
SYNTHESIS OF ASYNCHRONOUS SEQUENTIAL AUTOMATS OF STOCHASTIC SYSTEMS BY THE MATRIX METHOD AND MODIFIED METHOD SINTEZA E AUTOMATEVE SEKUENCIALE ASINKRONE TË SISTEMEVE STOKASTIKE ME METODËN MATRICORE DHE METODËN E MODIFIKUAR

SHABAN SHABANI, AVDYL BUNJAKU, SHKELZEN SHABANI
Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike, Universiteti i Prishtinës, Prishtinë, KOSOVË
Email: shaban_shabani@yahoo.com

AKTET IV, 3: 480 - 486, 2011

PERMBLEDHJE

Në këtë punim është përshkruar sinteza e automateve sekuenciale asinkrone të sistemeve stokastike përmes metodës *matricore* dhe metodës së *modifikuar*. Me këtë rast është bërë krahasimi i metodave të sipërpërmendura. Këto dy metoda luajnë rol të rëndësishëm te sinteza, si te automatet e sistemeve determinuese ashtu dhe te automatet stokastike. Përmes tyre gjenden klasët kompatible të gjendjeve të brendshme. Përmes një shembulli mjaft kompleks, të zgjidhur me secilën nga metodat e sipërpërmendura, është kryer sinteza e automatit sekuencial asinkron stokastik. Me këtë kemi vënë në pah përparësitë dhe dobësitë e secilës prej këtyre metodave.

Fjalët çelës: automatet sekuenciale, metoda matricore, metoda e modifikuar, sinteza, stokastike.

SUMMARY

In this paper, it is described the synthesis of asynchronous sequential automats of stochastic systems through matrix method and modified method. We also have done the comparison of above mentioned methods. These two methods play an important role in synthesis of automates of determining systems as well as stochastic automates. Though them one finds compatible classes of internal states. Through a complex example, solved by each above mentioned method, it is done the synthesis of asynchronous sequential stochastic automat. In this way we have showed the advantages and weakness of each method.

Key words: sequential automats, matrix method, modified method, synthesis, stochastic.

HYRJE

Metoda matricore është e përshtatshme për sintezën e sistemeve determinuese dhe stokastike. Sinteza komplete kryhet me anë të "matricës së gjendjeve" [1].

Paraqitja matematikore e metodës matricore:

$$[Y]=[M]\cdot[X] \quad (1.1)$$

ku:

[Y] – vektori i daljeve të sistemit

[X] – vektori i hyrjeve të sistemit

[M] – matrica e gjendjeve, e cila i përfshin informatat mbi sinjalet e daljes dhe të elementeve të memories.

Mënyra e paraqitjes së metodës matricore është bërë me sistemin e supozuar në formën e përgjithshme, me n -organe ekzekutuese (relacioni 1.2), e cila nxirret nga matrica primitive në të cilën përshkruhet automati fillestar.

Metoda e modifikuar është e përshtatshme për sintezën e sistemeve determinuese dhe stokastike.

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ \bar{Y}_1 \\ \vdots \\ Y_n \\ \bar{Y}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & \dots & m_{ij} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & m_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \bar{x}_1 \\ \vdots \\ x_n \\ \bar{x}_n \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

Kjo metodë sintezën e automateve sekuenciale asinkrone e bën nga përshkrimi fillestar i punës së automatit në matricën primitive, e cila në formë të përgjithshme është dhënë në tabelën 1.1:

b ⁿ	b ⁿ⁺¹ /d ⁿ	
	h ₁	h ₂
A	E/0	B/0
B	F/0	A/0
C	E/-	C/0
D	F/1	D/0
E	C/1	C/0
F	D/-	B/0

ku: bⁿ – gjendjet e automatit në kohën paraprake; bⁿ⁺¹ – gjendjet e automatit në gjendjen pasuese; d – madhësitë e daljes dhe h – madhësitë e hyrjes.

Tabela 1.1. Forma e përgjithshme e ngjarjeve në tabelën primitive.

Të dy metodat janë aplikuar në automate me medium pneumatik. Nën sistemi energjetiko-informativ është paraqitur në figurën 1.1.

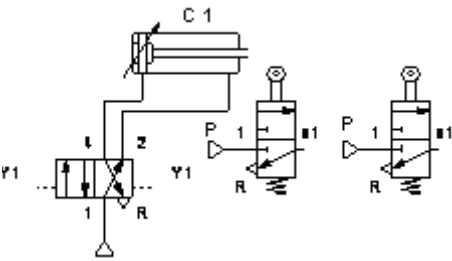


Figura 1.1. Nën sistemi energjetiko/informativ.

SINTEZA

Për ta paraqitur dallimin ndërmjet këtyre dy metodave për sintezën e automateve sekuenciale asinkrone stokastike po e zgjidhim një shembull karakteristik i cili e pasqyron punën e automateve sekuenciale asinkrone stokastike, të paraqitur në matricën primitive (tabela 1.2).

Sintezën do ta bëjmë ndaras, si me një rën ashtu edhe me metodën tjetër, për të ardhur deri te dallimi i tyre në zgjidhjen e automatit përfundimtar.

SINTEZA ME METODËN MATRICORE

Baza themelore e sintezës së automateve stokastike është matrica primitive (e thjeshtë) [2]. Gjendjet e automatit nga matrica primitive pasqyrohen në matricën e gjendjeve në secilën nga pjesët e daljeve. Gjendja me dalje Y_i shkruhet në gjysmën e epërme të i-së së pjesës së daljes, kurse gjendja me dalje \bar{Y}_i shkruhet në gjysmën e poshtme. Kështu përkufizohen rreshtat në të cilët shënohen gjendjet.

Për të hyrë më thellë në problematikën e sintezës me metodën matricore, do të shqyrtohet automati sekuencial stokastik i cili është dhënë në matricën primitive tabela 1.2. Pastaj nga matrica primitive e nxjerrim matricën e gjendjes, e cila është paraqitur në figurën 1.2. Fushat e matricës së gjendjes janë plotësuar me gjendjet e qëndrueshme të punës së automatit.

x_1x_2	00	01	11	10	Y ₁ Y ₂
1	1	-	2	3	00
2	1	4	2	-	00
3	1	-	5	3	00
4	-	4	2	6	10
5	1	-	5	3	00
6	1	-	-	6	01

Tabela 1.2. Matrica primitive e gjendjeve të automatit.

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ \bar{Y}_1 \\ Y_2 \\ \bar{Y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} & 4 & & \\ 1 & & 2 & 3 \\ & & 5 & 6 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Figura 1.2. Gjendjet e përkufizuara në matricën e gjendjeve.

Kolona e parë paraqet gjendjet e automatit, pra automati fillestar i ka gjashtë gjendje. Katër kolonat e tjera paraqesin gjendjet pasuese të automatit fillestar, ku gjendjet e qëndrueshme tregohen me numra të theksuar, kurse gjendjet kalimtare me numra të patheksuar. Kolona e fundit tregon daljet e automatit, i cili në këtë rast i ka dy ndryshore të daljes që njëkohësisht janë edhe të varura (Y_1 dhe Y_2). Rreshti i parë përfaqësohet me ndryshoret e pavarura (x_1 dhe x_2). Nga Tabela primitive ndërtohet Matrica e gjendjeve të automatit:

Sistemet me përbërshmëri të lartë, veç tjerash karakterizohen edhe me aktivizimin në veprim të disa organeve ekzekutive më tepër se një herë brenda një sekuence. Me këtë nënkuptojmë se i njëjti sinjal i hyrjes gjatë një sekuence i vë në veprim disa ngjarje të ndryshme. Prandaj, me qëllim të caktimit të ngjarjes së dëshiruar për hyrjen gjegjëse, nevojitet që sinjali hyrës të plotësohet me elementin memorues për ta mbajtur në kujtesë ngjarjen paraprake.

CAKTIMI I MEMORIEVE TË NEVOJSHME

Për ato gjendje të qëndrueshme që kanë hyrje të njëjtë dhe dalje të ndryshueshme gjatë intervalit të ndryshëm kohor, nevojitet të bëhet caktimi i elementeve të nevojshme memoruese. Kështu për t'i dalluar gjendjet e qëndrueshme 2 dhe 5 të cilat kanë hyrje të njëjtë (11) dhe dalje të ndryshueshme, si njërës ashtu edhe gjendjes tjetër i shoqërohen elemente memoruese. Të themi, se në momentin caktuar për gjendjen e qëndrueshme 2 elementi memorues duhet të jetë në pozitën-SET, ndërsa për gjendjen e qëndrueshme 5 i njëjti element memorues duhet të jetë në pozitën-RESET, pra këto dy gjendje do ta kenë kombinimin e njëkuptimtë ndërmjet hyrjes dhe gjendjes së elementit memorues. Prandaj, elementi memorues Z_{25} në Matricën e gjendjes (figura 1.2) vendoset pranë secilës ngjarje 2, ndërsa \bar{Z}_{25} vendoset pranë secilës ngjarje 5.

E njëjta gjë vlen edhe për gjendjet 3 dhe 6.

Hapi i fundit në sintezën e Matricës së gjendjes, është që elementet memoruese në mënyrë të

drejtë të vendosen nga veprimi-RESET në veprimin-SET. Me fjalë të tjera, elementi memorues Z_{ij} është në pozitën SET para gjendjes "i", dhe në pozitën RESET para gjendjes "j".

Me përkufizimin e elementeve memoruese plotësohet Matrica e gjendjeve. Kjo është paraqitur në figurën 1.3.

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ \bar{Y}_1 \\ Y_2 \\ \bar{Y}_2 \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \begin{array}{cc|cc} & & & \\ & 4 & & \\ \hline 1 & & Z_{25} & Z_{36} \\ & & \bar{Z}_{25} & \bar{Z}_{36} \\ \hline & & & \\ 1 & 4 & \bar{Z}_{25} & Z_{36} \end{array} \end{array} \begin{array}{c} x_1 \quad x_2 \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Figura 1.3. Matrica e gjendjeve me elementet memoruese.

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ \bar{Y}_1 \\ Y_2 \\ \bar{Y}_2 \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \begin{array}{cc|cc} 0 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 0 & Z_{25} & Z_{36} \\ & & \bar{Z}_{25} & \bar{Z}_{36} \\ \hline 0 & 0 & 0 & \bar{Z}_{36} \\ 1 & 1 & Z_{25} & Z_{36} \end{array} \end{array} \begin{array}{c} x_1 \quad x_2 \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Figura 1.4. Fushat e koduara me numrat binarë 1 dhe 0 në matricën e gjendjeve.

CAKTIMI I EKUACIONEVE PËR FUNKSIONET E DALJEVE DHE TË SHPËRNDARËSVE MEMORIKË

Qëllimi i sintezës është përcaktimi i sinjaleve të njëkuptimta për secilën gjendje të automatit, si dhe reduktimi i automatit fillestar në automatin minimal. Sinjalet e përcaktuara mund të përdoren: si sinjale për përfitimin e daljes, ose për të vënë në veprim/hequr nga veprimi elementet memorike, gjë që vlen edhe në sintezën e automateve determinuese. Të gjitha punët në matricën e gjendjes kryhen për t'i zgjidhur ekuacionet e nevojshme.

Matricën e gjendjeve e kodojmë me numra binarë 1 dhe 0, dhe me elemente memorike (figura 1.4).

Së pari, nga figura 1.4, i nxjerrim ekuacionet e elementeve memoruese (Z_{25} dhe Z_{36}) të paraqitura në tabelën 1.3:

Elementet memoruese	SET	RESET
Z_{25}	$\bar{x}_1\bar{x}_2$	\bar{x}_1x_2
Z_{36}	$x_1x_2z_{25}$	$x_1x_2\bar{z}_{25}$

Tabela 1.3. SET-imi dhe RESET-imi i elementeve memoruese

Pas disa transformimeve merren ekuacionet e funksioneve logjike të daljes (Y_1, \bar{Y}_1, Y_2 dhe \bar{Y}_2):

$$Y_1 = \bar{x}_1x_2; \quad \bar{Y}_1 = \bar{x}_2 + x_1; \quad Y_2 = x_1\bar{x}_2\bar{z}_{36}; \quad \bar{Y}_2 = \bar{x}_1 + x_2 + x_1\bar{x}_2z_{36}$$

Në vijim është paraqitur simulimi i sistemit dirigjues, sinteza e të cilit është bërë me metodën matricore (figura 1.5) [3, 4].

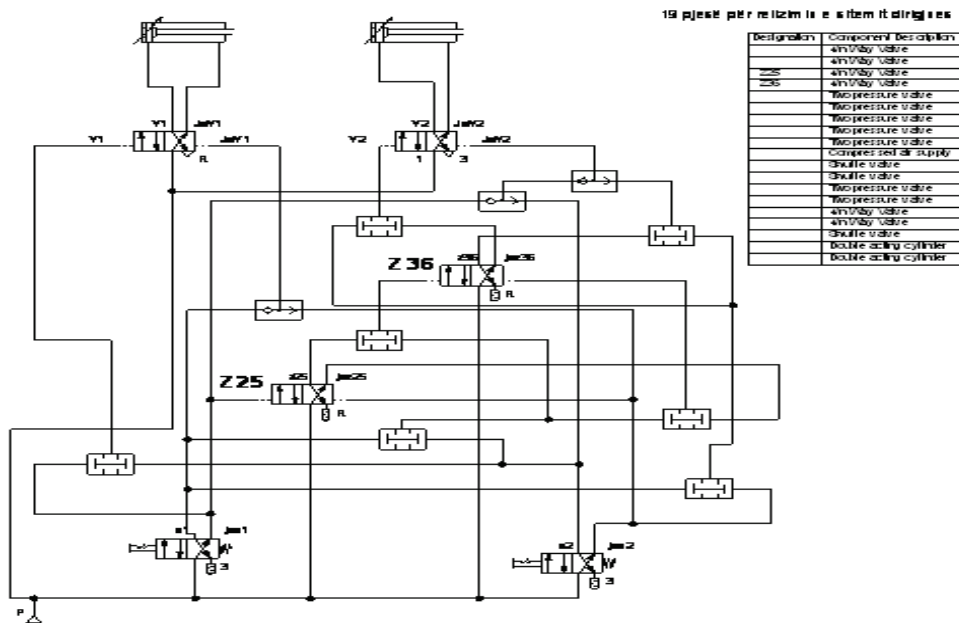


Figura 1.5. Simulimi i sistemit dirigjues.

SINTEZA ME METODËN E MODIFIKUAR

Matrica primitive (tabela 1.2) ndërtohet ashtu që në një rresht paraqitet një dhe vetëm një gjendje e qëndrueshme, dhe së paku një gjendje jo e qëndrueshme, gjë që varet nga natyra e automatit (determinues ose stokastik). Gjendja e qëndrueshme që emërtohet me numër rendor theksohet dhe shkruhet në kolonën që rrjedh nga sekuenca e saj (të ndryshoreve primare të pavarura) [2]. Pasi që hyrjet pasqyrohen në dalje të shumëkuptimshme, gjë që është karakteristika themelore e automateve sekuenciale stokastike, dhe meqë ndërrimi i gjendjes së qëndrueshme paraprihet nga gjendja jo e qëndrueshme,

atëherë gjendja jo e qëndrueshme shkruhet në kolonën e njëjtë të gjendjes së ardhshme përkatëse të qëndrueshme dhe në rreshtin e gjendjes së qëndrueshme paraprake. Këto ndërrime të gjendjeve të brendshme të automatit bëhen nën veprimin e hyrjeve të ndryshoreve primare. Meqë, nëpërmjet gjendjeve jo të qëndrueshme kalohet nga një gjendje e qëndrueshme në një e më shumë gjendje të ardhshme të qëndrueshme, atëherë numri gjegjës i gjendjeve të qëndrueshme shkruhet në rreshtin e njëjtë të gjendjes paraprake të qëndrueshme. Kjo është karakteristikë e automateve stokastike. Emërtimi

i gjendjes jo të qëndrueshme është i njëjtë me gjendjen e ardhshme të qëndrueshme. Sinteza e shembullit të njëjtë do të fillojë nga Matrica primitive, tabela 1.2.

MËNYRA E PËRMBLEDHJES DHE MATRICA E REDUKTUAR

Rregullat për përmbledhjen e rreshtave të matricës primitive mund të paraqiten në këtë mënyrë:

1. Dy rreshta mund të përmbliidhen në një rresht nëse në ato kolona gjendet:
 - 1.1 - numri i njëjtë i gjendjeve, i rrethuar apo jo i rrethuar,
 - 1.2 - numri i theksuar ose jo i theksuar me fushën e lirë,
 - 1.3 - fushat e lira (elementet pa numra).
2. Rreshtat e përmbledhur në një rresht që e plotësojnë rregullën 1, rezultojnë në:
 - 2.1 - numrin e theksuar **rregulla e të vjetërit**, nëse është përmbledhur numri i theksuar ose jo i theksuar (gjendja e qëndrueshme ose jo e qëndrueshme).
 - 2.2 - numrin e theksuar, nëse përmbliidhet numri i theksuar me fushën e zbrazët,
 - 2.3 - numrin jo të theksuar, nëse përmbliidhet numri jo i theksuar me fushën e zbrazët,
 - 2.4 - fushën e zbrazët, nëse përmbliidhen dy fusha të zbrazëta.

3. Numri i rreshtave të matricës së reduktuar medoemos duhet të ketë peshën 2^i , e nëse nuk e ka, atëherë duhet të bëhet pseudoreduktimi i numrit të rreshtave.

4. Për reduktimin e rreshtave të matricës primitive veprohet si vijon: secili rresht krahasohet me secilin rresht, si vijon:

- rreshti i parë krahasohet me rreshtin e dytë deri në rreshtin e fundit (n),
- rreshti i dytë krahasohet prej rreshtit të tretë deri te i fundit (n),
- rreshti $n - 1$ krahasohet me rreshtin e fundit (n).

Rregullat e treguara më lart për përmbledhje paraqesin raportin ndërmjet dy rreshtave (figura 1.6).

Duke i respektuar rregullat e përmendura më lart i fitojmë implikantet esenciale, prej të cilave e ndërtojmë grafën e automatit (figura 1.7)

①	2	3	-
1	②	-	-

①	②	3	-
---	---	---	---

Figura 1.6. Shtruarja e rregullave të minimizimit.

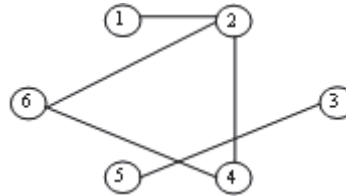


Figura 1.7. Paraqitja në grafe e gjendjeve kompatible.

Implikantet esenciale mund të jenë: 1,2; 4,6; 3,5 ose 1; 2,4,6; 3,5. Mirëpo grupi i dytë i implikanteve na jep zgjidhjen më optimale. Kjo zgjidhje shihet në Matricën e reduktuar, figura 1.8.

1	-	2	3
1	4	2	6
1	-	5	3

Figura 1.8. Matrica e reduktuar.

Meqë Matrica e reduktuar (figura 1.8) nuk e plotëson rregullën kryesore sipas së cilës numri i rreshtave duhet të jetë 2^i për $i = 0, 1, 2, \dots, n$, është marrë Matrica e reduktuar e cila duhet t'i ketë 4 rreshta (figura 1.9):

		x ₁		
		x ₂		
	1	-	1	1
1		4	2	6
1		-	5	3
	-	-	-	-

Figura 1.9. Matrica e zgjeruar e reduktuar.

Meqë radhitja e tillë e implikanteve esenciale prodhon çrregullime të sekuencave, lajmërohet ndërrimi i vlerave binare të dy ndryshoreve

sekondare. Në këtë rast nga kalimi prej gjendjes së qëndrueshme 5 ose 3 në gjendjen e qëndrueshme 1 bëhet ndërrimi i ndryshoreve sekondare z_1 dhe z_2 ; do të jetë $11 \rightarrow 00$, çka nuk e lejojnë rregullat e sintezës. Prandaj, pas rregullimit Matrica e reduktuar kalon në Tabelën Operative, figura 1.10.

		x_1			
				x_2	
z_1	z_2	1	-	1	1
		1	-	5	3
		-	-	-	-
		1	4	2	6

Figura 1.10. Matrica (tabela) operative.

Duke i koduar gjendjet e qëndrueshme dhe jo të qëndrueshme me numrat binarë 1 dhe 0 në Tabelën Operative nxjerrim ekuacionet e ndryshoreve sekondare dhe ekuacionet logjike të daljeve.

Prandaj, pas rregullimit Matrica e reduktuar quhet Tabelë Operative, figura 1.10.

EKUACIONET E NDRYSHOREVE SEKONDARE DHE TË DALJEVE

Nga Tabelat operative të koduara nxjerrim funksionet e ndryshoreve Z_i dhe Y_i , figura 1.11. Nga figura 1.11 b,c,d,e), nxjerrim ekuacionet e Z_i dhe Y_i :

Katrorët me vija të plota: $Z_1 = x_2\bar{z}_2 + x_1z_1$;

Katrorët me vija të ndërprera:

$$\bar{Z}_1 = \bar{x}_2(\bar{z}_1 + \bar{x}_1) + z_2;$$

Katrorët me vija të plota: $Z_2 = x_1(z_2 + \bar{x}_2\bar{z}_1)$;

Katrorët me vija të ndërprera:

$$\bar{Z}_2 = \bar{x}_1 + z_1 + x_2\bar{z}_2$$

Katrorët me vija të plota: $Y_1 = \bar{x}_1x_2$;

Katrorët me vija të ndërprera: $\bar{Y}_1 = x_1 + \bar{x}_2$;

Katrorët me vija të plota: $Y_2 = x_1\bar{x}_2z_1$;

Katrorët me vija të ndërprera: $\bar{Y}_2 = \bar{x}_1 + \bar{z}_1 + x_2$

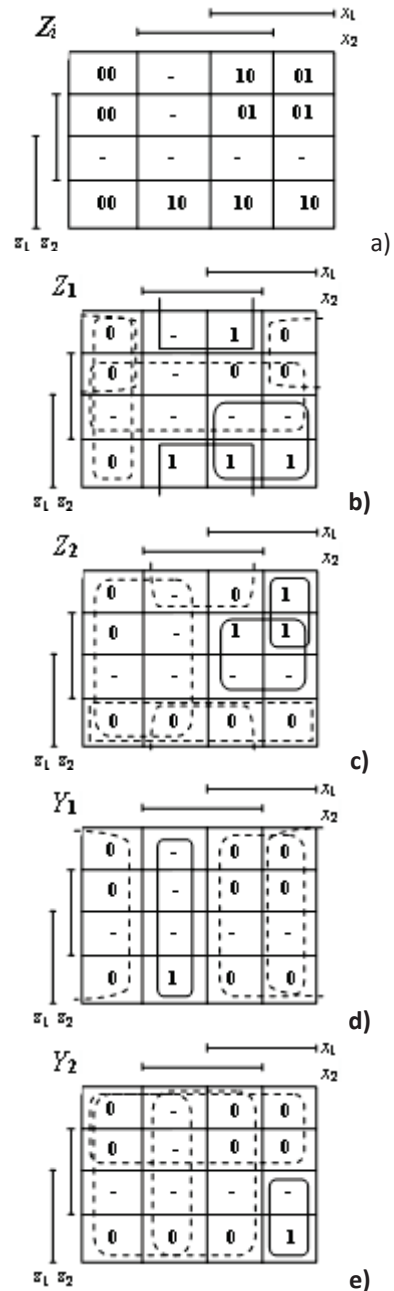


Figura 1.11. a, b, c, d, e). Tabelat operative të ndryshoreve sekondare dhe të ndryshoreve të daljes.

Në figurën 1.12 është paraqitur realizimi me metodën e modifikuar [3, 4].

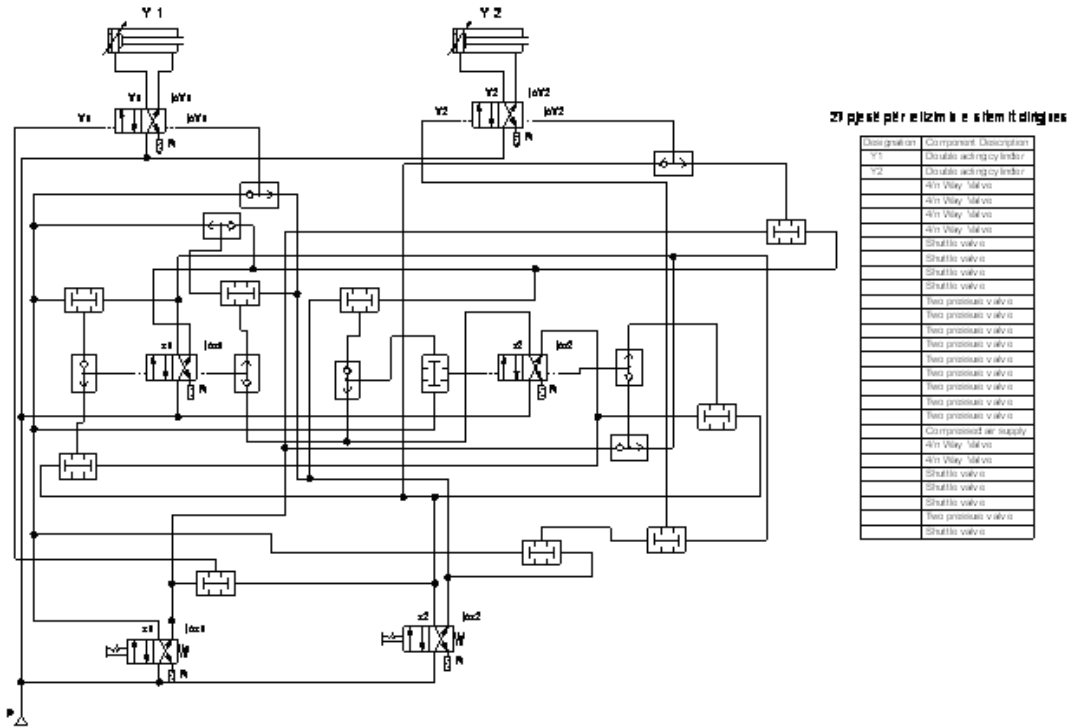


Figura 1.12. Skema dirigjuese me metodën e modifikuar.

PËRFUNDIM

Metoda matricore është e zbatueshme për sintezën e automateve determinuese dhe stokastike dhe është e përshtatshme për përshkrimin e punës së automateve dhe për projektim me anë të kompjuterit. Sintezja është e zhvilluar në formatin matricor. Procedura e sintezës është mjaft rigorozë, me zgjidhje afër minimale sa i përket numrit të komponentëve për realizimin e sistemit. Te sinteza manuale e sistemeve komplekse mund të mbeten gabime të shumta, prandaj preferohet që kjo punë të kryhet me anë të kompjuterit.

Në metodën e modifikuar janë dhënë zgjidhjet e mundshme për eliminimin e çrregullimeve të sekuencave dhe të vazhdimësisë, duke fituar rezultatin minimal. Në metodë nuk jepen udhëzimet për rastin kur gjendja e ardhshme e brendshme gjendet në dy ose më tepër grupe të thjeshta kompatible (të pajtueshme).

Duke u bazuar në rezultatin e arritur përmes shembullit që shqyrtuam, nëse merret parasysh

numri i elementeve për realizimin praktik, më e volitshme rezultoi metoda Matricore, ndërsa përparësi e metodës së Modifikuar është fakti se përmes saj gjatë kohës së sintezës eliminohen çrregullimet e vazhdimësisë së sekuencave.

LITERATURA

1. Woods, R.L., The state matrix method for the synthesis of digital logic systems, Ms Report, Oklahomas State University, Oklahoma,1970, (pp. 7-46).
2. Shabani, Sh., Kontribut për zgjedhjen optimale të automateve digjitale asinkrone pneumatike dhe teknologjinë drejtuese me projektim kompjuterik, disertacion i doktoratës, Prishtinë, 1995.
3. FESTO, Lernsystem Automatisierung und Technik, Pneumatik Arbeitsbuch Aufbaustufe, Denckendorf, 2002.
4. FESTO DIDACTIC, FluidSim_3.6p, DEMO..