



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



Platformă de e-learning și curriculă e-content pentru învățământul superior tehnic

Proiectarea Logică

08. Sinteza circuitelor secventiale

SINTEZA CIRCUITELOR SECVENTIALE

Proiectarea unui semafor rutier avansat pentru o intersecție urbană

Se consideră intersecția rutieră dintre Calea Științei și Bulevardul Academiei așa cum este aceasta reprezentată schematic în figura 1.

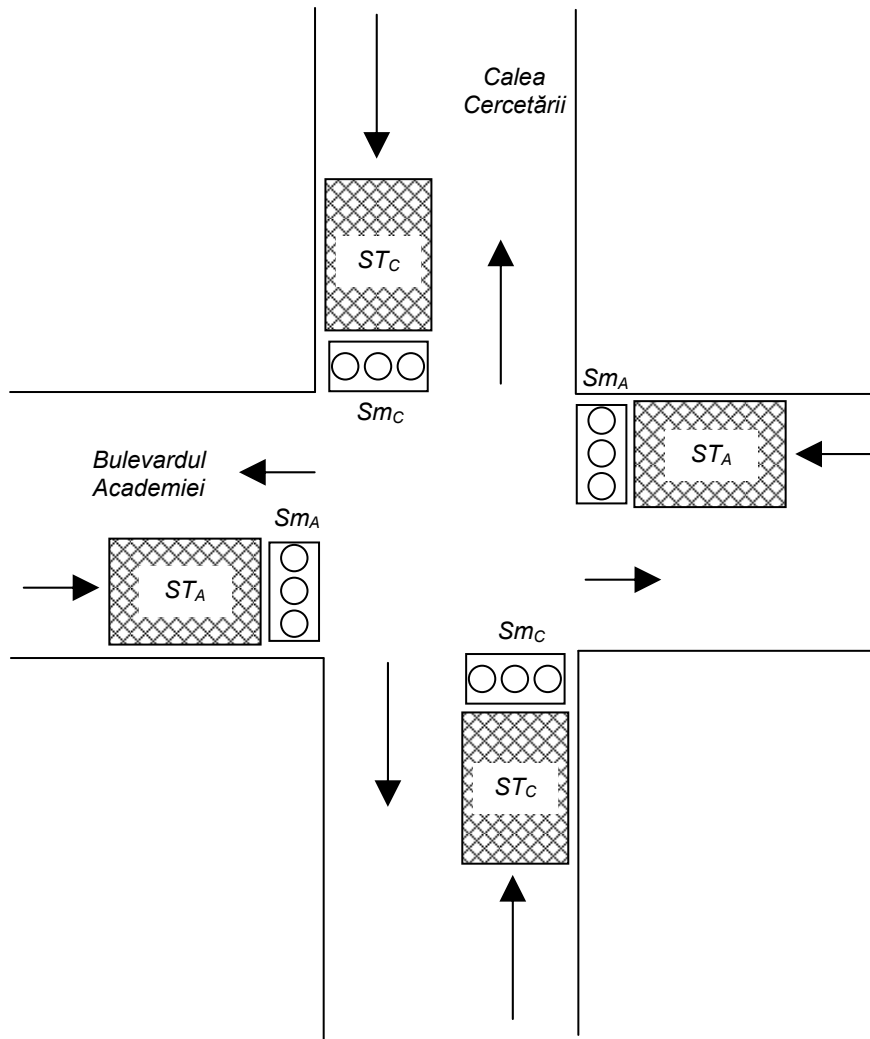


Figura 1.
Intersecția rutieră cu semafoarele și senzorii de trafic asociați.

Semafoarele Sm_A și Sm_C sunt conduse printr-un automat secvențial care are drept linii de intrare senzorii de trafic ST_A și ST_C . Senzorii de trafic au valoarea 1 ori de câte ori sunt prezente autovehicule în perimetrul acestora. Semafoarele vor fi conduse prin trimiterea unor semnale specifice culorilor *Verde*, *Galben* și *Roșu*.

Linia de ceas (semnalul *Ceas*) va avea perioada de 5 secunde, având în vedere viteza de producere a evenimentelor la nivelul unei intersecții rutiere. Va fi prevăzut un

semnal de inițiere al automatului, notat *Start*. Acest semnal va produce aducerea automatului într-o stare dinainte stabilită, de fiecare dată când *Start* are valoarea 1.

În figura 2 este înfățișată diagrama de tranziții a stărilor acestui automat. Sunt cuprinse toate stările posibile ale automatului ca și toate tranzițiile posibile ale acestuia. Semnalul asincron *Start*, venit de undeva din afara sistemului (un buton acționat de un operator uman, spre exemplu) și asociat stării S_0 descrie modul în care acest semnal efectuează inițializarea automatului.

Cu alte cuvinte, aceasta semnifică faptul că în prezența semnalului *Start* automatul trece în starea S_0 independent de starea avută anterior ca și de celelalte semnale din sistem.

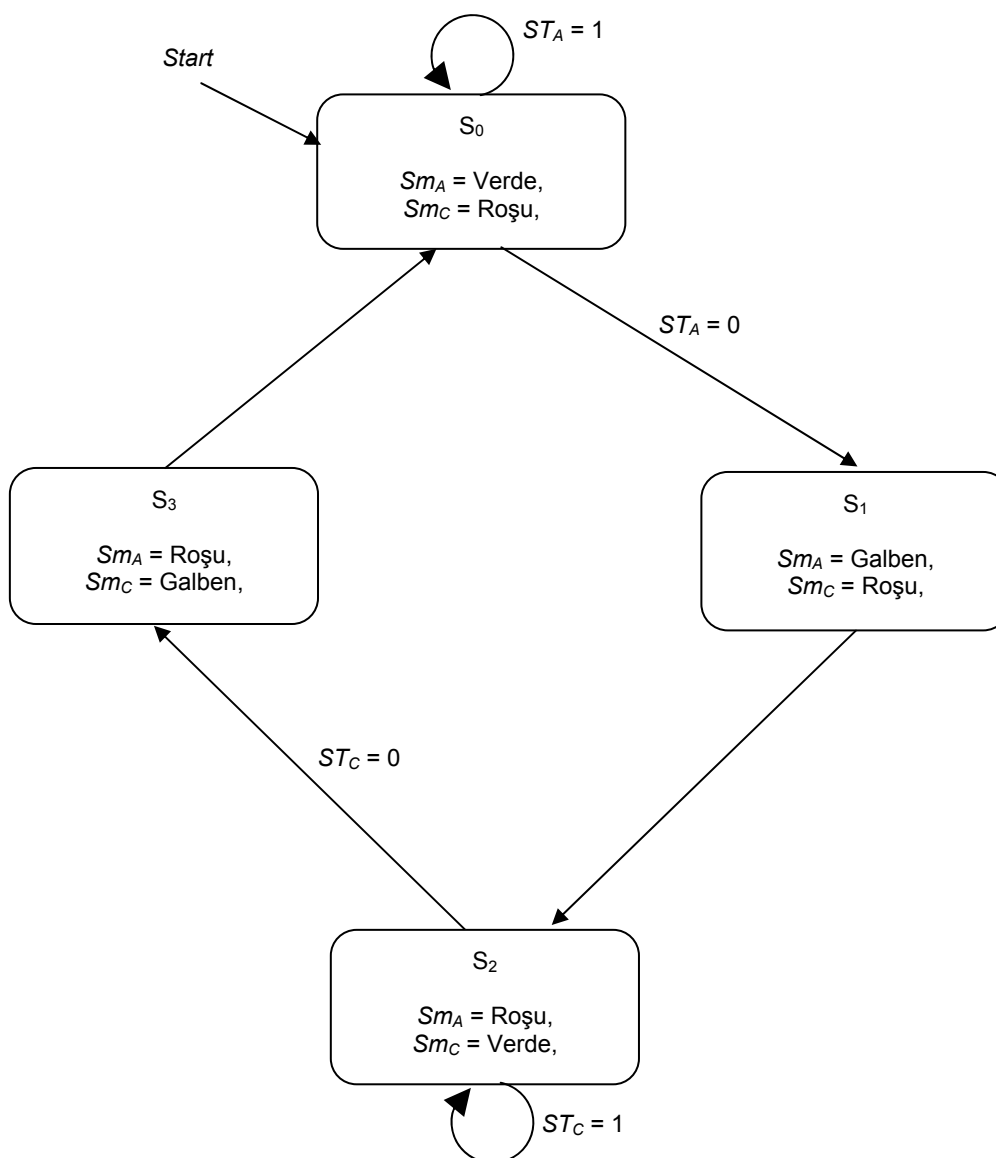


Figura 2.

Diagrama de tranziții a stărilor automatului care conduce semafoarele din figura 1.

În figura 2 atunci când unei stări îi este asociată o singură tranziție posibilă (starea S_1 , spre exemplu) aceasta revine la a spune că la sosirea următorului impuls de ceas

automatul va tranzita necondiționat în starea următoare (din starea S_1 va tranzita în starea S_2 , spre exemplu).

Atunci când, în figura 2, unei stări îi sunt asociate mai multe tranziții, respectiv mai multe arce, fiecare tranziție este caracterizată prin linia de intrare care va determina respectiva tranziție. Din starea S_0 , spre exemplu, automatul va tranzita în starea S_1 doar atunci când linia de intrare ST_A va lua valoarea 0, altfel va continua să rămână în starea S_0 , câtă vreme linia de intrare ST_A va lua valoarea 1 (sunt vehicule în zona senzorilor de trafic A). Valorile liniilor de ieșire sunt determinate prin starea respectivă a automatului. Astfel, în starea S_2 automatul va atribui semaforului Sm_A valoarea *Roșu* și semaforului Sm_C valoarea *Verde*, spre exemplu. Diagrama de tranziții a stărilor din figura 2 este *abstractă* prin faptul că atât stările cât și valorile liniilor de ieșire au valori simbolice.

Diagrama tranziției stărilor din figura 2 este translatată într-un tabel simbolic al tranzițiilor stărilor automatului care conduce semafoarele din figura 1.

Acest tabel simbolic descrie modul în care tranzitează automatul dintr-o stare simbolică într-alta, deasemenea, simbolică (necodificată binar). Tabelul simbolic al tranzițiilor stărilor automatului se poate vedea în tabelul 1.

Tabelul 1.

Tabelul simbolic al tranzițiilor stărilor automatului.

Starea curentă	Intrări		Starea următoare
	ST_A	ST_C	
S_0	0	X	S_1
S_0	1	X	S_0
S_1	X	X	S_2
S_2	X	0	S_3
S_2	X	1	S_2
S_3	X	X	S_0

În coloanele liniilor de intrare, din tabelul 1, valorile nedeterminate sunt înscrise simbolic prin X . Astfel, ori de câte ori tranziția în starea următoare nu depinde de valoarea unei anumite linii de intrare valoarea acesteia va fi notată X .

De remarcat faptul că linia de inițializare, linia *Start*, nu este inclusă în tabelul 1. Aceasta se justifică prin faptul că larga majoritate a bistabililor au linii asincrone de intrare care permit inițializarea acestora în starea dorită printr-o atribuire controlată prin linia *Start*, independent de valoarea celorlalte linii de intrare ale automatului.

Tabelul 2.

O codificare binară a stărilor automatului.

Starea simbolică	Codificarea binară a stării simbolice
	S_1S_0
S_0	00
S_1	01
S_2	10
S_3	11

Pentru proiectarea unui astfel de automat trebuie să se atribue codificări binare ale liniilor de ieșire și ale stărilor automatului.

Tabelul 3.

O codificare binară a ieșirilor automatului.	
Ieșiri simbolice	Codificarea binară a ieșirilor
Verde	00
Galben	01
Roșu	10

Sunt arătate, în tabelul 2, o codificare binară naturală a stărilor iar în tabelul 3 o codificare a liniilor de ieșire ale acestui automat.

Tabelul 4.

Tabelul tranzițiilor stărilor cu codificări binare					
Starea curentă		Intrări		Starea următoare	
s_0	s_1	ST_A	ST_C	s_0^+	s_1^+
0	0	0	X	0	1
0	0	1	X	0	0
0	1	X	X	1	0
1	0	X	0	1	1
1	0	X	1	1	0
1	1	X	X	0	0

Cu aceste codificări stabilite, tabelul 1 al tranzițiilor stărilor simbolice se poate transcrie așa cum se poate vedea în tabelul 4, tabelul tranzițiilor stărilor cu codificări binare.

Tabelul 5.

Tabelul codificat binar al stărilor și al liniilor de ieșire					
Starea curentă		Liniile de ieșire			
s_0	s_1	Sm_{A1}	Sm_{A0}	Sm_{C1}	Sm_{C0}
0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	1

Tabelul 5, tabelul ieșirilor codificate binar descrie modul în care sunt asociate liniile de ieșire, codificate binar, stărilor curente ale automatului deasemenea codificate binar.

Din tabelul 4 se deduc ecuațiile stărilor următoare:

$$s_1^+ = s_1's_0 + s_1s_0'ST_C' + s_1s_0'ST_C \quad (1.a)$$

$$s_0^+ = s_1s_0'ST_A' + s_1s_0'ST_C \quad (1.b)$$

Ecuția (1.a) se poate simplifica, utilizând eventual metoda diagramelor Karnaugh. Astfel, ecuațiile (1) se pot rescrie:

$$s_1^+ = s_1 \oplus s_0 \quad (2.a)$$

$$s_0^+ = s_1s_0'ST_A' + s_1s_0'ST_C \quad (2.b)$$

Similar, dar din tabelul 5 se pot deduce ecuațiile liniilor de ieșire (ecuațiile celor două semafoare):

$$Sm_{A1} = s_1 \quad (3.a)$$

$$Sm_{A0} = s_1's_0 \quad (3.b)$$

$$Sm_{C1} = s_1' \quad (3.c)$$

$$Sm_{C0} = s_1s_0 \quad (3.d)$$

◇