sterowany impulsowo sygnałem, będącym sumą logiczną 4 opóźnionych sygnałów z wag, zaś zerowanie odbywać się będzie sygnałem informującym o obecności skipu na gardzieli. Zasyp materiałów do wnętrza pieca, jako nieciągły, musi o pewien czas ulec wstrzymaniu. Odbywa się to w momencie przekroczenia przez wsad górny, zadanego poziomu materiałów w piecu. Pracę wyciągu skipowego postanowiono przerywać dopiero po otrzymaniu rozkazu do opuszczenia dużego stożka. Wtedy cała porcja kilku skipów leży na dużym stożku, materiał z jednego skipu znajduje się na małym stożku, a załadowany skip czeka w jamie skipowej. (Przy przekroczeniu górnego poziomu wsadu $J_1 = 1$). W rozwiązaniu omawianej blokady użyto dodatkowo elementu opóźniającego, co wytłumaczone zostanie przy omawianiu

sterowania ruchem dużego stożka. Ze względu na swą konstrukcję element ten oprócz opóźnienia dokonuje również negacji sygnału wyjściowego w stosunku do wejściowego. Sygnałem więc o przekroczeniu górnego poziomu będzie sygnał wyjściowy z elementu opóźniającego $\overline{J_1(T_5)} = 0$. Sygnałem zezwalającym na opuszczenie dużego stożka jest sygnał J_2 . Ponieważ zatrzymanie wyciągu skopowego powinno następować w końcowym położeniu skipów, działanie tej blokady należało dodatkowo uzależnić od sygnałów z czujników obecności skipu na gardzieli (SG_1 i SG_p).

	$SG_1 SG_p$			
$J_1(T_5)J_2$	00	01	11	10
00			Φ	
01			Φ	
11		○	Φ	○
10			Φ	

Działanie układu opisuje wyrażenie logiczne:

$$B = \overline{J_1(T_5)} + \overline{J_2} + \overline{SG_1} \cdot \overline{SG_p}$$

Poza tym w sterowaniu istnieje blokada pracy urządzenia w wypadku awarii, możliwość jazdy pustych skipów i ręcznego uruchomienia wyciągu. Schemat logiczny układu sterowania jazdą skipów przedstawiono na rys. 8b.

Na ośrodek urządzeń gardzielowych, odpowiedzialnych za właściwy rozkład materiałów w wielkim piecu składają się: rozdzielacz obrotowy, aparat zasypowy z małym i dużym stożkiem wraz z zaworami oraz sondy izotopowe. Zawartość skipu znajdującego się na gardzieli jest wysypywana do rozdzielacza obrotowego, który może obracać się w czasie zsypywania się wsadu (rozdziiał równomierny) lub ustawiać się w odpowiednim położeniu i skierowywać wsad w różne pozycje na obwodzie pieca. Rozdziiał pozyoyjny umożliwia wyrównanie niesymetrii biegu pieca. Sygnałem uruchamiającym równomierny ruch rozdzielacza jest impuls informujący o przejechaniu przez skip punk-

tu kontrolnego na trasie wyciągu skipowego. Inicjator drogowy wysyła wtedy sygnały $S_{17} = 1$ lub $S_{p7} = 1$. Zakończenie pracy rozdzielacza następuje po upływie pewnego czasu od chwili zakończenia jazdy skipu. Istnieje tu możliwość ręcznej blokady ruchu rozdzielacza, co jest jednocześnie impulsem uruchamiającym pozycyjny ruch rozdzielacza ($R_D = 1$). Ruch ten wstrzymuje się na podstawie wskazań łącza selsynowego. O rodzaju pracy rozdzielacza decyduje dyżurny technolog. Logiczny układ sterowania pracą rozdzielacza przedstawiono na rys. 80.

Oprócz opisanego powyżej rozdzielacza naboju do urządzeń gardzielowych zalicza się stożkowe zamknięcie gardzieli i zawory odciążające. Otwarcie małego stożka w celu opuszczenia wsadu na duży stożek i umożliwienia ponownego opróżnienia skipu na mały stożek odbywa się każdorazowo w czasie jazdy następnego, załadowanego skipu na gardziel. W pierwszym rzędzie powinno nastąpić otwarcie zaworów odciążających mały stożek. Sygnałem do tego będzie rozkaz do ruszenia załadowanego skipu R'_{sl} lub R'_{sp} . Dla zapewnienia otwarcia zaworów muszą być spełnione następujące warunki:

- zawory wyrównawcze dużego stożka zamknięte $Z_{ds} = 0$,
- duży stożek zamknięty $K_1 = 0$.

Układ logiczny powinien otrzymać również informację, że aktualna praca wyciągu skipowego nie jest programową jazdą pustego skipu (przy jeździe jałowej $J_j = 1$). Zawory zamykają się natychmiast po otwarciu małego stożka, o czym informuje sygnał ze sterownika drogowego $K_2 = 1$. Działanie tego układu logicznego można zapisać przy pomocy równania

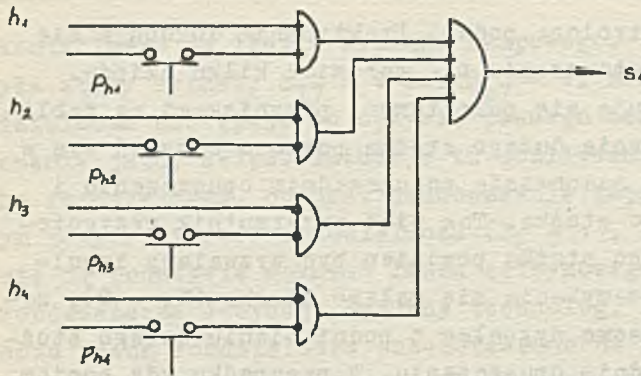
$$Z_{ms} = \overline{K_2} \left[Z_{ms} + (R'_{sl} + R'_{sp}) \overline{J_j} \cdot \overline{Z_{ds}} \cdot \overline{K_1} \right]$$

Otwarcie małego stożka następuje po pojawieniu się rozkazu do otwarcia zaworów, gdy manometr zasignalizuje wyrównanie się ciśnień pomiędzy przestrzenią międzystożkową i atmosferą ($SM_2 = 0$). Schemat logiczny przedstawiono na rys. 8d.

Decyzja o opuszczeniu dużego stożka leży w rękach obsługi pieca. Teoretycznie istnieje możliwość jego opuszczania w każ-

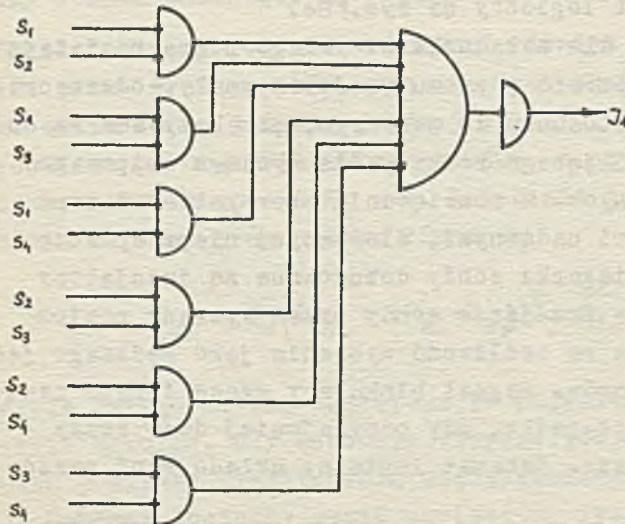
dej z 12 pozycji kontrolera podań. Praktycznie dokonuje się tego rzadziej, po dostarczeniu na gardziel kilku skipów. Wyboru pozycji dokonuje się pulpitemi przyciskami na tablicy programowej. Otwarcie dużego stożka powinno odbywać się w pewnej kolejności, a mianowicie po uprzednim opuszczeniu i zamknięciu się małego stożka. Tak więc przerzutnik przygotowujący otwarcie dużego stożka powinien być wyzwalany impulsowo po zakończeniu zamykania się małego stożka ($K_2 = 0$), zerowany zaś też impulsowo sygnałem o podniesieniu dużego stożka K_1 , po jego uprzednim opuszczeniu. W przypadku gdy poziom wsadu w piecu przekroczył poziom zadany, sygnał z sond izotopowych blokuje kolejne opuszczanie się dużego stożka (gdy poziom jest wyższy od granicznego $J_1 = 1$), jak również blokuje wtedy ruch wyciągu skipowego. Po zaniku sygnału z sond wskazane jest, aby najpierw opuścić się duży stożek, a w następnej kolejności ruszył wyciąg skipowy i dlatego opóźnienie T_5 użyte zostało w układzie sterowania wyciągiem skipowym. Przed opuszczeniem dużego stożka musi nastąpić wyrównanie się ciśnień po obu stronach dużego stożka, a dopiero sygnalizacja o tym, pochodząca z manometru ($SM_1 = 0$), spowoduje opuszczenie dużego stożka. Blokady napędowe analogiczne do blokad przy małym stożku. Schemat logiczny na rys. 8e.

Bardzo ważną rolę dla załadunku wielkiego pieca posiadają sondy izotopowe do pomiaru poziomu wsadu. Sygnały, odwzorowujące poziom wsadu w stosunku doadanego, przekazywane są do układu logicznego podającego rozkazy dla wyciągu skipowego i urządzeń gardzielowych. W rozwiązaniu skorzystano z sond izotopowych z napędami nadążnymi, śledzącymi nieprzerwanie poziom wsadu. Do wyciągarki sondy dobudowane są inicjatory drogowe sygnalizujące przejście sondy przez wybrany poziom ($h_j = 0$). Każda sonda ma możliwość wybrania jako danego jednego z czterech poziomów. Sygnał blokujący pracę innych urządzeń pojawia się w przypadku, gdy przynajmniej dwie sondy osiągnęły poziom zadany. Schemat logiczny układu sond przedstawiono na rys. 9.



		$S_1 S_2$			
		00	01	11	10
$S_3 S_4$	00	1	1	1	1
	01	1	1	0	1
	11	1	0	0	0
	10	1	1	0	1

$$J_1 = \overline{(S_1+S_2)(S_1+S_3)(S_1+S_4)(S_2+S_3)(S_2+S_4)(S_3+S_4)}$$



Rys. 9. Schemat logiczny układu sond izotopowych

Dla uniknięcia błędnych działań przy zaniku i załączeniu napięć zastosowano przy każdym przerzutniku dodatkowe wejście zerujące KS kasowania wstępnego.



Zadaniem niniejszej pracy było zwiększenie stopnia automatyzacji załadunku wielkiego pieca i wyeliminowanie urządzeń przestarzałych. Schemat pracy urządzeń załadunku przewiduje automatyczne uruchamianie, hamowanie i zatrzymywanie w ustalonej kolejności poszczególnych urządzeń załadowywania, przy czym działanie każdego z nich jest konsekwentnym następstwem prawidłowo zakończzonego ruchu poprzedzającego. Układy logiczne służą do kontroli przebiegu pracy urządzeń i koordynacji pracy całego układu oraz spełniają rolę zabezpieczeń i wzajemnych blokad urządzeń, przechowują niektóre informacje w pamięci i przekazują je w odpowiednim czasie do elementów wykonawczych. Dzięki nim ruch urządzeń przebiega w sposób celowy i bezpieczny.

Dalszą automatyzację urządzeń załadowniczych należy rozwiązywać mając na względzie możliwość włączenia tych urządzeń do układu sterowania wielkiego pieca za pomocą maszyn cyfrowych oraz systemu centralnej rejestracji i przetwarzania danych, co powinno być wstępnym etapem do kompleksowej automatyzacji procesu wielkopiecowego.