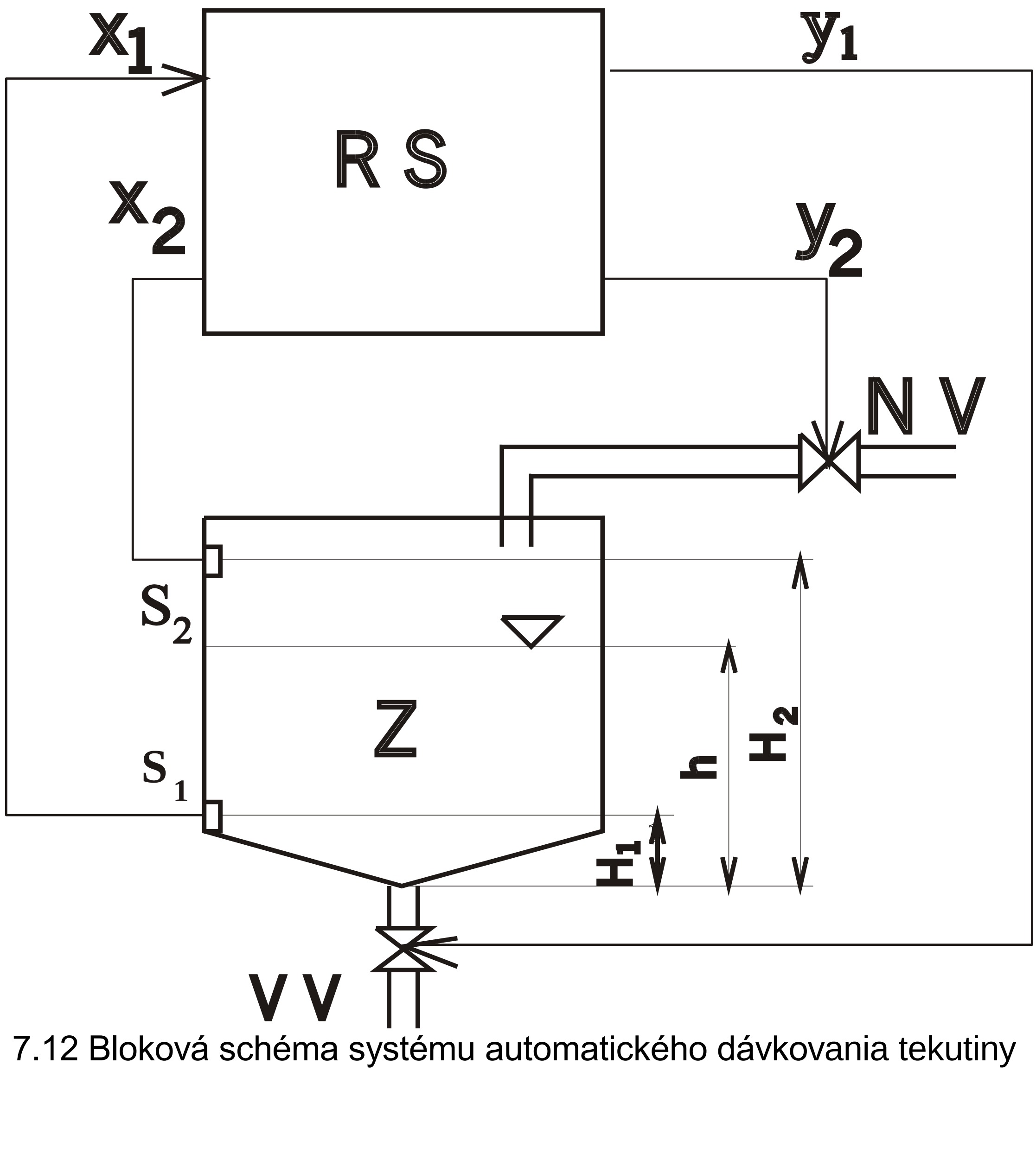
7.1 ABSRAKTNÁ SYNTÉZA

- zostavenie konečného automatu zodpovedajúceho systému, ktorého činnosť je zadaná

popisom činnosti v bežnom hovorovom jazyku,
v niektorom formálnom matematickom jazyku,
časovými priebehmi vstupných a výstupných premenných alebo
vzťahmi medzi vstupnými a výstupnými slovami.

Výsledok tejto etapy je daný obyčajne tabuľkou prechodov a výstupov resp. grafom prechodov a výstupov.



Obr. 7.12 Bloková schéma systému automatického dávkovania tekutiny

. Ak je dávkovací zásobník prázdny (**$h < H_1$** a zrejme aj **$h < H_2$**), systém vydáva signály **$y_1 = 0$** pre zatvorenie vypúšťacieho ventilu (**VV**) a **$y_2 = 1$** pre otvorenie napúšťacieho ventilu (**NV**) - nastáva plnenie zásobníka. Aj keď hladina v zásobníku prekročí minimálnu hodnotu **H_1**, ale nedosiahne hodnotu **H_2** (**$h \geq H_1$, $h < H_2$**) pokračuje sa v plnení zásobníka. Až keď hladina v zásobníku dosiahne hodnotu **H_2** (**$h \geq H_2$** a zrejme aj **$h \geq H_1$**), systém vydáva signál pre zatvorenie napúšťacieho a otvorenie vypúšťacieho ventilu a nastáva vyprázdňovanie zásobníka. Pri poklese pod **H_1** (**$h < H_2$, $h \geq H_1$**) sa pokračuje vo vyprázdňovaní zásobníka, kým hladina **h** nepoklesne pod **H_1**. Vtedy sa opäť uzatvorí vypúšťací ventil a otvorí sa napúšťací ventil a proces sa opakuje.

Množina vstupných stavov (stavov hladiny) je daná kombináciami hodnôt vstupných premenných **x_1, x_2** definovaných následovne

$x_i = 0$ ak $h < H_i$

$x_i = 1$ ak $h \geq H_i$

Vyjadrenie vstupných stavov prostredníctvom kombinácie hodnôt vstupných premenných je uvedené v tab. 7.8a. Priradenie kombinácie hodnôt premenných jednotlivým stavom sa nazýva kódovanie.

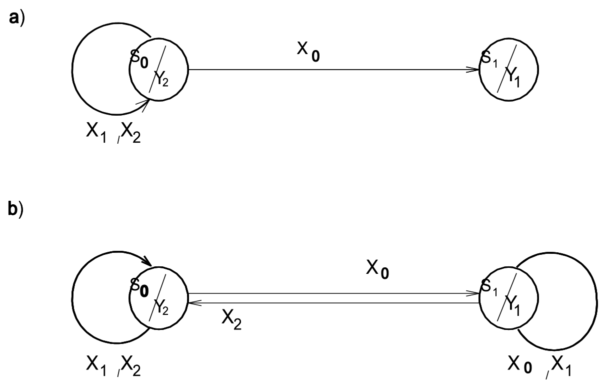
Tab.7.8a. Vyjadrenie vstupných stavov prostredníctvom hodnôt vstupných premenných

Symbol	Význam	x_1	x_2
X_0	zásobník je prázdny	0	0
X_1	zásobník je poloprázdny	1	0
X_2	zásobník je plný	1	1

Tab. 7.8b. Vyjadrenie výstupných stavov prostredníctvom kombinácie hodnôt výstupných premenných

Symbol	Význam	y_1	y_2
Y_0	plnenie zásobníka	0	1
Y_1	vyprázdňovanie zásobníka	1	0

Postup abstraktnej syntézy automatu je následovný. Ku každému stavu **S_i**, ktorý treba v priebehu syntézy zaviesť, stanovujeme nasledujúce stavy pre všetky vstupy. Pritom treba uvážiť, či niektorým z týchto nasledujúcich stavov nemôže byť stav z množiny už vytvorených stavov. Ak nie, zavedie sa nový stav **S_j**.



Obr. 7.13 Postup vytvárania grafu prechodov asynchrónneho systému

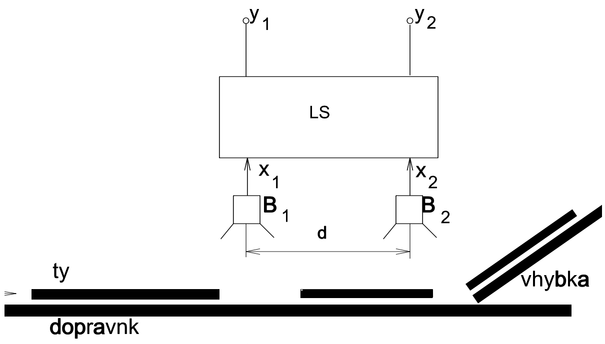
Stav **S_0** je po každej vstupnej postupnosti, po ktorej je vyprazdňovanie zásobníka**.** Stav **S_1** je po každej vstupnej postupnosti, po ktorej je plnenie zásobníka**.**

Pre automat typu Moore priradíme výstupy jednotlivým stavom. Pre automat typu Mealy priradíme príslušné výstupy jednotlivým prechodom. Proces syntézy sa končí, ak netreba zaviesť žiaden nový stav.

Tab. 7.9. Tabuľka prechodov a výstupov riadiaceho systému

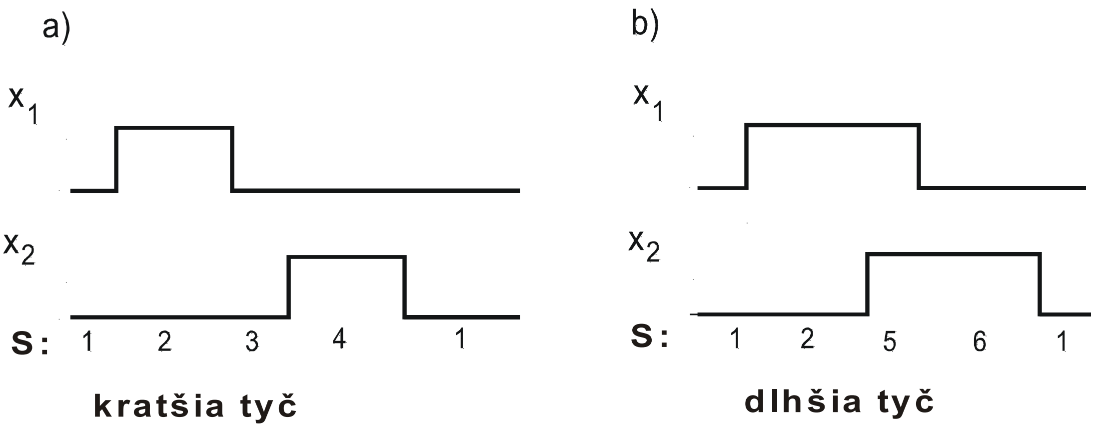
X(t) / S(t)	X_0	X_1	X_2	Y(t)
S_0	S_1	S_0	S_0	Y_2
S_1	S_1	S_1	S_0	Y_1

Vo výrobe produkujú kovové tyče s dĺžkami **d + Δ** a **d - Δ**. Tieto tyče treba deliť podľa dĺžky. Za týmto účelom sa tyče posúvajú po dopravníku a prechádzajú fotobunkami $\mathbf{B_1}$ a $\mathbf{B_2}$ (obr. 7.14). Vzdialenosť medzi $\mathbf{B_1}$ a $\mathbf{B_2}$ je práve **d** a vzdialenosť tyčí na dopravníku je väčšia ako **d**. Napravo od $\mathbf{B_2}$ je výhybka. Výhybka sa má nastaviť do pracovnej polohy, keď pod fotobunkami prešla kratšia tyč. V tejto polohe sa vytrieďujú kratšie tyče.



Obr. 7.14 Bloková schéma obvodu pre triedenie tyčí

Premenná $\mathbf{x_i}$ má hodnotu **1** iba vtedy, ak je prerušený svetelný tok (tyčou) pre fotobunku $\mathbf{B_i}$.
Výhybka sa nastaví do pracovnej polohy, ak $\mathbf{y_1 = 1}$.
Premenná $\mathbf{y_2}$ svojou hodnotou **1** signalizuje prechod dlhšej tyče.



Obr. 7.15 Diagram zmien premenných triediaceho systému z obr. 7.14

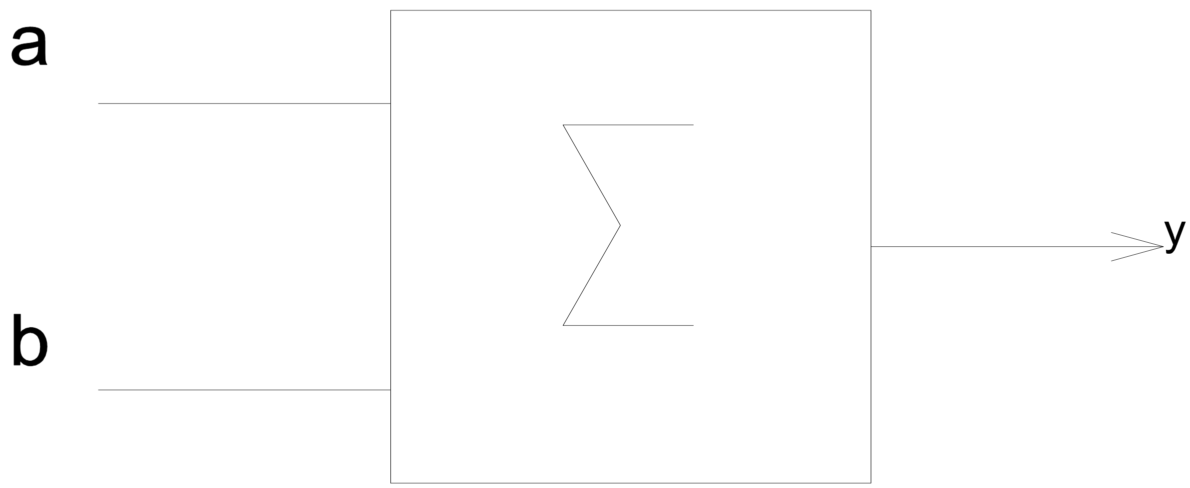
Prechodovú funkciu netreba definovať pre tie dvojice stav-výstup, ktoré sa nemôžu vyskytnúť.

Pri voľbe Moorovho automatu treba výstup **01** priradiť stavu **3** a výstup **10** stavu **5**. Pri ostatných stavoch ostáva výstup **00**.

V prechodovej tabuľke výsledného Moorovho neúplne určeného automatu (tab. 7.10) možno presvedčiť, že stavy **1, 4, 6** sa môžu zlúčiť do jedného stavu.

Tab. 7.10. Prechodová tabuľka neúplne určeného automatu typu Moore

X(t) S(t)	00	10	11	01	y_1	y_2
1	**1**	2	-	-	0	0
2	3	**2**	5	-	0	0
3	**3**	-	-	4	0	1
4	1	-	-	**4**	0	0
5	-	-	**5**	6	1	0
6	1	-	-	**6**	0	0



Obr. 7.16 Bloková schéma sériovej sčítačky

A 0 0 1 1 1 1 0 0
B 0 1 0 1 1 0 1 0

Y 1 0 0 1 0 1 1 0

P 0 1 1 1 1 0 0 0

Y predstavuje súčet **A + B** a **P** prenos do vyššieho rádu.

$X = \{X_0, X_1, X_2, X_3\}$, kde **$X_0 = 00$**, **$X_1 = 01$**, **$X_2 = 10$**, **$X_3 = 11$**

$Y = \{0, 1\}$.

S_0 - "prenos je nulový". **S_1** - prenos rovný 1.

Tab. 7.11. Tabuľka prechodov a výstupov sériovej sčítačky

X(t) / S(t)	X_0	X_1	X_2	X_3	X_0	X_1	X_2	X_3
S_0	S_0	S_0	S_0	S_1	0	1	1	0
S_1	S_0	S_1	S_1	S_1	1	0	0	1
	S (t + 1)				Y (t)			

Ak by sme chceli vyjadriť sériovú sčítačku ako automat typu Moore, museli by sme zväčšiť počet vnútorných stavov.

Derivácie udalosti R nad **X** podľa slova **U**$\in$**X***

-udalosť nad **X**, ktorá vyberá z **R** len slová obsahujúce začiatočný úsek **U** a tento začiatočný úsek **U** z nich vypúšťa

$$\frac{\partial R}{\partial U} = \{\ Z\ |UZ\ \in R\ \} \tag{7.7}$$

Napr. pre **R = 101 + 1101 + 10010 + 11111 a U = 10**

$$\frac{\partial R}{\partial U} = 1 + 010$$

a podobne

$$\frac{\partial R}{\partial (11)} = 01 + 111, \quad \frac{\partial R}{\partial (101)} = \Lambda, \quad \frac{\partial R}{\partial 0} = \varnothing$$

Pre výpočet derivácie udalosti platia nasledujúce vzťahy

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial U} = \frac{\partial \varnothing}{\partial U} = \varnothing$$ pre ľubovoľnú udalosť U$\in$X* (7.8)

$$\frac{\partial a}{\partial a'} = \{\ \lambda,\ ak\ a = a' \varnothing,\ ak\ a \neq a'$$ pre ľubovoľné a, a' $\in$ X (7.9)

$$\frac{\partial (P\ \cup Q)}{\partial U} = \frac{\partial P}{\partial U} \cup \frac{\partial Q}{\partial U}$$ pre ľubovoľné P, Q, U $\in$ X* (7.10)

$$\frac{\partial (P\ .Q)}{\partial U} = \frac{\partial P}{\partial U}.Q \cup k(P). \frac{\partial Q}{\partial U}$$

$$k(P)\ = \{\ \lambda,\ ak\ \ \Lambda \in P \varnothing,\ ak\ \ \Lambda \notin P \tag{7.11}$$

$$\frac{\partial\ R^*}{\partial U} = \frac{\partial R}{\partial U} \cdot R^* \tag{7.12}$$

$$\frac{\partial R}{\partial (U.V)} = \frac{\partial}{\partial V}\left(\frac{\partial R}{\partial U} \right)$$ pre ľubovoľné U, V $\in$X* (7.13)

Postup abstraktnej syntézy:

1. Pre danú regulárnu udalosť **R** sa nájdu všetky rôzne derivácie udalosti **R** podľa všetkých slov **U**∈**X***, t.j. zostaví sa množina

$$D = \{ \frac{\partial R}{\partial U} \mid U \in X^* \} \qquad (7.14)$$

2. Ku každej derivácii z **D** sa priradí jeden stav automatu **A**. Derivácii $\frac{\partial R}{\partial \Lambda} = R$ sa priradí počiatočný stav S0.

3. Zostaví sa množina **K** koncových stavov automatu **A,** $K = \{ \frac{\partial R}{\partial U} \mid \lambda \in \frac{\partial R}{\partial U} \}$.

4. Prechodová funkcia **δ** automatu **A** sa určí takto:

Ak

$$\frac{\partial R}{\partial (V.\ X_p)} = \frac{\partial R}{\partial U} \ \ pre\ U, V \in X^*\ a\ X_p \in X\ \ a\ ak\ \frac{\partial R}{\partial V} = S_i\ a\ \frac{\partial R}{\partial U} = S_j\ ,$$

potom **δ(S_i, X_p) = S_j.**

5. Výstupná funkcia **λ** sa zostaví takto:

pri automate typu Mealy **λ(S_i, X_p) = 1, ak δ(S_i, X_p)** ∈ **K**;

pri automate typu Moore **λ(S_i) = 1, ak S_i** ∈ **K.**

Pri praktickom riešení namiesto hľadania derivácií R podľa všetkých slov **U** ∈ **X***, postupne zderivujeme udalosť **R** a z nej získané derivácie podľa všetkých symbolov **X_p** ∈ **X.** Takto sa postupuje dovtedy, kým sa objavujú odlišné derivácie.

Abstraktná syntéza obvodu, ktorý na výstupe **y** generuje hodnotu **1** práve vtedy, ak vstupné slovo zo začiatočného stavu je zakončené koncovkou **1101**.

Regulárna udalosť, ktorú má rozpoznať automat svojím výstupom **y**, môžeme vyjadriť regulárnym výrazom $\mathbf{R_y = \{0 \cup 1\}.1101}$.
Prvá časť $\mathbf{\{0 \cup 1\}}$ uvedeného regulárneho výrazu predstavuje univerzálnu udalosť nad **X**, t.j. ľubovoľnú postupnosť symbolov **0** resp. **1**.
Druhá časť regulárneho výrazu predstavuje koncovku **1101**.

Podľa kroku **1** uvedeného postupu vytvárame množinu **D** derivácií udalosti $\mathbf{R_y}$.

Najprv derivácii $\frac{\partial R_y}{\partial \Lambda} = R_y$ priradíme začiatočný stav $\mathbf{s_0}$. Potom derivujeme $\mathbf{R_y}$ podľa vstupov **0 a 1.**

$$\frac{\partial R_y}{\partial 0} = \frac{\partial\{0 \cup 1\}}{\partial 0}.1101 \cup \Lambda.\frac{\partial(1101)}{\partial 0} = \frac{\partial(0 \cup 1)}{\partial 0}.\{0 \cup 1\}.1101 \cup \Lambda.\varnothing =$$

$$= (1 \cup 0)\{0 \cup 1\}.1101 = R_y$$

$$\frac{\partial R_y}{\partial 1} = \frac{\partial\{0 \cup 1\}}{\partial 1}.1101 \cup \Lambda.\frac{\partial(1101)}{\partial 1} = \frac{\partial(0 \cup 1)}{\partial 1}.\{0 \cup 1\}.1101 \cup \Lambda.101 =$$

$$= Ry \cup 101 = R_1$$

Odlišnej derivácii $\mathbf{R_1}$ priradíme stav $\mathbf{S_1}$ a pokračujeme v derivovaní

$$\frac{\partial R_1}{\partial 0} = \frac{\partial R_y}{\partial 0} \cup \frac{\partial(101)}{\partial 0} = R_y \cup \varnothing = R_y$$

$$\frac{\partial R_1}{\partial 1} = \frac{\partial R_y}{\partial 1} \cup \frac{\partial(101)}{\partial 1} = R_1 \cup 01 = R_2 \rightarrow S_2$$

$$\frac{\partial R_2}{\partial 0} = \frac{\partial R_1}{\partial 0} \cup \frac{\partial (01)}{\partial 0} = R_y \cup 1 = R_3 \rightarrow S_3$$

$$\frac{\partial R_2}{\partial 1} = \frac{\partial R_1}{\partial 1} \cup \frac{\partial (01)}{\partial 1} = R_2$$

$$\frac{\partial R_3}{\partial 0} = \frac{\partial R_y}{\partial 0} \cup \frac{\partial (1)}{\partial 0} = R_y$$

$$\frac{\partial R_3}{\partial 1} = \frac{\partial R_y}{\partial 1} \cup \frac{\partial (1)}{\partial 1} = R_1 \cup \Lambda = R_4 \rightarrow S_4$$

$$\frac{\partial R_4}{\partial 0} = \frac{\partial R_1}{\partial 0} \cup \frac{\partial \Lambda}{\partial 0} = R_y \cup \varnothing = R_y$$

$$\frac{\partial R_4}{\partial 1} = \frac{\partial R_1}{\partial 1} \cup \frac{\partial \Lambda}{\partial 1} = R_2 \cup \varnothing = R_2$$

určíme množinu koncových stavov **K = {S_4}.**

iba udalosť **R_4** obsahuje prázdne slovo **λ**.

Podľa kroku 4 určíme prechodovú funkciu $\delta(S_0, 0) = S_0$, pretože $\frac{\partial R_y}{\partial 0} = R_y$.

Podľa kroku 5 iba **$\lambda(S_3, 1) = 1$**, lebo iba **$\delta(S_3, 1) \in K$.** V ostatných prípadoch výstupná funkcia nadobúda hodnotu **0** (tab. 7. 12b).

Tab. 7.12a Tabuľka prechodov

X(t) \ S(t)	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
0	0	0	3	0	0
1	1	2	2	4	2

Tab. 7. 12b Tabuľka výstupov

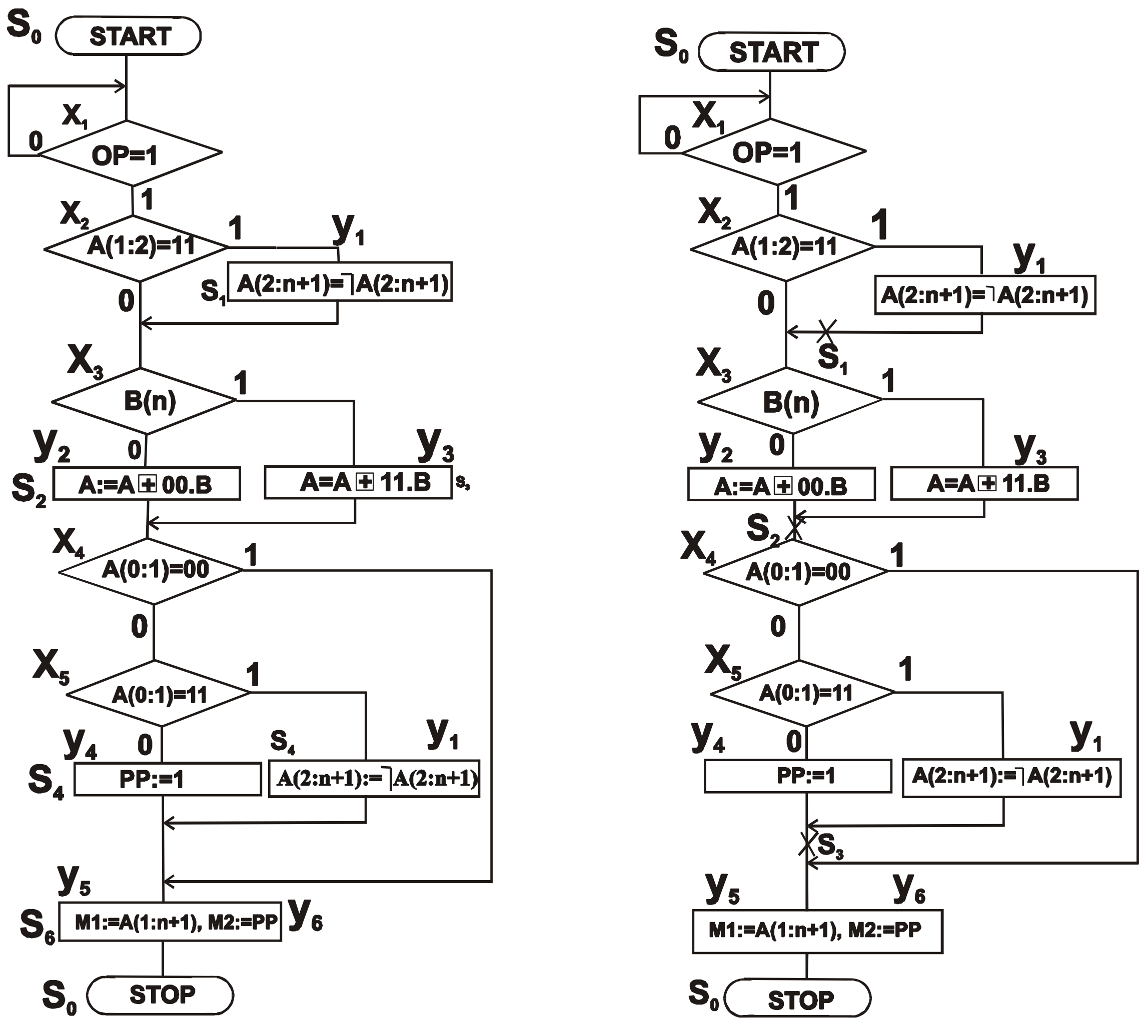
X(t) \ S(t)	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0

Ak je činnosť sekvenčného logického systému zadaná vývojovým diagramom algoritmu riadenia, konečný automat určíme tak, že:

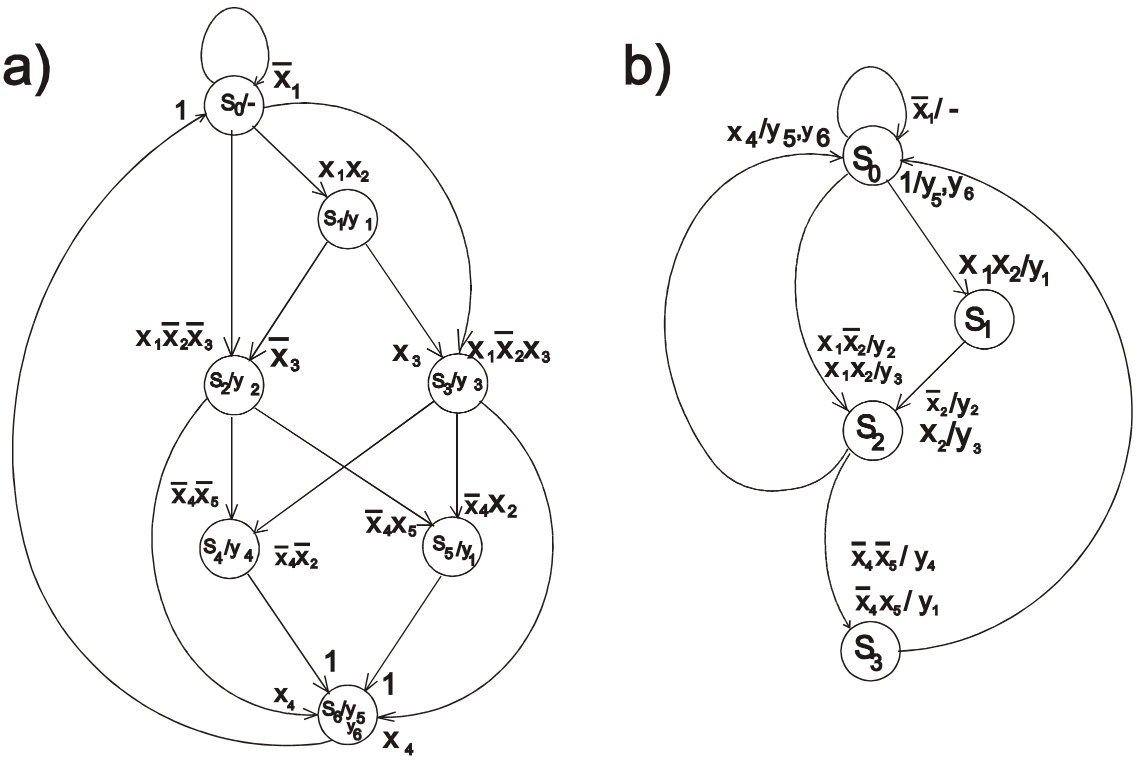
a) logické podmienky uvedené v rozhodovacích vrcholoch stotožníme so vstupnými premennými automatu;

b) akcie uvedené v operačných vrcholoch, resp. signály, ktoré ich aktivujú stotožníme s výstupnými premennými automatu;

c) vnútorné stavy priradíme operačným vrcholom pre automat typu Moore resp. vstupom vrcholov, ktoré nasledujú za operačnými vrcholmi, pre automat typu Mealy. Počiatočnému vrcholu START a koncovému vrcholu STOP priradíme jeden východiskový stav **S_0** jak v prípade automatu Moore tak i v prípade automatu typu Mealy. Prechodová a výstupná funkcia je určená samotným vývojovým diagramom.



Obr. 7.17 Vývojový diagram sčítania v inverznom kóde s vyznačenými stavmi automatu typu Moore (a) a automatu typu Mealy (b)



Obr. 7.18 Graf prechodov automatu typu Moore (a)
a automatu typu Mealy (b)