



Digitalna vezja UL, FRI



Vaja 11, Avtomati

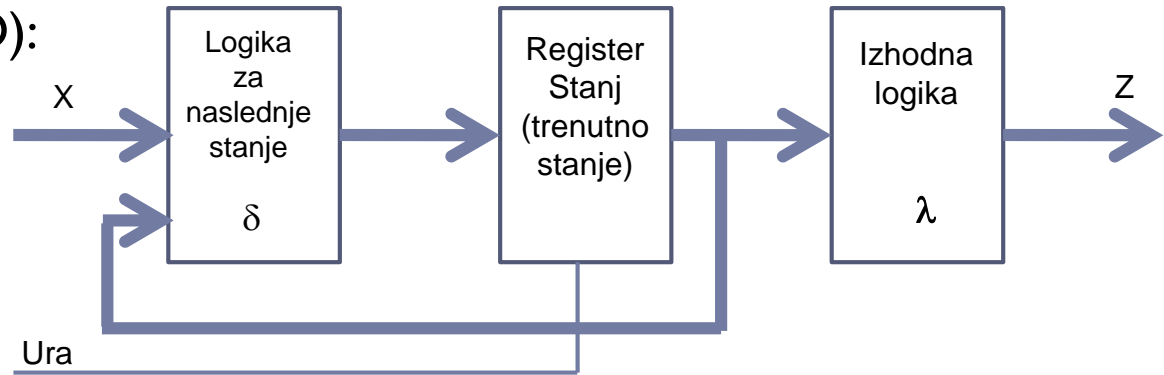
Avtomat – Končni stroj stanj

FSM (Finite state machine): $A = \{X, S, Z, \delta, \lambda\}$

Moorov avtomat (MO):

$$\delta: X \times S \rightarrow S$$

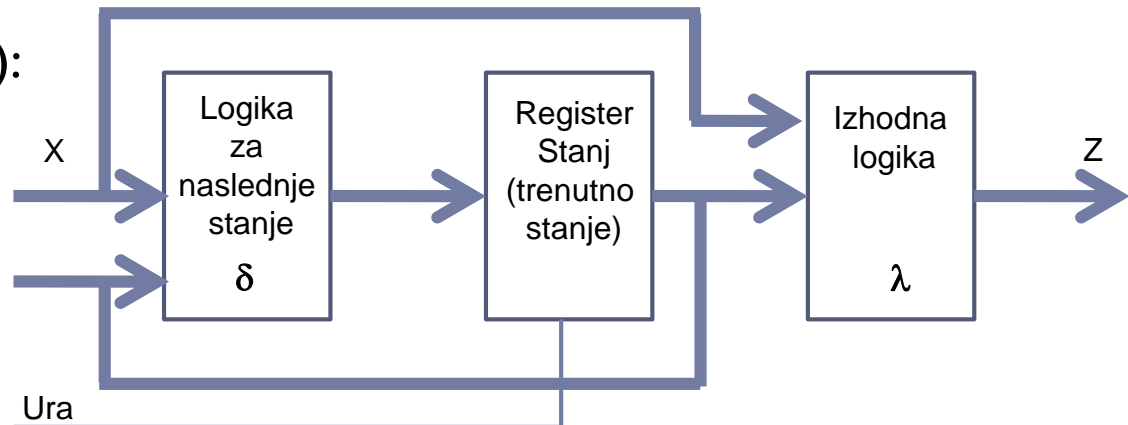
$$\lambda: S \rightarrow Z$$



Mealyjev avtomat (ME):

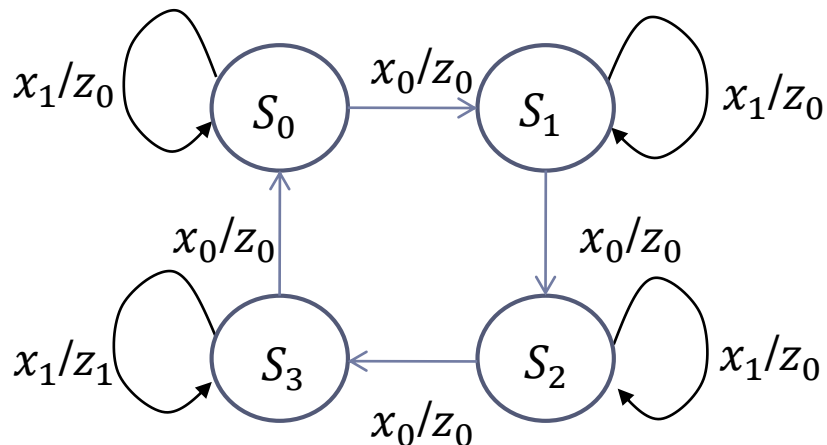
$$\delta: X \times S \rightarrow S$$

$$\lambda: X \times S \rightarrow Z$$



Primer: Pretvorba med avtomati: Mealy → Moore

1) Diagram prehajanja stanj - Mealy



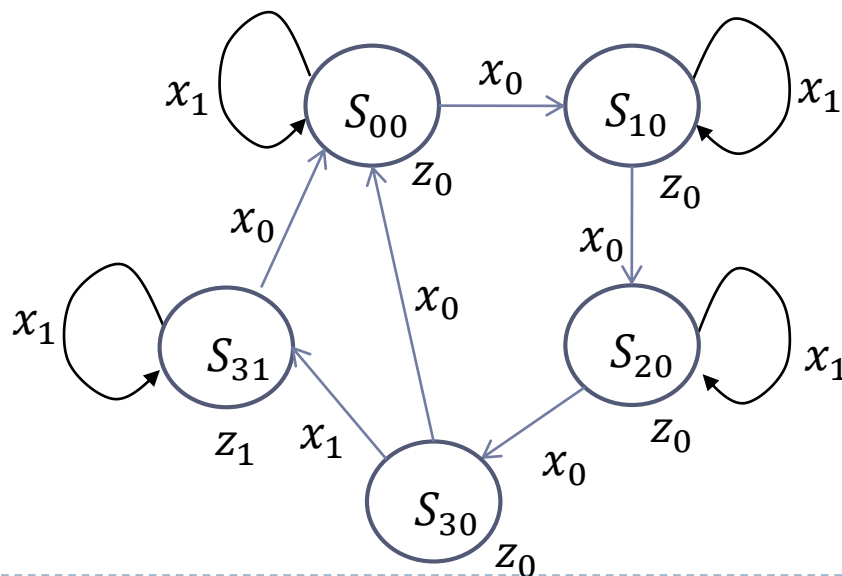
2) Tabela prehajanja stanj - Mealy

	S_0	S_1	S_2	S_3
x_0	S_1/z_0	S_2/z_0	S_3/z_0	S_0/z_0
x_1	S_0/z_0	S_1/z_0	S_2/z_0	S_3/z_1

3) Tabela prehajanja stanj - Moore

	z_0	z_0	z_0	z_0	z_1
	S_{00}	S_{10}	S_{20}	S_{30}	S_{31}
x_0	S_{10}	S_{20}	S_{30}	S_{00}	S_{00}
x_1	S_{00}	S_{10}	S_{20}	S_{31}	S_{31}

4) Diagram prehajanja stanj - Moore



Moore (prejšnja pretvorba) → Mealy

1) Tabela prehajanja stanj - Moore

	z_0	z_0	z_0	z_0	z_1
	S_{00}	S_{10}	S_{20}	S_{30}	S_{31}
x_0	S_{10}	S_{20}	S_{30}	S_{00}	S_{00}
x_1	S_{00}	S_{10}	S_{20}	S_{31}	S_{31}

3) Končna pretvorba - Mealy

	S_0	S_1	S_2	S_3
x_0	S_1/z_0	S_2/z_0	S_3/z_0	S_0/z_0
x_1	S_0/z_0	S_1/z_0	S_2/z_0	S_3/z_1

Rešitev je Mealyjev avtomat iz prejšnje pretvorbe.

2) Tabela prehajanja stanj - Mealy

	S_{00}	S_{10}	S_{20}	S_{30}	S_{31}
x_0	S_{10}/z_0	S_{20}/z_0	S_{30}/z_0	S_{00}/z_0	S_{00}/z_0
x_1	S_{00}/z_0	S_{10}/z_0	S_{20}/z_0	S_{31}/z_1	S_{31}/z_1

Izhodno črko razberemo iz stanja v katerega bomo prešli

Enaki prehodi stanj, enaki izhodi pri posamezni vhodni črki
 → združimo stanja $S_{30} = S_{31}$ in vsa stanja preimenujemo v :
 $S_{00} \rightarrow S_0, S_{10} \rightarrow S_1, S_{20} \rightarrow S_2, S_{30} = S_{31} \rightarrow S_3$

Primer: Razpoznavanje niza

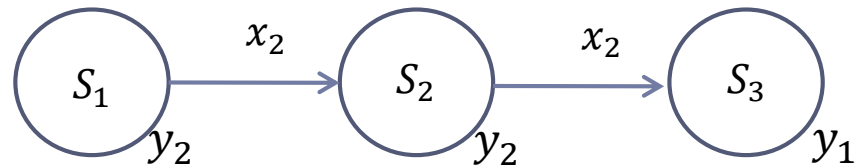
Moorov avtomat je podan z vhodno množico $X = (x_1, x_2)$ in izhodno množico $Y = (y_1, y_2)$. Izhod naj bo y_1 , če je na vhodu zaporedje x_2x_2 , sicer pa je izhod y_2 .

Naloge:

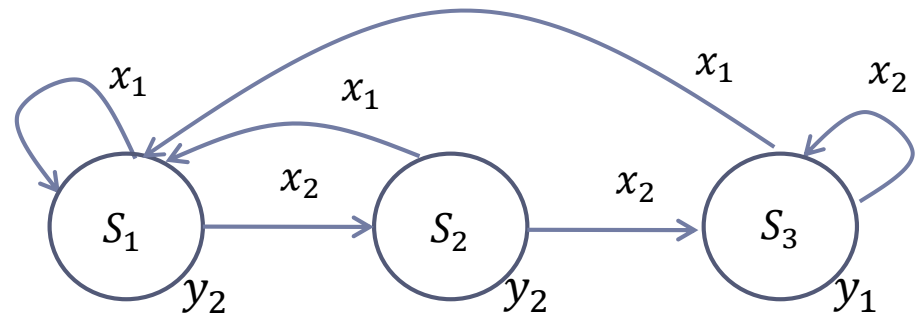
- ❑ Definirajte diagram prehajanja stanj (DPS):
 - ❑ Primer zaporedja vhodov in izhodov:
 - Vhod: $x_1x_2x_2x_1x_1x_2x_1x_2x_2x_2x_1 \dots$
 - Izhod: $y_2y_2y_1y_2y_2y_2y_2y_2y_1y_1y_2 \dots$
- ❑ Moorov avtomat pretvorite v Mealyev avtomat,
- ❑ Moorov in Mealyjev avtomat realizirajte s T pomnilnimi celicami in
- ❑ Mealyjev avtomat realizirajte v Logisimu

Primer: Razpoznavanje niza - Diagram prehajanja stanj

- I. Začetno stanje označimo z s_1 in določimo izhod y_2 . Temu sledi zaporedje stanj z izhodom y_2 in prehodov, ki vodijo v stanje z izhodom y_1 .



- I. Za vsa stanja v nadaljevanju določimo:
 - prehode iz stanj S_1, S_2, S_3 ob pojavu vhoda x_1 in
 - prehod iz S_3 ob pojavu vhoda x_2 .

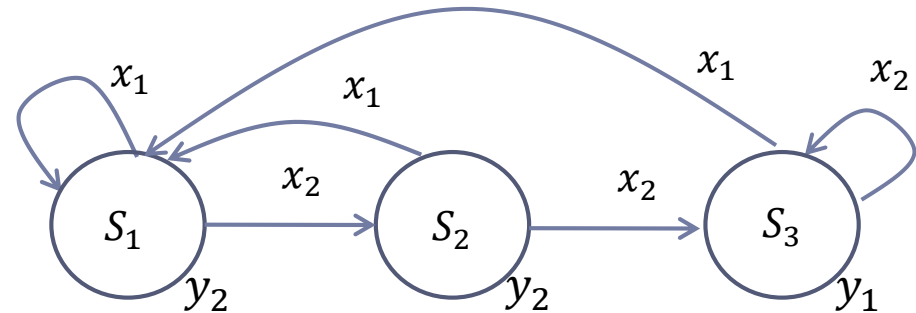


Vhodna črka		x_1	x_2	x_2	x_1	x_1	x_2	x_1	x_2	x_2	x_2	x_1	...
Stanje	S_1	S_1	S_2	S_3	S_1	S_1	S_2	S_1	S_2	S_3	S_3	S_1	...
Izhodna črka		y_2	y_2	y_1	y_2	y_2	y_2	y_2	y_2	y_1	y_1	y_2	...

Primer: Razpoznavanje niza – Pretvorba Moore -> Mealy

1. Zapišite tabelo prehajanja stanj Moorovega avtomata:

	y_2	y_2	y_1
	S_1	S_2	S_3
x_1	S_1	S_1	S_1
x_2	S_2	S_3	S_3



2. Izpišite abecede Mealyjevega avtomata:

- $X = \{x_1, x_2\}$
- $S = \{S_1, S_2, S_3\}$
- $Y = \{y_1, y_2\}$

3. Mealyjev avtomat podamo tabelarično in s pomočjo diagrama prehajanja stanj:

	S_1	S_2	S_3
x_1	S_1/y_2	S_1/y_2	S_1/y_2
x_2	S_2/y_2	S_3/y_1	S_3/y_1

Popolnoma enaki prehodi in izhodi

↓
združimo: $S_2 \rightarrow S_{23}$
 $S_3 \rightarrow S_{23}$

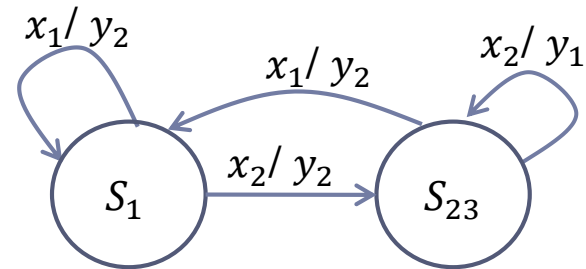
Primer: Razpoznavanje niza – Pretvorba Moore -> Mealy

	S_1	S_2	S_3
x_1	S_1/y_2	S_1/y_2	S_1/y_2
x_2	S_2/y_2	S_3/y_1	S_3/y_1

	S_1	S_{23}
x_1	S_1/y_2	S_1/y_2
x_2	S_{23}/y_2	S_{23}/y_1

Popolnoma enaki prehodi in izhodi

združimo: $S_2 \rightarrow S_{23}$
 $S_3 \rightarrow S_{23}$



Vhodna črka		x_1	x_2	x_2	x_1	x_1	x_2	x_1	x_2	x_2	x_2	x_1	...
Stanje	S_1	S_1	S_{23}	S_{23}	S_1	S_1	S_{23}	S_1	S_{23}	S_{23}	S_{23}	S_1	...
Izhodna črka		y_2	y_2	y_1	y_2	y_2	y_2	y_2	y_2	y_1	y_1	y_2	...

Primer: Razpoznavanje niza –Realizacija Moorovega a.

	y_2	y_2	y_1
	S_1	S_2	S_3
x_1	S_1	S_1	S_1
x_2	S_2	S_3	S_3

1. Zapis kodirnih tabel:

	x
x_1	0
x_2	1

	q_1	q_2
S_1	0	0
S_2	0	1
S_3	1	0

	y
y_1	0
y_2	1

2. Pravilnostna tabela Moorovega avtomata:

q_1	q_2	x	D^1q_1	D^1q_2	y
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	?	?	?
1	1	1	?	?	?

Primer: Razpoznavanje niza –Realizacija Moorovega a.

3. Določitev vhodov v pomnilne celice:

q_1	q_2	x	D^1q_1	D^1q_2	y	t_1	t_2
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	?	?	?	?	?
1	1	1	?	?	?	?	?

4. Izpis preklonnih funkcij:

		x	
		0	1
q_1, q_2	00		
	01		1
	11	?	?
	10	1	

$$t_1 = \bar{x} q_1 \vee x q_2$$

		x	
		0	1
q_1, q_2	00		1
	01	1	1
	11	?	?
	10		

$$t_2 = x \bar{q}_1 \vee q_2$$

Izhod Moorovega avtomata je odvisen le od trenutnega stanja

V izhodni funkciji ne smejo nastopati vhodne spremenljivke!

		x	
		0	1
q_1, q_2	00	1	1
	01	1	1
	11	?	?
	10		

$$y = \bar{q}_1$$

Primer: Razpoznavanje niza –Realizacija Moorovega a.

	S_1	S_{23}
x_1	S_1/y_2	S_1/y_2
x_2	S_{23}/y_2	S_{23}/y_1

1. Zapis kodirnih tabel:

	x
x_1	0
x_2	1

	q
S_1	0
S_{23}	1

	y
y_1	0
y_2	1

2. Pravilnostna tabela Moorovega avtomata & določitev vhodov v pomnilne celice

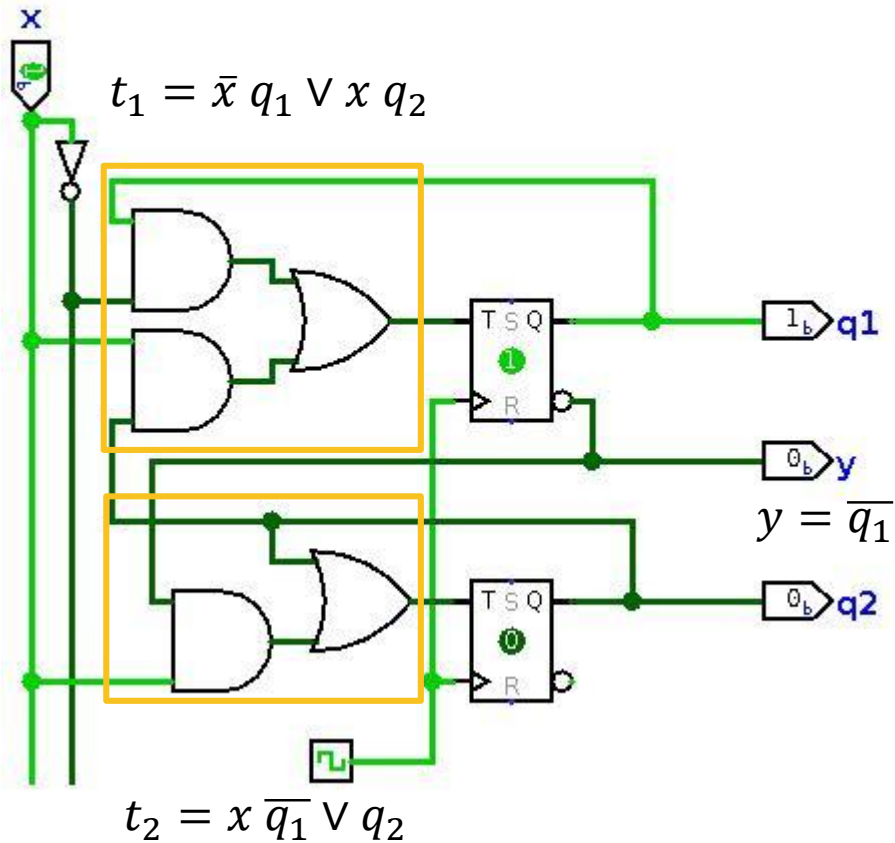
q	x	D^1q	y	t
0	0	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	0	0

3. Izpis preklonih funkcij:

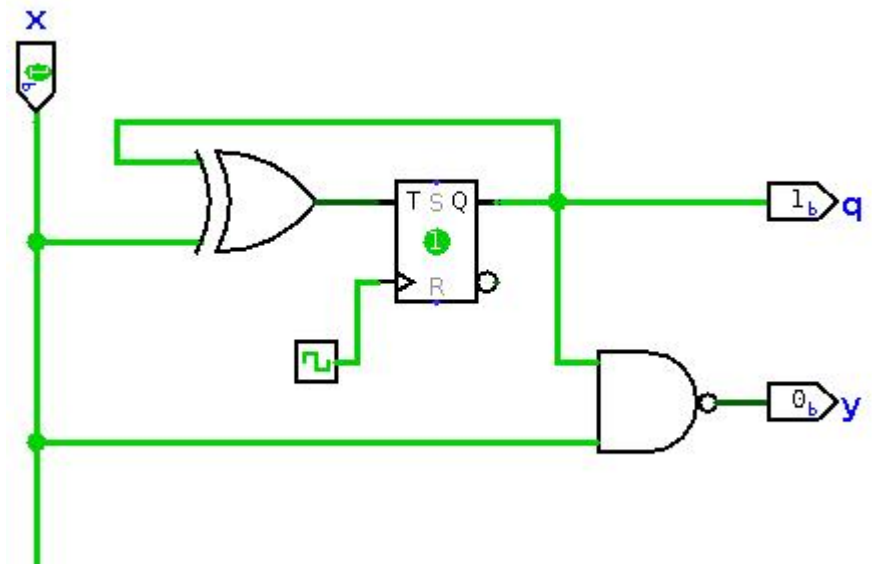
$$t = q_1 \nabla x$$

$$y = q_1 \uparrow x$$

Primer: Razpoznavanje niza – Realizacija v Logisim-u



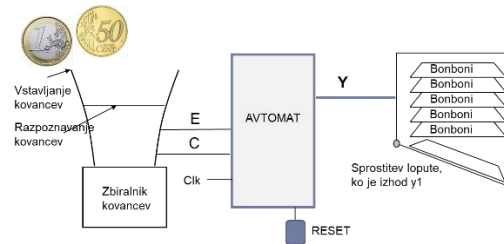
Moorov avtomat



Mealyjev avtomat

Naloga: Avtomat za nakup bombonov

Realizirate Moorov avtomat za krmiljenje mehanskega stroja za bonbone. Vstaviti je možno kovanec za 1 EUR ali kovanec za 50 c. Stroj ne vrača drobiža. Izhod y_1 odpre mehansko loputo za bonbone, ko je vstavljen zahtevan znesek.



Naloge:

□ Definirajte diagram prehajanja stanj (DPS):

□ Primeri nakupa bombonov:

- Denar: CCC, CCE, CE, EC, EE
- Bomboni: (Y): $y_0y_0y_1$, $y_0y_0y_1$, y_0y_1 , y_0y_1 , y_0y_1

□ Moorov avtomat realizirajte s T pomnilnimi celicami, logičnimi vrati NOT, AND, in OR.

▶ Delovanje avtomata preveri v Logisimu tako, da v datoteki Bomboni.circ (objavljena je na učilnici) dopolniš podvezje z imenom 'avtomat'.

Dodatna naloga: Avtomat za razpoznavanje niza črk

Realizirajte Moorov avtomat za razpoznavanje niza črk s podano vhodno množico $X=\{a,b\}$ in izhodno množico $Y=\{0,1\}$. Pri čemer je izhod y je enak 1, če smo v vhodnem zaporedju črk na tipkovnici razpoznali niz 'baa' (prva črka je b), sicer je izhod y enak 0.

Naloge:

- ❑ Definirajte diagram prehajanja stanj (DPS):
 - ❑ Primer razpoznavanja za podanih 8 črk:
 - Tipkovnica: aab**ba**ba (→ smer branja vhodnih črk)
 - IZ (Y): 00000**1**00
- ❑ Moorov avtomat realizirajte s JK pomnilnimi celicami, kjer sta vhoda združena ($j=k$),
- ❑ Moorov avtomat realizirajte v Logisimu