

Ćwiczenie laboratoryjne z "Teorii automatów".

Badanie automatu parametrycznego

Cel ćwiczenia: praktyczne zapoznanie się z działaniem i własnościami automatu parametrycznego.

Program ćwiczenia:

1. Zmontowanie automatu parametrycznego.
2. Badanie zachowania się automatu parametrycznego przy ustalonej wartości p_1 parametru p .
3. Określenie grafu G_1 automatu $\langle A_1 \rangle$ odwzorowanego działaniem automatu $\langle A \rangle$ przy wartości p_1 parametru p .
4. Badanie zachowania się automatu parametrycznego przy wartości p_2 parametru p .
5. Określenie grafu G_2 automatu $\langle A_2 \rangle$ odwzorowanego działaniem automatu $\langle A \rangle$ przy wartości p_2 parametru p .
6. Wykonanie operacji nakładania grafów G_1, G_2 i określenie grafu zastępczego G' automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ o dwóch wartościach p_1 i p_2 parametru p .
7. Opracowanie sprawozdania i ćwiczenia.

1. Problematyka ćwiczenia

Automat parametryczny $\langle A \rangle$ jest automatem skończonym o wielu wariantach działania $[2,3]$, Każdy wariant działania automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ odpowiada jednemu z zadań, do wykonywania, których zbudowany został dany automat parametryczny $\langle A \rangle$.

W trakcie wykonywania danego zadania K_i automat parametryczny $\langle A \rangle$ dla obserwatora z zewnątrz zachowuje się tak jak pewien automat skończony $\langle A_i \rangle$ typu Moore'a, tj. swoim działaniem odwzorowuje działanie automatu $\langle A_i \rangle$ z pewnego zbioru A^* . Liczba automatów $\langle A_i \rangle \in A^*$ jest jednoznacznie określona liczbą zadań $K_i \in K$, dla

wykonania którego automat parametryczny $\langle A \rangle$ został zbudowany. Nastrojenie automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ na wykonywanie określonego zadania $K_i \in K$ odbywa się pod wpływem określonego bodźca zewnętrznego, tj. sygnału wzbudzającego $p_i \in P$ podawanego na wejście parametryczne automatu $\langle A \rangle$. Sygnał wzbudzający $p_i \in P$ traktuje się jako wartość p_i parametru p określającego działanie automatu $\langle A \rangle$.

Prezentowane w niniejszym ćwiczeniu badanie automatu parametrycznego polega na określeniu automatów $\langle A_i \rangle \in A^*$ odwzorowywanych działaniem zadanego automatu parametrycznego $\langle A \rangle$, oraz na określeniu grafu zastępczego G' tego automatu. Automat $\langle A_i \rangle$ uważa się za określony wtedy, gdy znany jest jego graf. Znając więc wartość p_i parametru p i zbiór Z możliwych sygnałów wejściowych automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ należy przeprowadzić analizę automatu $\langle A \rangle$ oddzielnie dla każdej wartości $p_i \in P$. Wynikiem takiej analizy są wyrażenia symboliczne G_i reprezentujące grafy G_i automatów $\langle A_i \rangle \in A^*$ odwzorowywanych działaniem zbadanego automatu parametrycznego $\langle A \rangle$. Na wyrażeniach typu G_i^+ wykonuje się odpowiednią operację nakładania wyrażen na siebie, wynikiem której jest wyrażenie G'^+ reprezentujące graf zastępczy G' badanego automatu parametrycznego $\langle A \rangle$. Interpretacja formalna wymienionych operacji - znajomość której jest niezbędna dla prawidłowego przeprowadzenia analizy automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ - podane zostanie niżej.

Wiadomości podstawowe

2.1. Charakterystyka formalna automatu parametrycznego

W ujęciu abstrakcyjnym automat parametryczny $\langle A \rangle$ można warazić następującą "ósemką":

$$\langle Z, S, B, Y, P, \Phi, \xi, \Psi \rangle \quad (1)$$

gdzie: Z - zbiór sygnałów wejściowych /zewnątrznych/ automatu $\langle A \rangle$

S - zbiór sygnałów wejściowych wewnętrznych,

B - zbiór stanów wewnętrznych

Y - zbiór sygnałów wyjściowych automatu $\langle A \rangle$

P - zbiór sygnałów wzbudzających interpretowanych jako wartości p_i parametru p działania automatu $\langle A \rangle$

Φ - funkcja przejść automatu $\langle A^* \rangle$, przy czym automat $\langle A^* \rangle$ jest wewnętrzną częścią składową automatu $\langle A \rangle$

ξ - funkcja wejść automatu $\langle A^* \rangle$,

Ψ - funkcja wyjść automatu $\langle A^* \rangle$.

Funkcje Φ, ξ, Ψ mają następującą postać:

$$b(t+1) = \Phi[b(t), s(t)] \quad (2)$$

$$s(t) = \xi[z(t), b(t), P] \quad (3)$$

$$y(t) = \Psi[b(t), P] \quad (4)$$

gdzie $b \in B, s \in S, z \in Z, y \in Y, p \in P$.

Dokładniejsza interpretacja elementów użytych w zapisie wymienionych wyżej wyrażeń podana została w pracach [2] i [3].

Syntezę automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ można scharakteryzować następująco. Załóżmy, że mamy zbudować automat parametryczny $\langle A \rangle$,

który będzie wykonywał zadania ze zbioru

$$K = \{ K_1, K_2, \dots, K_m \} \quad (5)$$

Każde zadanie $K_i \in K$ możemy wyrazić za pomocą grafu G_i traktowanego jako graf przejść takiego automatu $\langle A_i \rangle$ typu Moore'a, który byłby zdolny do wykonania zadania K_i [2]. Otrzymamy w ten sposób zbiór grafów oraz odpowiadający mu zbiór automatów skończonych typu Moore'a. Zbiory te wyrazimy następująco:

$$G = \{ G_1, G_2, \dots, G_m \} \quad (6)$$

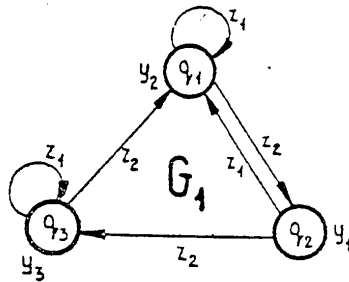
$$A^* = \{ \langle A_1 \rangle, \langle A_2 \rangle, \dots, \langle A_m \rangle \} \quad (7)$$

Aby określić działanie automatu parametrycznego $\langle A \rangle$, który swoim działaniem odwzorowywałby działania automatów ze zbioru A^* , należy określić graf tego automatu. W tym celu należy nałożyć na siebie wszystkie grafy $G_i \in G$, tak aby uzyskać pewien graf zbiorczy G' charakteryzujący się tym, że w jego strukturze można wyodrębnić strukturę dowolnego z grafów $G_i \in G$. Operację nakładania na siebie grafów $G_i \in G$ wykonuje się na wyrażeniach symbolicznych opisujących te grafy.

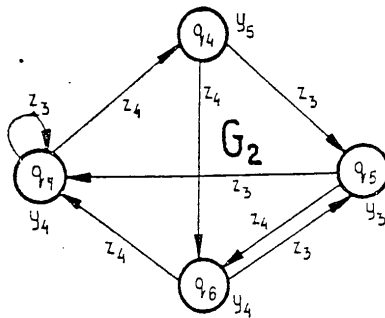
Struktura grafu G' charakteryzuje się tym, że można w niej wyodrębnić strukturę dowolnego grafu $G_i \in G$, przy czym dowolna krawędź w strukturze grafu G' może być krawędzią wspólną dla kilku, a nawet dla wszystkich grafów $G_i \in G$. Aby zidentyfikować strukturę dowolnego grafu $G_i \in G$ w strukturze grafu G' , każdy graf ma przyporządkowaną sobie wartość $p_i \in P$ parametru p .

2.2. Operacje na grafach automatów

Operację wykonywaną na grafach $G_i \in G$ automatów $\langle A_i \rangle \in A^*$ w celu uzyskania grafu G' automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ omówimy na następującym przykładzie. Załóżmy, że automat parametryczny $\langle A \rangle$ przeznaczony jest do wykonywania zadań przynależnych do zbioru $K = \{K_1, K_2\}$. Przy wykonywaniu zadania K_1 automat $\langle A \rangle$ spełnia funkcję automatu $\langle A_1 \rangle$, przy wykonywaniu zadania K_2 automat $\langle A \rangle$ spełnia funkcję automatu $\langle A_2 \rangle$. Działanie automatu $\langle A_1 \rangle$ zadane jest grafem G_1 /rys. 1/, działanie automatu $\langle A_2 \rangle$ zadane jest grafem G_2 /rys. 2/.



Rys. 1. Przykładowy graf automatu Moore'a



Rys. 2. Przykładowy graf automatu Moore'a

W sformułowanym powyżej przykładzie stawiamy sobie następujące zadanie do rozwiązania: - mając zadane grafy G_1 i G_2 należy określić graf zastępczy G' automatu parametrycznego $\langle A \rangle$.

Operacja nakładania na siebie grafów G_1 i G_2 sprowadza się do operacji na wyrażeniach symbolicznych opisujących te grafy [2, 3]. Wyrażenia symboliczne opisujące graf G_1 ma następującą postać:

$$G_1^+ = {}^0(a_2 \quad {}^1(z_2 a_3 \quad {}^2(z_2 a_1 \quad {}^3(z_2 a_2, z_1 a_1)^2, z_1 a_1)^2, z_1 a_1)^1)^0 \quad (8)$$

Natomiast wyrażenia symboliczne opisujące graf G_2 ma następującą postać:

$$G_2^+ = {}^0(a_4 \quad {}^1(z_3 a_5 \quad {}^2(z_4 a_6 \quad {}^3(z_3 a_5, z_4 a_7 \quad {}^4(z_4 a_4, z_3 a_7)^4)^3, z_3 a_7)^2, z_4 a_6)^1)^0 \quad (9)$$

Chcąc wykonać operację nałożenia wyrażen G_1^+ i G_2^+ na siebie, musimy je przekształcić, tak aby wyrazy stojące na odpowiadających sobie pozycjach reprezentowane były jednym i tym samym symbolem. W tym też celu pomijamy w wyrażeniach G_1^+ i G_2^+ elementy z_j natomiast elementy a_r zastępujemy symbolami przynależnymi do zbioru $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$. Zastąpienie danego elementu a_r odpowiednim elementem $b_i \in B$ zależy od tego w jakiej kolejności element a_r został wykorzystany w zapisie danego wyrażenia G_i^+ . Na przykład dla wyrażenia G_1^+ otrzymamy:

$$a_2 \leftrightarrow b_1, a_3 \leftrightarrow b_2, a_1 \leftrightarrow b_3 \quad \text{oraz}$$

$$G_1^* = {}^0(b_1 \quad {}^1(b_2 \quad {}^2(b_3 \quad {}^3(b_1, b_3)^3, b_2)^2, b_3)^1)^0 \quad (10)$$

Dla wyrażenia G_2^+ mamy następujące przyporządkowanie: $a_4 \leftrightarrow b_1$, $a_5 \leftrightarrow b_2$, $a_6 \leftrightarrow b_3$, $a_7 \leftrightarrow b_4$. Postępując tak samo jak przy budowie wyrażenia G_1^* otrzymamy:

$$G_2^* = {}^0(b_1 \quad {}^1(b_2 \quad {}^2(b_3 \quad {}^3(b_2, b_4 \quad {}^4(b_1, b_4)^4)^3, b_4)^2, b_3)^1)^0 \quad (11)$$

W następnej kolejności ciągi $G_1^{\#}$ i $G_2^{\#}$ nakładamy na siebie, operację tę oznaczymy symbolicznie jako $G_1^{\#} \oplus G_2^{\#}$.

Przy wykonywaniu operacji $G_2^{\#} \oplus G_1^{\#}$ postępujemy następująco:

- 1^o. Porównujemy człony stojące na odpowiadających sobie pozycjach obydwu ciągach przy uwzględnieniu nawiasów $^k(\dots)^k$.
- 2^o. Jeżeli porównywane elementy opisane są jednym i tym samym symbolem, to w wyrażeniu wynikowym $G^{\#}$ wystąpi tylko jedne symbol. Jeżeli wewnątrz porównywanego członu $^k(\dots)^k$ wyrażenia $G_1^{\#}$ występuje taki element, którego nie ma w wyrażeniu $G_2^{\#}$, to w członie $^k(\dots)^k$ wyrażenia wynikowego $G^{\#}$ wystąpi porównywany element wyrażenia $G_1^{\#}$ i odpowiadający mu element wyrażenia $G_2^{\#}$.

Wykonując operację $G_2^{\#} \oplus G_1^{\#}$ otrzymujemy następujące wyrażenie wynikowe:

$$G^{\#} = (b_1 \ 1(b_2 \ 2(b_3 \ 3(b_1, b_2, b_3, b_4 \ 4(b_1, b_4)^4)^3, b_2, b_4)^2, b_3)^1)^0$$

Wyrażenie to reprezentuje strukturę grafu zastępczego G' , który otrzymalibyśmy nakładając wzajemnie na siebie grafy G_1 i G_2 przedstawione na rys. 1 i 2.

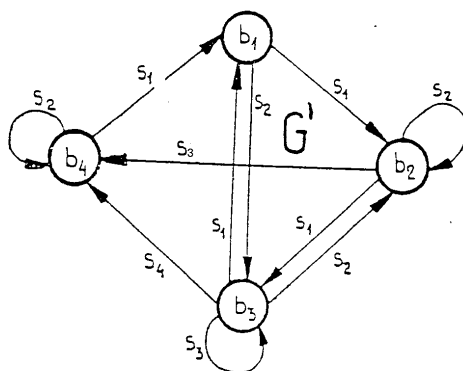
Elementy $b_j \in B$ występujące w wyrażeniu $G^{\#}$ odpowiadają wierzchołkom grafu G' . Natomiast krawędzie grafu G' , które nie mają swoich reprezentantów w wyrażeniu $G^{\#}$, należy opisać elementami $s_j \in S = \{s_1, s_2, \dots, s_w\}$. Kodowanie krawędzi grafu G' przeprowadza się według określonej reguły, którą scharakteryzujemy niżej.

Zatwo zauważyć, że z każdego wierzchołka $b_k \in B$ grafu G' wychodzi pewna liczba krawędzi. Krawędzie wychodzące z danego wierzchołka b_k opisuje się kolejnymi elementami s_j zbioru S - niezależnie od opisu tym samym elementami krawędzi wychodzących z innych wierzchołków - przy czym z danego wierzchołka nie mogą wychodzić krawędzie opisane jednym i tym samym elementem s_j .

Przekształcając w ten sposób wyrażenie G^{**} otrzymamy wyrażenie G^{+}

$$G^{+} = \alpha_{b_1} \left(s_1 b_2 \right)^2 \left(s_1 b_3 \right)^3 \left(s_1 b_1, s_2 b_2, s_3 b_3, s_4 b_4 \right)^4 \left(s_1 b_1, s_2 b_4 \right)^5, \\ , s_2 b_2, s_3 b_4)^2, s_2 b_3)^1)^0$$

Narysowany na podstawie wyrażenia G^{+} graf zastępczy G' przedstawiony został na rys. 3.



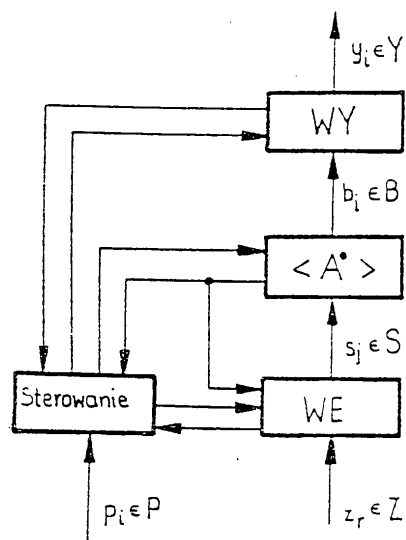
Rys. 3. Graf zastępczy automatu parametrycznego

2.3. Struktura automatu parametrycznego

Zgodnie z punktem 2.1. działanie automatu parametrycznego sprowadza się do realizacji trzech funkcji, tj. funkcji przejść, funkcji wejść i funkcji wyjść.

Każda z tych funkcji wykonywana jest przez inną część składową automatu parametrycznego $\langle A \rangle$. Funkcja $s(t) = \xi[z(t), b(t), p]$ realizowana jest przez blok wejścia automatu parametrycznego, funkcja $b(t+1) = \Phi[b(t), s(t)]$ realizowana jest przez automat bez wyjścia $\langle A^* \rangle$, będący częścią składową automatu $\langle A \rangle$, funkcja $y(t) = \Psi[b(t), p]$ realizowana jest przez blok wyjścia automatu parametrycznego.

Na podstawie wymienionych funkcji można określić schemat blokowy automatu parametrycznego $\langle A \rangle$. Schemat ten został przedstawiony na rys. 4. Na podstawie tego schematu możemy krótko scharakteryzować działanie automatu parametrycznego $\langle A \rangle$.



Rys. 4. Schemat blokowy automatu parametrycznego

Automat parametryczny można rozpatrywać jako organ sterujący pewnego systemu $\langle Q \rangle$. W każdej dyskretnej chwili czasu t na wejście automatu przychodzi sygnał $z_j \in Z$ wyrażający sobą informację o stanie systemu $\langle Q \rangle$. Rodzaj zadania wykonywanego przez automat $\langle A \rangle$ w danym okresie czasu T określony jest aktualną wartością $p_i \in P$ parametru p charakteryzującą to zadanie $K_i \in K$, które w danym okresie czasu T jest lub będzie przez automat wykonywane. Informacja o aktualnej wartości parametru p podawana jest w postaci odpowiedniego sygnału na blok sterowania automatu $\langle A \rangle$.

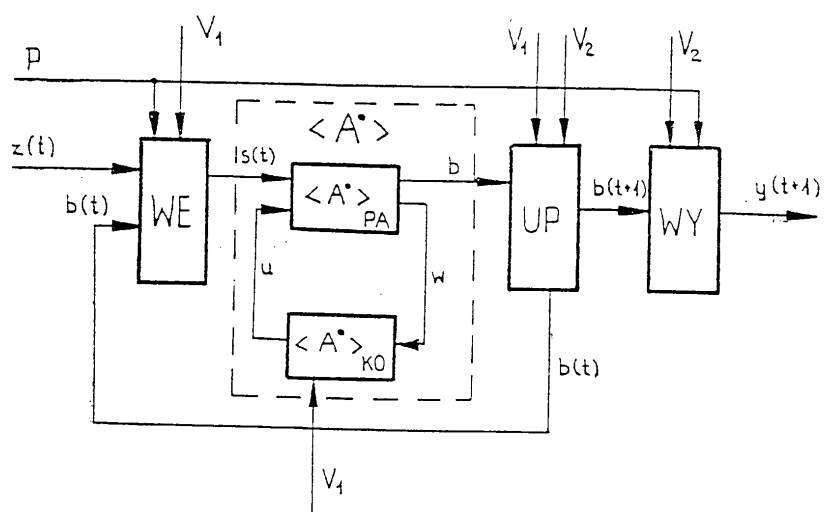
Informacja o aktualnym $p_i \in P$ jest pamiętana w bloku sterowania dotąd, dopóki nie nastąpi zmiana wartości parametru p . W trakcie swego funkcjonowania automat $\langle A \rangle$ w każdej chwili czasu znajduje się w odpowiednim stanie, stan ten jest określony stanem automatu bez wyjścia $\langle A^* \rangle$.

W celu zapewnienia właściwego działania automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ w danej dyskretnej chwili t na blok wejścia podawane są trzy sygnały: sygnał $z_j \in Z$, sygnał $p_i \in P$, sygnał $b_k \in B$. Na podstawie tych trzech wielkości blok wejścia automatu parametrycznego wypracowuje sygnał wejściowy $s_r \in S$ automatu bez wyjścia $\langle A^* \rangle$. Sygnał $s_r \in S$ podany na automat $\langle A^* \rangle$ powoduje przejście tego automatu w nowy stan - w odniesieniu do grafu zastępczego G' przejście to jest równoznaczne z przejściem z jednego wierzchołka tego grafu do innego wierzchołka tego samego grafu.

Informacja o nowym stanie wewnętrznym automatu bez wyjścia $\langle A^* \rangle$ podawana jest, w wyniku działania bloku sterowania na blok wyjścia automatu parametrycznego $\langle A \rangle$. Na podstawie informacji o aktualnym stanie automatu $\langle A^* \rangle$ i na podstawie informacji o aktualnej wartości $p_i \in P$ parametru p blok wyjścia wypracowuje decyzję $y_i \in Y$. Decyzja ta reprezentowana jest odpowiednim sygnałem na wyjściu automatu $\langle A \rangle$.

Syntezę strukturalną automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ można przeprowadzić według tych samych reguł, z których korzysta się przy syntezie strukturalnej automatu Moore'a. W tym celu wprowadza się pewne uproszczenie w strukturze blokowej automatu parametrycznego $\langle A \rangle$. Mianowicie pomija się blok sterowania, bloki wejścia i wyjścia rozpatruje się jako zwykłe układy przełączające z dodatkowym wejściem p , natomiast automat bez wyjścia $\langle A^* \rangle$ traktuje się jako

taki automat Moore'a, którego każdy stan wewnętrzny ma przyporządkowany sobie inny sygnał wyjściowy. Zgodnie z ostatnią uwagą, w celu uproszczenia symboliki, takim samym symbolem b_r oznacza się zarówno stan wewnętrzny automatu bez wyjścia $\langle A^* \rangle$, jak również odpowiadający mu sygnał wyjściowy. Uwzględniając powyższe uwagi schemat blokowy automatu parametrycznego możemy przedstawić tak jak to pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Schemat blokowy automatu parametrycznego użytego w ćwiczeniu

Na rysunku tym automat $\langle A^* \rangle$, zgodnie z zasadami syntezy, podzielony został na dwie części, tj. $\langle A^* \rangle_{PA}$ - część sekwencyjną /pamięciową/ automatu $\langle A^* \rangle$ oraz $\langle A^* \rangle_{KO}$ - część kombinacyjna /układy przełączające/ automatu $\langle A^* \rangle$. Przedstawiony na rys. 5. automat parametryczny jest automatem synchronicznym, sygnały synchronizujące dotyczące chwil dyskretnych t i $t+1$ oznaczono odpowiednio symbolami V_1 i V_2 , symbolem UP oznaczono układ przełączający pełniący funkcje bramek synchronizowanych sygnałami V_1 i V_2 .

3. Założenia do ćwiczenia

Badany automat parametryczny posiada dwie wartości parametru p , oznaczone dalej symbolami p_1 i p_2 . W pierwszej kolejności bada się zachowanie automatu $\langle A \rangle$ przy wartości p_1 parametru p . W tym celu na wejście "p" automatu $\langle A \rangle$ /rys.5/ przykładają się sygnał p_1 a następnie testuje się automat $\langle A \rangle$ sekwencją sygnałów wejściowych $z_j \in Z$. Wynikiem testowania jest wyrażenie G_1^{++} . Uzyskane wyrażenie G_1^{++} przekształca się na wyrażenie G_1^+ na podstawie którego rysuje się graf G_1 automatu $\langle A_1 \rangle \in A^*$. W analogiczny sposób bada się zachowanie automatu $\langle A \rangle$ przy wartości p_2 parametru p .

Pośrednim wynikiem przeprowadzonego ćwiczenia są grafy G_1 i G_2 automatów $\langle A_1 \rangle$ i $\langle A_2 \rangle$ odwzorowywanych działaniem automatu parametrycznego $\langle A \rangle$ przy wartościach p_1 i p_2 parametru p . Grafy G_1 i G_2 mają przyporządkowane sobie wyrażenia G_1^+ i G_2^+ , na których wykonuje się operację $G_1^+ \oplus G_2^+$ nakładania wyrażen zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 2.2. Wynikiem operacji $G_1^+ \oplus G_2^+$ jest wyrażenie G' na podstawie którego rysuje się graf zastępczy G' badanego automatu parametrycznego $\langle A \rangle$, graf ten stanowi wynik końcowy przeprowadzonego ćwiczenia laboratoryjnego.

4. Praktyczna realizacja ćwiczenia

Schemat montażowy badanego automatu parametrycznego przedstawiono na rys. 6. Zadanie studentów polega na zmontowaniu układu według rysunku oraz zbadaniu jego zachowania zgodnie z założeniami przedstawionymi w punkcie poprzednim.

Ze względu na złożoną strukturę układu w celu uniknięcia problemów uruchomieniowych zaleca się stopniowy montaż automatu. W tym celu przedstawiono wyniki końcowe syntezy poszczególnych bloków funkcyjnych

- funkcje wejść

$$S_1 = p_1 z_1 Q_1 + p_2 (z_1 \bar{Q}_1 Q_2 + z_2 Q_1 \bar{Q}_2)$$

$$S_2 = p_1 z_1 \bar{Q}_1 + p_2 (z_1 Q_1 + z_2 \bar{Q}_2)$$

- funkcje wzbudzeń przerzutników

$$J_1 = Q_2 \bar{S}_2 + \bar{Q}_2 S_2$$

$$K_1 = \bar{S}_1 \bar{Q}_2 + \bar{S}_1 \bar{S}_2$$

$$J_2 = S_2 Q_1 + \bar{S}_2 \bar{Q}_1$$

$$K_2 = \bar{S}_1 \bar{S}_2$$

- funkcje wyjść

$$y_1 = p_1 \bar{Q}_1 \bar{Q}_2$$

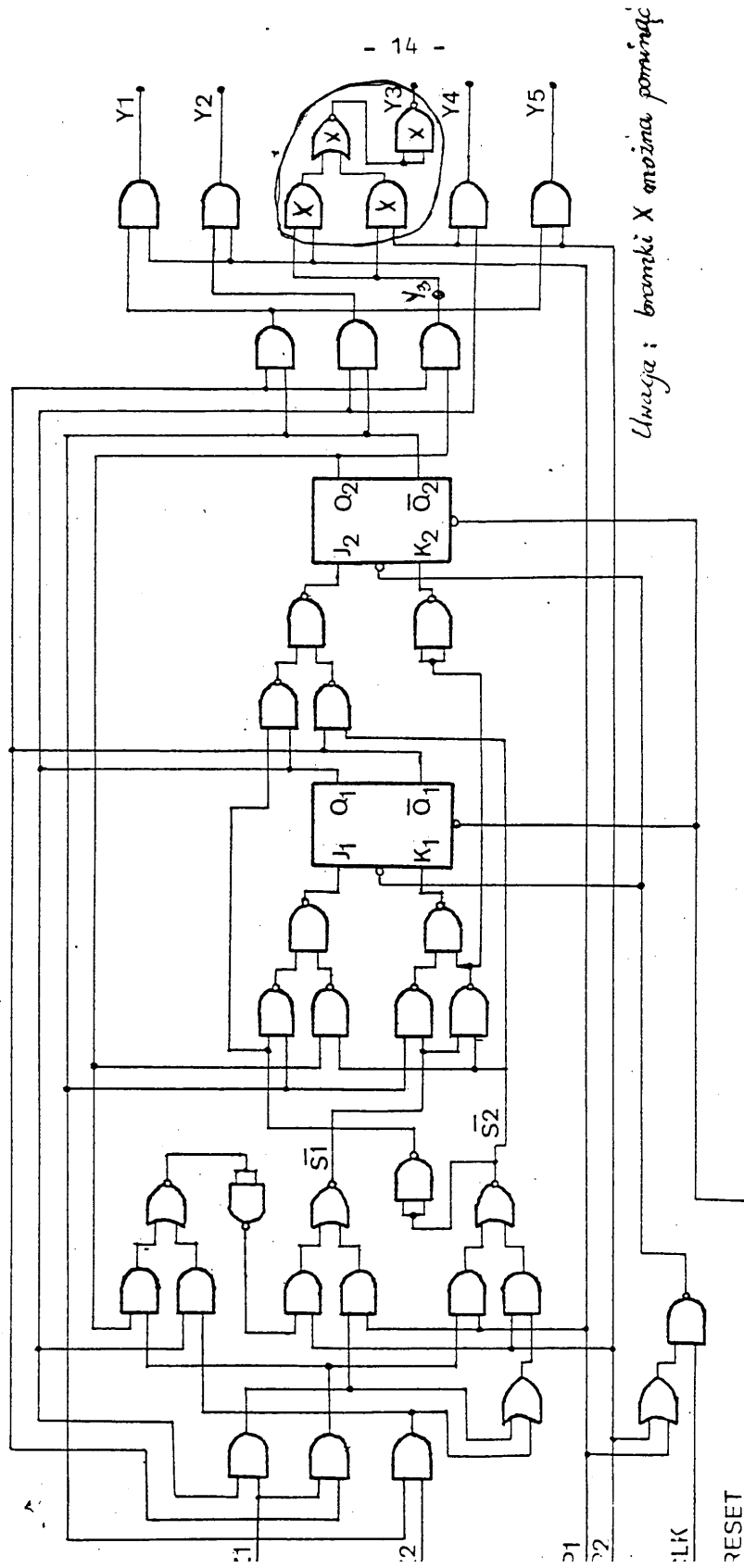
$$y_2 = p_1 Q_1 \bar{Q}_2$$

$$y_3 = p_1 \bar{Q}_1 Q_2 + p_2 \bar{Q}_1 Q_2$$

$$y_4 = p_2 Q_1$$

$$y_5 = p_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_2$$

Etapem końcowym ćwiczenia jest wykonanie dokumentacji z jego przebiegu. Program ćwiczenia może być wówczas rozszerzony i urozma-
i cony przez zastosowanie komputera, np. do sporządzania schematu
logicznego automatu przy wykorzystaniu istniejącego i dostępnego
oprogramowania.



Rys. 6. Schemat montażowy badanego automatu parametrycznego

W sprawozdaniu należy:

- Umieścić temat i cel ćwiczenia.
- Narysować schemat logiczny badanego automatu parametrycznego $\langle A \rangle$.
- Zostawić w tabelce wyniki testowania automatu parametrycznego przy wartości p_1 parametru p .
- Napisać wyrażenia G_1^{++} , d_1^{++} , G_1^+ oraz narysować graf G_1 odwzorowywanego automatu $\langle A_1 \rangle \in A^*$.
- Zestawić w tabelce wyniki testowania automatu parametrycznego przy wartości p_2 parametru p .
- Napisać wyrażenia G_2^{++} , d_2^{++} , G_2^+ oraz narysować graf G_2 automatu $\langle A_2 \rangle$ odwzorowywanego działaniem automatu parametrycznego przy wartości p_2 parametru p .
- Napisać wyrażenie G'^+ uzyskane w wyniku wykonania operacji $G_1^+ \oplus G_2^+$.
- Narysować na podstawie uzyskanego wyrażenia G'^+ graf zastępczy G' badanego automatu parametrycznego $\langle A \rangle$.
- Podać krótkie wnioski i ćwiczenia.

LITERATURA

- [1]. Bromirski J., Teoria automatów, WNT, Warszawa 1971.
- [2]. Kazimierczak J., System cybernetyczny, Wyd. Wiedza Powszechna /seria Omega/, Warszawa 1978.
- [3]. Kazimierczak J., Elementy syntezy formalnej systemów operacyjnych, Bibl. WASC, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1979.
- [4]. Kazimierczak J., Automaty rozgrywające parametryczne, Prace Naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej PWr, Monografie 1, Wyd. PWr, Wrocław 1974.
- [5]. Kazimierczak J., Kluska J., Kaczmarek A., "Podstawy teorii automatów - Laboratorium" Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1984.

Dodatek do instrukcji 206

1. Sposób kodowania stanów wewnętrznych b automatu zastępczego:

	Q1	Q2
b1	0	0
b2	0	1
b3	1	0
b4	1	1

2. Sposób kodowania sygnałów wejściowych s automatu zastępczego:

	S1	S2
s1	0	0
s2	0	1
s3	1	0
s4	1	1

3. Tablica prawdy dla funkcji wejść:

p1	p2	z1	z2	Q1	Q2	S1	S2
1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	1	0	0