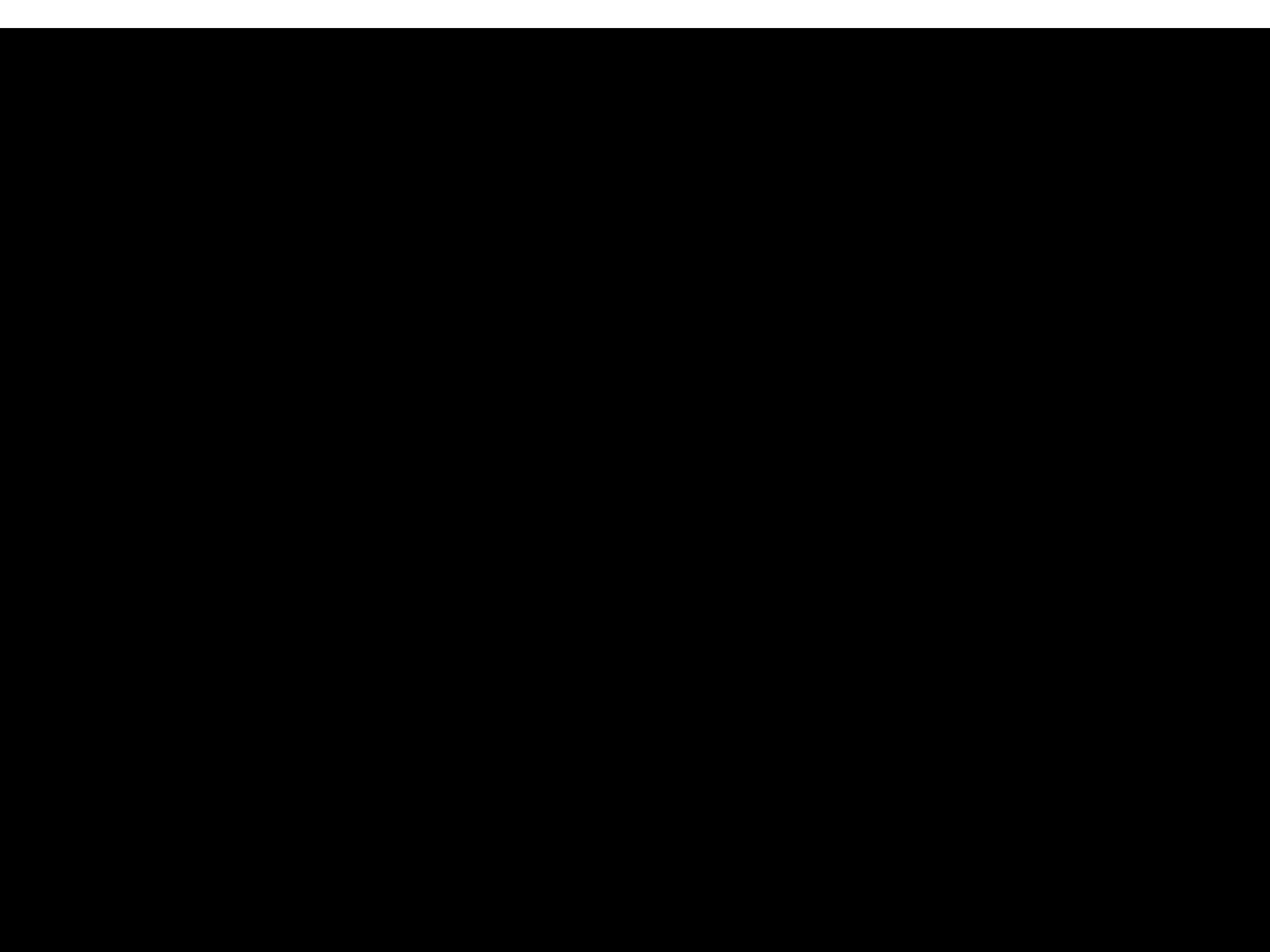




АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ЛОГИЧЕСКИ СХЕМ

ЛЕКЦИИ БАКАЛАВРИ

1. Логически основи на ЦЕИМ

Л. Даковски

2. Theory & Design of Switching Circuits

A. Friedman, R. Menon

3. Fundamentals of Logic Design

Charles H. Roth

4. Contemporary Logic Design (2nd Edition)

Randy H. Katz, Gaetano Borriello

5. Logic and Computer Design Fundamentals, Third Edition

M. Morris Mano, Charles R. Kime, Charles Kime

6. Introduction to Logic Design

Alan B Marcovitz

1. Булева алгебра – основни понятия.

- логически константи.
- логически променливи.

$a, b, c, d, \dots$

$x_1, x_2, x_3, \dots$

$$x_i = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

- набор от логически променливи.

Съвкупност от конкретни стойности на променливите.

Набори на променливите x_1, x_2, x_3 са 000, 001, 010 и т.н.

Брой на наборите на n променливи $N = 2^n$

Номер на набора

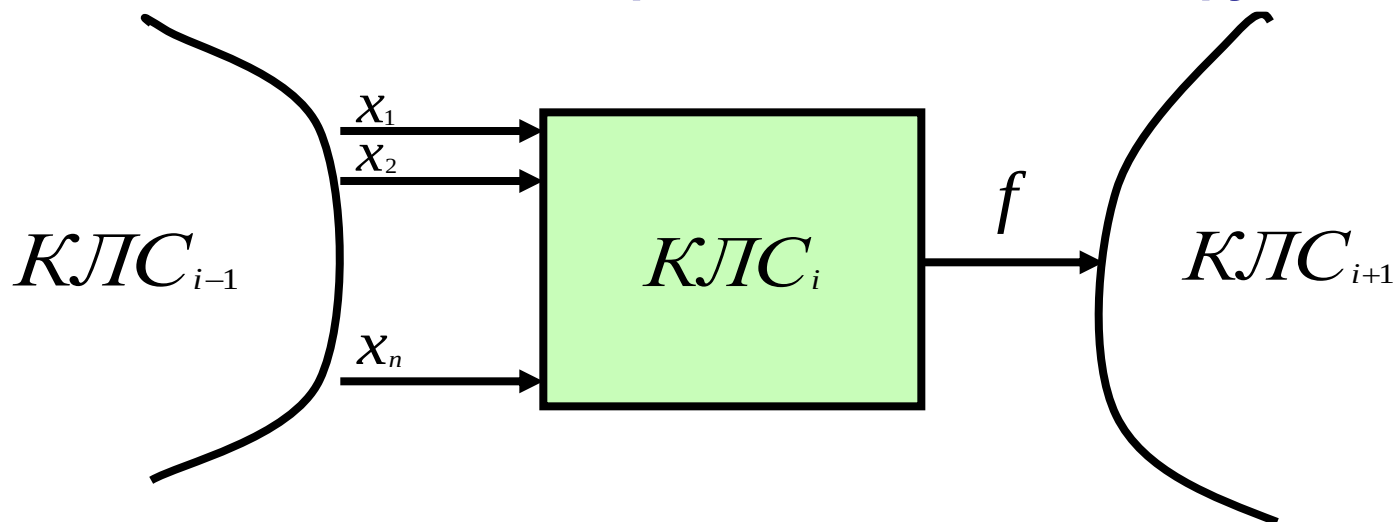
- логически функции

$$f = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

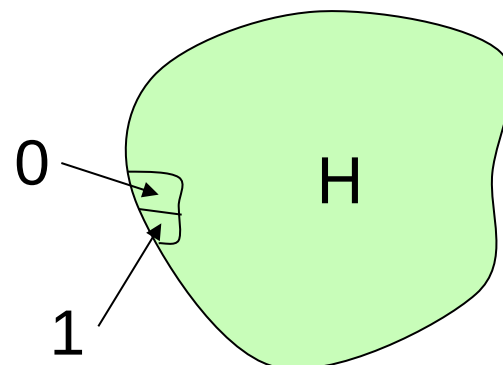
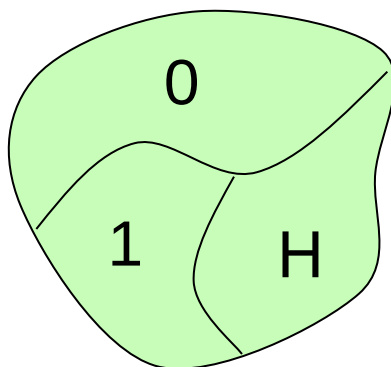
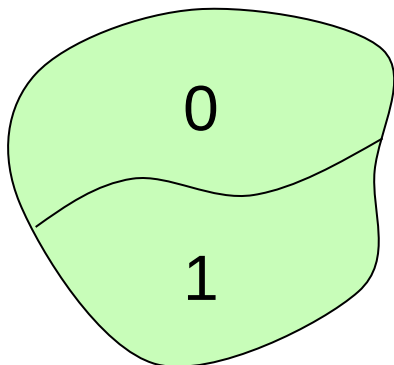
Логическата функция приема стойност само 0 или 1.

- брой на логическите функции. $M = 2^N = 2^{2^n}$

- **видове логически функции.**
 - **пълноопределени логически функции.**
 - **непълноопределени логически функции.**



Множество от набори на пълноопределена, непълноопределена и слабоопределена логическа функция.



2. Задаване на набори и логически функции.

2.1. Символно задаване

- задаване чрез обозначението на променливите

$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	f_1
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	0
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	0
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	1
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	1
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	0
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	1
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	0
$\overline{x_1}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_3}$	1

- задаване чрез константите 0 и 1.

x_1	x_2	x_3	f_2
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

- задаване чрез номерата на наборите.
 - пълноопределени логически функции.

$$f_1 = \bigvee K^1(0,1,2,4,5,7,9,10,12,13,15)_{n=4}$$

- непълноопределени логически функции.

$$f_2^1 = \bigvee K^1(1,3,4,5,7,10)_{n=4}$$

$$f_2^H = \bigvee K^1(2,6,12,13,14,15)_{n=4}$$

- задаване чрез номер на логическа функция

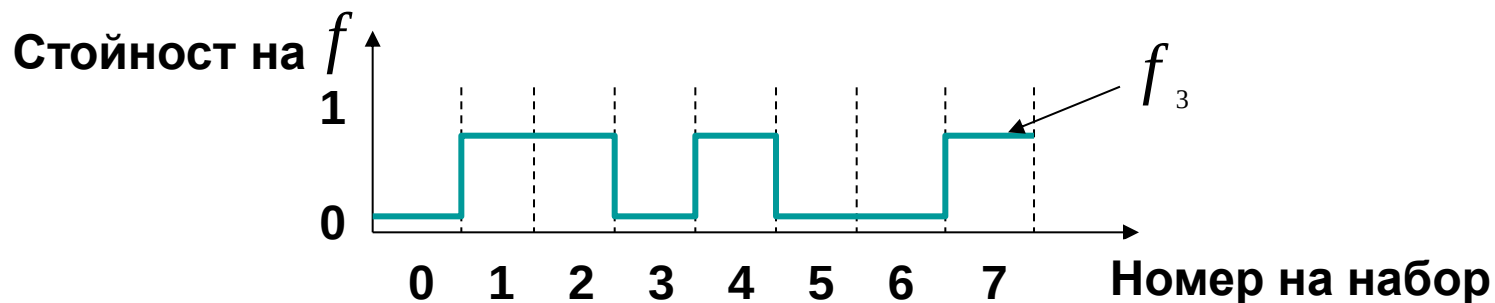
x_1	x_2	f_2
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

$$0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad f_{2(n=2)}$$

2

2.2. Графично задаване.

- линейно графично задаване.



- равнинно (карти на Вейч).
 - Картата е квадрат или правоъгълник.
 - Ако променливите са “n”, то клетките в картата са $N = 2^n$
 - Всяка променлива разделя картата на две еднакви части.
 - Има съответствие между клетка от картата и номер на набора.

Карта на една променлива.

$$\begin{array}{c} \overline{x_1} \\ \hline \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 0 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

Карта на две променливи.

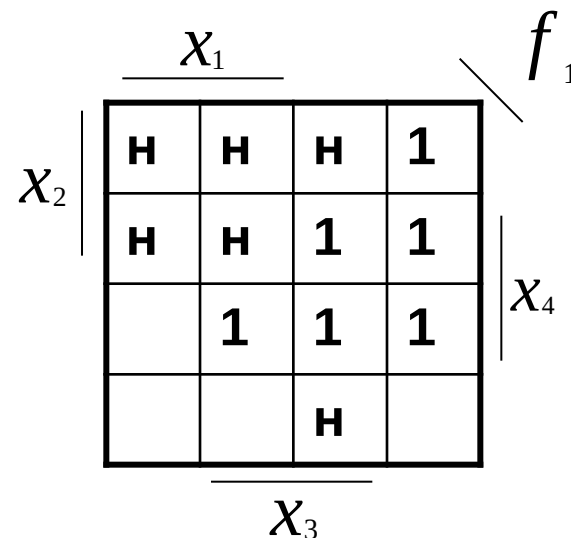
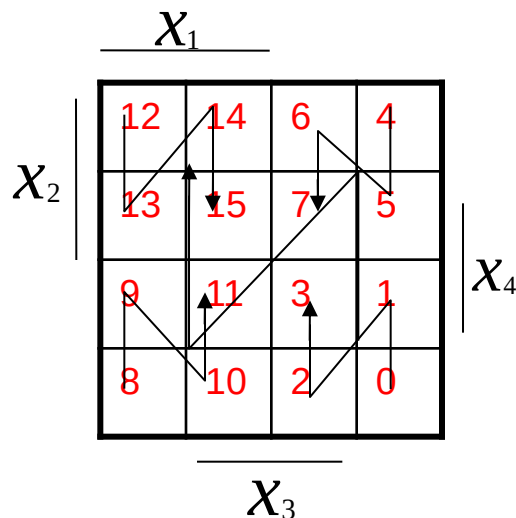
$$\begin{array}{c} \overline{x_1} \\ \hline \begin{array}{c} x_2 \\ | \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline 3 & 1 \\ \hline 2 & 0 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

Карта на три променливи.

$$\begin{array}{c} \overline{x_1} \\ \hline \begin{array}{c} x_2 \\ | \end{array} \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 6 & 7 & 3 & 2 \\ \hline 4 & 5 & 1 & 0 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$\overline{x_3}$

Карта на четири променливи.

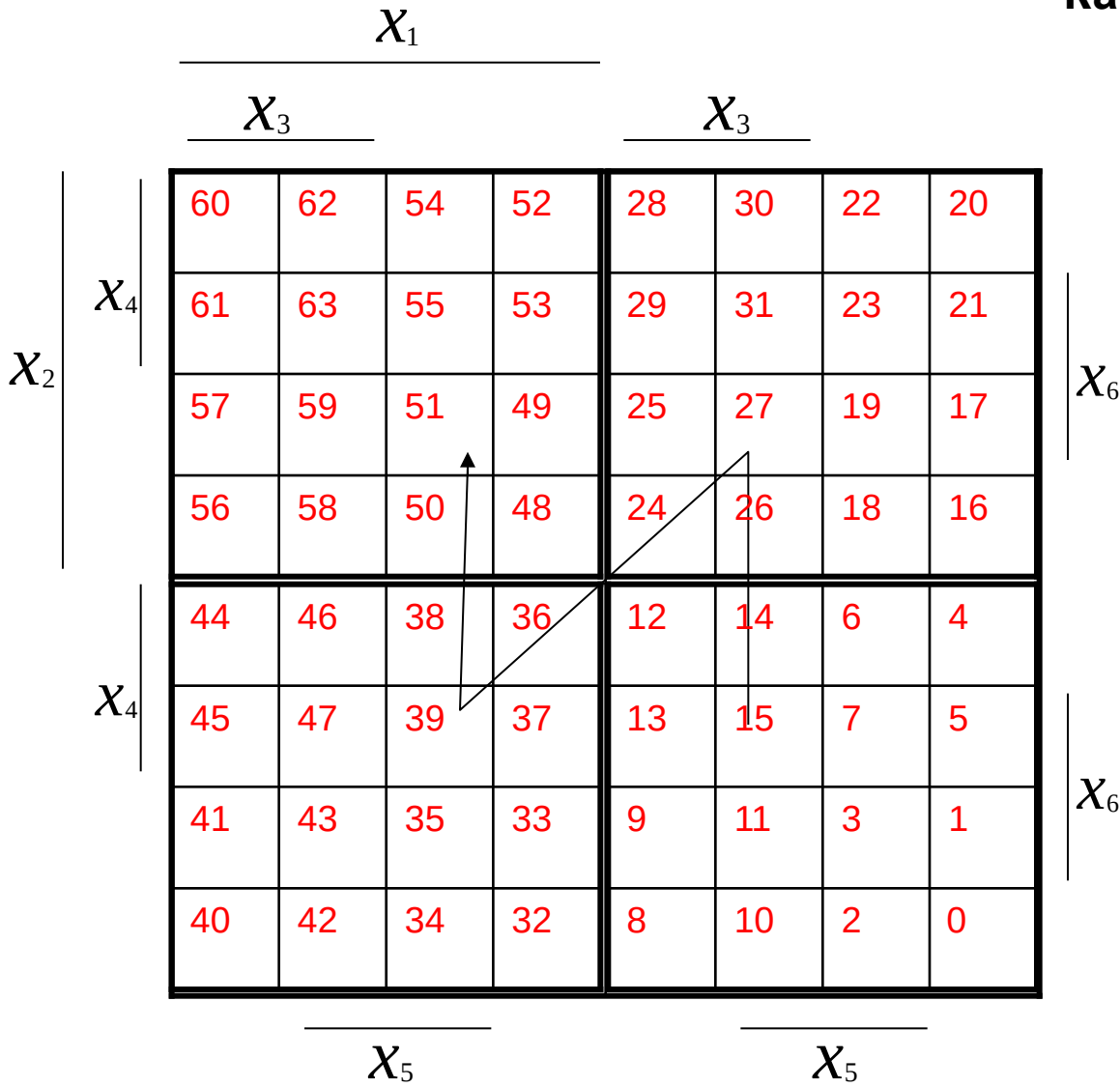


Карти на от четири до осем променливи.

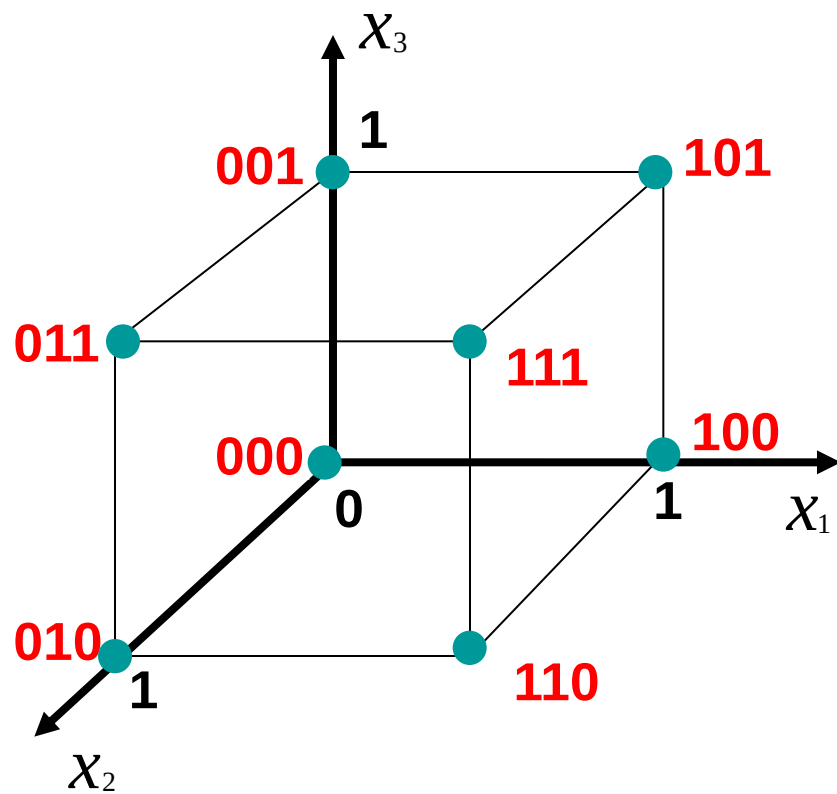
Процедура:

1. От броя на променливите се изважда 4.
2. Строи се карта на толкова променливи, колкото е остатъка.
3. Картата се означава с най-старшите променливи.
4. Във всяка клетка на тази карта се строи карта на 4 променливи.
5. Всяка подкарта на 4 променливи се означава с останалите променливи по един и същ начин.

Карта за 6 променливи

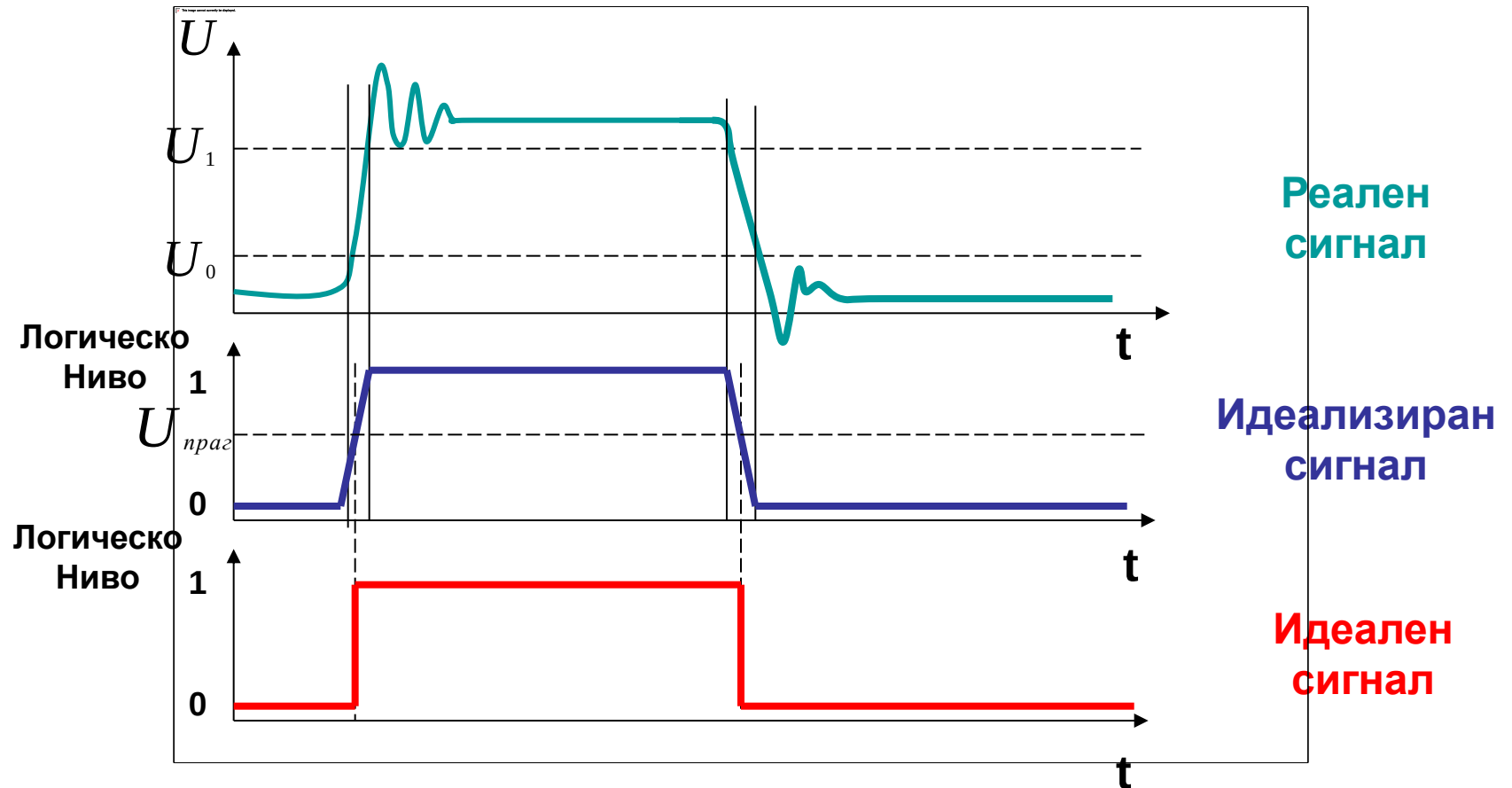


- обемно (кубично) задаване.

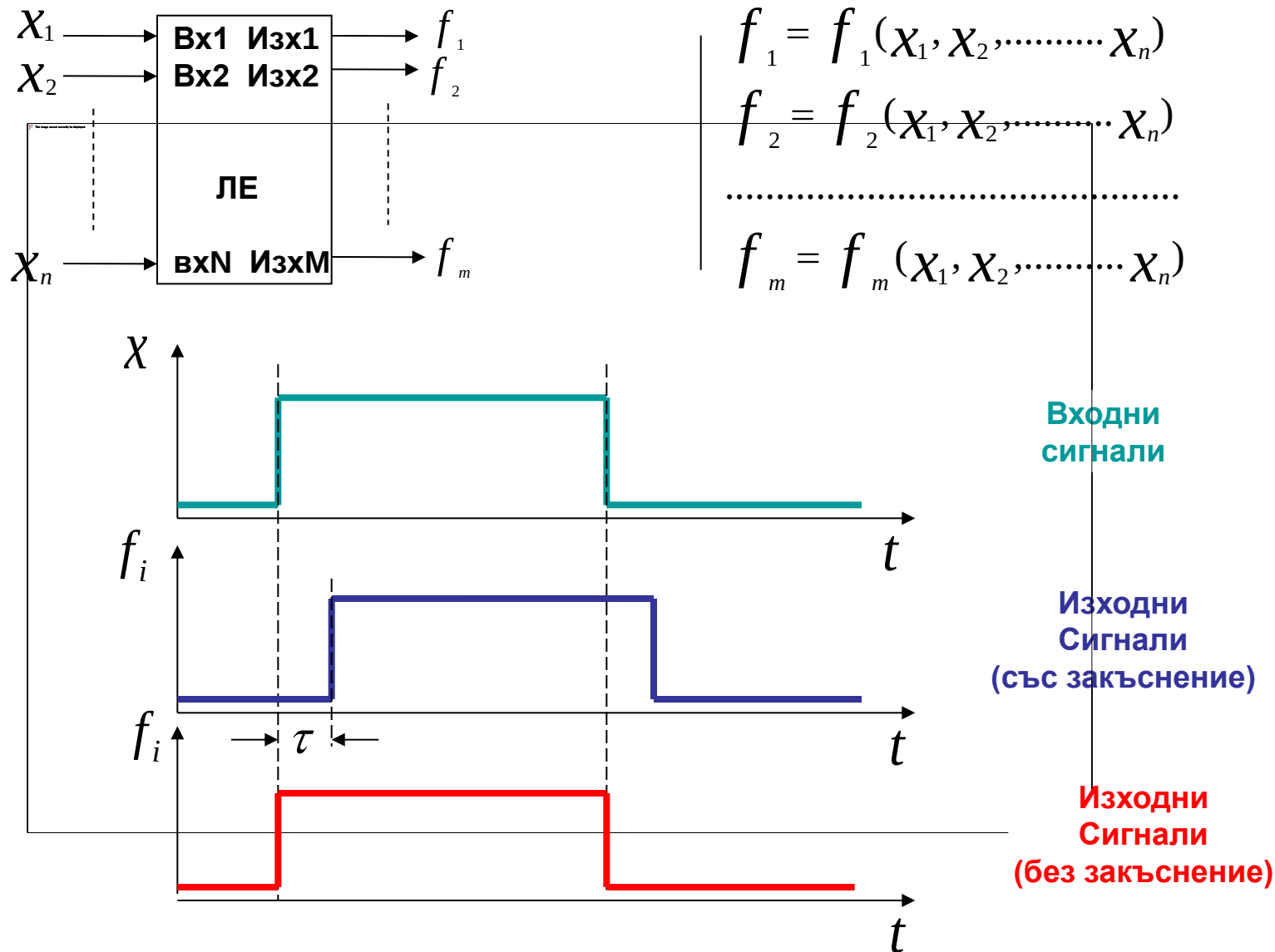


3. Логически сигнали, елементи и схеми.

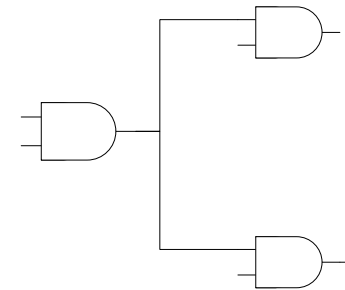
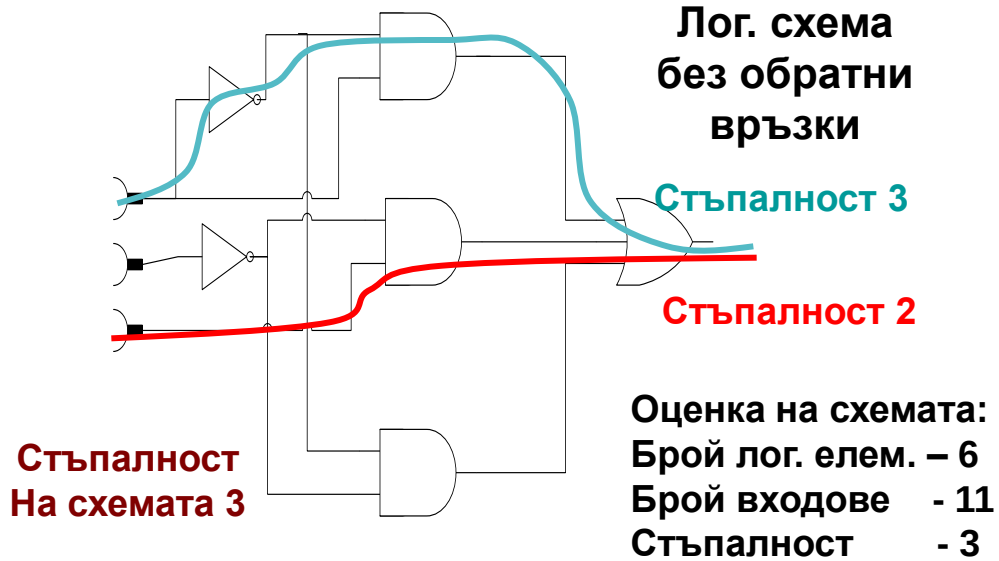
- Логически сигнали.



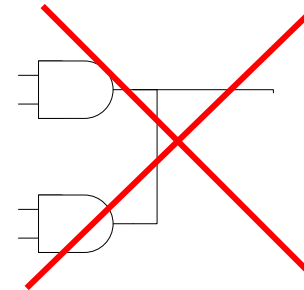
- Логически елементи.



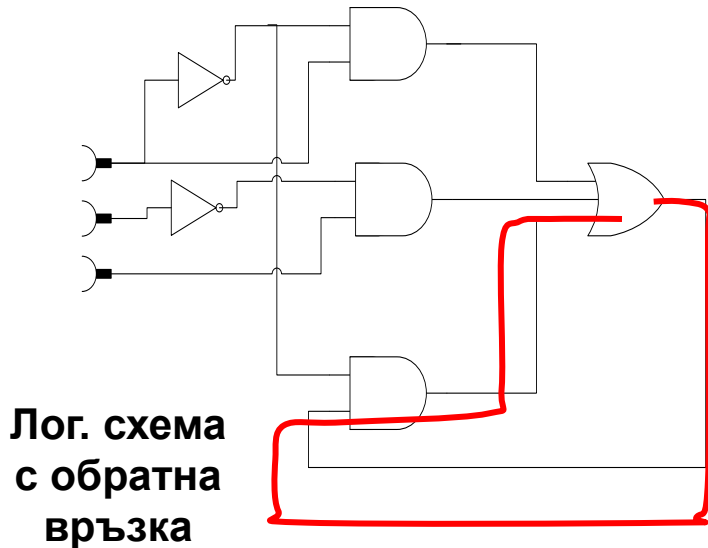
- логически схеми



Разрешено свързване



Забранено свързване



- Оценка на логически схеми.
 - брой елементи
 - брой входове
 - съпалност
 - път
 - съпалност на пътя
 - съпалност на схема

4. Елементарни логически функции.

- элементарни логически функции на една променлива.

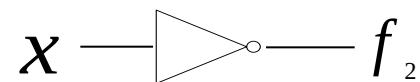
x	f_0	f_1	f_2	f_3
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

f_0 Функция – константа нула

$f_1 = x$ Функция съвпадаща с променливата

$f_2 = \bar{x}$ Функция – инверсия на променливата

Логически елемент -



f_3 Функция – константа единица

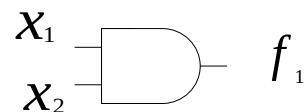
- элементарни логически функции на две променливи.

x_1	x_2	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Брой променл.		0	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	0

f_1 - функция “конюнкция” (И).

$$f_1 = x_1 \wedge x_2 = x_1 \& x_2 = x_1 \cdot x_2 = x_1 x_2$$

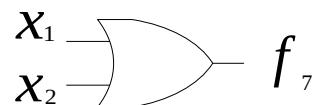
Логически елемент



f_7 - функция “дизюнкция” (ИЛИ).

$$f_7 = x_1 \vee x_2 = x_1 + x_2$$

Логически елемент

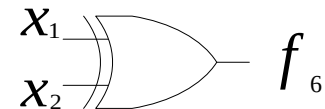


x_1	x_2	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

f_6 - функция “сума по модул 2”

$$f_6 = x_1 \oplus x_2$$

Логически елемент



f_8 - Функция на “Пирс”

$$f_8 = x_1 \downarrow x_2 = \overline{x_1 \vee x_2}$$

Логически елемент

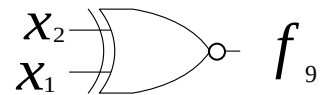


x_1	x_2	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

f_9 - Логическа равнозначност

$$f_9 = x_1 \equiv x_2$$

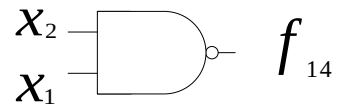
Логически елемент



f_{14} - функция на “Шефер” (И-НЕ)

$$f_{14} = x_1 \mid x_2 = \overline{x_1 \cdot x_2}$$

Логически елемент



Функционално пълна система елементарни логически функции (базис)

- И, ИЛИ, НЕ класически базис
- И, НЕ
- ИЛИ, НЕ
- И-НЕ
- ИЛИ-НЕ

5. Свойства на логическите функции И, ИЛИ, НЕ.

$x.1 = x$	$x \vee 0 = x$
$x.0 = 0$	$x \vee 1 = 1$
$x.x = x$	$x \vee x = x$
$\overline{\overline{x}} = x$	
$x_1 x_2 = x_2 x_1$	$x_1 \vee x_2 = x_2 \vee x_1$
$(x_1 x_2) x_3 = x_1 (x_2 x_3)$	$x_1 \vee (x_2 \vee x_3) = (x_1 \vee x_2) \vee x_3$
$x_1 (x_2 \vee x_3) = x_1 x_2 \vee x_1 x_3$	$x_1 \vee x_2 x_3 = (x_1 \vee x_2)(x_1 \vee x_3)$
$x_1 x_2 \vee x_1 \overline{x_2} = x_1$	$(x_1 \vee x_2)(x_1 \vee \overline{x_2}) = x_1$
$x_1 \vee x_1 x_2 = x_1$	$x_1 (x_1 \vee x_2) = x_1$
$\overline{\overline{x_1 x_2}} = \overline{\overline{x_1}} \vee \overline{\overline{x_2}}$	$\overline{\overline{x_1 \vee x_2}} = \overline{\overline{x_1}} \cdot \overline{\overline{x_2}}$

6. Канонични форми на логически функции.

6.1. Конституент на единицата.

x_1	x_2	x_3	K_2^1	K_4^1	K_5^1	K_7^1
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1

$$K_2^1 = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3}$$

$$K_4^1 = \overline{x_1} \overline{x_2} x_3$$

$$K_5^1 = \overline{x_1} x_2 \overline{x_3}$$

$$K_7^1 = x_1 x_2 x_3$$

6.2. Конституент на нулата.

x_1	x_2	x_3	K_2^0	K_4^0	K_5^0	K_7^0
0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0

$$K_2^0 = (x_1 \vee \overline{x_2} \vee x_3)$$

$$K_4^0 = (\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_3)$$

$$K_5^0 = (\overline{x_1} \vee x_2 \vee \overline{x_3})$$

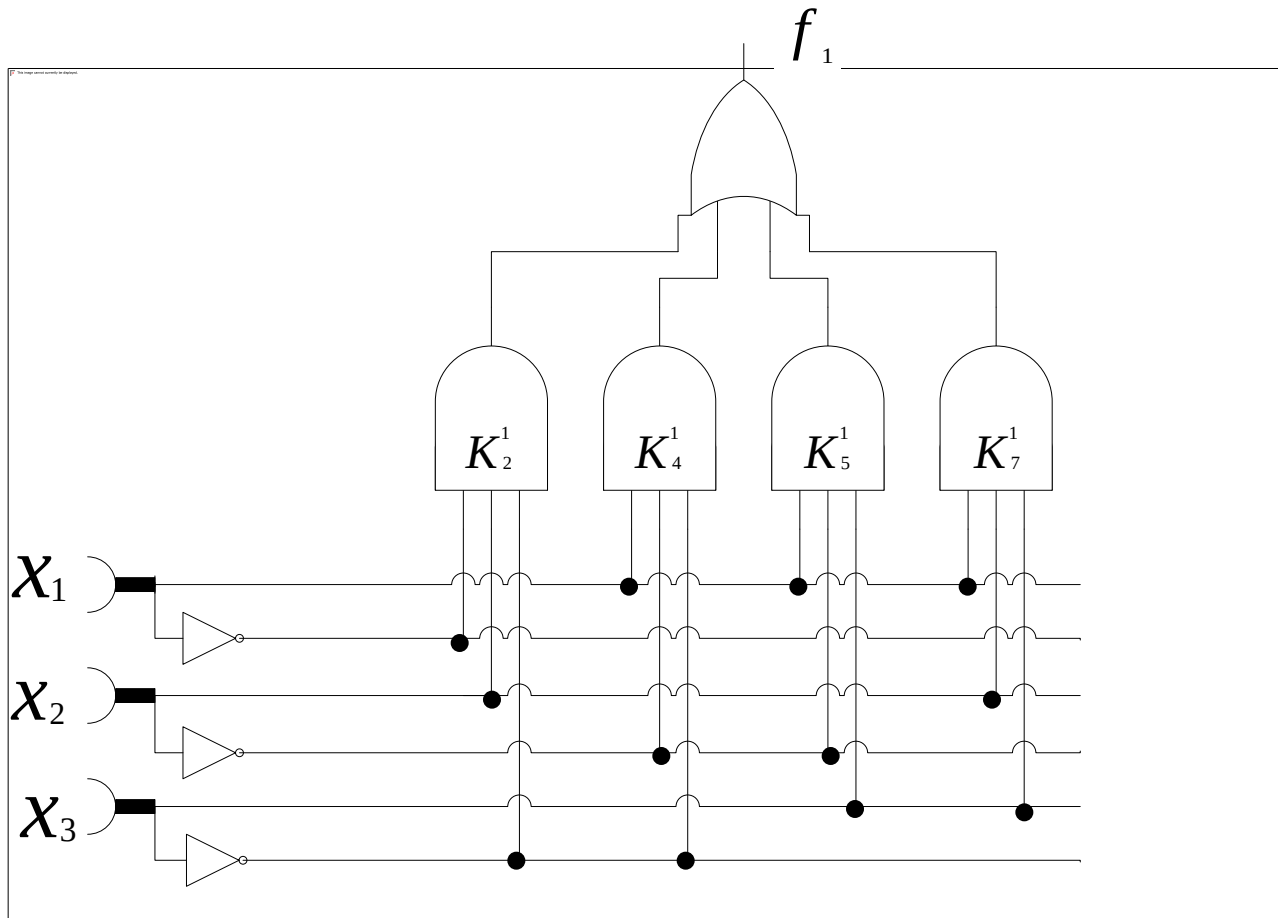
$$K_7^0 = (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})$$

6.3. Съвършенна дизюнктивна нормална форма (СДНФ). (Канонична И-ИЛИ форма)

x_1	x_2	x_3	K_2^1	K_4^1	K_5^1	K_7^1	f_1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1

$$\begin{aligned}
 f_1 &= K_2^1 \vee K_4^1 \vee K_5^1 \vee K_7^1 = \\
 &= \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \vee \overline{x_1} x_2 x_3
 \end{aligned}$$

$$f_1 = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \vee \overline{x_1} x_2 x_3 \vee x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} \vee x_1 x_2 x_3$$



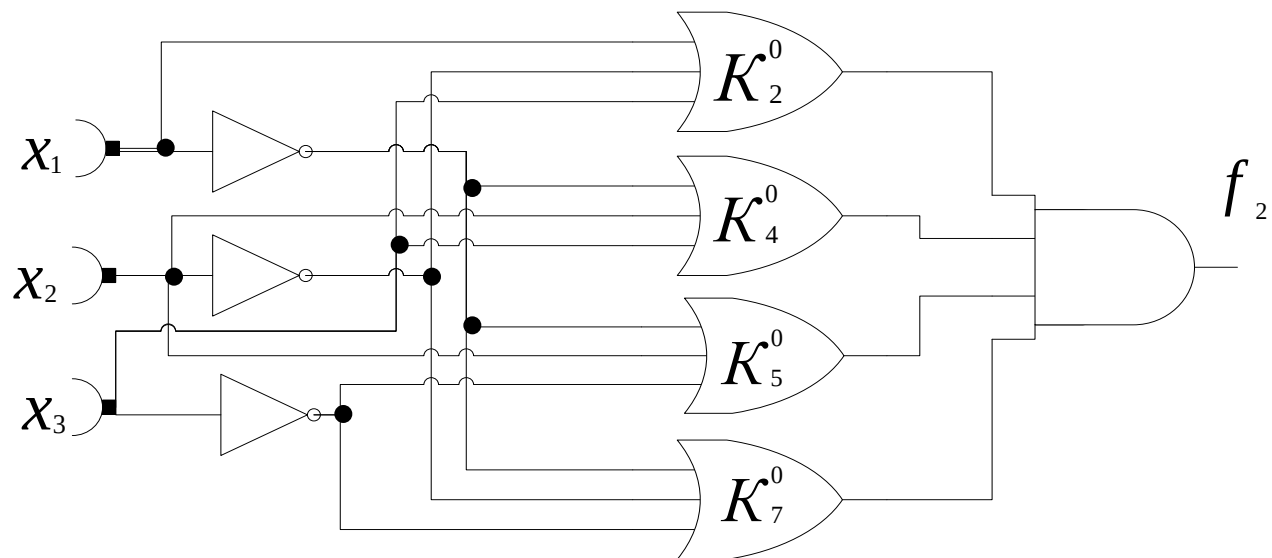
6.4. Съвършенна конюнктивна нормална форма (СКНФ). (Канонична ИЛИ-И форма)

x_1	x_2	x_3	K_2^0	K_4^0	K_5^0	K_7^0	f_2
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0

$$f_2 = K_2^0 K_4^0 K_5^0 K_7^0 =$$

$$= (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})$$

$$f_2 = (x_1 \vee \overline{x_2} \vee x_3)(\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_3)(\overline{x_1} \vee x_2 \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})$$



6.5. Преминаване от една в друга канонична форма.

- Преминаване от канонична ИЛИ-И форма в канонична ИЛИ-НЕ - ИЛИ-НЕ форма.

$$\begin{aligned}
 f_2 &= \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} = \\
 &= \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} \vee \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} \vee \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} \vee \overline{(x_1 \vee x_2 \vee x_3)} = \\
 &= (x_1 \downarrow x_2 \downarrow x_3) \downarrow (x_1 \downarrow x_2 \downarrow x_3) \downarrow (x_1 \downarrow x_2 \downarrow x_3) \downarrow (x_1 \downarrow x_2 \downarrow x_3)
 \end{aligned}$$

- Преминаване от канонична И-ИЛИ форма в канонична И-НЕ - И-НЕ форма.

$$\begin{aligned}
 f_1 &= \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \vee \overline{x_1} x_2 x_3 = \\
 &= (\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}) \cdot (\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3) \cdot (\overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3}) \cdot (\overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3) = \\
 &= (\overline{x_1} | \overline{x_2} | \overline{x_3}) | (\overline{x_1} | \overline{x_2} | x_3) | (\overline{x_1} | x_2 | \overline{x_3}) | (\overline{x_1} | x_2 | x_3)
 \end{aligned}$$

7. Минимизация на логически функции.

7.1. Импликанти и прости импликанти.

φ е импликанта на функцията f ако $f = f \vee \varphi$

$\varphi_1 = x_2 x_3 x_4$ - **Импликанта**

$\varphi_2 = \overline{x_2} \cdot \overline{x_4}$ - **Не е импликанта**

$\varphi_3 = x_1 x_2$ **φ_3 е проста импликанта**

7.2. Минимизация чрез прилагане на закона за сцепване.

$$f_1 = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \vee \overline{x_1} x_2 x_3 =$$

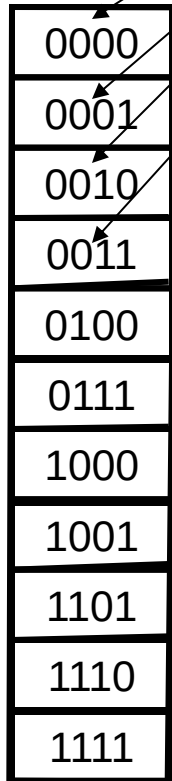
$$= x_1 \overline{x_2} \vee x_1 x_3 \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_3}$$

7.3. Метод на Куайн-Мак Класки.

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона наборите, за които функцията има стойност 1.
- Стъпка 2: Наборите от предната колона се подреждат в групи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 3: Всеки набор от дадена група се сравнява с всички набори от съседната група. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 4: Отстраняват се повтарящите се И-членове.
- Стъпка 5: И-членовете от предната колона се подреждат в групи според липсващата променлива и в подгрупи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 6: Всеки И-член от дадена подгрупа се сравнява с всички от съседната подгрупа, но само в рамките на групата. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 7: Ако могат да се извършат още слепвания, премини към “Стъпка 4”, ако не “Край”.

$$f_1 = \vee K^1(0,1,2,3,4,7,8,9,13,14,15)_{n=4}$$



0000
0001
0010
0011
0100
0111
1000
1001
1101
1110
1111

7.3. Метод на Куайн-Мак Класки.

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона наборите, за които функцията има стойност 1.
- Стъпка 2: Наборите от предната колона се подреждат в групи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 3: Всеки набор от дадена група се сравнява с всички набори от съседната група. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 4: Отстраняват се повтарящите се И-членове.
- Стъпка 5: И-членовете от предната колона се подреждат в групи според липсващата променлива и в подгрупи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 6: Всеки И-член от дадена подгрупа се сравнява с всички от съседната подгрупа, но само в рамките на групата. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 7: Ако могат да се извършат още слепвания, премини към “Стъпка 4”, ако не “Край”.

$$f_1 = \vee K^1(0,1,2,3,4,7,8,9,13,14,15)_{n=4}$$

0000	0000
0001	0001
0010	0010
0011	0100
0100	1000
0111	0011
1000	1001
1001	0111
1101	1101
1110	1110
1111	1111

7.3. Метод на Куайн-Мак Класки.

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона наборите, за които функцията има стойност 1.
- Стъпка 2: Наборите от предната колона се подреждат в групи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 3: Всеки набор от дадена група се сравнява с всички набори от съседната група. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 4: Отстраняват се повтарящите се И-членове.
- Стъпка 5: И-членовете от предната колона се подреждат в групи според липсващата променлива и в подгрупи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 6: Всеки И-член от дадена подгрупа се сравнява с всички от съседната подгрупа, но само в рамките на групата. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 7: Ако могат да се извършат още слепвания, премини към “Стъпка 4”, ако не “Край”.

$$f_1 = \vee K^1(0,1,2,3,4,7,8,9,13,14,15)_{n=4}$$

0000	0000	*	000-
0001	0001	*	00-0
0010	0010	*	0-00
0011	0100	*	-000
0100	1000	*	00-1
0111	0011	*	-001
1000	1001	*	001-
1001	0111	*	100-
1101	1101	*	0-11
1110	1110	*	1-01
1111	1111	*	-111
			11-1
			111-

7.3. Метод на Куайн-Мак Класки.

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона наборите, за които функцията има стойност 1.
- Стъпка 2: Наборите от предната колона се подреждат в групи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 3: Всеки набор от дадена група се сравнява с всички набори от съседната група. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 4: Отстраняват се повтарящите се И-членове.
- Стъпка 5: И-членовете от предната колона се подреждат в групи според липсващата променлива и в подгрупи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 6: Всеки И-член от дадена подгрупа се сравнява с всички от съседната подгрупа, но само в рамките на групата. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 7: Ако могат да се извършат още слепвания, премини към “Стъпка 4”, ако не “Край”.

$$f_1 = \vee K^1(0,1,2,3,4,7,8,9,13,14,15)_{n=4}$$

0000	0000	*	000-
0001	0001	*	00-0
0010	0010	*	0-00
0011	0100	*	-000
0100	1000	*	00-1
0111	0011	*	-001
1000	1001	*	001-
1001	0111	*	100-
1101	1101	*	0-11
1110	1110	*	1-01
1111	1111	*	-111
			11-1
			111-

7.3. Метод на Куайн-Мак Класки.

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона наборите, за които функцията има стойност 1.
- Стъпка 2: Наборите от предната колона се подреждат в групи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 3: Всеки набор от дадена група се сравнява с всички набори от съседната група. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 4: Отстраняват се повтарящите се И-членове.
- Стъпка 5: И-членовете от предната колона се подреждат в групи според липсващата променлива и в подгрупи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 6: Всеки И-член от дадена подгрупа се сравнява с всички от съседната подгрупа, но само в рамките на групата. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 7: Ако могат да се извършат още слепвания, премини към “Стъпка 4”, ако не “Край”.

$$f_1 = \vee K^1(0,1,2,3,4,7,8,9,13,14,15)_{n=4}$$

0000	0000	*	000-	-000
0001	0001	*	00-0	-001
0010	0010	*	0-00	-111
0011	0100	*	-000	0-00
0100	1000	*	00-1	0-11
0111	0011	*	-001	1-01
1000	1001	*	001-	00-0
1001	0111	*	100-	00-1
1101	1101	*	0-11	11-1
1110	1110	*	1-01	000-
1111	1111	*	-111	001-
			11-1	100-
			111-	111-

7.3. Метод на Куайн-Мак Класки.

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона наборите, за които функцията има стойност 1.
- Стъпка 2: Наборите от предната колона се подреждат в групи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 3: Всеки набор от дадена група се сравнява с всички набори от съседната група. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 4: Отстраняват се повтарящите се И-членове.
- Стъпка 5: И-членовете от предната колона се подреждат в групи според липсващата променлива и в подгрупи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 6: Всеки И-член от дадена подгрупа се сравнява с всички от съседната подгрупа, но само в рамките на групата. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 7: Ако могат да се извършат още слепвания, премини към “Стъпка 4”, ако не “Край”.

$$f_1 = \vee K^1(0,1,2,3,4,7,8,9,13,14,15)_{n=4}$$

0000	0000	*	000-	-000	*	-00-
0001	0001	*	00-0	-001	*	00- -
0010	0010	*	0-00	-111		00- -
0011	0100	*	-000	0-00		-00-
0100	1000	*	00-1	0-11		
0111	0011	*	-001	1-01		
1000	1001	*	001-	00-0	*	
1001	0111	*	100-	00-1	*	
1101	1101	*	0-11	11-1		
1110	1110	*	1-01	000-	*	
1111	1111	*	-111	001-	*	
			11-1	100-	*	
			111-	111-		

7.3. Метод на Куайн-Мак Класки.

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона наборите, за които функцията има стойност 1.
- Стъпка 2: Наборите от предната колона се подреждат в групи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 3: Всеки набор от дадена група се сравнява с всички набори от съседната група. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 4: Отстраняват се повтарящите се И-членове.
- Стъпка 5: И-членовете от предната колона се подреждат в групи според липсващата променлива и в подгрупи според броя на единиците в тях.
- Стъпка 6: Всеки И-член от дадена подгрупа се сравнява с всички от съседната подгрупа, но само в рамките на групата. Ако се слепват се записва резултата от слепването. Слепилите се набори се отбелязват.
- Стъпка 7: Ако могат да се извършат още слепвания, премини към “Стъпка 4”, ако не “Край”.

$$f_1 = \vee K^1(0,1,2,3,4,7,8,9,13,14,15)_{n=4}$$

0000	0000	*	000-	-000	*	-00-	←
0001	0001	*	00-0	-001	*	00- -	←
0010	0010	*	0-00	-111		00- -	←
0011	0100	*	-000	0-00		00-	←
0100	1000	*	00-1	0-11			←
0111	0011	*	-001	1-01			←
1000	1001	*	001-	00-0	*		
1001	0111	*	100-	00-1	*		
1101	1101	*	0-11	11-1			←
1110	1110	*	1-01	000-	*		
1111	1111	*	-111	001-	*		
			11-1	100-	*		
			111-	111-			←

Намерените прости импликанти са:

$$\overline{X_2 \cdot X_3}; \quad \overline{X_1 \cdot X_2}; \quad \overline{X_2 X_3 X_4}; \quad \overline{X_1 \cdot X_3 \cdot X_4}; \quad \overline{X_1 \cdot X_3 \cdot X_4}; \quad \overline{X_1 \cdot X_3 \cdot X_4}; \quad \overline{X_1 X_2 X_4}; \quad \overline{X_1 X_2 X_3}$$

7.4. Покрития на логическата функция.

- несъкратима форма на логическа функция.
- минимална форма на логическа функция.

7.5. Таблица на покритията.

7.6. Евристична процедура за намиране на минимална форма на логическа функция.

Процедура:

Стъпка 1: Намират се всички колони, в които има само една звездичка.

Стъпка 2: Определят се задължителните прости импликанти. Зачеркват се колоните, които те покриват.

Стъпка 3: Съкращава се останалата част от таблицата:
 колони, които поглъщат други колони се премахват;
 редове, които се поглъщат от други редове се премахват.

Стъпка 4: Определя се минимален брой прости импликанти, които покриват всички останали колони.

Таблица на покритията

единици Пр. Импл.	0000	0001	0010	0011	0100	0111	1000	1001	1101	1110	1111
-00-	*	*					*	*			
00--	*	*	*	*							
-111						*					*
0-00	*				*						
0-11				*		*					
1-01								*	*		
11-1									*		*
111-										*	*

Намерените прости импликанти са:

$$\overline{X_2} \cdot \overline{X_3}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_2}; \quad \overline{X_2} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_3}$$

7.4. Покрития на логическата функция.

- несъкратима форма на логическа функция.
- минимална форма на логическа функция.

7.5. Таблица на покритията.

7.6. Евристична процедура за намиране на минимална форма на логическа функция.

Процедура:

Стъпка 1: Намират се всички колони, в които има само една звездичка.

Стъпка 2: Определят се задължителните прости импликанти.

Зачеркват се колоните, които те покриват.

Стъпка 3: Съкращава се останалата част от таблицата:

колони, които поглъщат други колони се премахват;

редове, които се поглъщат от други редове се премахват.

Стъпка 4: Определя се минимален брой прости импликанти, които покриват всички останали колони.

Таблица на покритията

единици		0000	0001	0010	0011	0100	0111	1000	1001	1101	1110	1111
Пр. Импл.												
зад	-00-	*	*					*	*			
зад	00--	*	*	*	*							
	-111						*					*
зад	0-00	*				*						
	0-11				*		*					
	1-01								*	*		
	11-1									*		*
зад	111-										*	*
		   										

Намерените прости импликанти са:

$$\overline{x_2} \cdot \overline{x_3}; \quad \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}; \quad \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}; \quad \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}; \quad \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}; \quad \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}; \quad \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_4}; \quad \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}$$

7.4. Покрития на логическата функция.

- несъкратима форма на логическа функция.
- минимална форма на логическа функция.

7.5. Таблица на покритията.

7.6. Евристична процедура за намиране на минимална форма на логическа функция.

Процедура:

Стъпка 1: Намират се всички колони, в които има само една звездичка.

Стъпка 2: Определят се задължителните прости импликанти.

Зачеркват се колоните, които те покриват.

Стъпка 3: Съкращава се останалата част от таблицата:

колони, които поглъщат други колони се премахват;

редове, които се поглъщат от други редове се премахват.

Стъпка 4: Определя се минимален брой прости импликанти, които покриват всички останали колони.

Таблица на покритията

единици		0000	0001	0010	0011	0100	0111	1000	1001	1101	1110	1111
Пр. Импл.												
зад	-00-	*	*					*	*			
зад	00--	*	*	*	*							
	-111						*					*
зад	0-00	*				*						
	0-11				*		*					
	1-01								*	*		
	11-1									*		*
зад	111-										*	*






Намерените прости импликанти са:

$$\overline{X_2} \cdot \overline{X_3}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_2}; \quad \overline{X_2} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_3}$$

7.4. Покрития на логическата функция.

- несъкратима форма на логическа функция.
- минимална форма на логическа функция.

7.5. Таблица на покритията.

7.6. Евристична процедура за намиране на минимална форма на логическа функция.

Процедура:

Стъпка 1: Намират се всички колони, в които има само една звездичка.

Стъпка 2: Определят се задължителните прости импликанти.

Зачеркват се колоните, които те покриват.

Стъпка 3: Съкращава се останалата част от таблицата:

колони, които поглъщат други колони се премахват;

редове, които се поглъщат от други редове се премахват.

Стъпка 4: Определя се минимален брой прости импликанти, които покриват всички останали колони.

единици Пр. Импл.											
	*	*					*				
	*	*	*	*			*	*			
						*			*		*
	*				*						
				*		*					
								*			
									*		*
										*	*

Намерените прости импликанти са:

$$\overline{X_2} \cdot \overline{X_3}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_2}; \quad \overline{X_2} X_3 X_4; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4}; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot X_4; \quad \overline{X_1} \cdot \overline{X_3} \cdot X_4; \quad X_1 X_2 X_4; \quad X_1 X_2 X_3$$

7.4. Покрития на логическата функция.

- несъкратима форма на логическа функция.
- минимална форма на логическа функция.

7.5. Таблица на покритията.

7.6. Евристична процедура за намиране на минимална форма на логическа функция.

Процедура:

Стъпка 1: Намират се всички колони, в които има само една звездичка.

Стъпка 2: Определят се задължителните прости импликанти.

Зачеркват се колоните, които те покриват.

Стъпка 3: Съкращава се останалата част от таблицата:

колони, които поглъщат други колони се премахват;

редове, които се поглъщат от други редове се премахват.

Стъпка 4: Определя се минимален брой прости импликанти, които покриват всички останали колони.

Таблица на покритията

единици		0000	0001	0010	0011	0100	0111	1000	1001	1101	1110	1111
зад	Пр. Импл.											
зад	-00-	*	*					*	*			
зад	00--	*	*	*	*							
→	-111						*					*
зад	0-00	*				*						
	0-11				*		*					
→	1-01								*	*		
	11-1									*		*
зад	111-										*	*

7.7. Намиране на несъкратимите форми на логическа функция с функция на покритията.

единици	0000	0001	0010	0011	0100	0111	1000	1001	1101	1110	1111	
Пр. Импл.												
зад	-00-	*	*				*	*				A
зад	00--	*	*	*	*							B
→	-111					*					*	C
зад	0-00	*			*							D
	0-11			*		*						E
→	1-01							*	*			F
	11-1								*		*	G
зад	111-									*	*	H

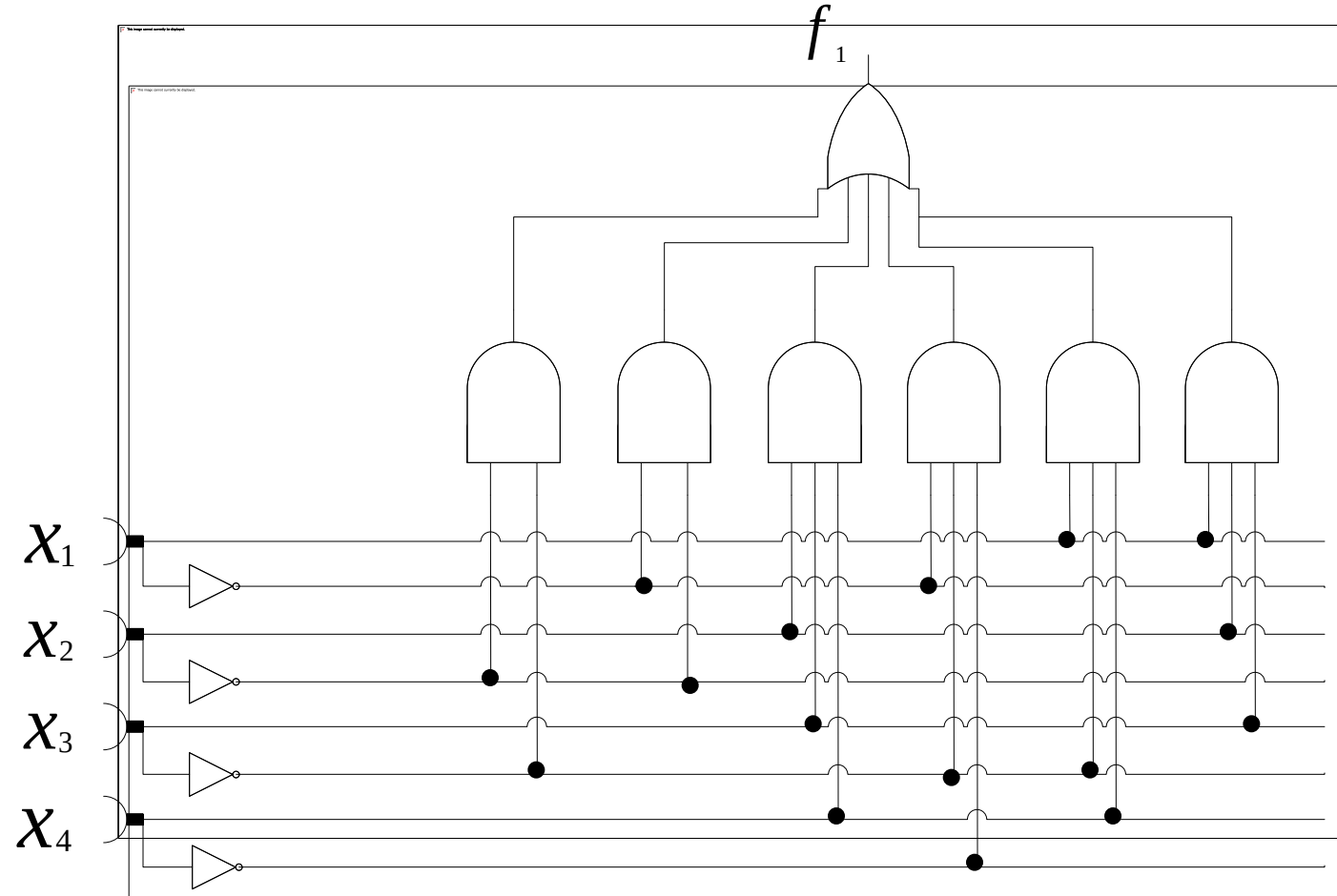
$$\begin{aligned}
 F &= (\overline{A} \overline{B} \overline{V} D) (\overline{A} \overline{B} V) (\overline{B}) (\overline{B} \overline{V} E) (\overline{D}) (C \overline{V} E) (\overline{A}) (\overline{A} \overline{V} F) (F \overline{V} G) (\overline{H}) (\overline{C} \overline{V} G \overline{V} H) = \\
 &= \overline{B} \overline{D} \overline{A} \overline{H} (C \overline{V} E) (F \overline{V} G) = \\
 &= \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{D} \overline{F} \overline{H} \vee \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{D} G \overline{H} \vee \overline{A} \overline{B} \overline{D} \overline{E} \overline{F} \overline{H} \vee \overline{A} \overline{B} \overline{D} \overline{E} G \overline{H}
 \end{aligned}$$

$$\rightarrow f_1 = \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \vee \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot x_4 \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}$$

Построяване на логическата схема:

$$f_1 = \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \vee \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot x_4 \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3$$

A B C D F H

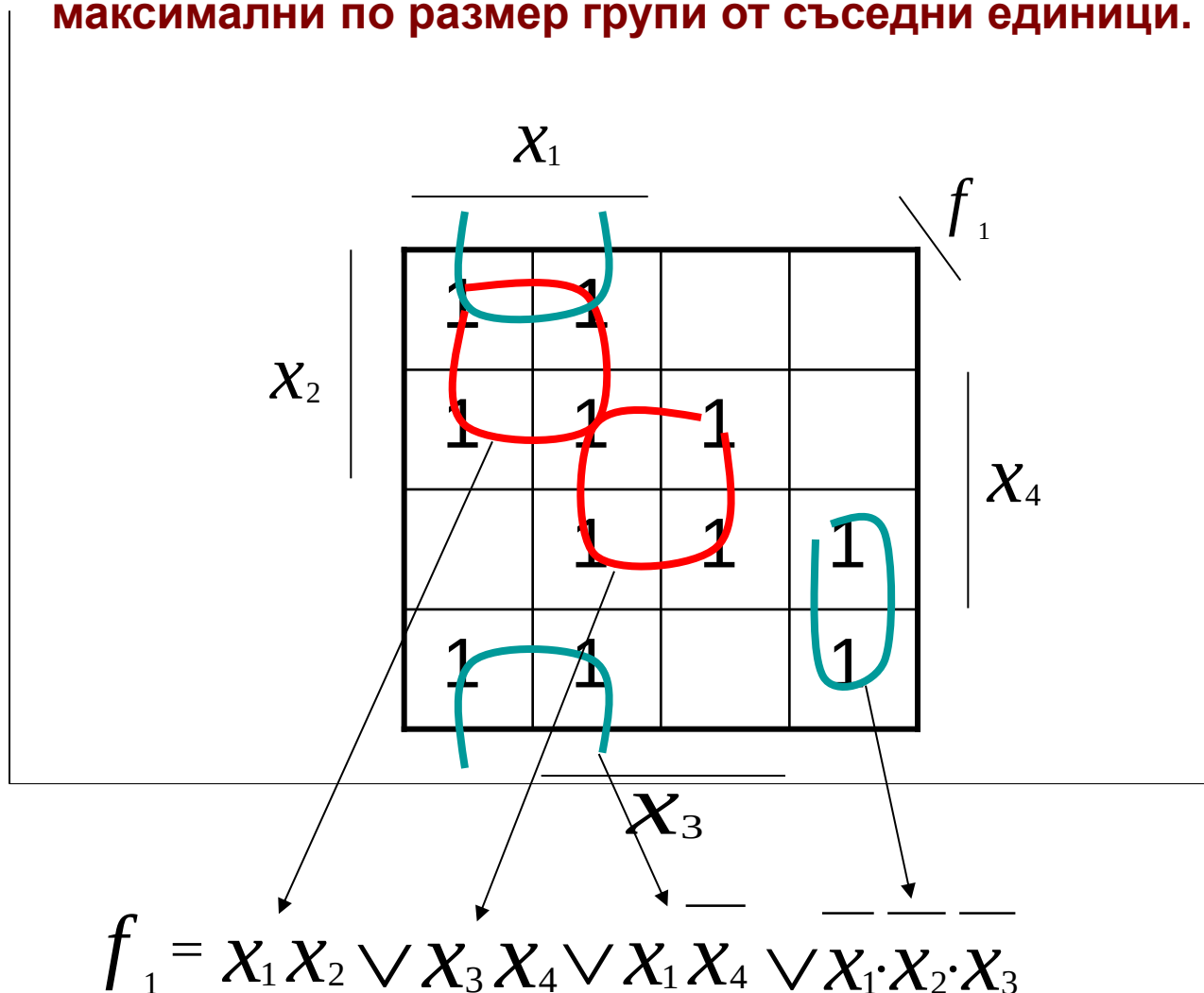


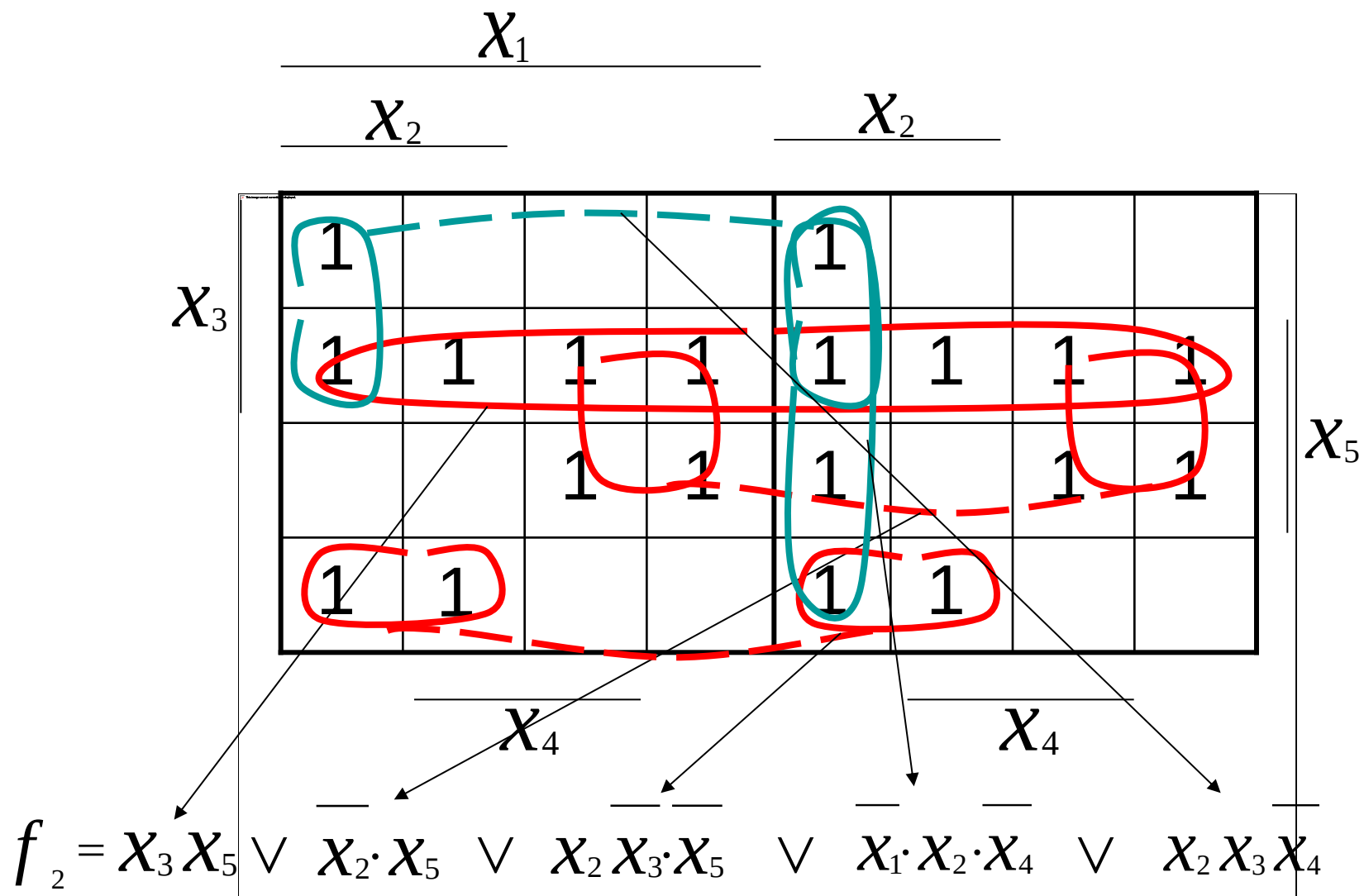
7.8. Минимизация на логически функции с карти на Вейч.

Процедура:

Стъпка 1: Търсят се единици, които могат да се слепят по единствен начин. Те определят задължителни прости импликанти.

Стъпка 2: Останалите единици се покриват с минимален брой, максимални по размер групи от съседни единици.





7.9. Минимизация на непълно определени логически функции.

- Минимизация по метода на Куайн-Мак Класки и таблица на покритията.

При намиране на простите импликанти, неопределените стойности се доопределят като 1.

0000	0000	*	000-	-000	*	--00
0001	0001	*	0-00	-100	*	-1-0
0011	0100	*	-000	-011	*	--11
0100	1000	*	00-1	-110	*	-11-
0110	0011	*	01-0	-111	*	-11
0111	0110	*	-100	0-00	*	-1-0
1000	1100	*	1-00	1-00	*	11--
1011	0111	*	0-11	0-11	*	11-
1100	1011	*	-011	1-11	*	--00
1101	1101	*	011-	00-1		-11-
1110	1110	*	-110	01-0	*	
1111	1111	*	110-	11-0	*	
			11-0	11-1	*	
			-111	000-		
			1-11	011-	*	
			11-1	110-	*	
			111-	111-	*	

$$f_1^1 = \vee K^1(0,1,3,7,8,12,14)_{n=4}$$

$$f_1^H = \vee K^1(4,6,11,13,15)_{n=4}$$

зад

П.и. \ Ед.	0000	0001	0011	0111	1000	1100	1110
000-	*	*					
00-1		*	*				
--00	*				*	*	
-1-0						*	*
--11			*	*			
11--						*	*
-11-				*			*

x_1

x_2

x_3

x_4

f_1

1	1	н	н
н	н	1	
	н	1	1
1			1

x_1

x_2

x_3

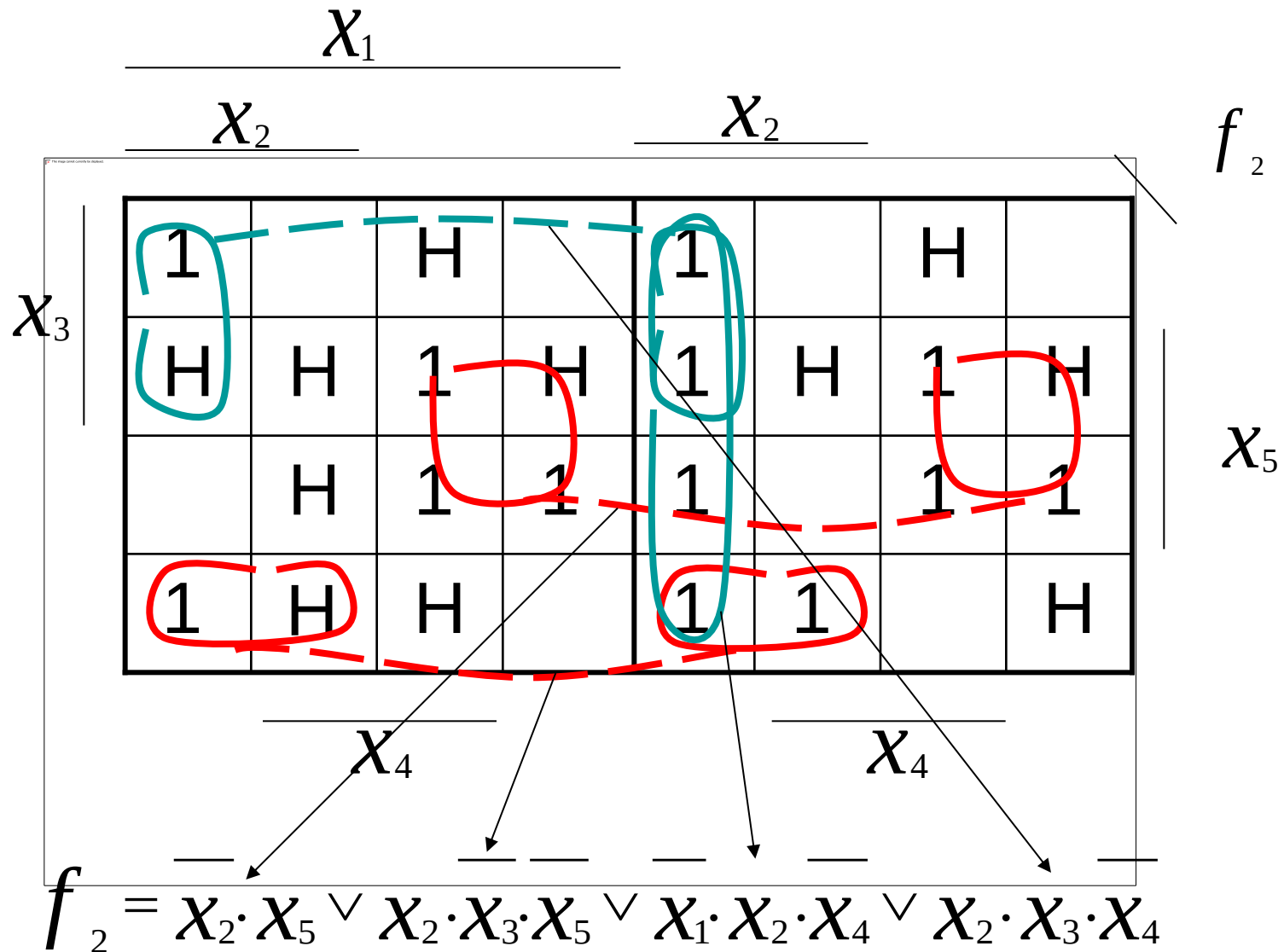
x_4

f_1

1	1	1	1
	1	1	
		1	1
1			1

$$f_1 = \overline{x_3} \overline{x_4} \vee x_2 x_3 \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_4$$

- Минимизация на непълно определена логическа функция с карта на Вейч.



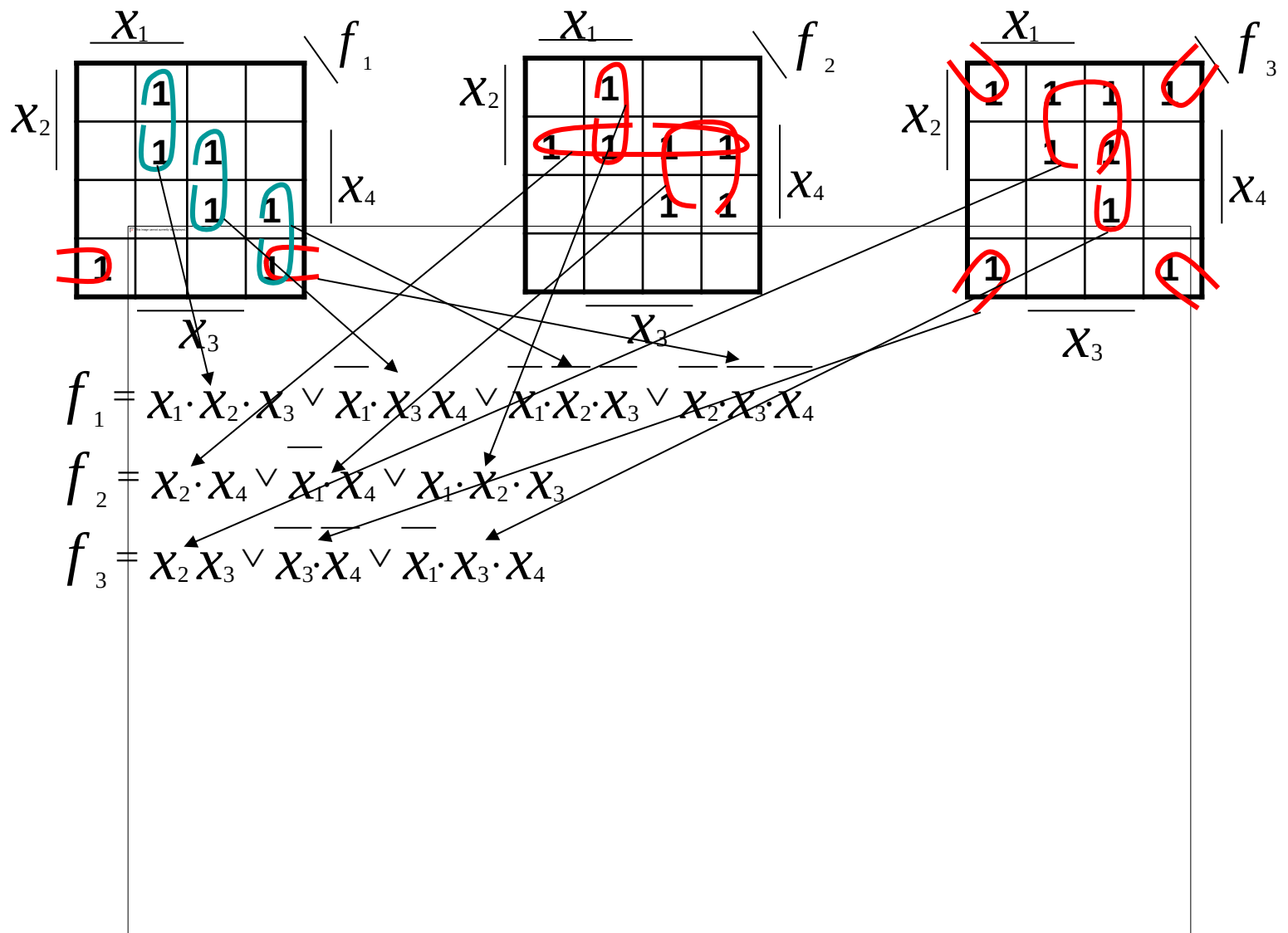
x_1							
x_2				x_2			
x_3	1		H		1		H
	1	H	1	1	1	H	1
		H	1	1	1		1
	1	1	H		1	1	H
x_4				x_4			
f_2							
x_5							

7.10.1 Система от логически функции.

- **цел на минимизацията.**

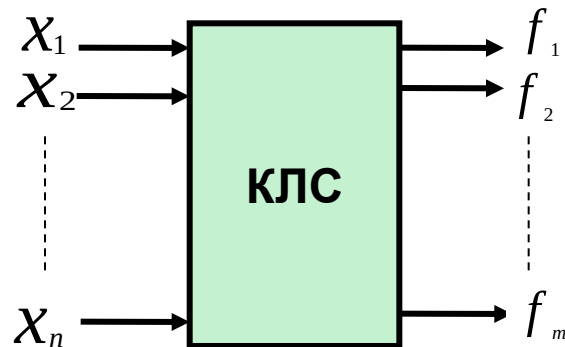
Процедура:

63



7.10. Минимизация на системи логически функции.

7.10.1 Система от логически функции.



$$\begin{aligned} f_1 &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ f_2 &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ &\dots\dots\dots \\ f_m &= f_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{aligned}$$

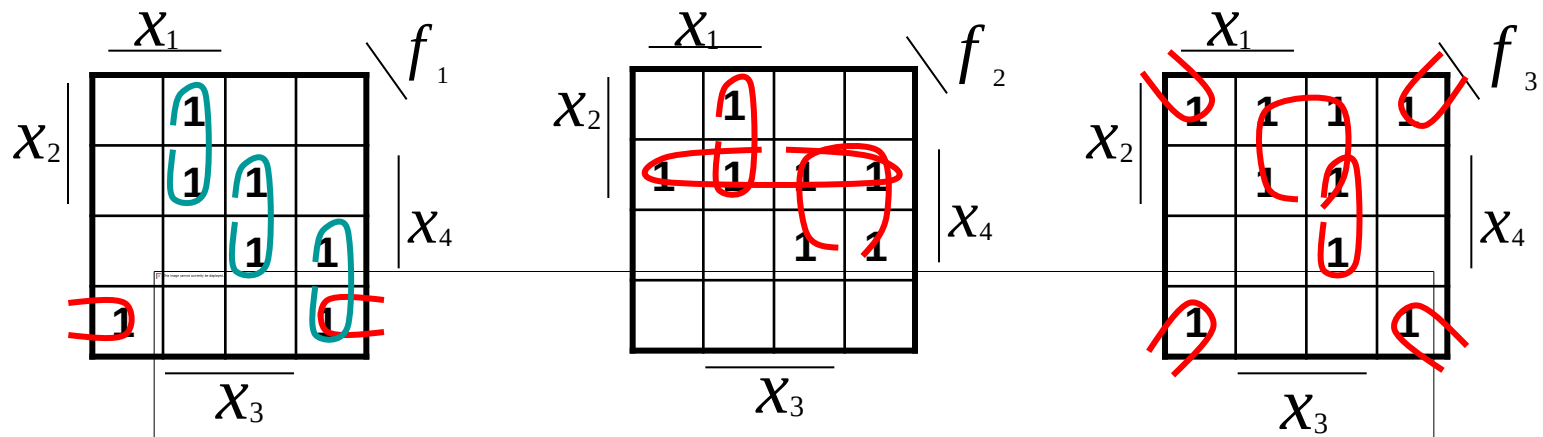
- цел на минимизацията.

7.10.2. Независима минимизация на функциите в системата.

Процедура:

Стъпка 1: Минимизира се всяка функция от системата сама за себе си.

Стъпка 2: Определят се общи за няколко функции прости импликанти.



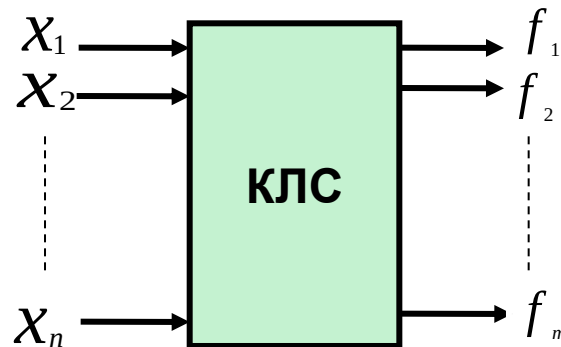
$$f_1 = \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} \vee \overline{X_1 \cdot X_3 \cdot X_4} \vee \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} \vee \overline{X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}$$

$$f_2 = X_2 \cdot X_4 \vee \overline{X_1 \cdot X_4} \vee \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$$

$$f_3 = X_2 \cdot X_3 \vee \overline{X_3 \cdot X_4} \vee \underline{\overline{X_1 \cdot X_3 \cdot X_4}}$$

7.10. Минимизация на системи логически функции.

7.10.1 Система от логически функции.



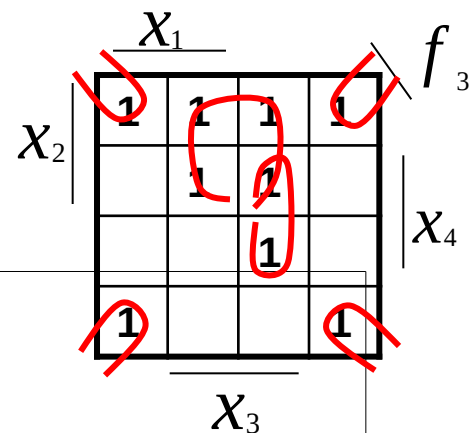
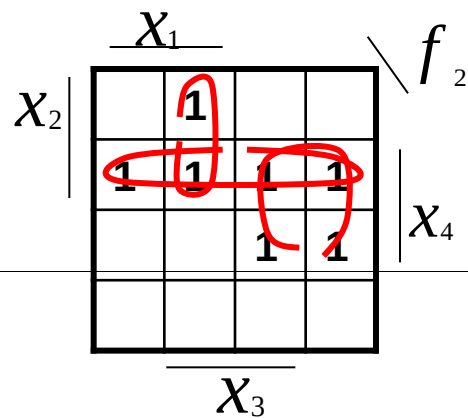
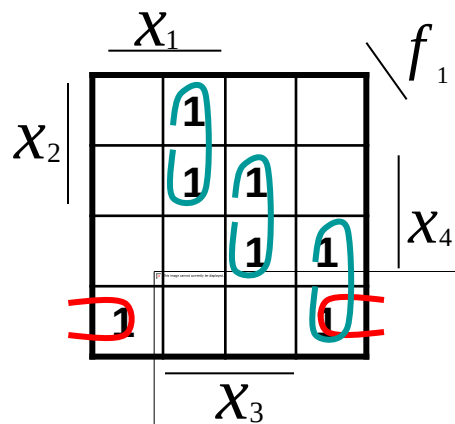
$$\begin{aligned} f_1 &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ f_2 &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ &\dots\dots\dots \\ f_m &= f_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{aligned}$$

- цел на минимизацията.

7.10.2. Независима минимизация на функциите в системата.

Процедура:

- Стъпка 1:** Минимизира се всяка функция от системата сама за себе си.
- Стъпка 2:** Определят се общи за няколко функции прости импликанти.
- Стъпка 3:** Съставя се логическа схема, като общите прости импликанти за няколко функции се реализират само веднъж.

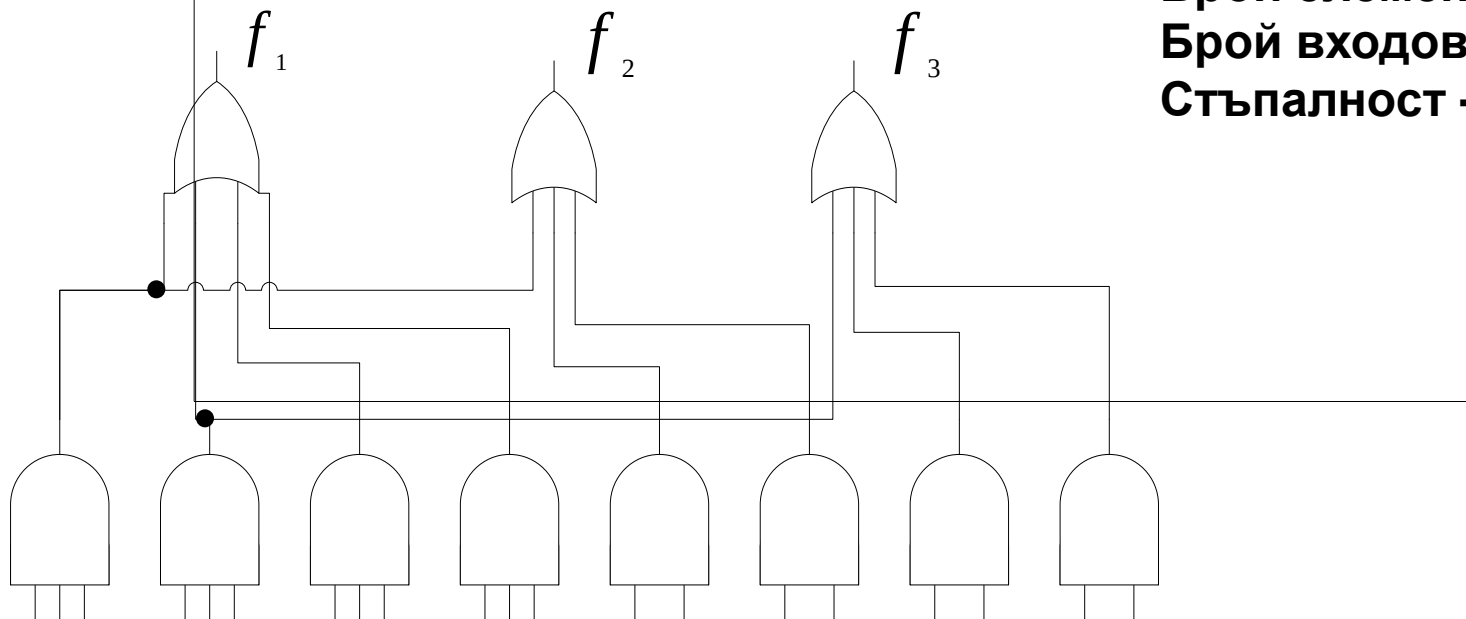


$$f_1 = \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} \vee \underline{\overline{X_1} \cdot X_3 \cdot X_4} \vee \overline{X_1} \cdot X_2 \cdot X_3 \vee \overline{X_2} \cdot X_3 \cdot X_4$$

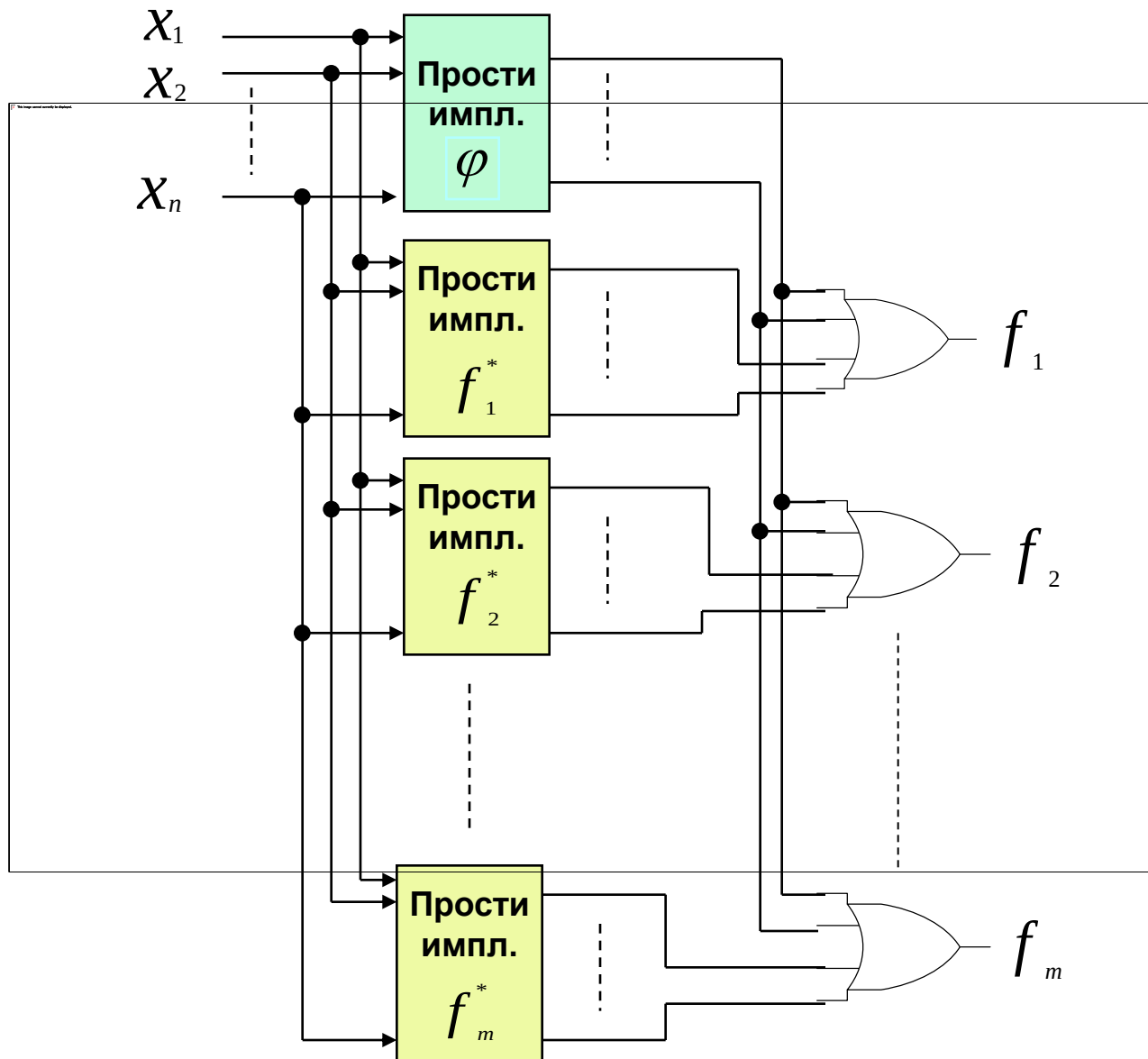
$$f_2 = X_2 \cdot X_4 \vee \overline{X_1} \cdot X_4 \vee \underline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$$

$$f_3 = X_2 \cdot X_3 \vee \overline{X_3} \cdot X_4 \vee \underline{\overline{X_1} \cdot X_3 \cdot X_4}$$

Оценка на схемата:
Брой елементи – 11
Брой входове – 30
Съпалност – 2

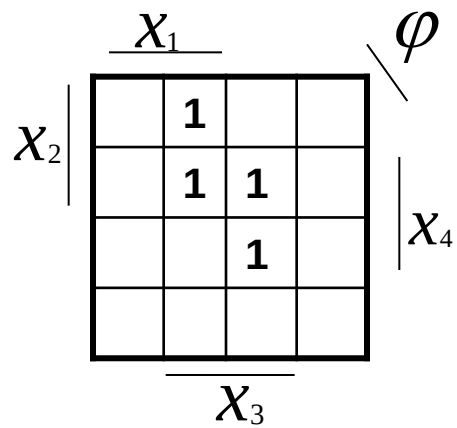
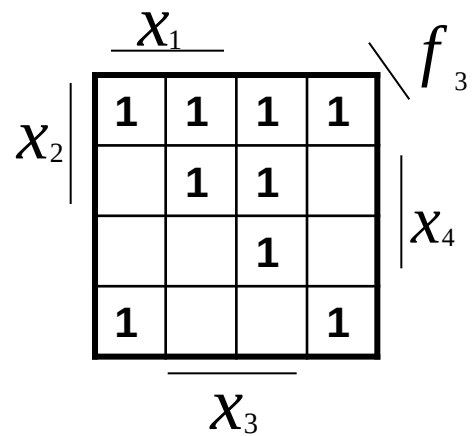
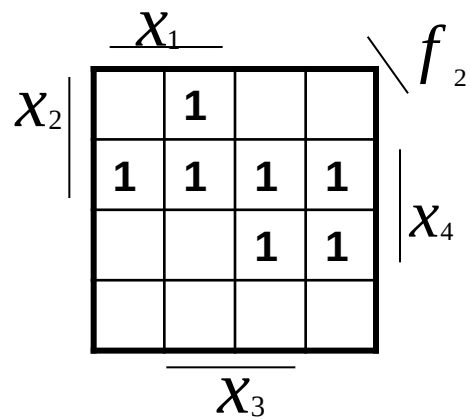
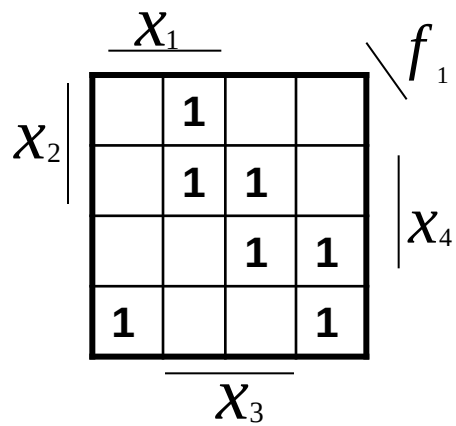


7.10.3. Минимизация на система логически функции чрез обща подфункция.



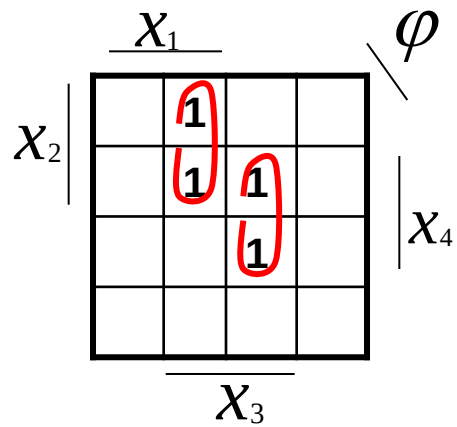
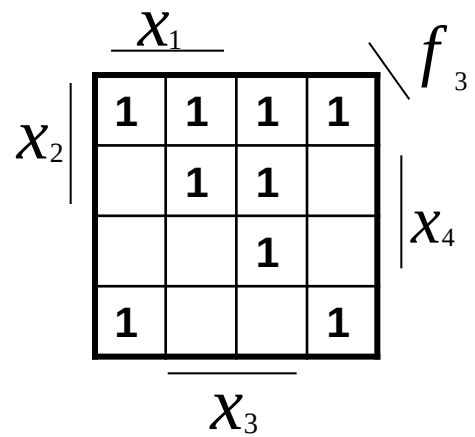
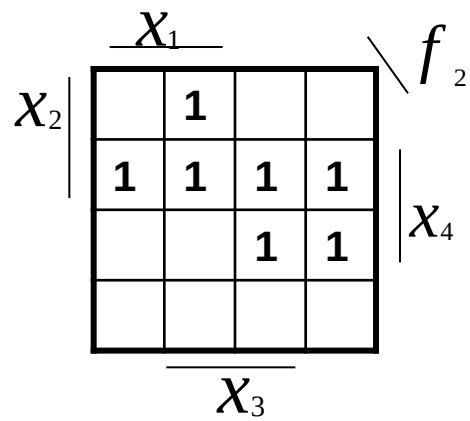
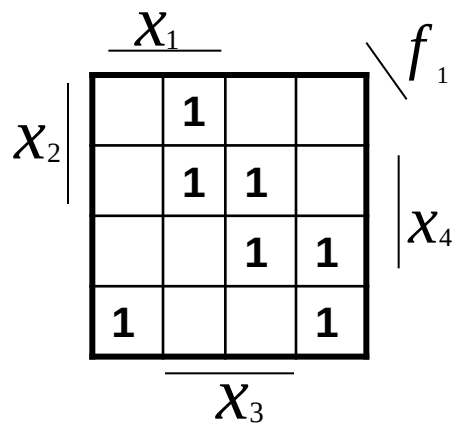
Процедура:

Стъпка 1: Определя се функция φ , която има стойност 1 за наборите, за които всички функции имат стойност 1.



Процедура:

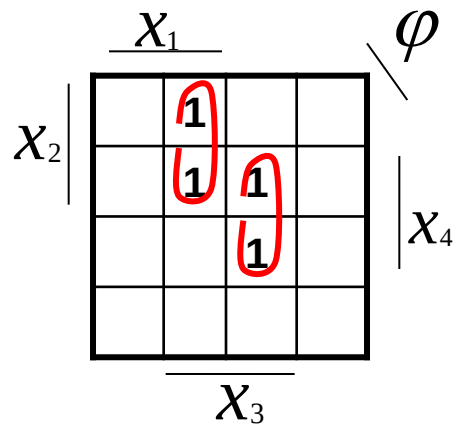
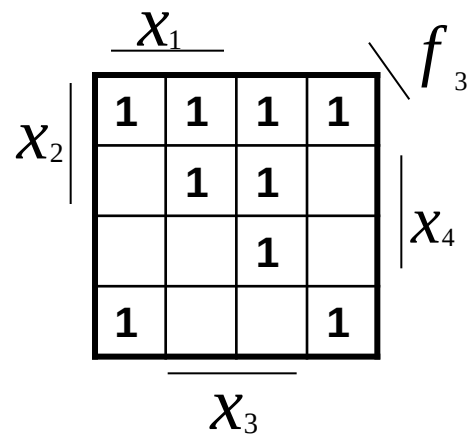
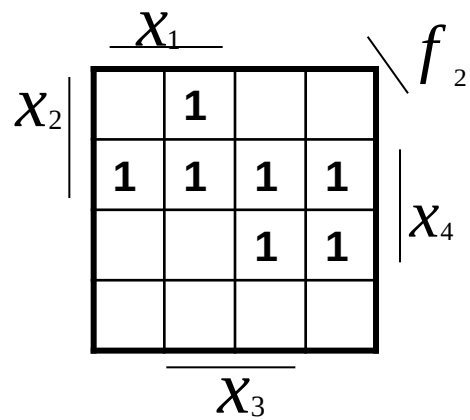
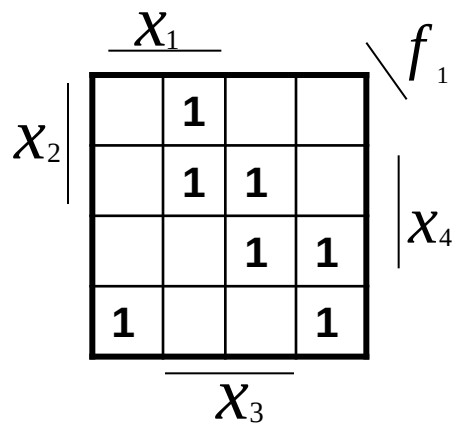
- Стъпка 1:** Определя се функция φ , която има стойност 1 за наборите, за които всички функции имат стойност 1.
- Стъпка 2:** Минимизира се функцията φ .



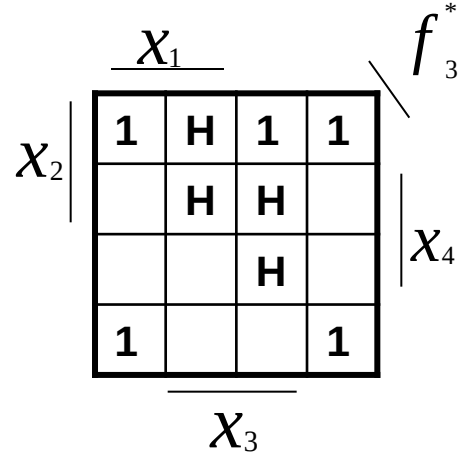
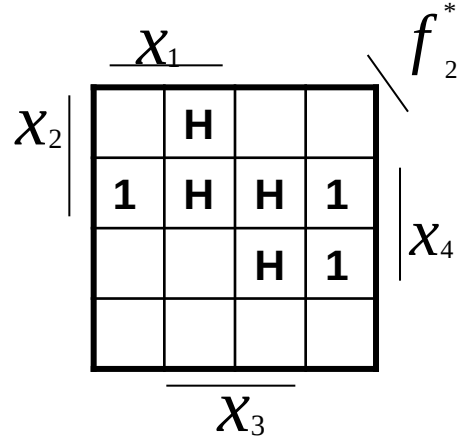
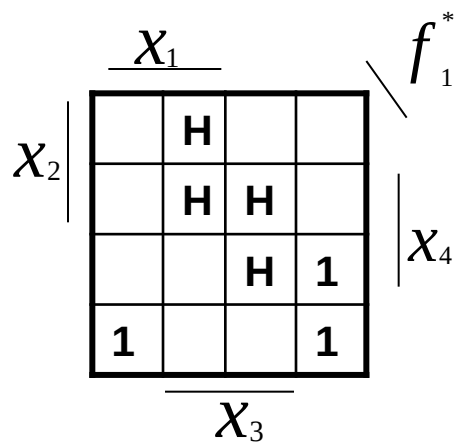
$$\varphi = X_1 X_2 X_3 \vee \overline{X_1 \cdot X_3 X_4}$$

Процедура:

- Стъпка 1:** Определя се функция φ , която има стойност 1 за наборите, за които всички функции имат стойност 1.
- Стъпка 2:** Минимизира се функцията φ .
- Стъпка 3:** Определят се допълващи функции f_i^* , които имат стойност 1 за наборите, за които функцията φ има стойност 0, а функцията f_i има стойност 1.

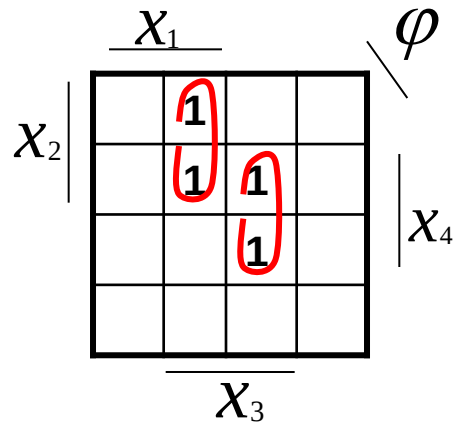
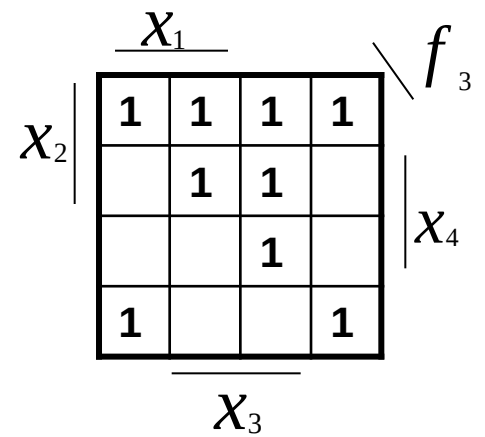
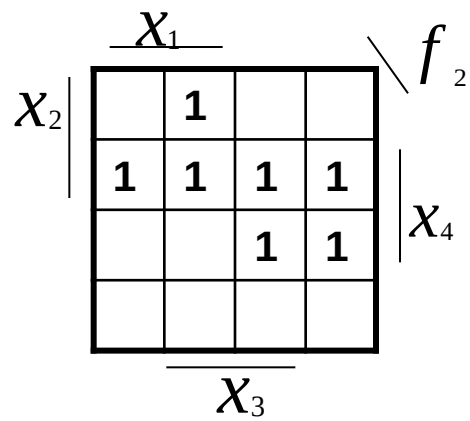
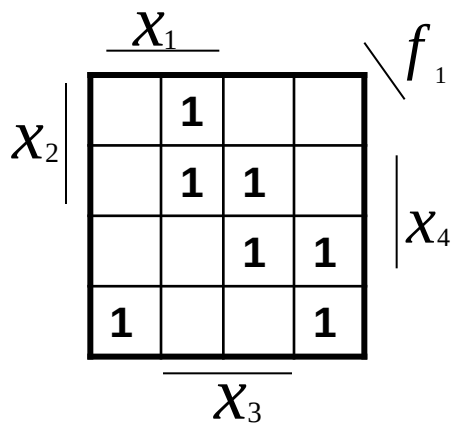


$$\varphi = X_1 X_2 X_3 \vee \overline{X_1} X_3 X_4$$



Процедура:

- Стъпка 1: Определя се функция φ , която има стойност 1 за наборите, за които всички функции имат стойност 1.
- Стъпка 2: Минимизира се функцията φ .
- Стъпка 3: Определят се допълващи функции f_i^* , които имат стойност 1 за наборите, за които функцията φ има стойност 0, а функцията f_i има стойност 1.
- Стъпка 4: Минимизират се функциите f_i^* .

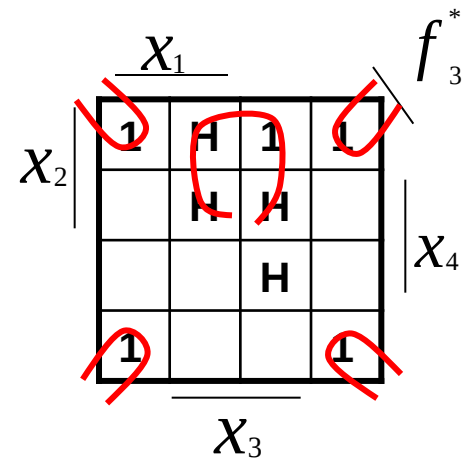
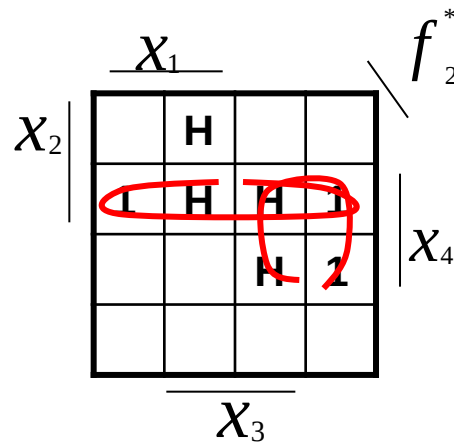
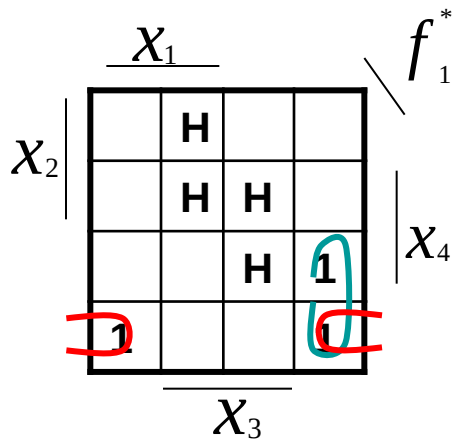


$$\varphi = \overline{X_1 X_2 X_3} \vee \overline{X_1 \cdot X_3 X_4}$$

$$f_1^* = \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} \vee \overline{X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}$$

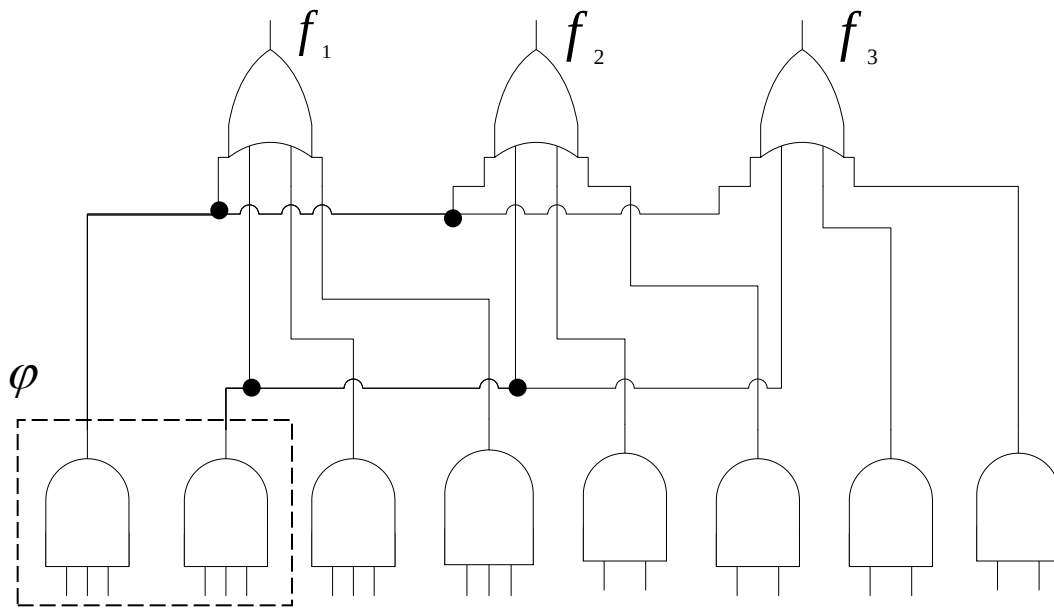
$$f_2^* = X_2 X_4 \vee \overline{X_1 \cdot X_4}$$

$$f_3^* = \overline{X_3 \cdot X_4} \vee X_2 X_3$$

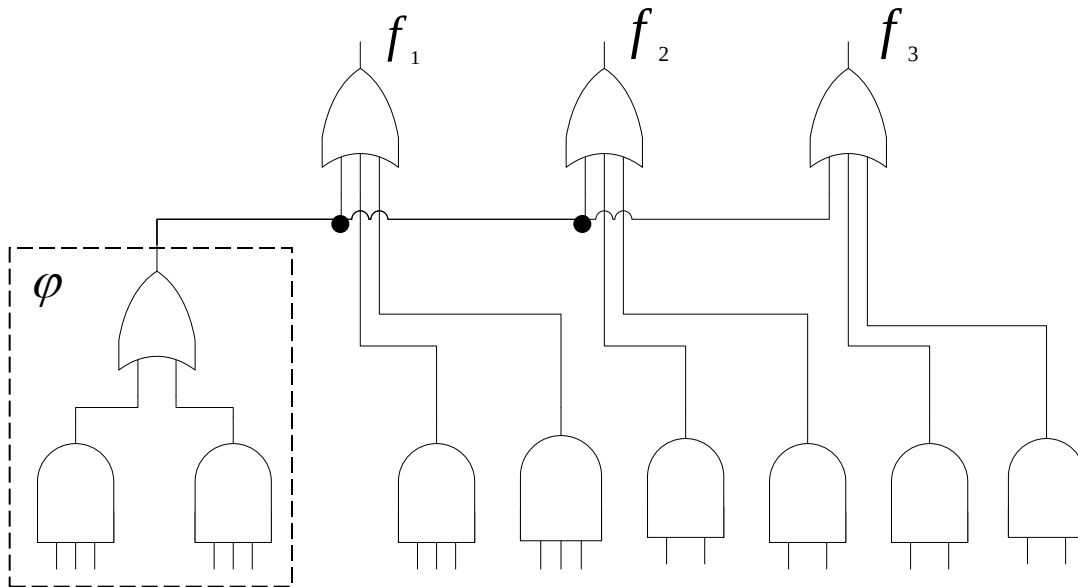


Процедура:

- Стъпка 1: Определя се функция φ , която има стойност 1 за наборите, за които всички функции имат стойност 1.
- Стъпка 2: Минимизира се функцията φ .
- Стъпка 3: Определят се допълващи функции f_i^* , които имат стойност 1 за наборите, за които функцията φ има стойност 0, а функцията f_i има стойност 1.
- Стъпка 4: Минимизират се функциите f_i^* .
- Стъпка 5: Записва се функцията, като: $f_i = f_i^* \vee \varphi$
- Стъпка 5: Построява се логическата схема.



Оценка на схемата:
 Брой елементи – 11 (11)
 Брой входове – 32 (30)
 Стъпалност – 2 (2)



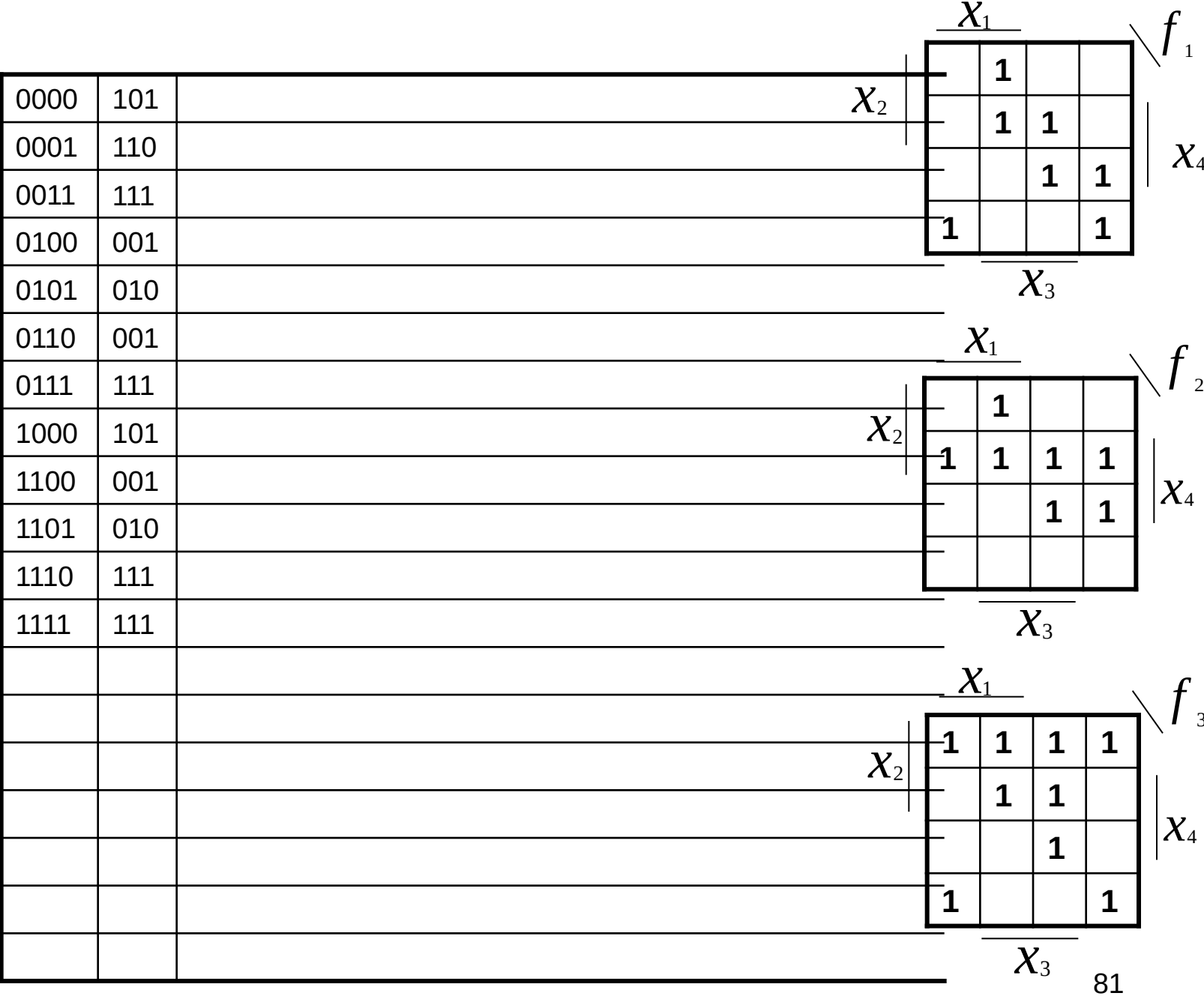
Оценка на схемата:
 Брой елементи – 12 (11)
 Брой входове – 31 (30)
 Стъпалност – 3 (2)

7.10.4. Систематичен подход за минимизация на система от логически функции.

- Намиране на общите прости импликанти на системата логически функции (метод на Куайн-Мак Класки).

Процедура:

- Стъпка 1:** Записват се в колона всички набори, за които поне една от функциите в системата има стойност 1.
- Стъпка 2:** До всеки набор се записва признакова част състояща се от стойностите на функциите от системата за този набор.



7.10.4. Систематичен подход за минимизация на система от логически функции.

- Намиране на общите прости импликанти на системата логически функции (метод на Куайн-Мак Класки).

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона всички набори, за които поне една от функциите в системата има стойност 1.
- Стъпка 2: До всеки набор се записва признакова част състояща се от стойностите на функциите от системата за този набор.
- Стъпка 3: Прилага се метода на Куайн - Мак Класки, както това се прави за една единствена функция със следните допълнения:
- ако два И-члена се слепят, резултатът получава признакова част, която е поразрядна конюнкция от признаковите части на слепилите се И-членове.
 - отметка получават И-членовете, които са се слепили и които имат признакова част, съвпадаща с новополучената.

0000	101	0000	*	101	000-	100	-000		101	--00	001
0001	110	0001	*	110	0-00	001	-100	*	001	-10-	000
0011	111	0100	*	001	-000	101	-101	*	010	-1-0	001
0100	001	1000	*	101	00-1	110	-110	*	001	-1-1	010
0101	010	0011	*	111	0-01	010	-111		111	-11-	001
0110	001	0101	*	010	010-	000	0-00	*	001	0-0	000
0111	111	0110	*	001	01-0	001	0-01	*	010	--00	001
1000	101	1100	*	001	-100	001	1-00	*	001	0—1	010
1100	001	0111	*	111	1-00	001	0-11		111	0—1	010
1101	010	1101	*	010	0-11	111	00-1		110	01-	000
1110	111	1110	*	111	01-1	010	01-0	*	001	-1-1	010
1111	111	1111	*	111	-101	010	01-1	*	010	-11-	001
					011-	001	11-1	*	010	11--	000
					-110	001	11-0	*	001	-1-0	001
					110-	000	000-		100		
					-111	111	011-	*	001		
					11-1	010	111-		111		
					111-	111					
					11-0	001					

7.10.4. Систематичен подход за минимизация на система от логически функции.

- Намиране на общите прости импликанти на системата логически функции (метод на Куайн-Мак Класки).

Процедура:

- Стъпка 1: Записват се в колона всички набори, за които поне една от функциите в системата има стойност 1.
- Стъпка 2: До всеки набор се записва признакова част състояща се от стойностите на функциите от системата за този набор.
- Стъпка 3: Прилага се метода на Куайн - Мак Класки, както това се прави за една единствена функция със следните допълнения:
- ако два И-члена се слепят, резултатът получава признакова част, която е поразрядна конюнкция от признаковите части на слепилите се И-членове.
 - отметка получават И-членовете, които са се слепили и които имат признакова част, съвпадаща с новополучената.
- Стъпка 4: За прости импликанти на системата логически функции се определят И-членовете, които не са отбелязани.

- Намиране на минималното покритие на системата логически функции.

Процедура:

- Стъпка 1:** Строи се таблица на покритията. Таблицата има толкова колони, колкото са наборите за които поне една функция има стойност 1. Броя на редовете е равен на броя на намерените прости импликанти на системата логически функции.
- Стъпка 2:** Всяка колона се разделя на толкова подколони, колкото единици има в признаковата част на съответния набор. Всяка подколона се отбелязва с номера на функцията, която има стойност 1 за съответния набор.
- Стъпка 3:** Попълва се таблицата, като отметка се поставя, ако простата импликанта покрива единицата и при съвпадение на признаковите части на простата импликанта и колоната.
- Стъпка 4:** Намира се минималното покритие на системата логически функции както това се прави с таблицата за една функция.

	0000		0001		0011			0100	0101	0110	0111			1000		1100	1101	1110			1111		
	1	3	1	2	1	2	3	3	2	3	1	2	3	1	3	3	2	1	2	3	1	2	3
-000 101	*	*												*	*								
-111 111											*	*	*								*	*	*
0-11 111					*	*	*				*	*	*										
00-1 110			*	*	*	*																	
000- 100	*		*																				
111- 111																		*	*	*	*	*	*
--00 001		*						*							*	*							
-1-0 001								*		*						*				*			
-1-1 010									*		*						*				*		
-11- 001										*			*						*				*
0- -1 010				*		*			*		*												

A

B

C

D

E

F

- Намиране на минималното покритие на всяка от функциите в системата логически функции.

Процедура:

- Стъпка 1:** Строи се таблица на покритията за всяка една от функциите в системата. Всяка от таблиците има колони за единиците на съответната функция и редове за простите импликанти принадлежащи на съответната функция и на покритието на системата.
- Стъпка 2:** Намира се минималното покритие за всяка една от функциите.

f_1

	0000	0001	0011	0111	1000	1110	1111	
→ -000	*				*			A
→ 0-11			*	*				B
→ 00-1		*	*					C
→ 111-						*	*	D

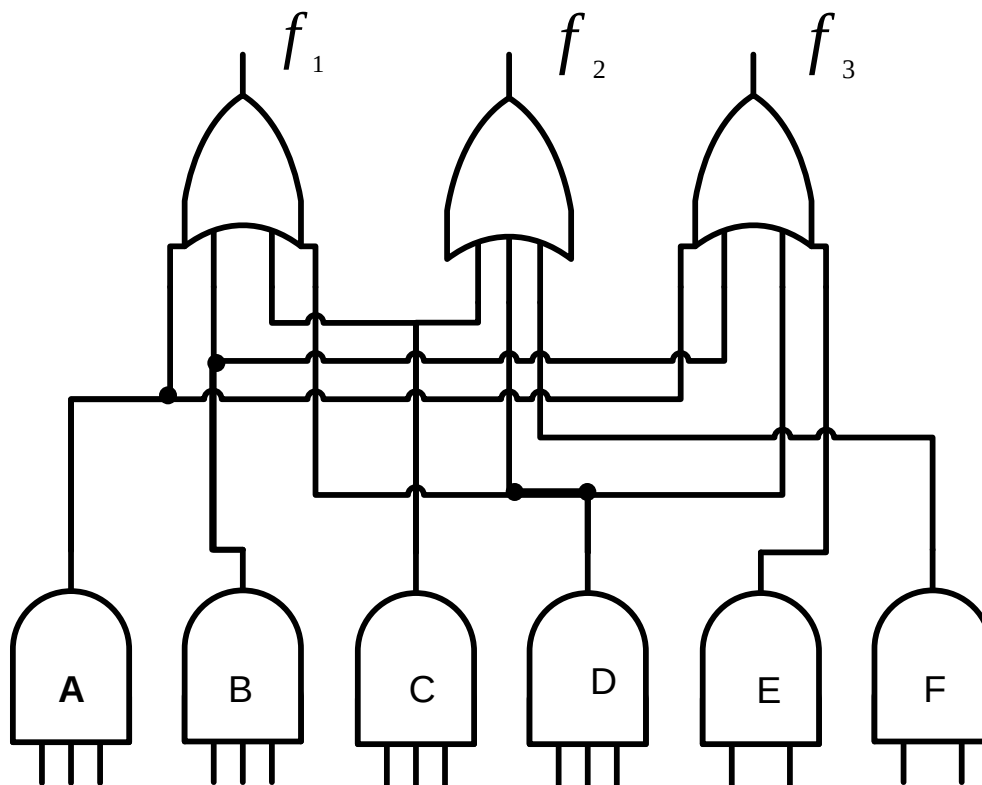
 f_2

	0001	0011	0101	0111	1101	1110	1111	
→ 0-11		*		*				B
→ 00-1	*	*						C
→ 111-						*	*	D
→ -1-1			*	*	*		*	F

 f_3

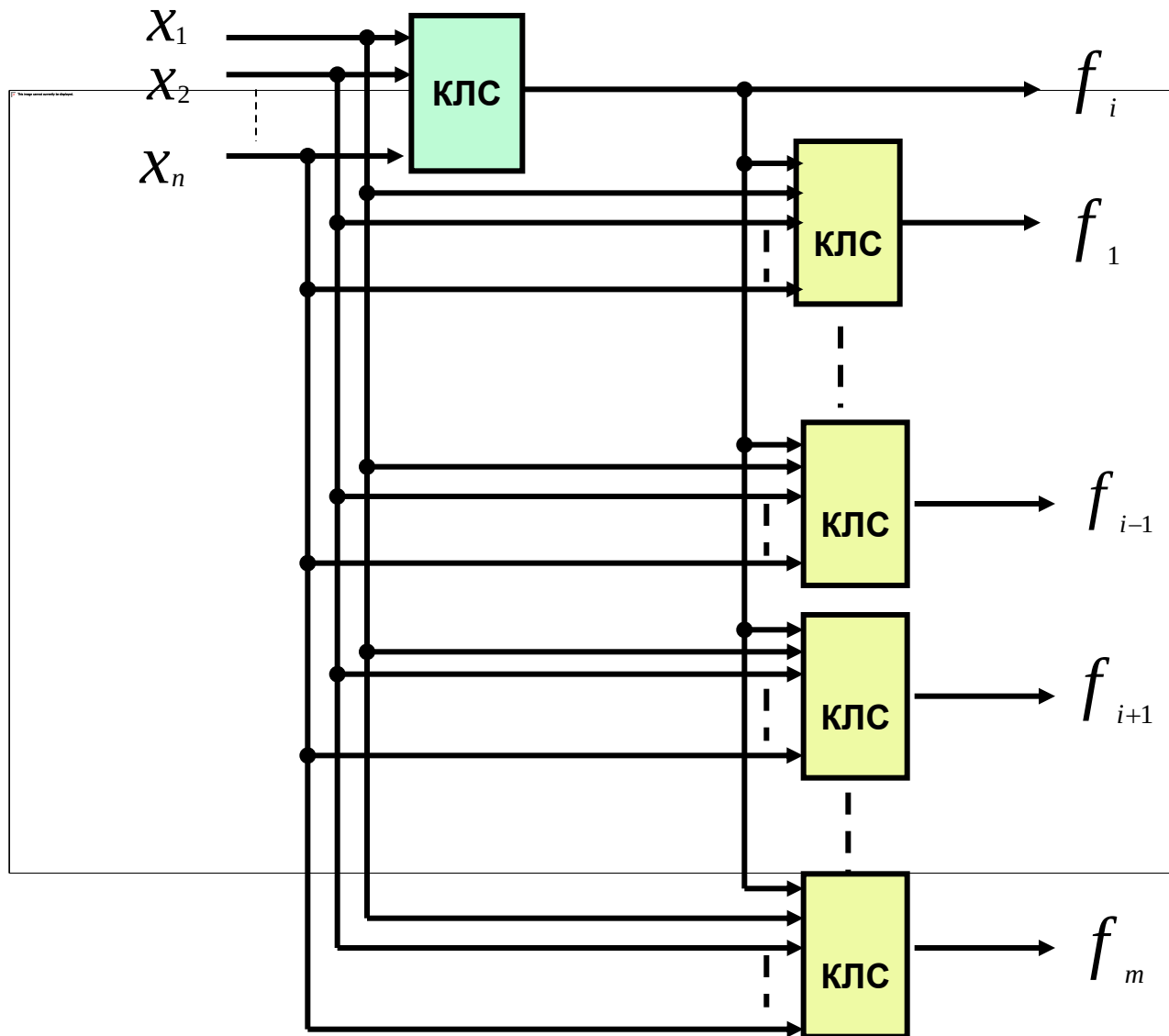
	0000	0011	0100	0110	0111	1000	1100	1110	1111	
→ -000	*					*				A
→ 0-11		*			*					B
→ 111-								*	*	D
→ -1-0			*	*			*	*		E

- **построяване на логическата схема.**



Оценка на схемата:
Брой елементи – 9 (11,11)
Брой входове – 26 (30,32)
Стъпалност – 2 (2,2)

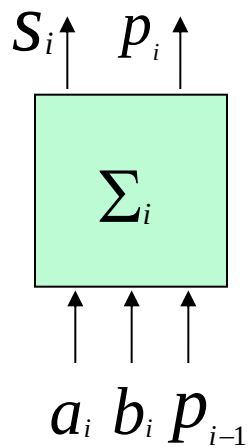
7.10.5. Минимизация на система от логически функции чрез базова функция.



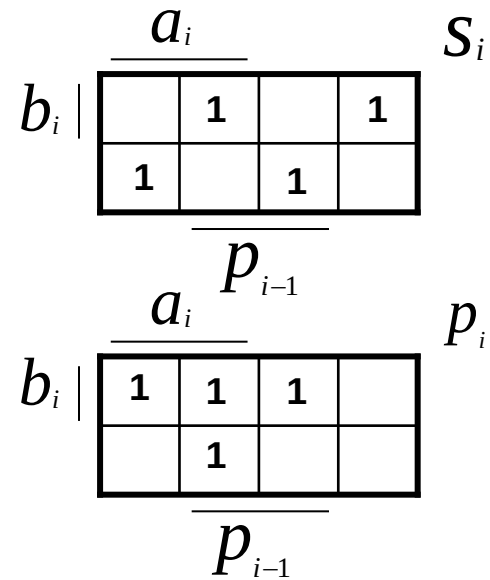
Процедура:

Стъпка 1: Една от функциите в системата от логически функции се избира за базова.

Стъпка 2: Минимизира се базовата функция.

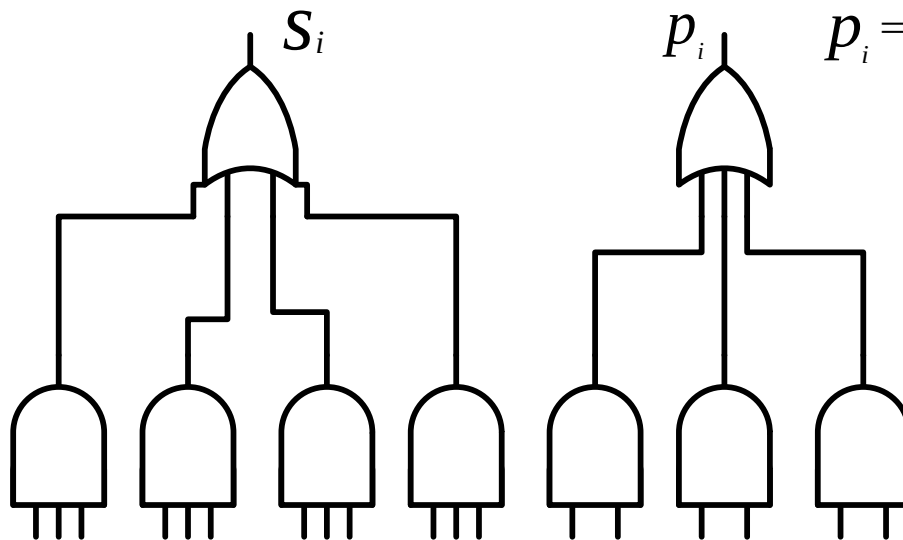


a_i	b_i	p_{i-1}	S_i	p_i
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1



$$S_i = \overline{a_i} \cdot \overline{b_i} \cdot p_{i-1} \vee \overline{a_i} \cdot b_i \cdot \overline{p_{i-1}} \vee a_i \cdot \overline{b_i} \cdot \overline{p_{i-1}} \vee a_i b_i p_{i-1}$$

$$p_i = a_i b_i \vee a_i p_{i-1} \vee b_i p_{i-1}$$



Оценка на схемата:
 Брой елементи – 9
 Брой входове – 25
 Стыпалност – 2

Процедура:

Стъпка 1: Една от функциите в системата от логически функции се избира за базова.

Стъпка 2: Минимизира се базовата функция.

Стъпка 3: Всички останали функции без базовата стават функции на $n+1$ променливи: това са променливите $x_1, x_2, \dots, x_n$ $f_{\text{баз}}$.
Съставят се таблиците на истинност на тези функции.

a_i	b_i	p_{i-1}	s_i	p_i
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

a_i	b_i	p_{i-1}	p_i	s_i
0	0	0	0	0
0	0	0	1	H
0	0	1	0	1
0	0	1	1	H
0	1	0	0	1
0	1	0	1	H
0	1	1	0	H
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	H
1	0	1	0	H
1	0	1	1	0
1	1	0	0	H
1	1	0	1	0
1	1	1	0	H
1	1	1	1	1

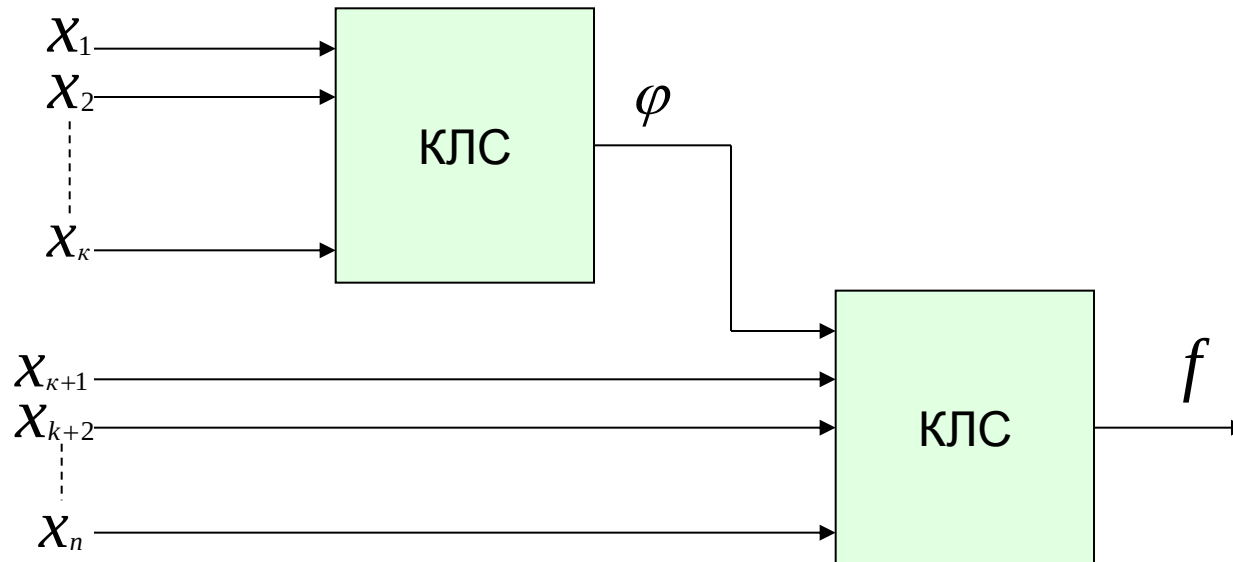
Процедура:

- Стъпка 1: Една от функциите в системата от логически функции се избира за базова.
- Стъпка 2: Минимизира се базовата функция.
- Стъпка 3: Всички останали функции без базовата стават функции на $n+1$ променливи: това са променливите $x_1, x_2, \dots, x_n$ $f_{\text{баз}}$.
Съставят се таблици на истинност на тези функции.
- Стъпка 4: Всички функции без базовата се минимизират като система от логически функции на $n+1$ променливи.
- Стъпка 5: Построява се логическата схема.

8. Декомпозиция на логически функции.

8.1 . Проста разделителна декомпозиция.

$$f = f(\varphi(x_1, x_2, \dots, x_k), x_{k+1}, x_{k+2}, \dots, x_n)$$



Процедура:

Стъпка 1. Функцията се нанася в карта на Вейч.

Стъпка 2. Избират се свободни променливи. Съставят се подкарти за всеки набор на свободните променливи.

Стъпка 3. Проверяват се подкартите дали отговарят на следните изисквания: в подкартата се съдържа константа 0; в подкартата се съдържа константа 1; в подкартата се съдържа функция φ ; в подкартата се съдържа функция $\bar{\varphi}$. Ако са изпълнени горните изисквания премини към стъпка 4, в противен случай – към стъпка 2.

Стъпка 4. Записва се получената декомпозиционна форма.

Стъпка 5. Минимизира се получената функция.

		<u>x_1</u>		$\backslash f_1$	$\left \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right. x_4$
x_2		1	1		
		1	1		
	1	1	1		
			1		
		<u>x_3</u>			

Избират се x_3 и x_4 за свободни променливи.

$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$
 $\overline{x_1}$
 $x_2 \mid$

$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$
 $\overline{x_1}$
 $x_2 \mid$

1	

$\varphi = x_1 \overline{x_2}$

$x_3 \cdot \overline{x_4}$
 $\overline{x_1}$
 $x_2 \mid$

1	1
	1

$\overline{\varphi}$

$x_3 \cdot x_4$
 $\overline{x_1}$
 $x_2 \mid$

1	1
1	1

$$f_1 = \overline{\varphi} \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{\varphi} \cdot \overline{x_3} \overline{x_4} \vee x_3 x_4$$

$$f_1 = \overline{\varphi} \cdot x_4 \vee \overline{\varphi} \cdot \overline{x_3}$$

$\overline{\varphi}$				x_3
	1	1	1	
	1			
x_4				

Процедура:

Стъпка 1. Функцията се нанася в карта на Вейч.

Стъпка 2. Избират се свободни променливи. Съставят се подкарти за всеки набор на свободните променливи.

Стъпка 3. Проверяват се подкартите дали отговарят на следните изисквания: в подкартата се съдържа константа 0; в подкартата се съдържа константа 1; в подкартата се съдържа функция φ ; в подкартата се съдържа функция $\bar{\varphi}$. Ако са изпълнени горните изисквания премини към стъпка 4, в противен случай – към стъпка 2.

Стъпка 4. Записва се получената декомпозиционна форма.

Стъпка 5. Минимизира се получената функция.

	$\overline{x_1}$		
x_2		1	1
		1	1
	1	1	1
			1
	x_3		

f_1

Избират се x_3 и x_4 за свободни променливи.

	$\overline{x_1}$	$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$	$\overline{x_1}$	$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$	$\overline{x_1}$	$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$	$\overline{x_1}$	$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$
x_2	$\overline{x_1}$		$\overline{x_1}$		$\overline{x_1}$		$\overline{x_1}$	
					1	1	1	1
	$\varphi = x_1 x_2$		$\overline{\varphi}$					

$$f_1 = \overline{\varphi} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{\varphi} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} \vee x_3 \cdot x_4$$

$$f_1 = \overline{\varphi} \cdot x_4 \vee \overline{\varphi} \cdot x_3$$

	$\overline{\varphi}$		
x_3		1	1
		1	
	x_4		

Процедура:

Стъпка 1. Функцията се нанася в карта на Вейч.

Стъпка 2. Избират се свободни променливи. Съставят се подкарти за всеки набор на свободните променливи.

Стъпка 3. Проверяват се подкартите дали отговарят на следните изисквания: в подкартата се съдържа константа 0; в подкартата се съдържа константа 1; в подкартата се съдържа функция φ ; в подкартата се съдържа функция $\bar{\varphi}$. Ако са изпълнени горните изисквания премини към стъпка 4, в противен случай – към стъпка 2.

Стъпка 4. Записва се получената декомпозиционна форма.

Стъпка 5. Минимизира се получената функция.

		$\overline{x_1}$	
x_2		1	1
		1	1
	1	1	1
			1
		x_3	

f_1

x_4

Избират се x_3 и x_4 за свободни променливи.

		$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$	
x_2			
		$\overline{x_3} \cdot x_4$	
x_2			
	1		
		$x_3 \cdot \overline{x_4}$	
x_2	1	1	
			1
		$x_3 \cdot x_4$	
x_2	1	1	
	1	1	

$\varphi = x_1 \overline{x_2}$

$\overline{\varphi}$

$$f_1 = \overline{\varphi} \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{\varphi} \cdot x_3 \overline{x_4} \vee x_3 x_4$$

$$f_1 = \overline{\varphi} \cdot x_4 \vee \overline{\varphi} \cdot x_3$$

$\overline{\varphi}$			
x_3		1	1
		1	
x_4			

Процедура:

Стъпка 1. Функцията се нанася в карта на Вейч.

Стъпка 2. Избират се свободни променливи. Съставят се подкарти за всеки набор на свободните променливи.

Стъпка 3. Проверяват се подкартите дали отговарят на следните изисквания: в подкартата се съдържа константа 0; в подкартата се съдържа константа 1; в подкартата се съдържа функция φ ; в подкартата се съдържа функция $\bar{\varphi}$. Ако са изпълнени горните изисквания премини към стъпка 4, в противен случай – към стъпка 2.

Стъпка 4. Записва се получената декомпозиционна форма.

Стъпка 5. Минимизира се получената функция.

Избират се X_3 и X_4 за свободни променливи.

$$f_1 = \overline{\varphi x_3} . x_4 \vee \overline{\varphi . x_3} \overline{x_4} \vee x_3 x_4$$

$$\begin{array}{c} \varphi \\ \hline \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & 1 & 1 & 1 \\ \hline & 1 & & \\ \hline \end{array} \\ \hline \chi_4 \end{array}$$

Процедура:

- Стъпка 1. Функцията се нанася в карта на Вейч.
- Стъпка 2. Избират се свободни променливи. Съставят се подкарти за всеки набор на свободните променливи.
- Стъпка 3. Проверяват се подкартите дали отговарят на следните изисквания: в подкартата се съдържа константа 0; в подкартата се съдържа константа 1; в подкартата се съдържа функция φ ; в подкартата се съдържа функция $\bar{\varphi}$. Ако са изпълнени горните изисквания премини към стъпка 4, в противен случай – към стъпка 2.
- Стъпка 4. Записва се получената декомпозиционна форма.
- Стъпка 5. Минимизира се получената функция.

		$\overline{x_1}$		$\left. \begin{array}{c} x_2 \\ \hline \end{array} \right $	$\left. \begin{array}{c} f_1 \\ \hline \end{array} \right $	
	1	1				
	1	1				
1	1	1				
		1		$\left. \begin{array}{c} x_4 \\ \hline \end{array} \right $		
$\overline{x_3}$						

Избират се x_3 и x_4 за свободни променливи.

		$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$		$\overline{x_3} \cdot x_4$		$x_3 \cdot \overline{x_4}$		$x_3 \cdot x_4$	
$\overline{x_1}$		$\overline{x_1}$		$\overline{x_1}$		$\overline{x_1}$		$\overline{x_1}$	
$\left. \begin{array}{c} x_2 \\ \hline \end{array} \right $		$\left. \begin{array}{c} x_2 \\ \hline \end{array} \right $		$\left. \begin{array}{c} x_2 \\ \hline \end{array} \right $		$\left. \begin{array}{c} x_2 \\ \hline \end{array} \right $		$\left. \begin{array}{c} x_2 \\ \hline \end{array} \right $	
				1		1	1	1	1
$\varphi = x_1 \overline{x_2}$				$\overline{\varphi}$					

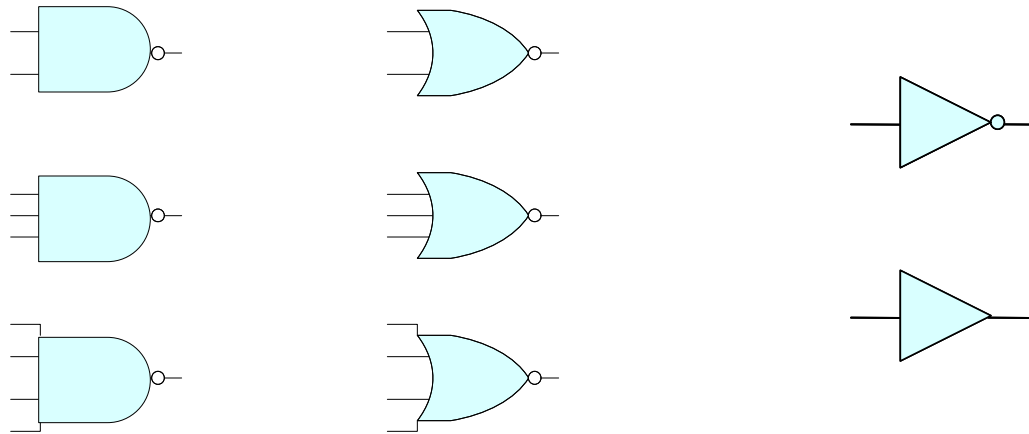
$$f_1 = \overline{\varphi} \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{\varphi} \cdot \overline{x_3} \overline{x_4} \vee x_3 x_4$$

$$f_1 = \overline{\varphi} \cdot x_4 \vee \overline{\varphi} \cdot \overline{x_3}$$

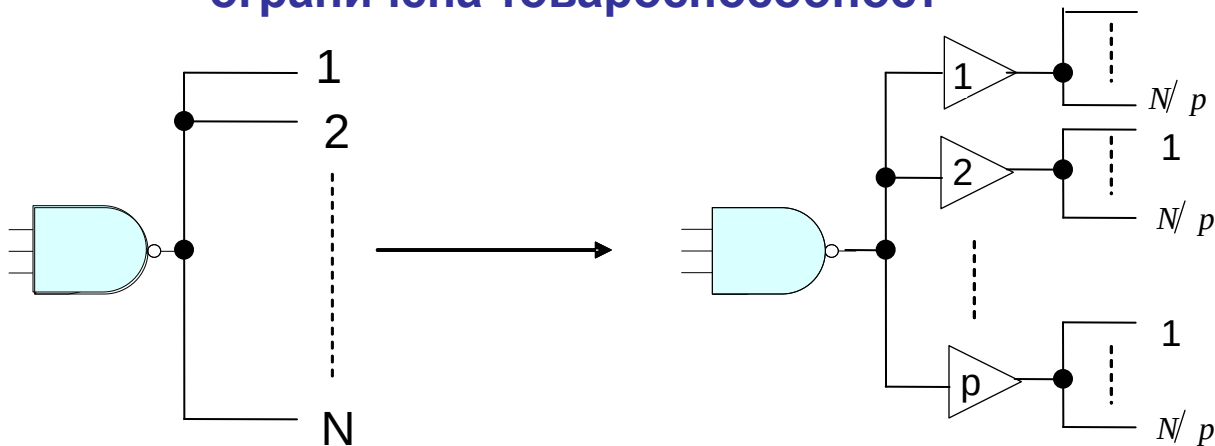
$\overline{\varphi}$				$\left. \begin{array}{c} x_3 \\ \hline \end{array} \right $
	1	1	1	
	1			
$\overline{x_4}$				

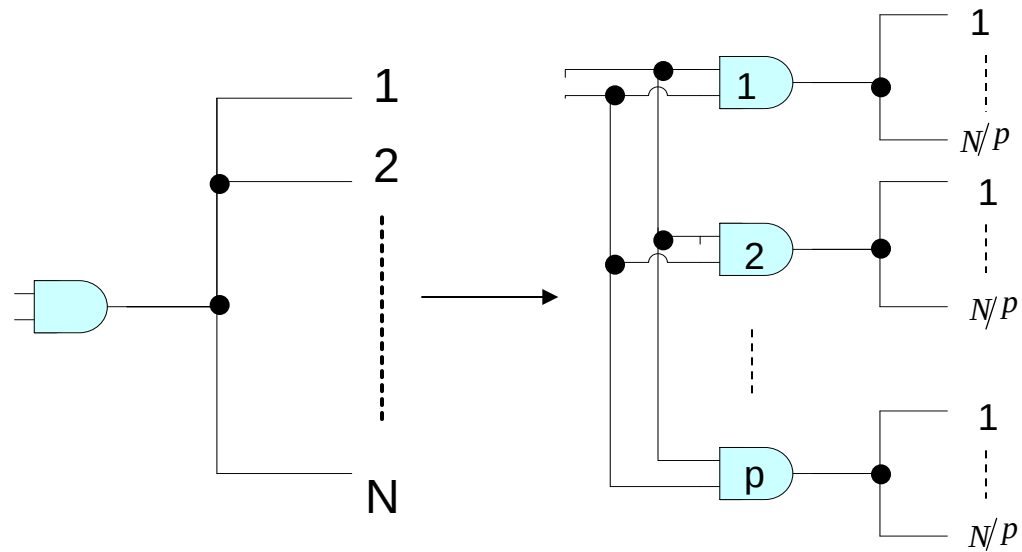
9. Стандартни комбинационни елементи и възли.

9.1. Стандартни елементи.

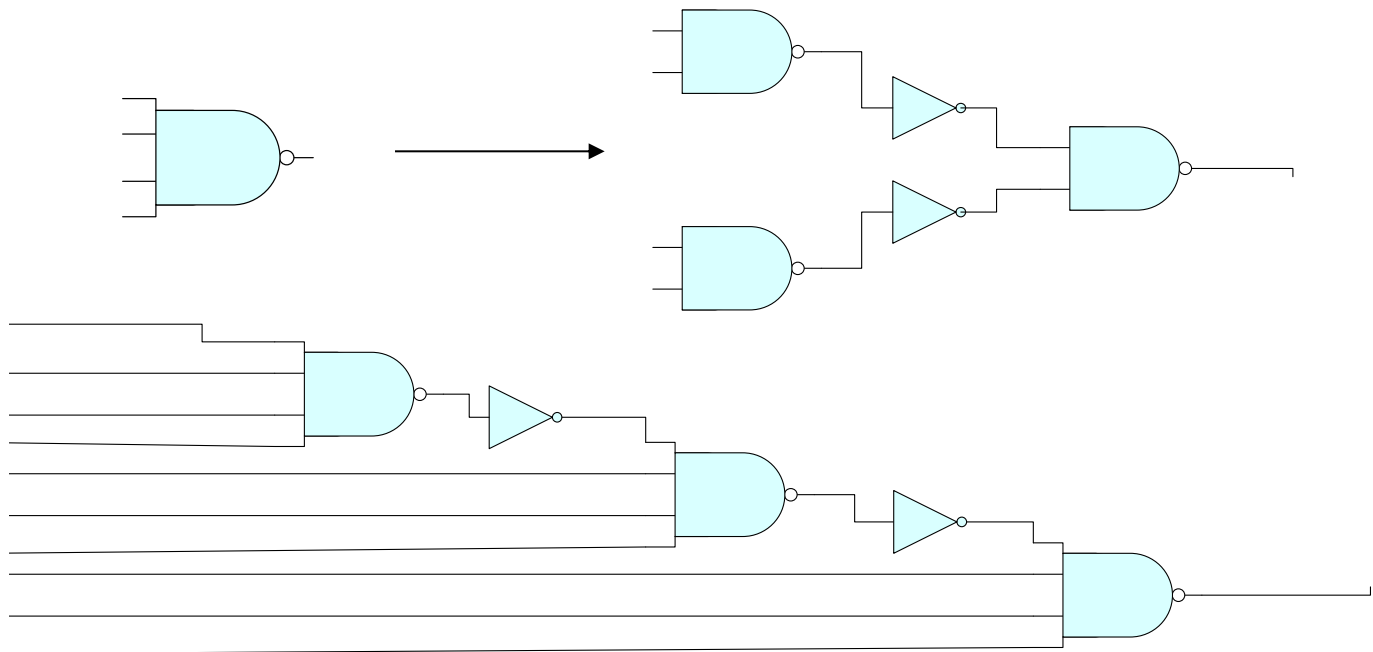


- използване на логически елементи с ограничена товароспособност





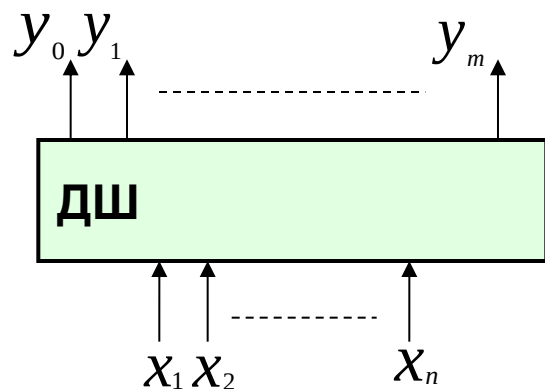
- използване на логически елементи с ограничен брой входи.



9.2. Стандартни възли.

9.2.1. Дешифратори.

- входи и изходи.



$$m \leq 2^n - 1$$

- функция – При подаване на набор с определен номер, на изхода със същия номер се появява активно ниво.
- видове дешифратори в зависимост от броя на входовете и изходите.
 - пълни дешифратори.

$$m = 2^n - 1$$

- частични дешифратори.

$$m < 2^n - 1$$

- пълен дешифратор.

$$y_0 = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_{n-1} \cdot x_n$$

$$y_1 = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_{n-1} \cdot x_n$$

.....

$$y_{2^n-1} = x_1 x_2 \cdots x_{n-1} x_n$$

$$y_0 = x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_{n-1} \vee x_n$$

$$y_1 = x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_{n-1} \vee x_n$$

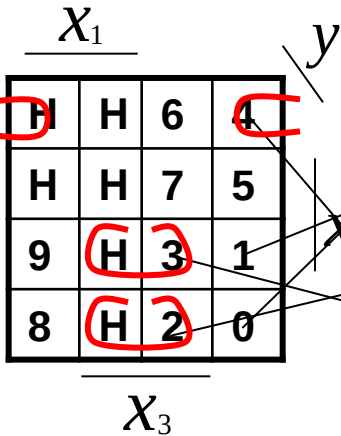
.....

$$\mathbf{y}_{2^n-1} = \mathbf{x}_1 \vee \mathbf{x}_2 \vee \dots \vee \mathbf{x}_{n-1} \vee \mathbf{x}_n$$

- **частичен дешифратор.**

- без минимизация на функциите.

- с минимизация на функциите.



$$y_0 = \overline{x_1}.\overline{x_2}.\overline{x_3}.\overline{x_4}$$

$$y_5 = x_2 x_3 x_4$$

$$y_1 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 x_4$$

$$y_6 = x_2 x_3 x_4$$

$$y_2 = x_2 x_3 x_4$$

$$y_7 = x_2 x_3 x_4$$

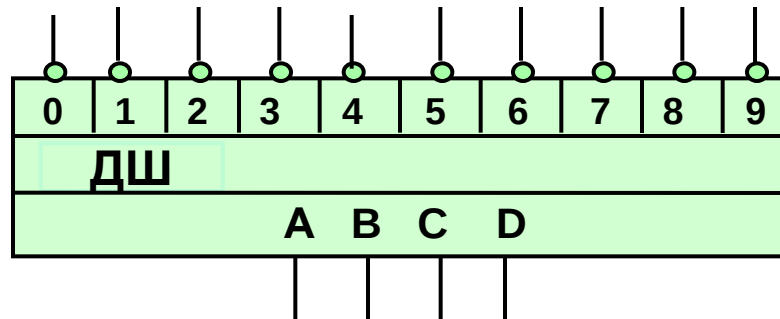
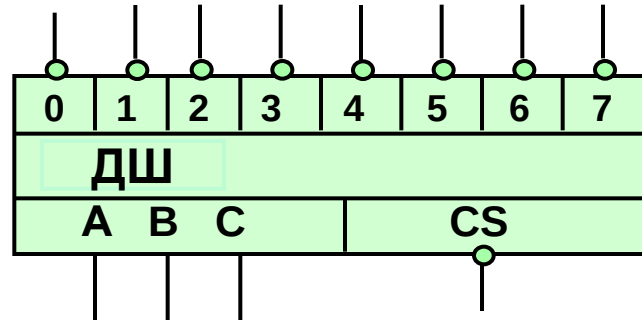
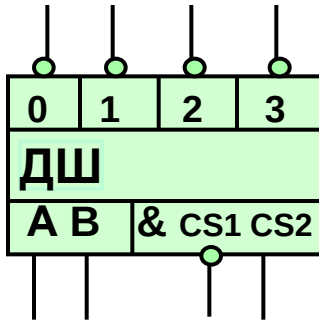
$$y_3 = x_2 \cdot x_3 \cdot x_4$$

$$y_8 = x_1 x_4$$

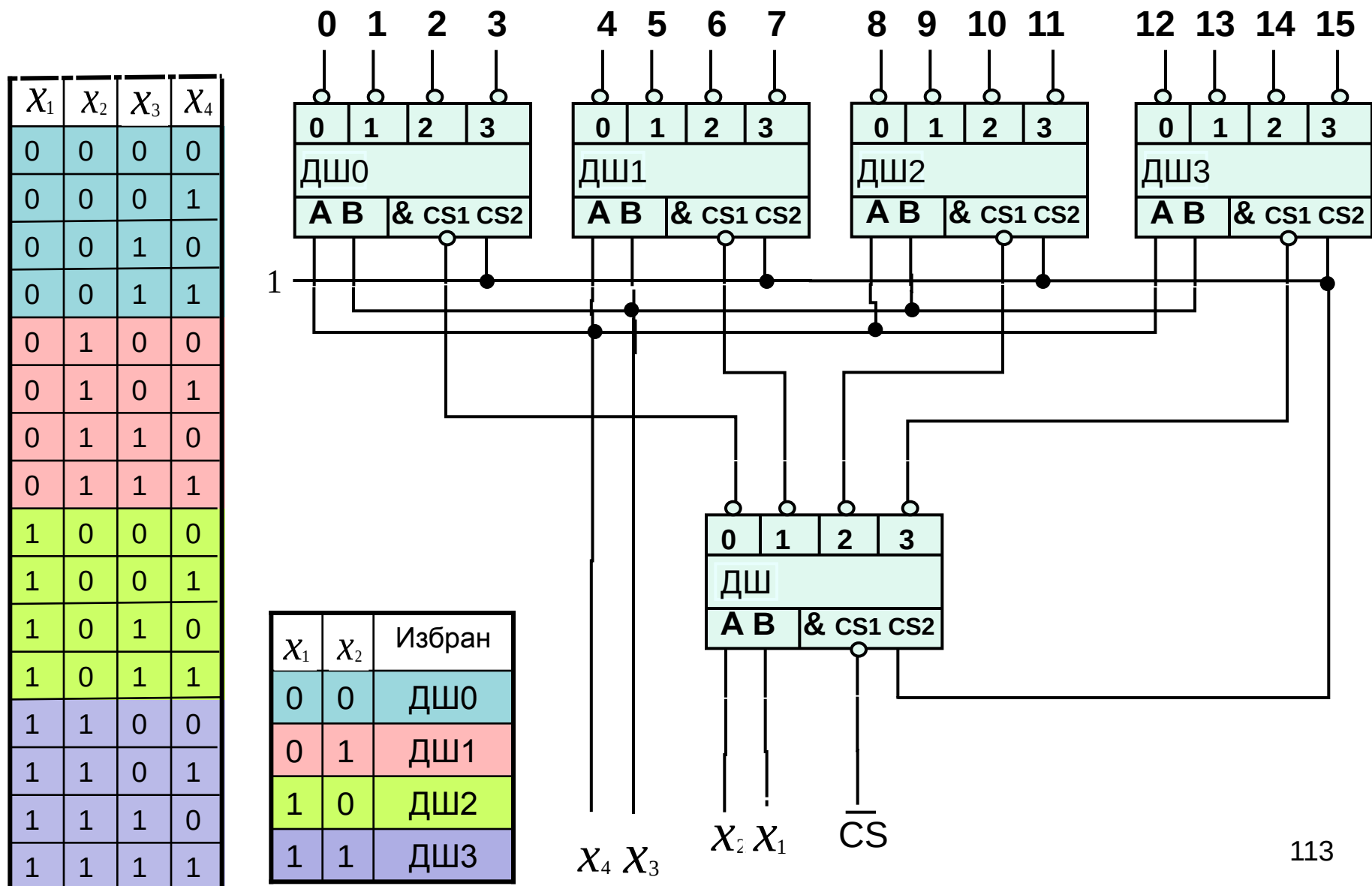
$$y_4 = x_2 x_3 \cdot x_4$$

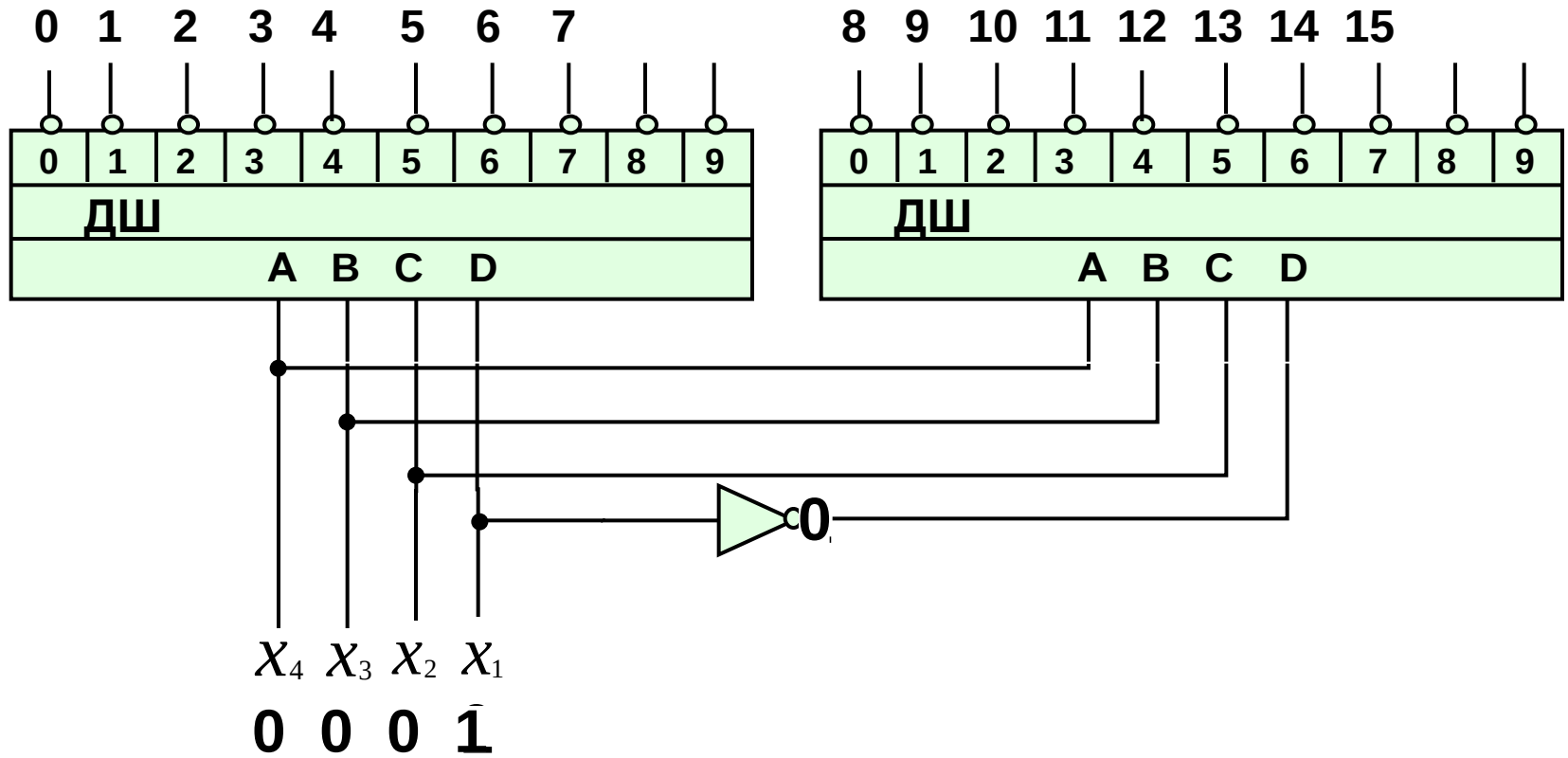
$$y_9 = x_1 x_4$$

- дешифратори в интегрално изпълнение.



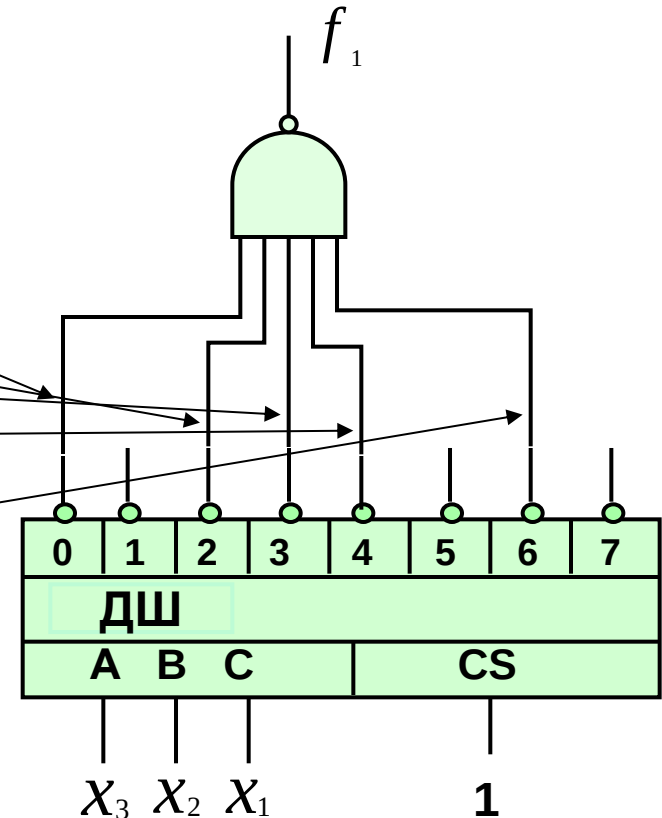
- каскадни схеми с дешифратори.





- използване на дешифратори.
 - използване на основната функция.
 - използване за реализация на логически функции.

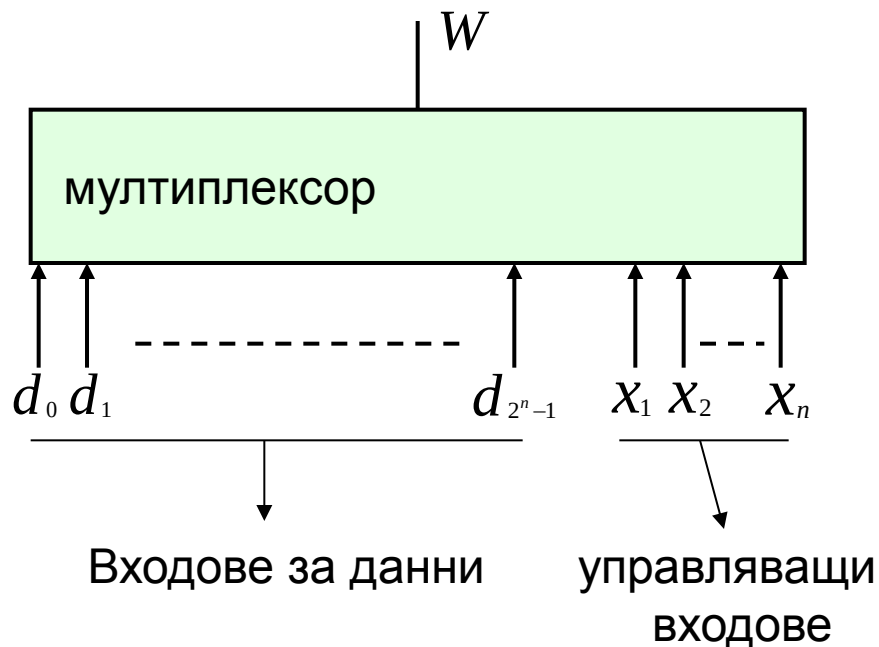
x_1	x_2	x_3	f_1
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



$$\begin{aligned}
 f_1 &= K_0^1 \vee K_2^1 \vee K_3^1 \vee K_4^1 \vee K_6^1 = \\
 &= \overline{\overline{K_0^1 \vee K_2^1 \vee K_3^1 \vee K_4^1 \vee K_6^1}} = \\
 &= \overline{K_0^1 \cdot K_2^1 \cdot K_3^1 \cdot K_4^1 \cdot K_6^1}
 \end{aligned}$$

9.2.2. Мултиплексори.

- ВХОДОВЕ И ИЗХОДИ.

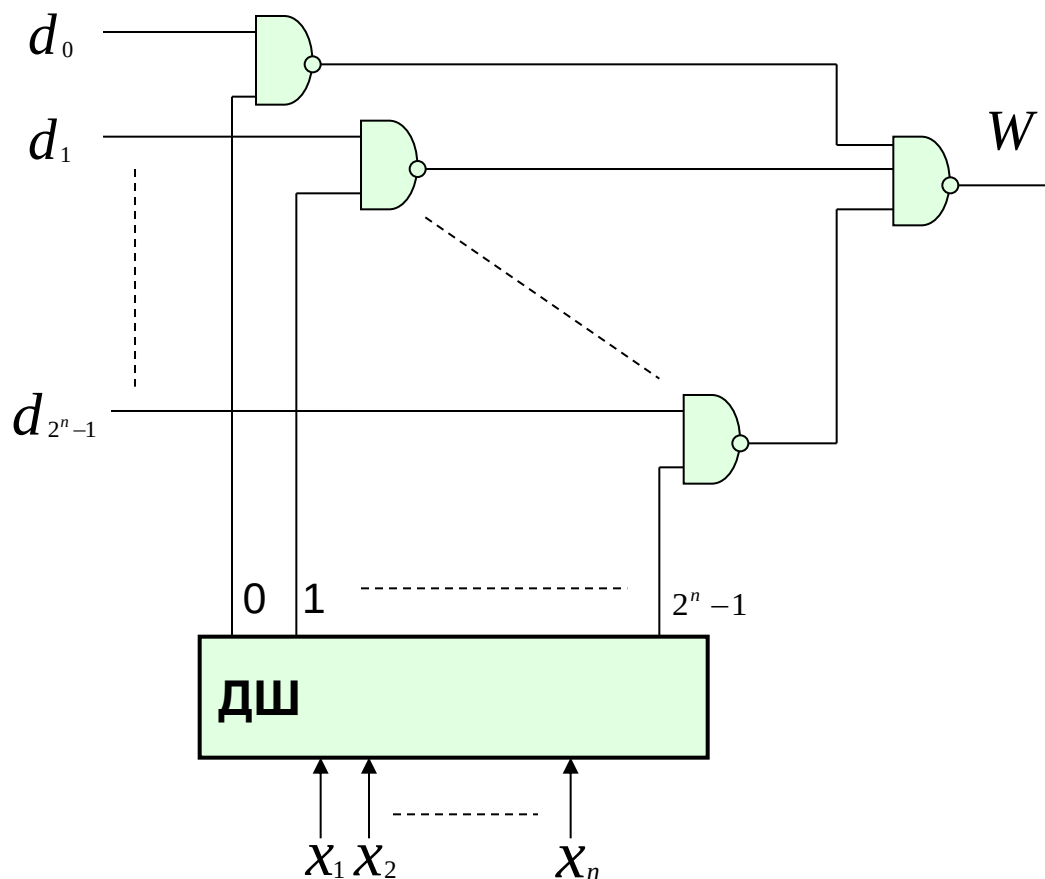


- **Функция** – При подаване на управляващите входове на набор с номер i , то входа за данни d_i се свързва с изхода W .
- **Логическо описание.**

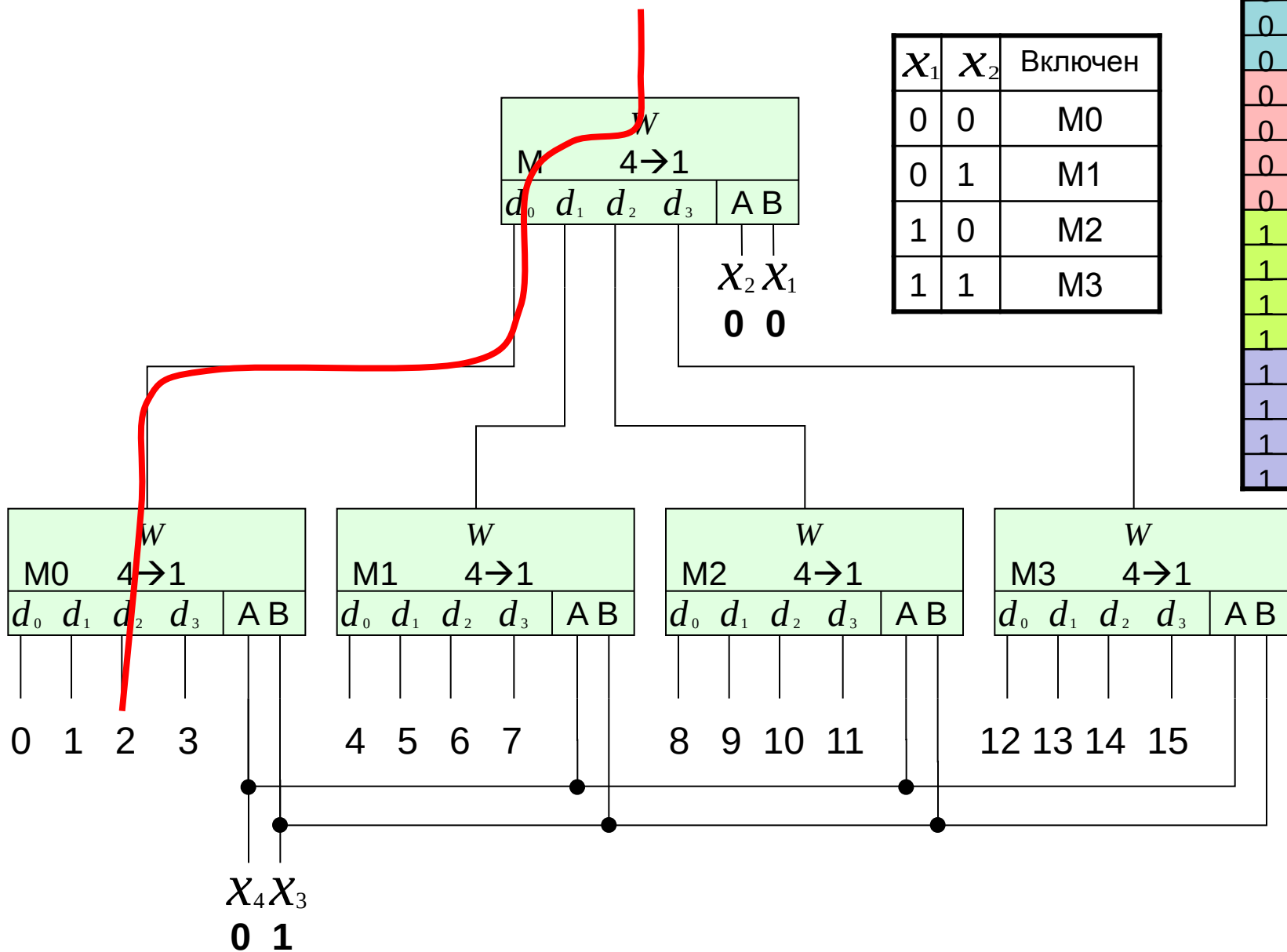
$$W = d_0 \cdot K_0^1 \vee d_1 \cdot K_1^1 \vee \dots \vee d_{2^n-1} \cdot K_{2^n-1}^1$$

$$W = \overline{d_0 \cdot K_0^1 \vee d_1 \cdot K_1^1 \vee \dots \vee d_{2^n-1} \cdot K_{2^n-1}^1} =$$

$$= \overline{d_0 \cdot K_0^1} \cdot \overline{d_1 \cdot K_1^1} \cdot \dots \cdot \overline{d_{2^n-1} \cdot K_{2^n-1}^1}$$



- каскадни схеми с мултиплексори.

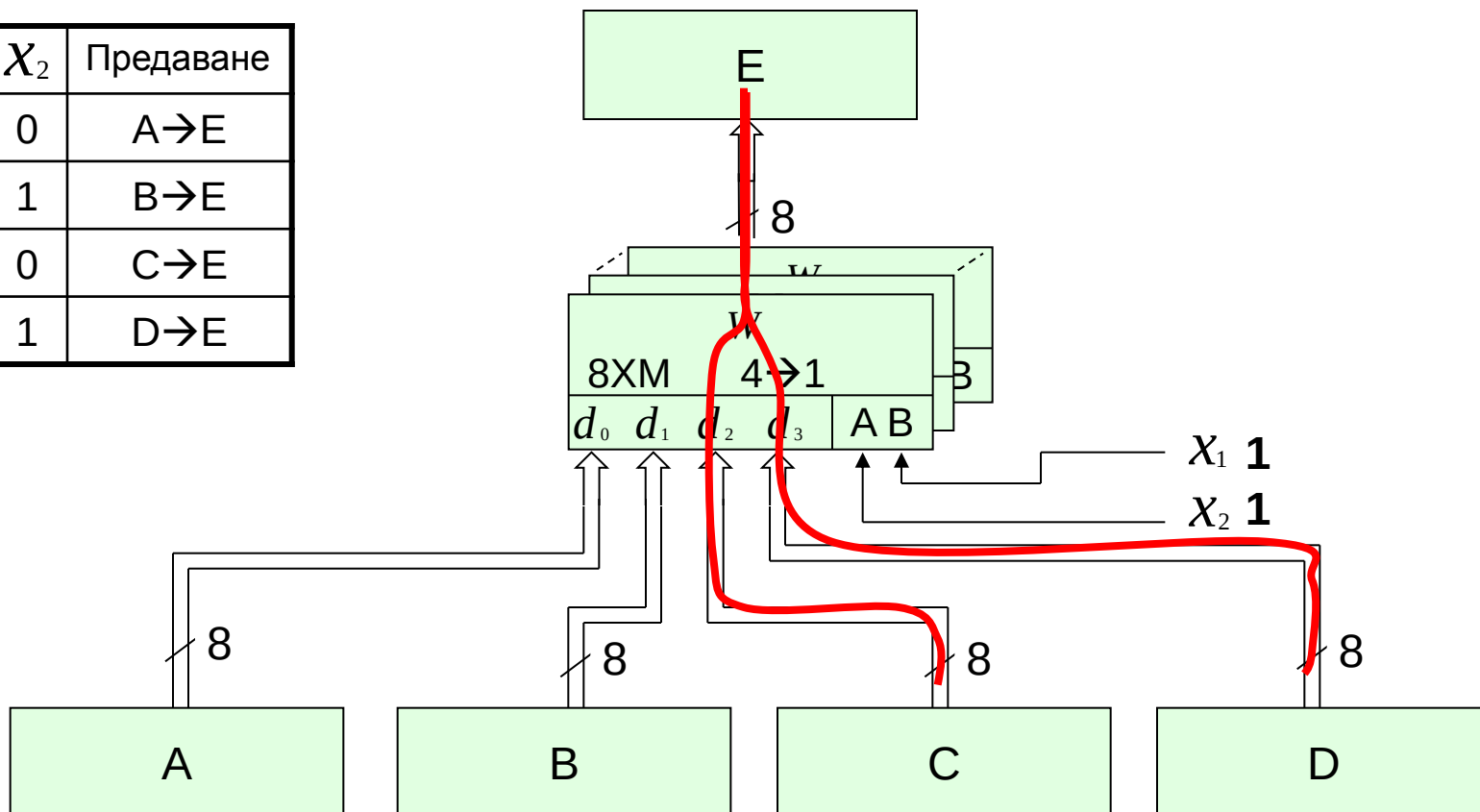


X_1	X_2	Включен
0	0	M0
0	1	M1
1	0	M2
1	1	M3

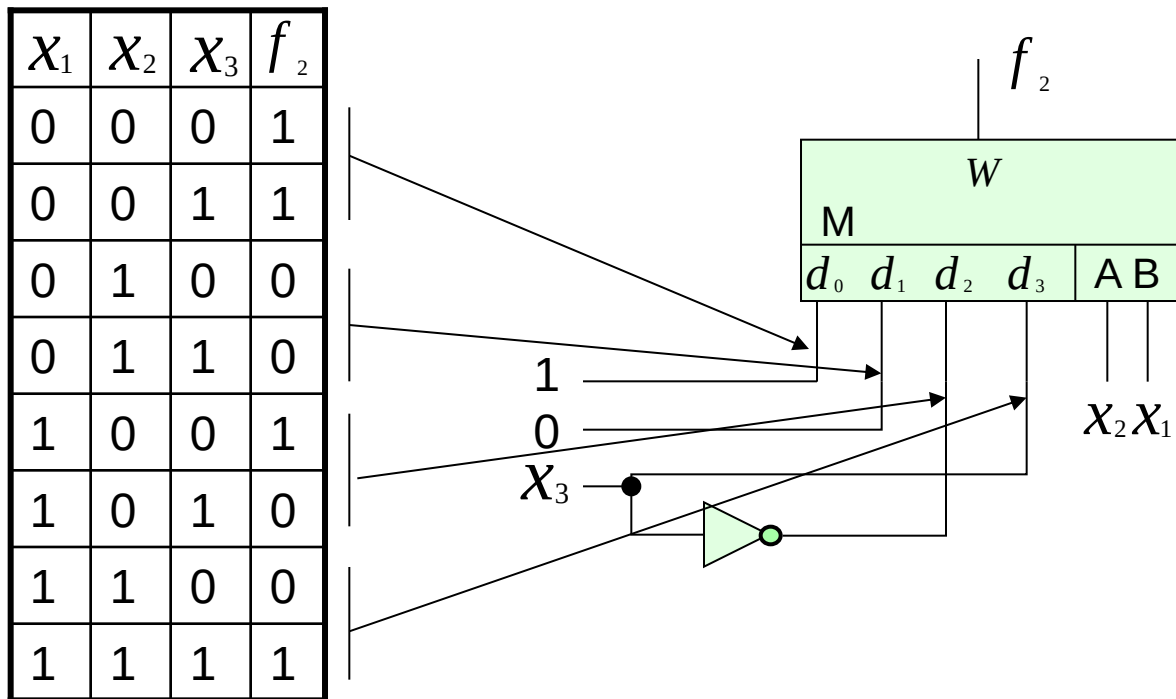
X_1	X_2	X_3	X_4
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	1
1	1	1	0
1	1	1	1

- използване на мултиплексори.
- за превключване на магистрали.

X_1	X_2	Предаване
0	0	$A \rightarrow E$
0	1	$B \rightarrow E$
1	0	$C \rightarrow E$
1	1	$D \rightarrow E$

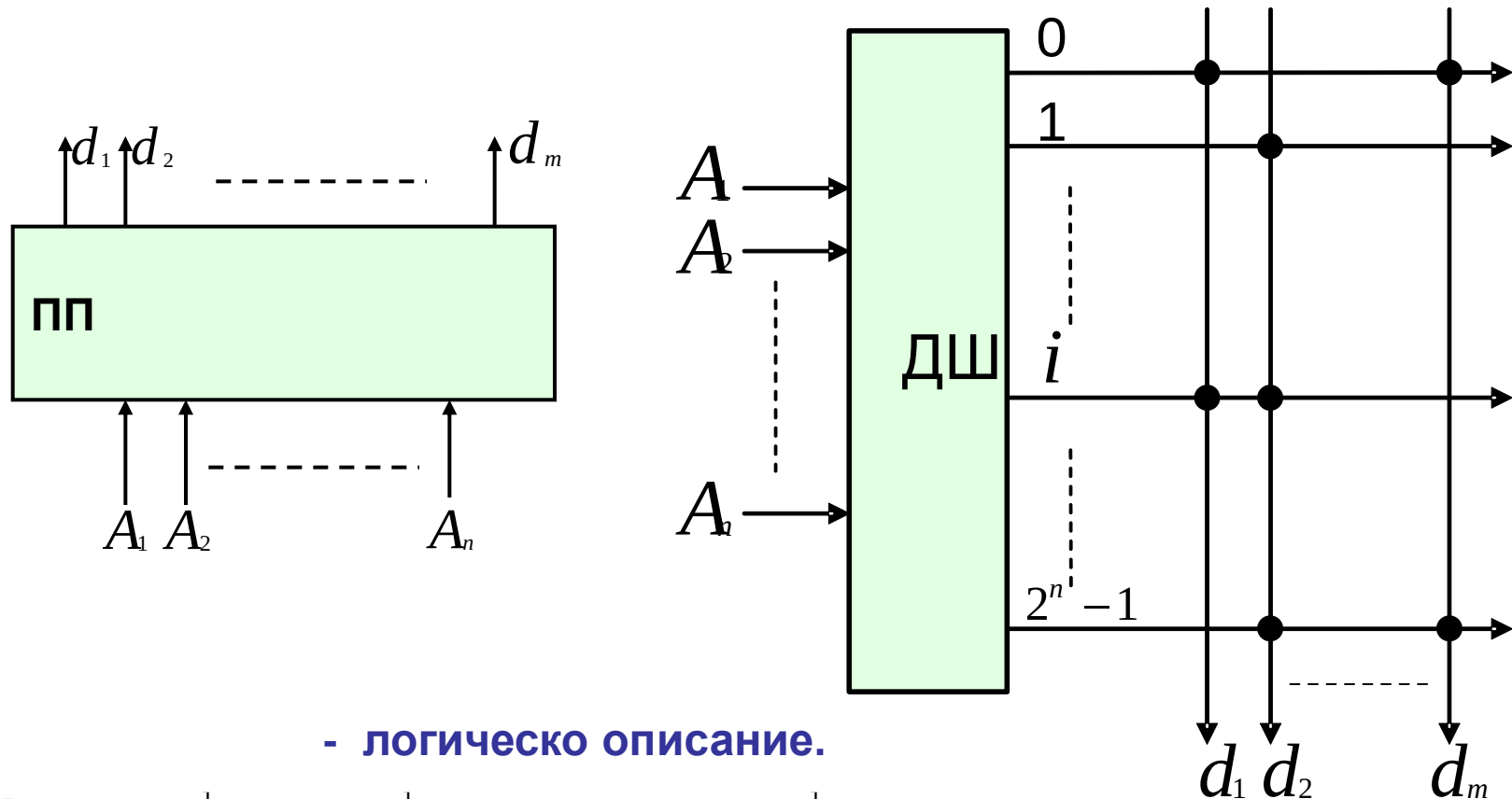


- за реализация на логически функции.



9.2.3. Постоянни памети

- входи, изходи и структура.



- логическо описание.

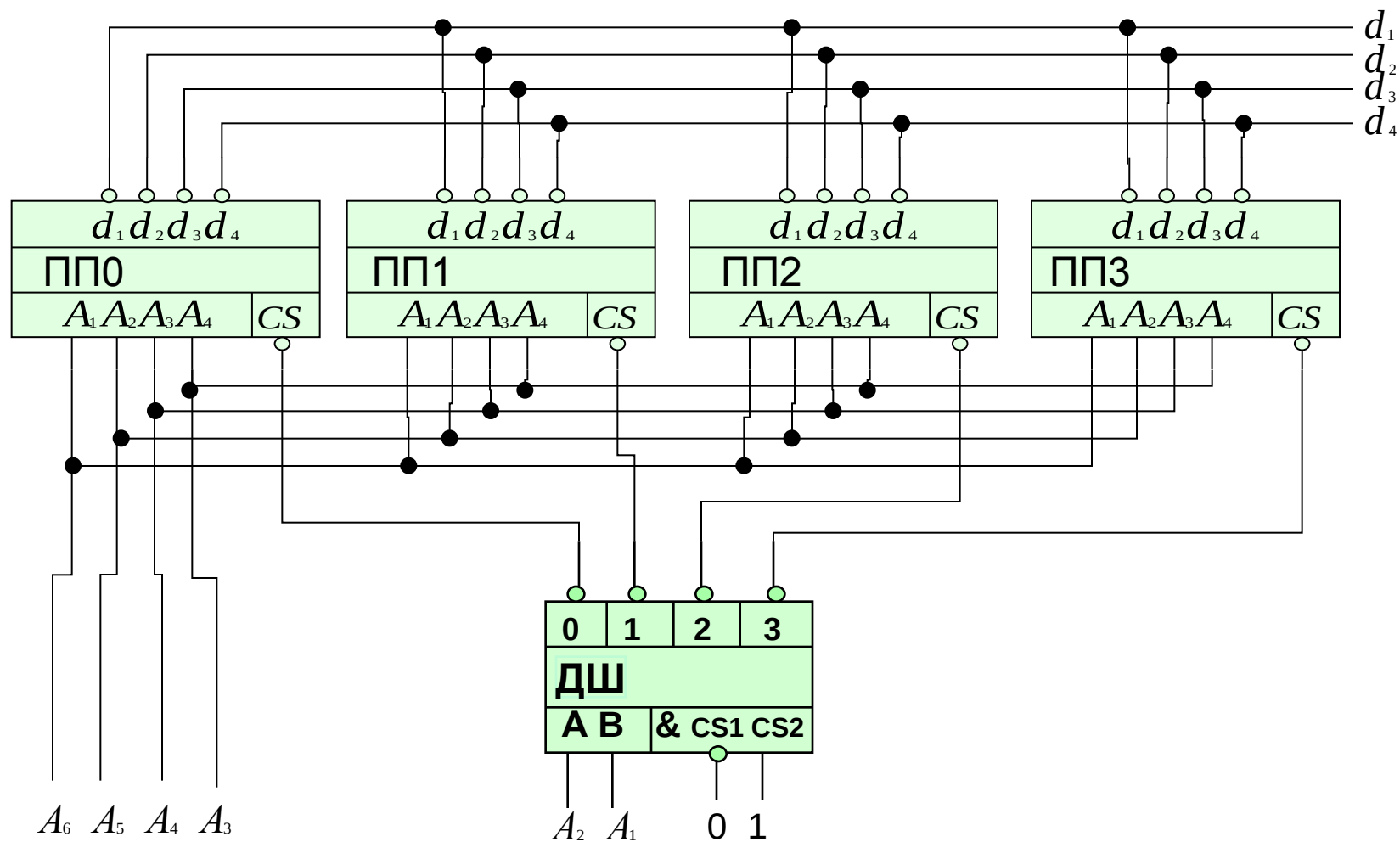
$$d_1 = a_{1,0} \cdot K_0^1 \vee a_{1,1} \cdot K_1^1 \vee \dots \vee a_{1,2^n-1} \cdot K_{2^n-1}^1$$

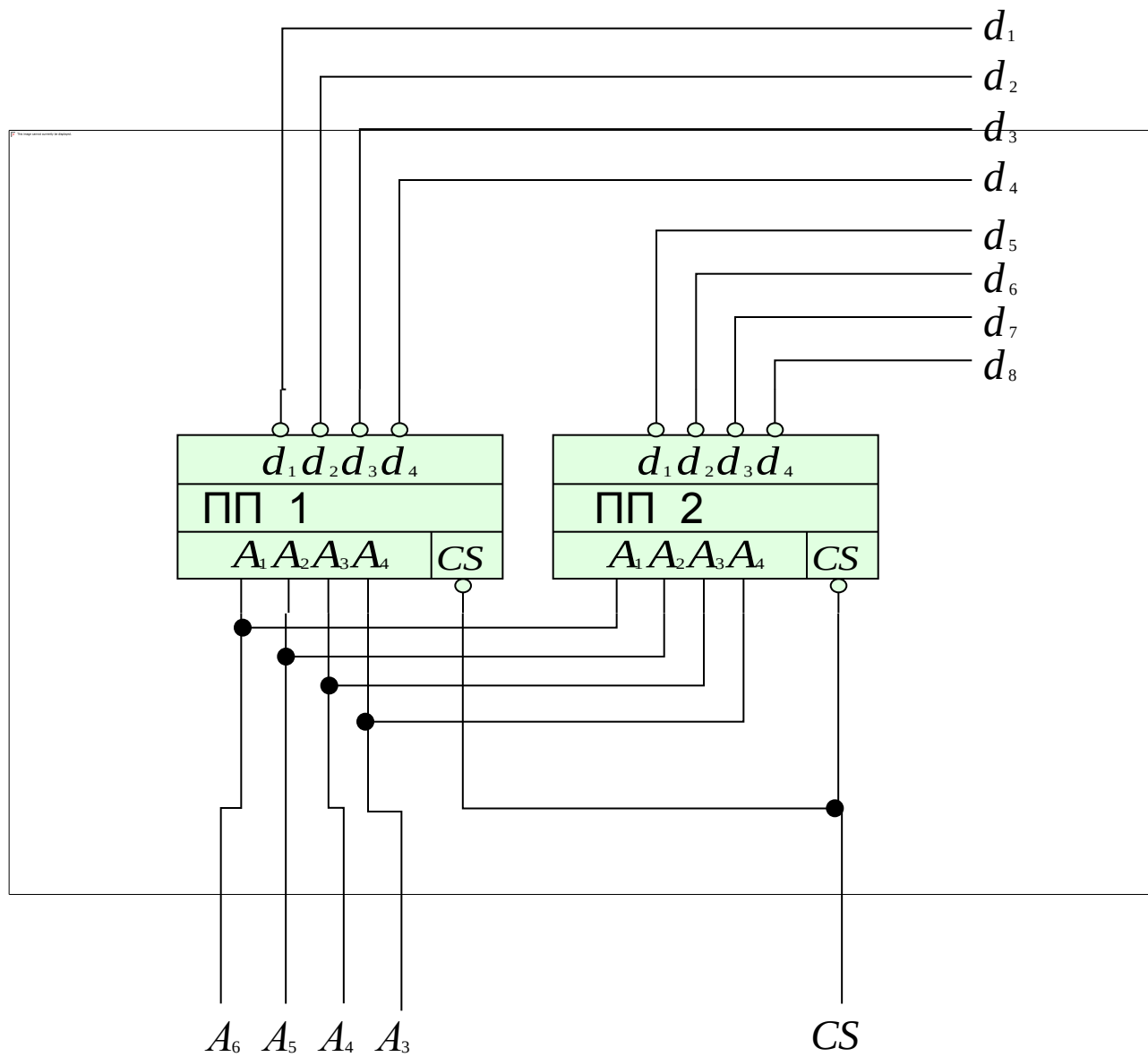
$$d_2 = a_{2,0} \cdot K_0^1 \vee a_{2,1} \cdot K_1^1 \vee \dots \vee a_{2,2^n-1} \cdot K_{2^n-1}^1$$

.....

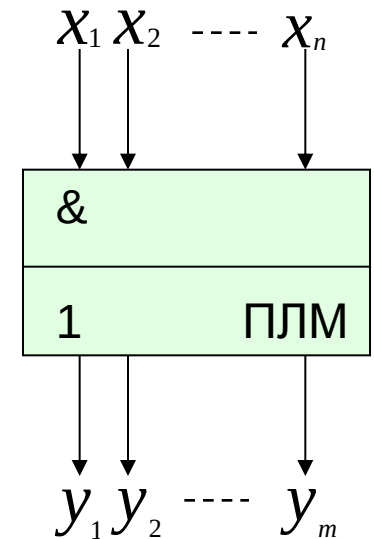
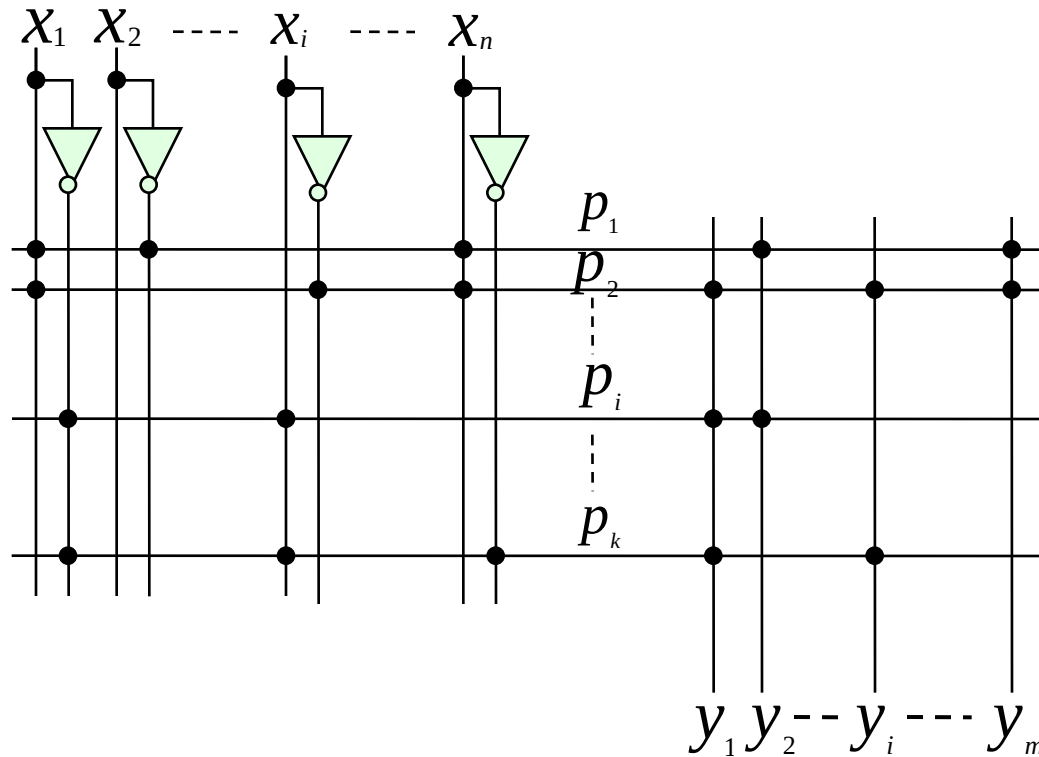
$$d_m = a_{m,0} \cdot K_0^1 \vee a_{m,1} \cdot K_1^1 \vee \dots \vee a_{m,2^n-1} \cdot K_{2^n-1}^1$$

- каскадни схеми с постоянни памети.





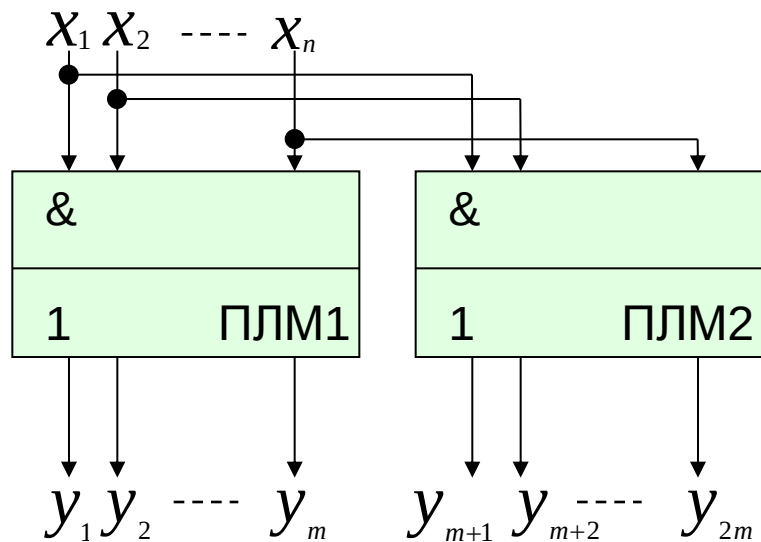
- **ВХОДОВЕ, ИЗХОДИ И СТРУКТУРА.**



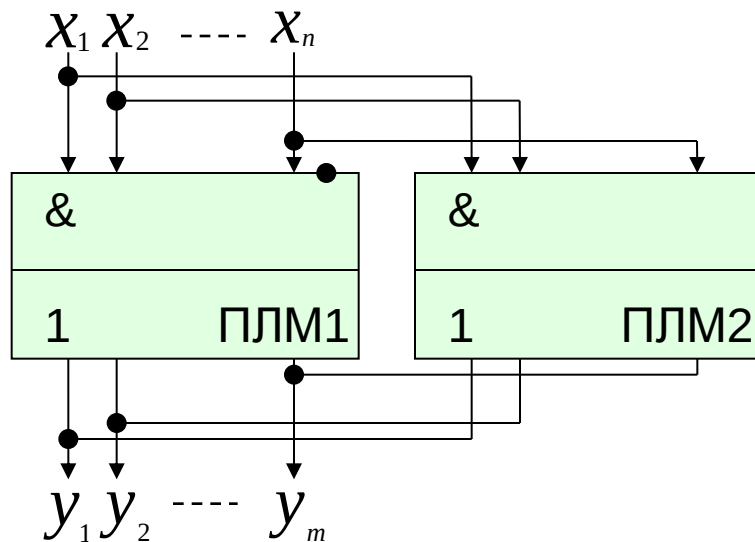
- логическое описание.

$$\begin{array}{l} y_1 = a_{1,1} p_1 \vee a_{1,2} p_2 \vee \vee a_{1,k} p_k \\ y_2 = a_{2,1} p_1 \vee a_{2,2} p_2 \vee \vee a_{2,k} p_k \\ \\ y_m = a_{m,1} p_1 \vee a_{m,2} p_2 \vee \vee a_{m,k} p_k \end{array}$$

- увеличаване на броя на изходите.

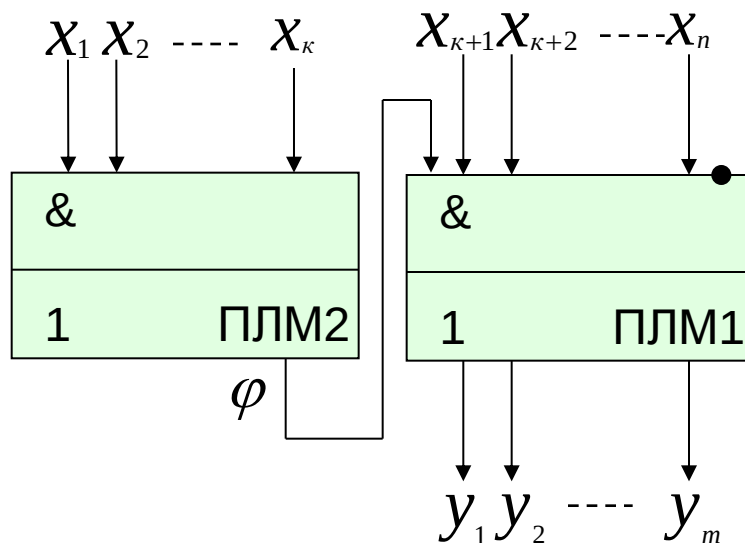


- увеличаване на броя на произведенията.



- увеличаване на броя на променливите.

$$f = f(\varphi(x_1, x_2, \dots, x_k), x_{k+1}, x_{k+2}, \dots, x_n)$$

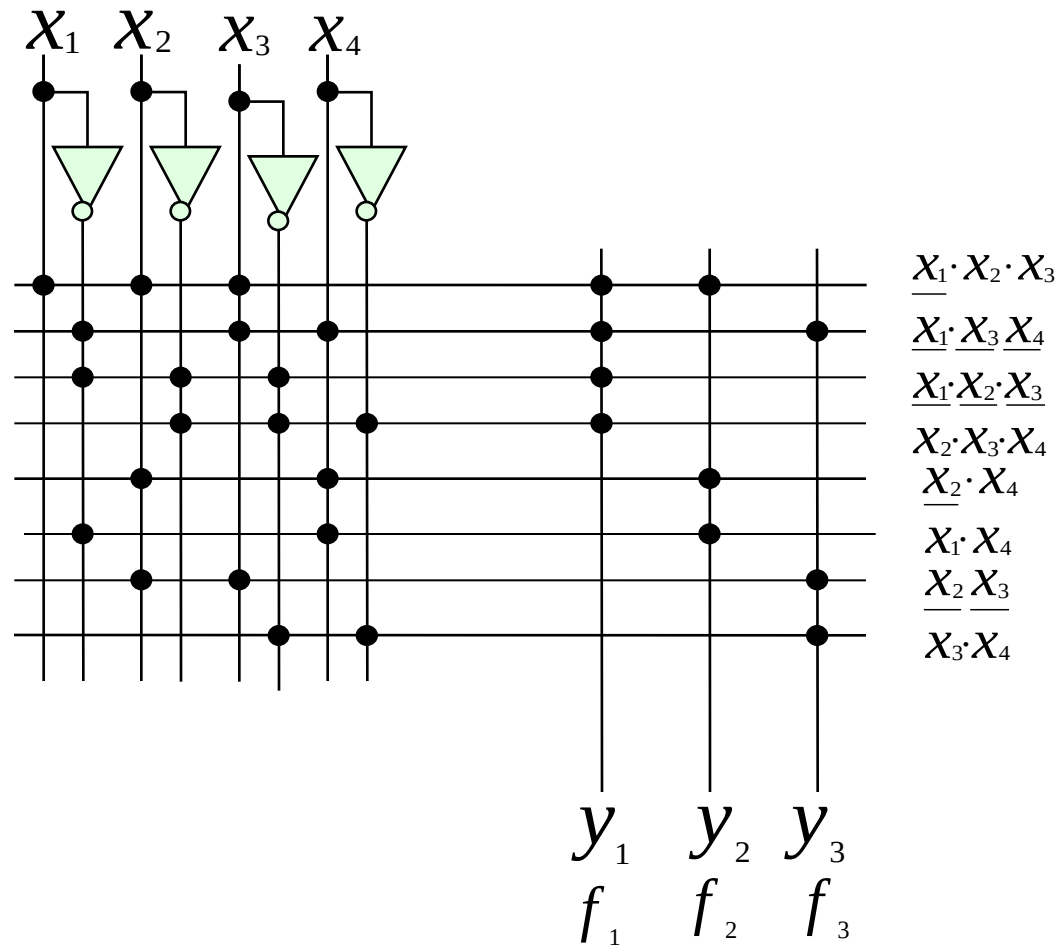


- използване на ПЛМ.

$$f_1 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \vee \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4 \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot x_4$$

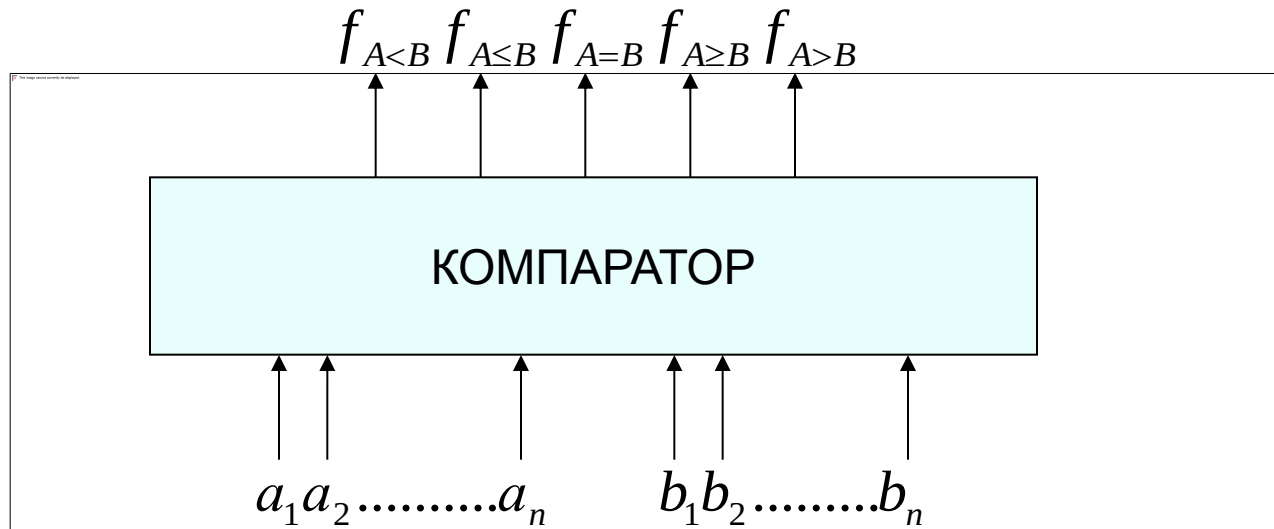
$$f_2 = x_2 \cdot x_4 \vee \overline{x_1} \cdot x_4 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

$$f_3 = x_2 \cdot x_3 \vee \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \vee \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4$$



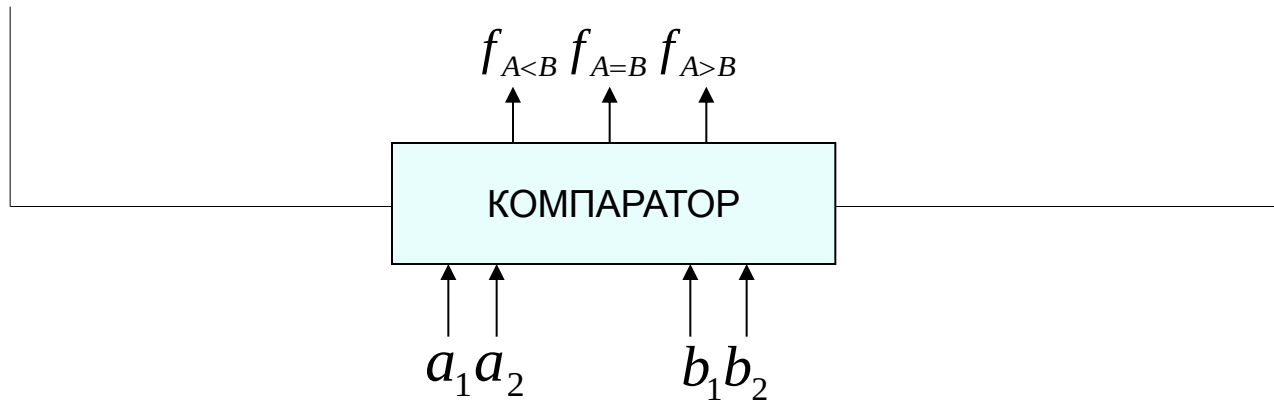
9.2.5. Компаратори.

- входи и изходи.



- логическо описание.

Пример: Компаратор за сравнение на две двуразрядни двоични числа А и В.



A		B				
a_1	a_2	b_1	b_2	$f_{A<B}$	$f_{A=B}$	$f_{A>B}$
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0

a_1						
a_2				$f_{A<B}$		
			1			
			1			
	1	1	1			
		1				
b_1				b_2		

a_1						
a_2				$f_{A=B}$		
	1		1			
	1		1			
b_1				b_2		

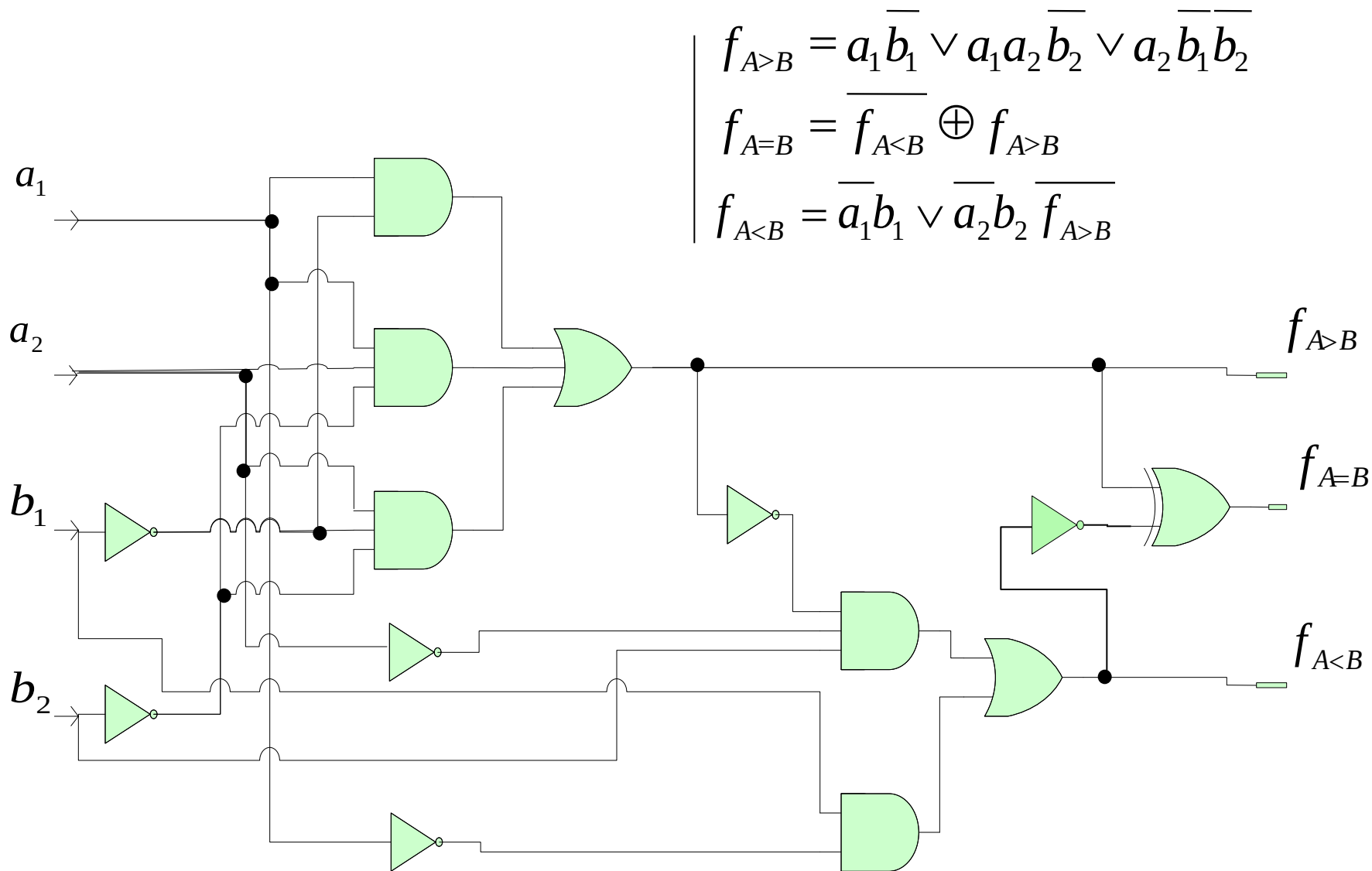
a_1						
a_2				$f_{A>B}$		
	1	1				
	1					
	1					
	1					
b_1				b_2		

a_1										
a_2				a_2				$f_{A<B}$		
H		1		1	1	1	1			
	H	H	H	H	H	H	H			
					H	H	H			
H	H	H	H	H		1				
b_2				b_2				$f_{A>B}$		

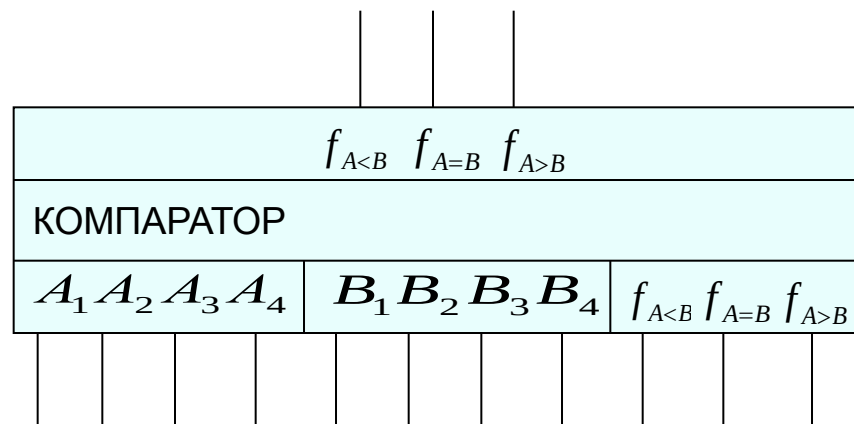
$$f_{A>B} = \overline{a_1} \overline{b_1} \vee a_1 a_2 \overline{b_2} \vee a_2 \overline{b_1} \overline{b_2}$$

$$f_{A=B} = \overline{f_{A<B}} \oplus f_{A>B}$$

$$f_{A<B} = \overline{a_1} b_1 \vee \overline{a_2} b_2 \vee f_{A>B}$$

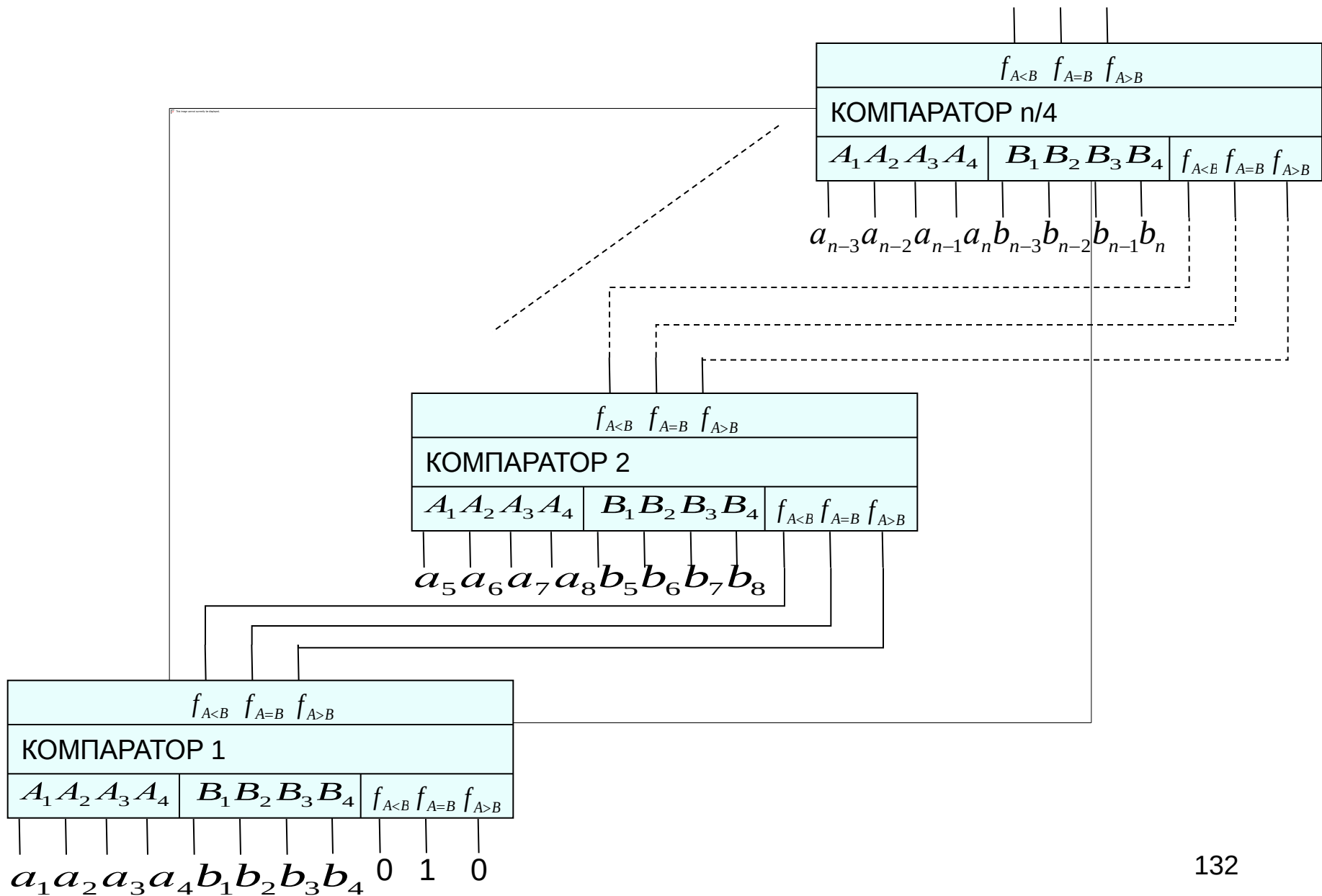


- компаратори в интегрално изпълнение.



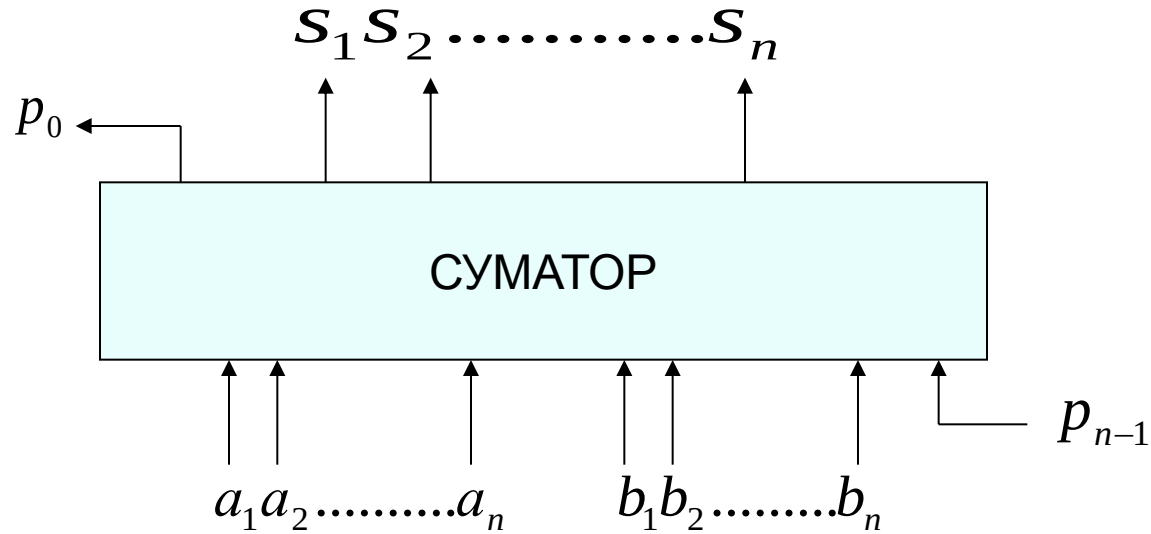
ВХОДОВЕ			ИЗХОДИ		
$f_{A<B}$	$f_{A=B}$	$f_{A>B}$	$f_{A<B}$	$f_{A=B}$	$f_{A>B}$
1	0	0	1	0	0
0	1	0	ЗАВИСЯТ ОТ РЕЗУЛТАТА ОТ СРАВНЕНИЕТО НА "А" И "В"		
0	0	1	0	0	1

- каскадни схеми с компаратори.



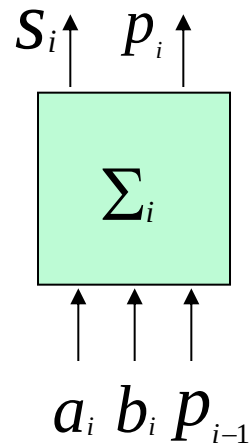
9.2.6. Суматори.

- входи и изходи.



- логическо описание.

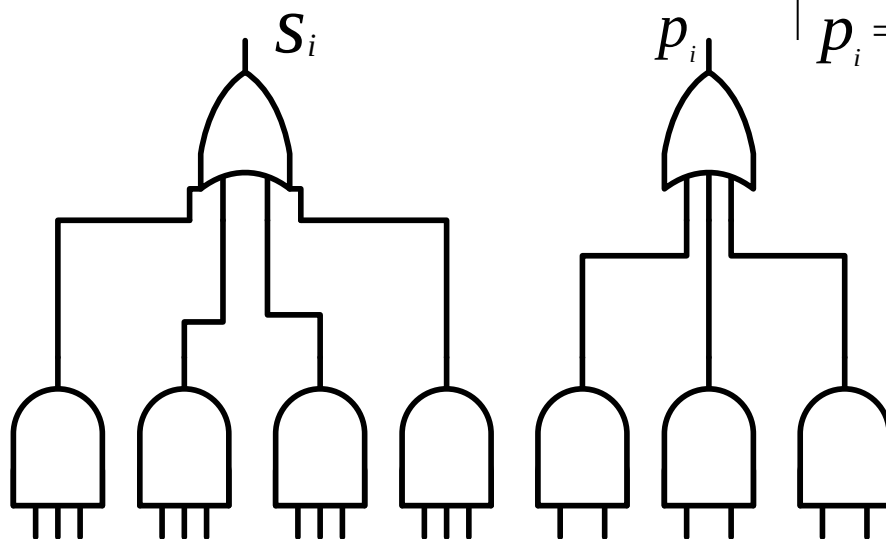
Пример: Суматор за сумиране на две едноразрядни двоични числа.



a_i	b_i	p_{i-1}	s_i	p_i
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

	a_i				
b_i		1		1	S_i
	1		1		
	p_{i-1}				
b_i		1	1	1	p_i
		1			
	p_{i-1}				

$$\begin{aligned}
 s_i &= \overline{a_i} \cdot \overline{b_i} \cdot p_{i-1} \vee \overline{a_i} \cdot b_i \cdot p_{i-1} \vee a_i \cdot \overline{b_i} \cdot p_{i-1} \vee a_i b_i p_{i-1} \\
 p_i &= a_i b_i \vee a_i p_{i-1} \vee b_i p_{i-1}
 \end{aligned}$$

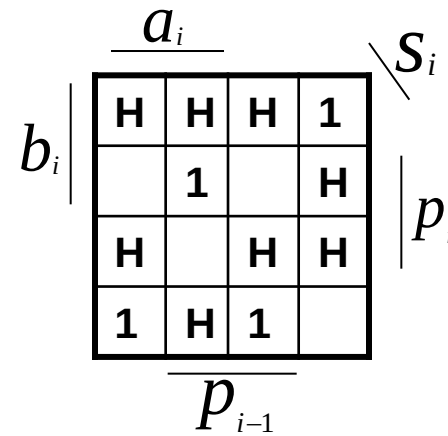


Оценка на схемата:
 Брой елементи – 9
 Брой входове – 25
 Стыпалност – 2

a_i	b_i	p_{i-1}	s_i	p_i
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

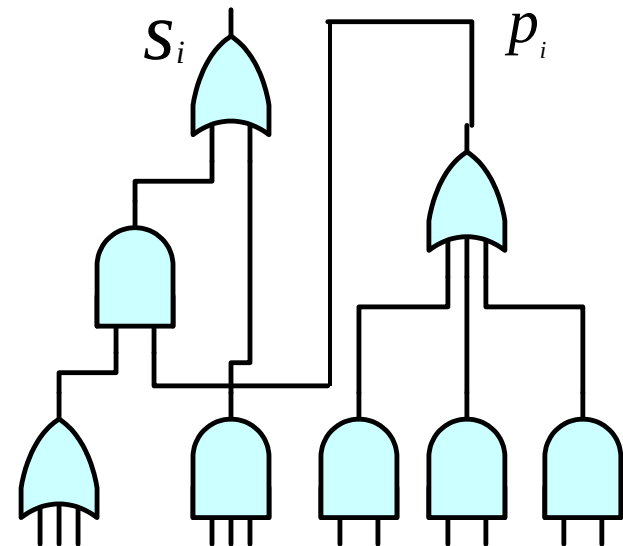
a_i	b_i	p_{i-1}	p_i	s_i
0	0	0	0	0
0	0	0	1	H
0	0	1	0	1
0	0	1	1	H
0	1	0	0	1
0	1	0	1	H
0	1	1	0	H
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	H
1	0	1	0	H
1	0	1	1	0
1	1	0	0	H
1	1	0	1	0
1	1	1	0	H
1	1	1	1	1

Оценка на схемата:
Брой елементи – 8
Брой входове – 19
Съпалност – 3



$$s_i = \overline{a_i} \overline{p_i} \vee \overline{b_i} \overline{p_i} \vee \overline{p_{i-1}} \overline{p_i} \vee a_i b_i p_{i-1} =$$

$$= (\overline{a_i} \vee \overline{b_i} \vee \overline{p_{i-1}}) \overline{p_i} \vee a_i b_i p_{i-1}$$

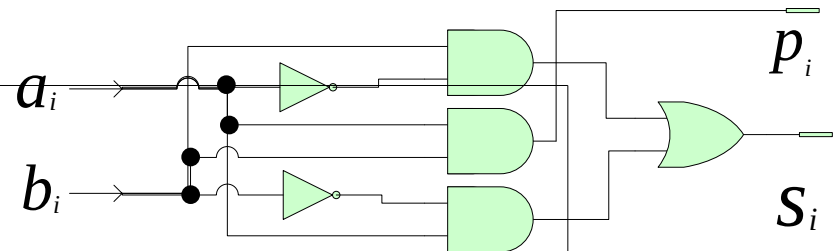


- едноразряден суматор с полусуматори.

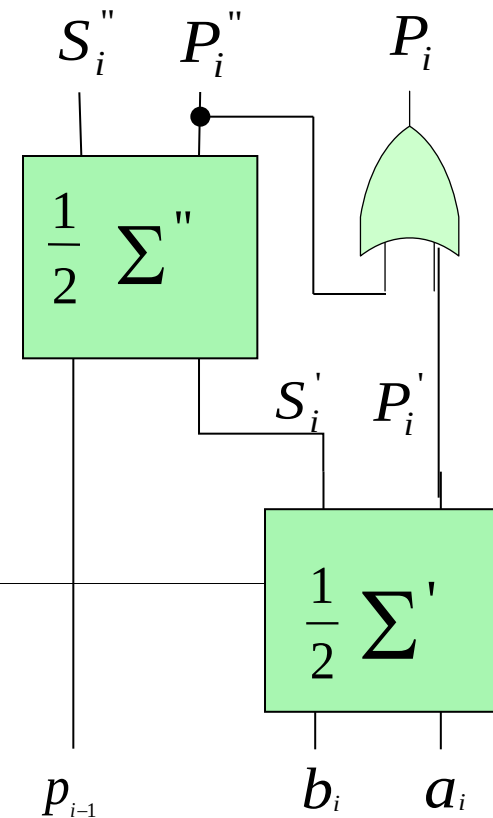
a_i	b_i	S_i	p_i
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

$$s_i = a_i \oplus b_i$$

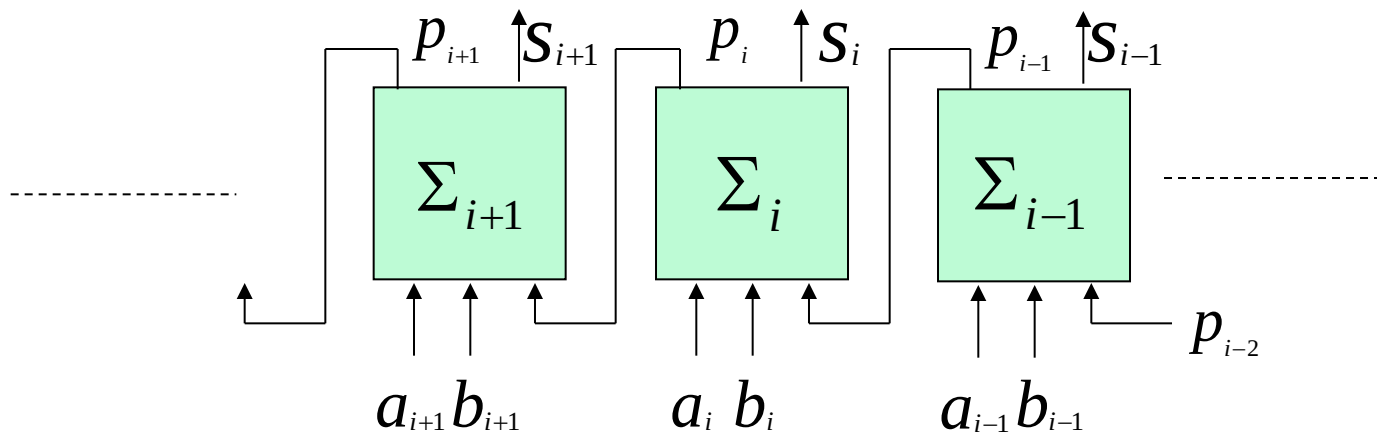
$$p_i = a_i b_i$$



a_i	b_i	p_{i-1}	s'_i	P'_i	S''_i	P''_i	P_i
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	1	0	1



- многоразрядни суматори.
- последователен пренос.



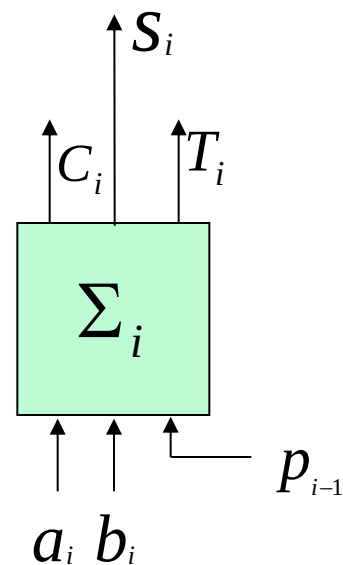
- текущ (страничен) пренос.

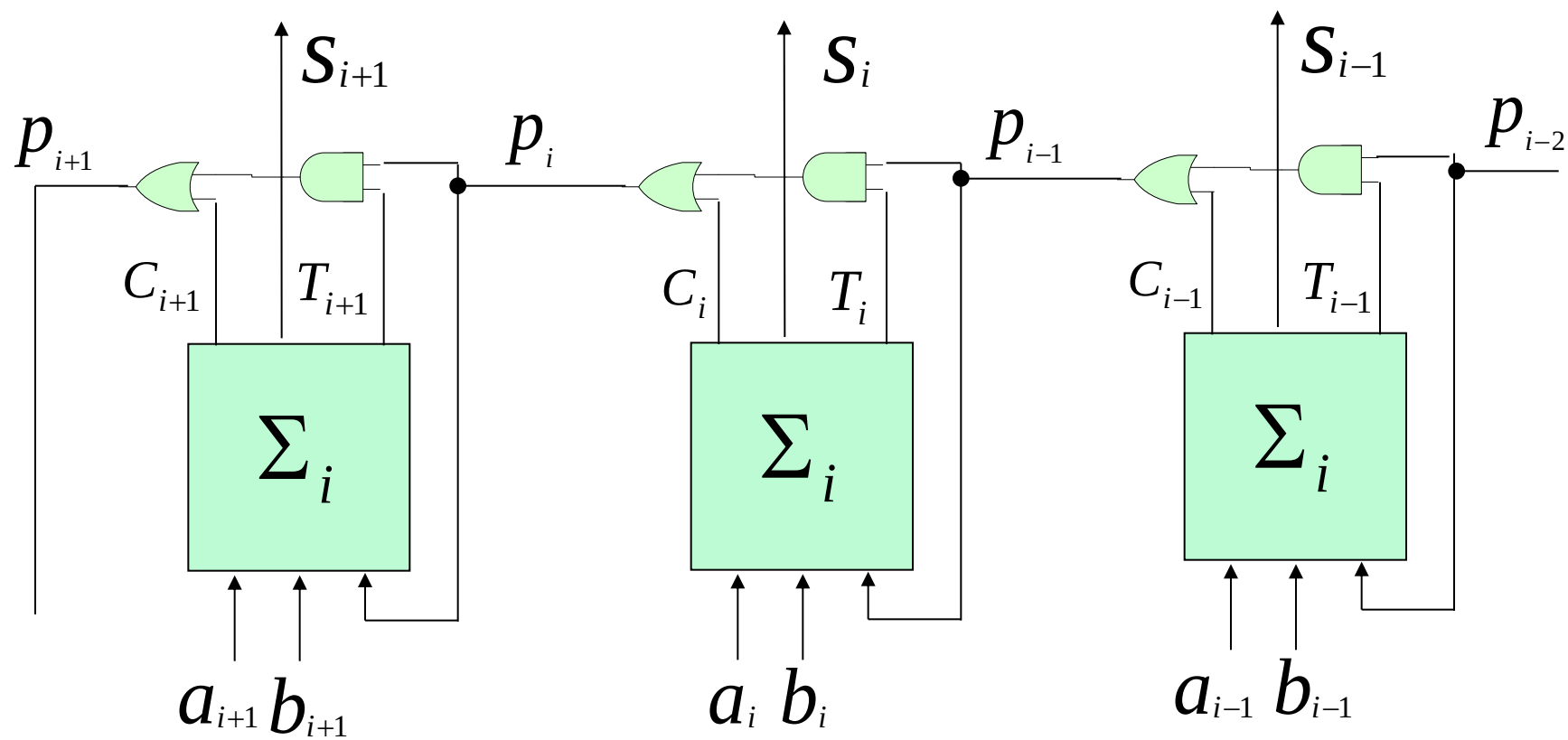
$$p_i = a_i b_i \vee p_{i-1} a_i \vee p_{i-1} b_i =$$

$$= a_i b_i \vee p_{i-1} (a_i \vee b_i)$$

$$T_i = a_i \vee b_i$$

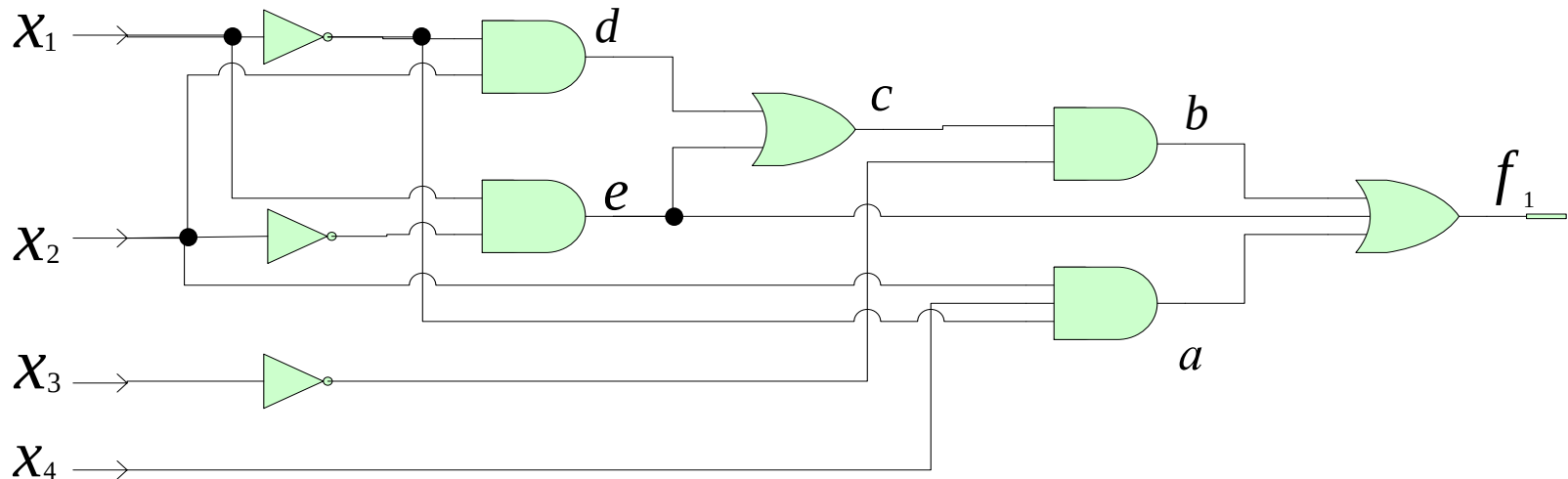
$$C_i = a_i b_i$$





10. Анализ на комбинационни логически схеми.

10.1. Статичен анализ.



$$f_1 = a \vee b \vee c =$$

$$= x_2 x_4 \bar{x}_1 \vee c x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 =$$

$$= x_2 x_4 \bar{x}_1 \vee x_1 \bar{x}_2 \vee (d \vee e) \bar{x}_3 =$$

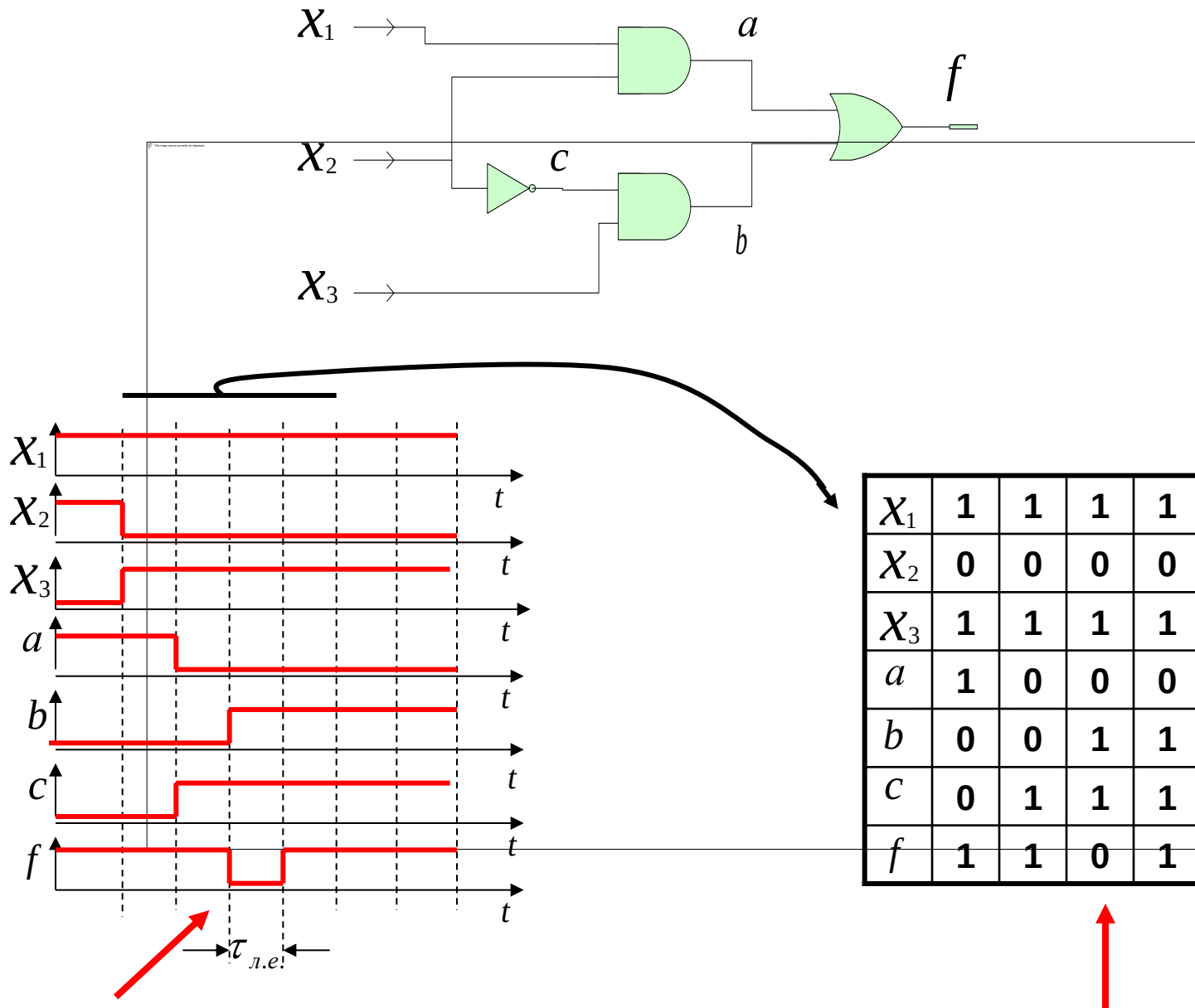
$$= x_2 x_4 \bar{x}_1 \vee x_1 \bar{x}_2 \vee (\bar{x}_1 x_2 \vee x_1 \bar{x}_2) \bar{x}_3 =$$

$$= x_2 x_4 \bar{x}_1 \vee x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \vee \cancel{x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3} =$$

$$= \bar{x}_1 x_2 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3$$

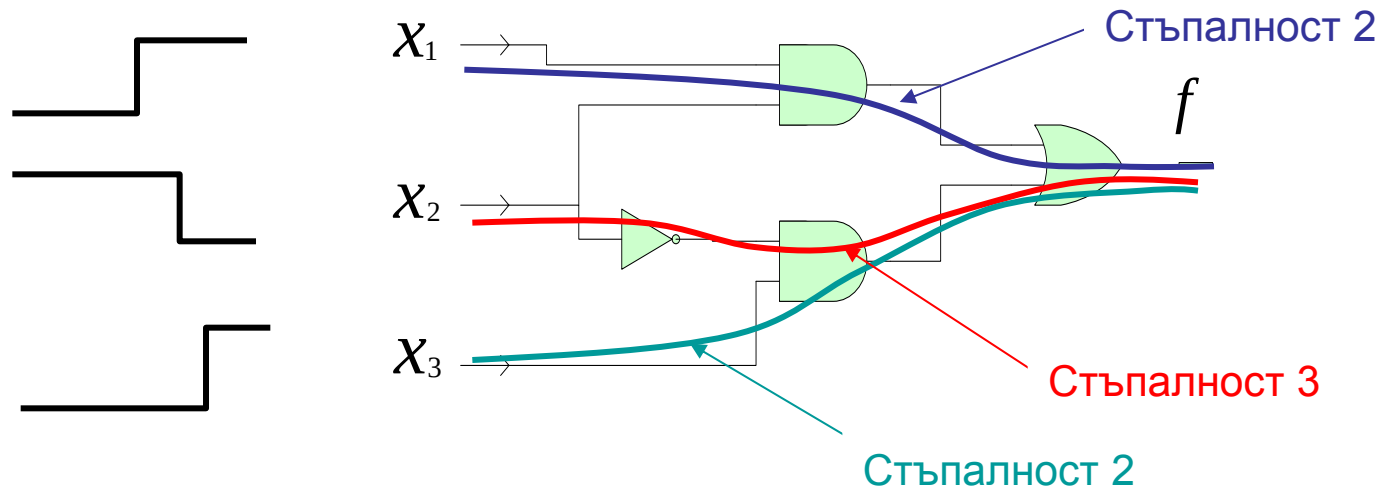
	$\bar{x}_1$			f_1
x_2			1	x_4
		1	1	
	1	1		
	1	1		
	x_3			

10.2. Динамичен анализ.



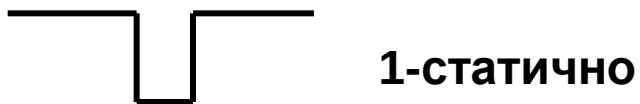
11. Състезания на сигналите.

11.1. Причини за състезанията на сигналите.

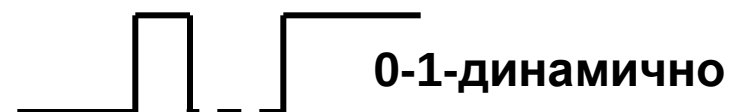


11.2. Видове състезания на сигналите.

- статични.



- динамични.

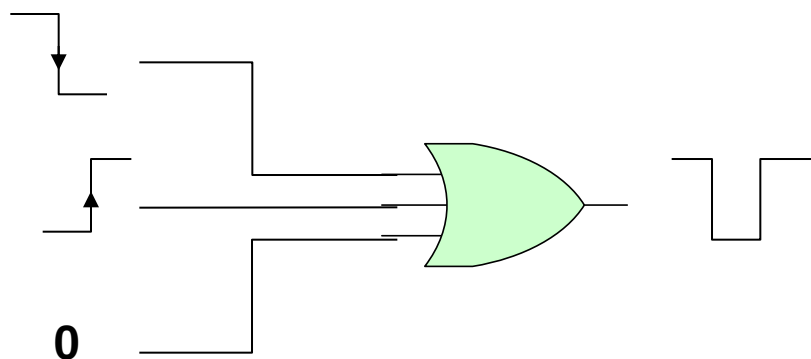
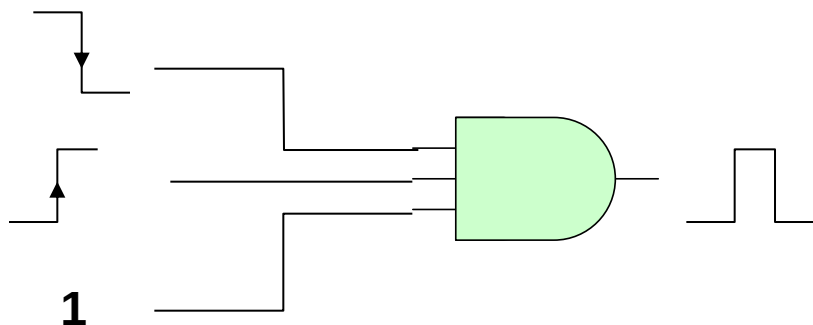


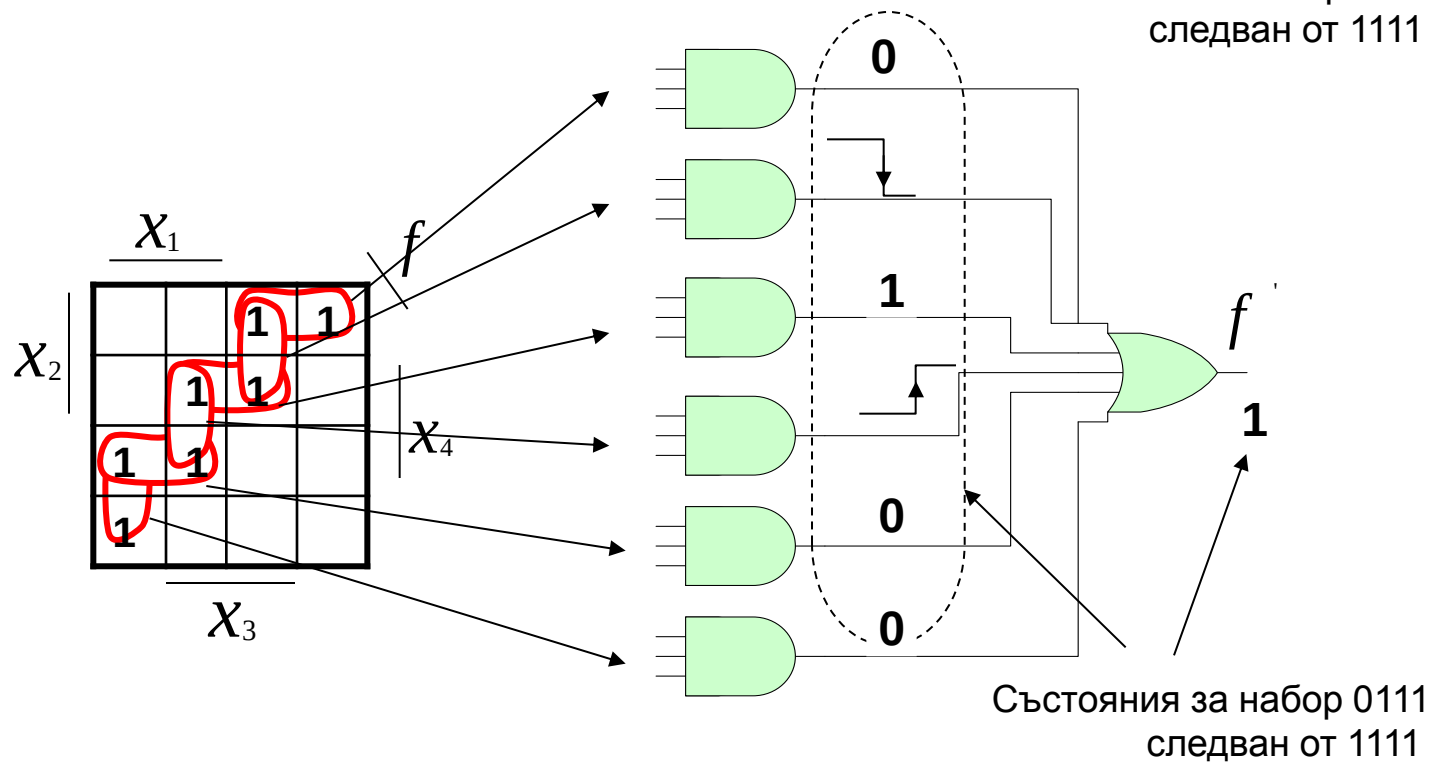
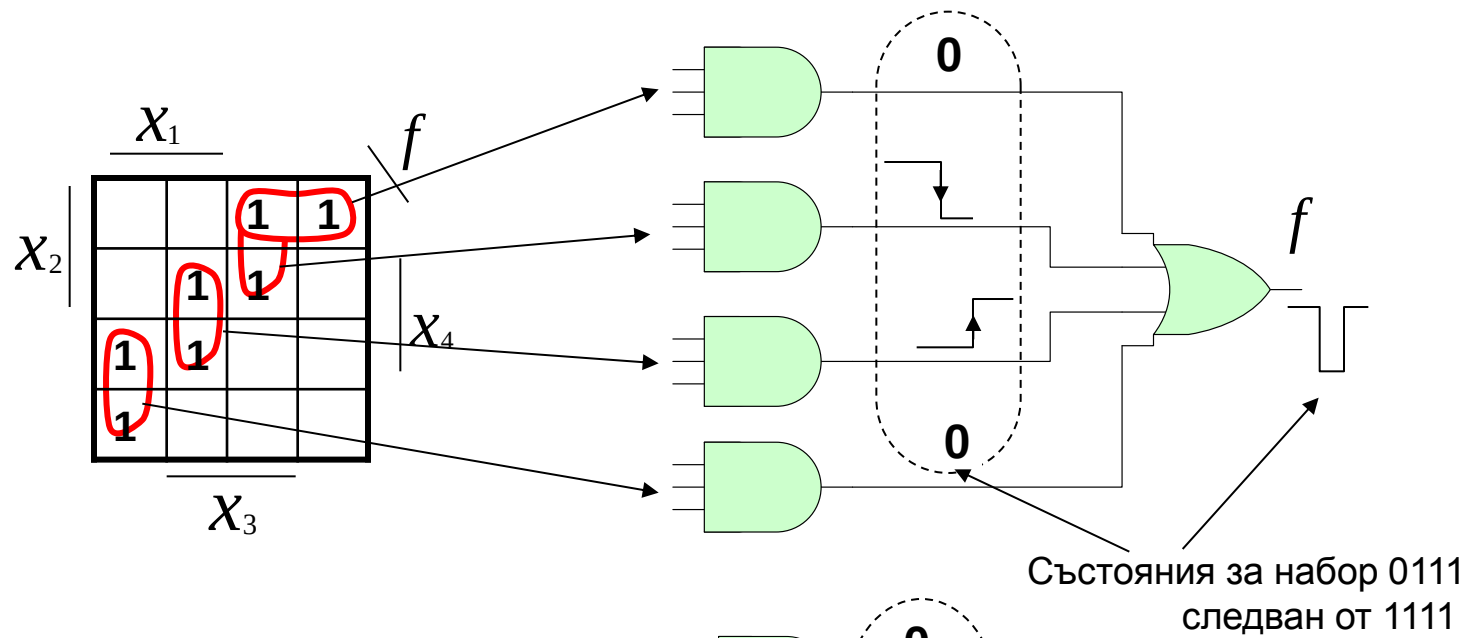
- позиционност на състезанията.

11.3. Откриване на състезания на сигналите.

- чрез динамичен анализ.
- чрез анализ на реализацията на логическата схема.

X_1	X_2	И	ИЛИ
0	0	0	0
0	0-1	0	0-1
0	1-0	0	1-0
0	1	0	1
0-1	0	0	0-1
0-1	0-1	0-1	0-1
0-1	1-0	0-1-0	1-0-1
0-1	1	0-1	1
1-0	0	0	1-0
1-0	0-1	0-1-0	1-0-1
1-0	1-0	1-0	1-0
1-0	1	1-0	1
1	0	0	1
1	0-1	0-1	1
1	1-0	1-0	1
1	1	1	1

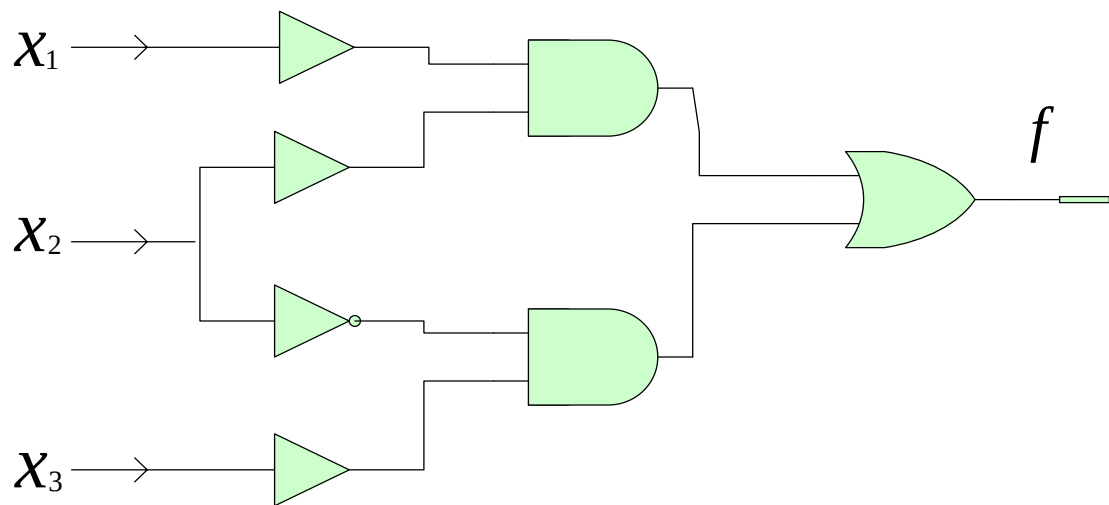
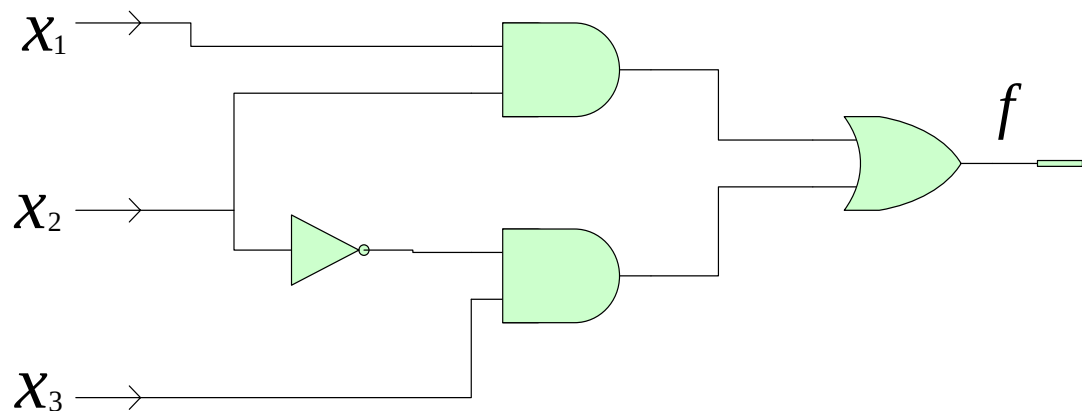




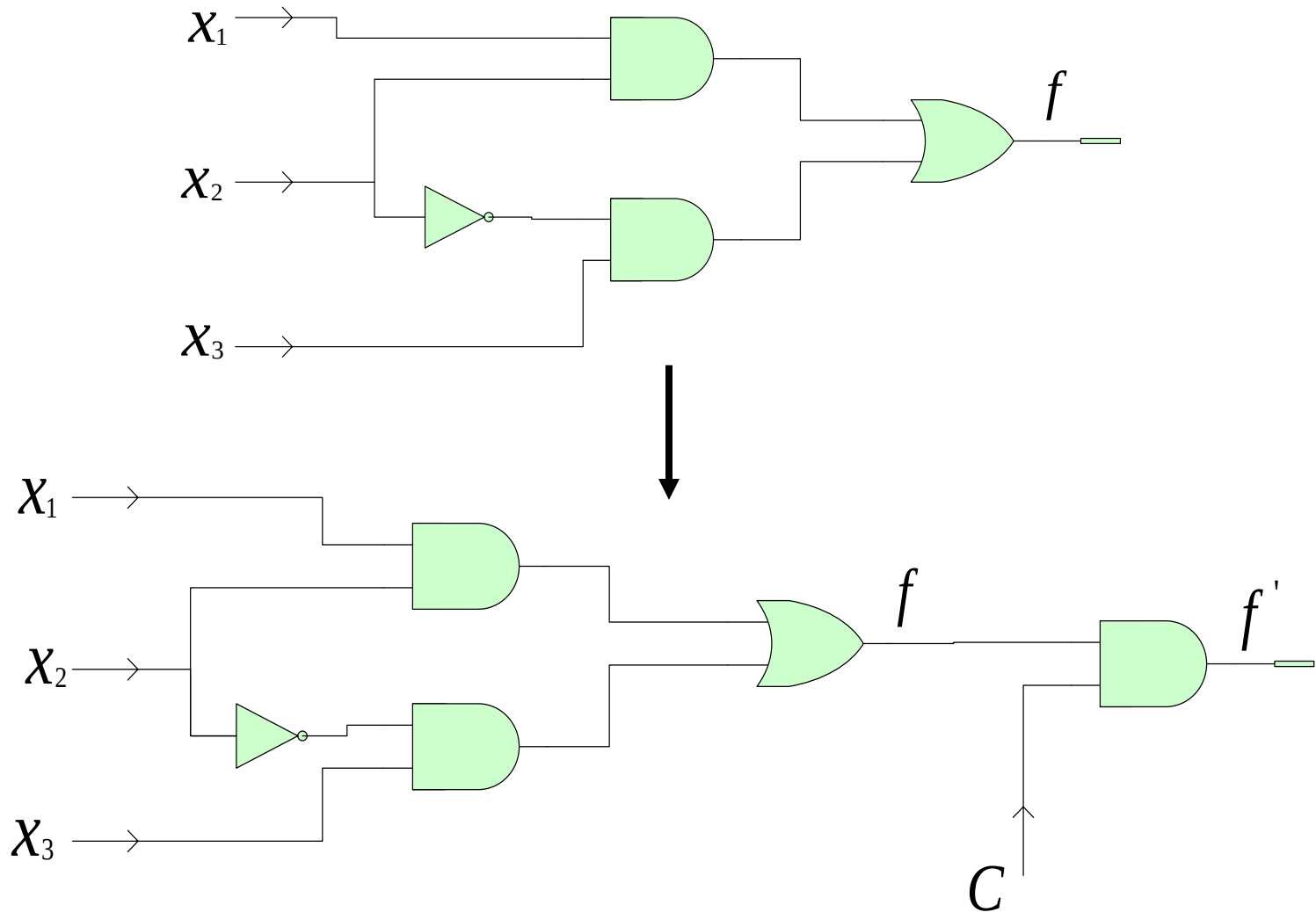
11.4. Отстраняване на състезания.

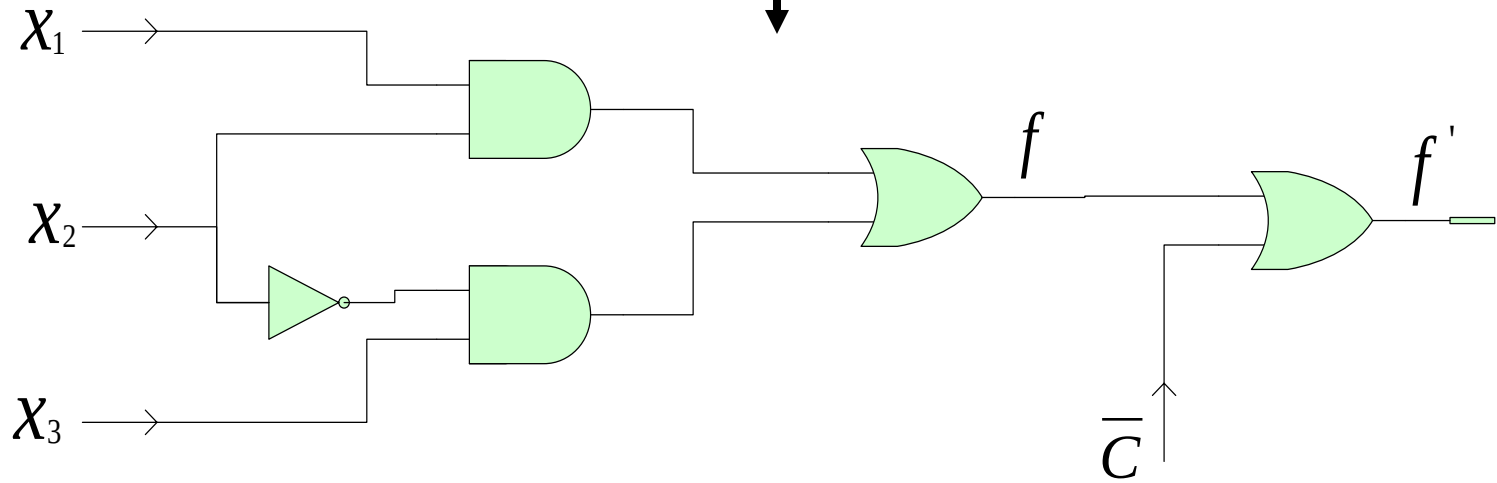
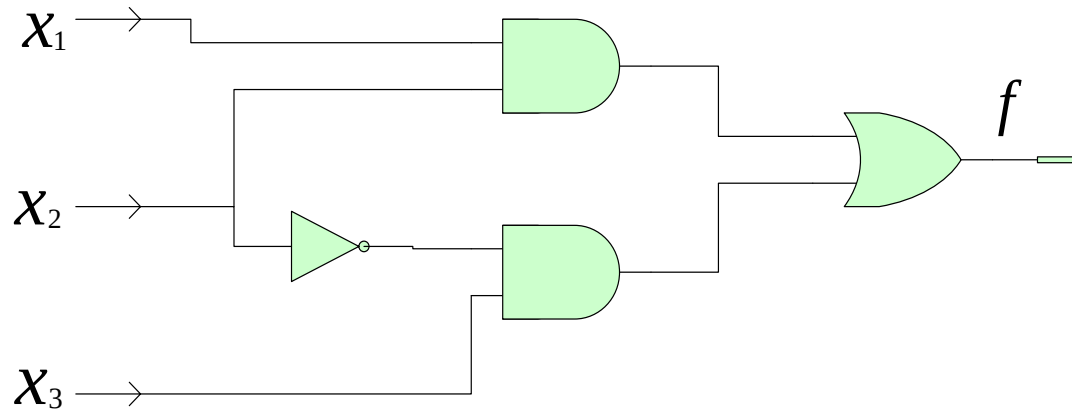
11.4.1. Отстраняване на причините за състезанията.

- изравняване на пътищата в логическата схема.



- отстраняване на неправилните изходни реакции в резултат на състезания на сигналите.
- използване на синхронизиращ сигнал.

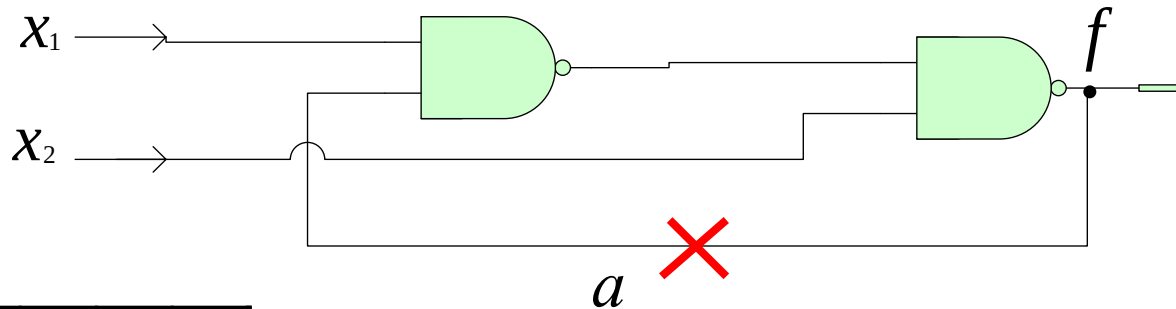




Последователностни схеми (логически схеми с памет)

1. Последователностни схеми – основни понятия.

- логически схеми с обратна връзка.



x_1	x_2	a	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

- обратна връзка.
- вътрешно състояние.
- начин на функциониране на логическите схеми с обратни връзки.

2. Автоматни модели на последователностни схеми.

- **входни въздействия.**

$$X = \{X_0, X_1, X_2, \dots, X_N\}$$

$$N \leq 2^n - 1$$

- **входни променливи.**

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

- **изходни реакции.**

$$Z = \{Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_L\}$$

$$L \leq 2^l - 1$$

- **изходни променливи.**

$$z_1, z_2, \dots, z_l$$

- **вътрешни състояния.**

$$A = \{A_0, A_1, A_2, \dots, A_K\}$$

$$K \leq 2^k - 1$$

- **вътрешни променливи.**

$$a_1, a_2, \dots, a_k$$

- функция на преходите.

$$A^{t+1} = \varphi(A^t, X^t)$$

- функция на изходите.

$$Z = \psi_1(A, X)$$

Автомат на Мили.

$$Z = \psi_2(A)$$

Автомат на Мур.

$$S = \{X, Z, A, \varphi, \psi, A_{нач}\}$$

3. Задаване на последователностни схеми.

3.1. Таблично задаване.

- таблица на преходите.

	X_0	-----	X_i	-----	X_N
A_0					
$\vdots$					
A_i			A_j		
$\vdots$					
A_K					

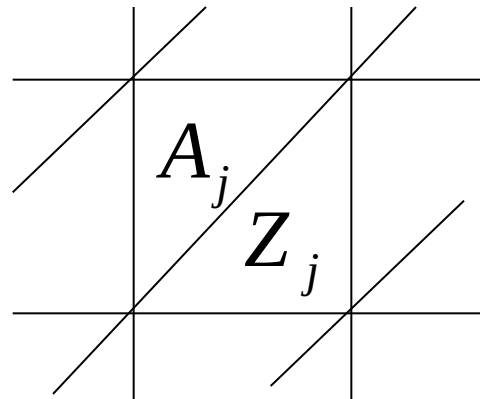
$$A_j = \varphi(A_i, X_i)$$

- таблица на изходите за автомат на Мили.

	X_0	-----	X_i	-----	X_N
A_0					
$\vdots$					
A_i			Z_j		
$\vdots$					
A_K					

$Z_j = \psi(A_i, X_i)$

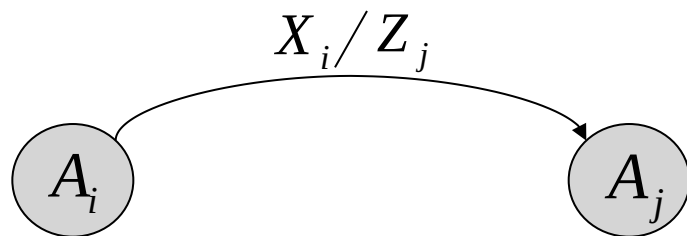
- съвместена таблица на преходите и изходите за автомат на Мили.



- белязана таблица на преходите и изходите за автомат на Мур.

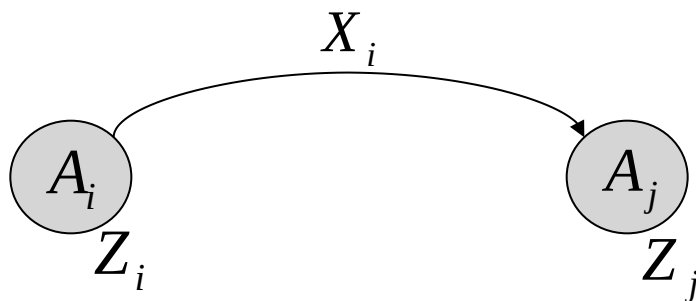
		X_0	-----	X_i	-----	X_N
Z_0	A_0					
	⋮					
Z_i	A_i			A_j		
	⋮					
Z_K	A_K					

3.2. Графично задаване.



$$A_j = \varphi(A_i, X_i)$$
$$Z_j = \psi(A_i, X_i)$$

Автомат на Мили.

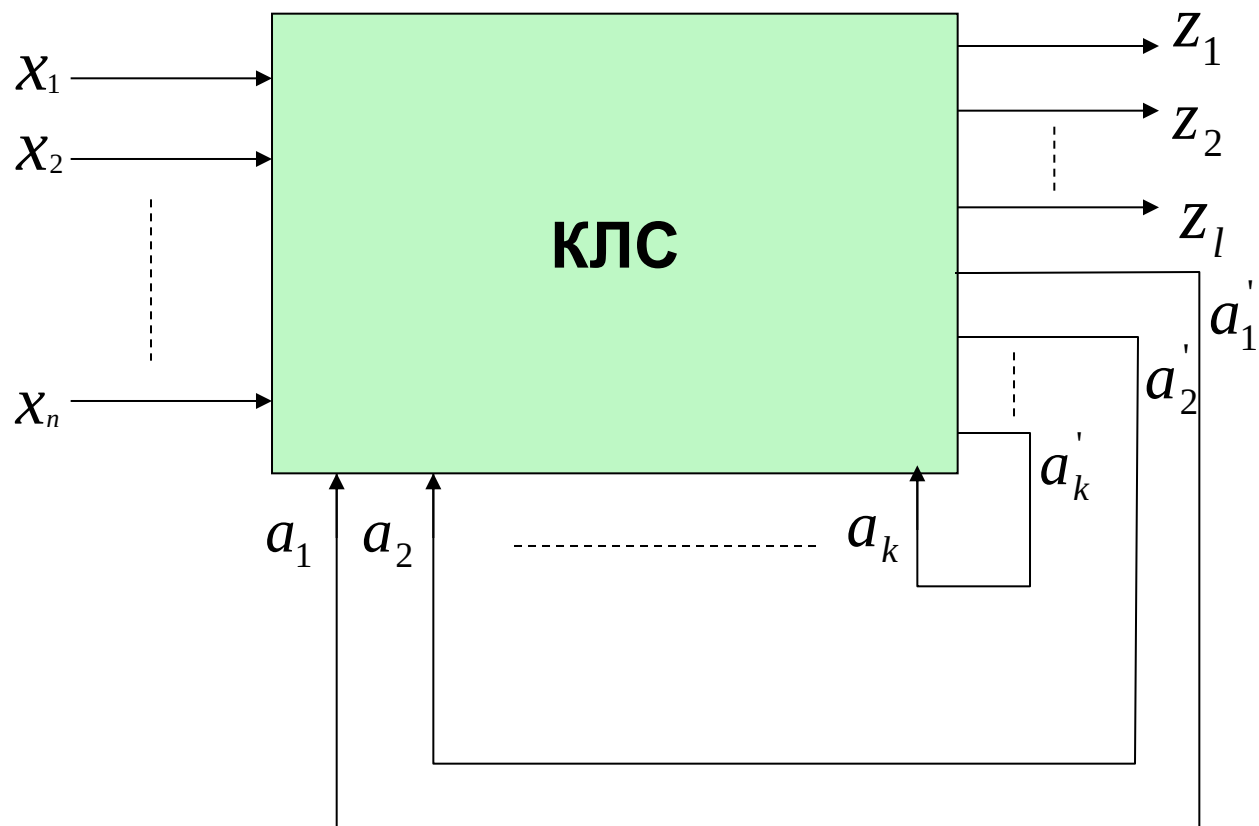


$$A_j = \varphi(A_i, X_i)$$
$$Z_j = \psi(A_j)$$

Автомат на Мур.

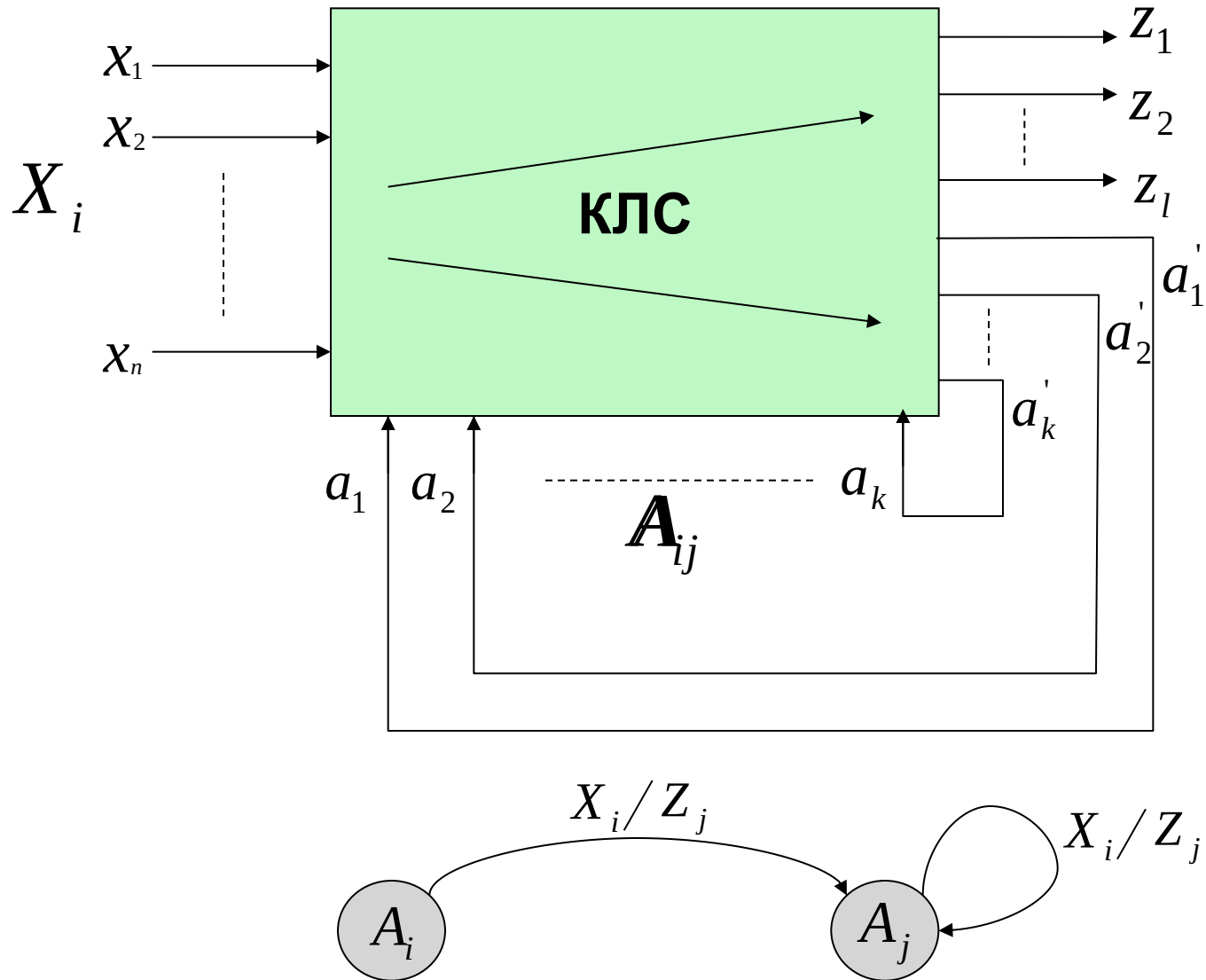
4. Структурни модели на последователни схеми.

4.1. Структурен модел на последователна схема с КЛС и обратни връзки (без блок памет).

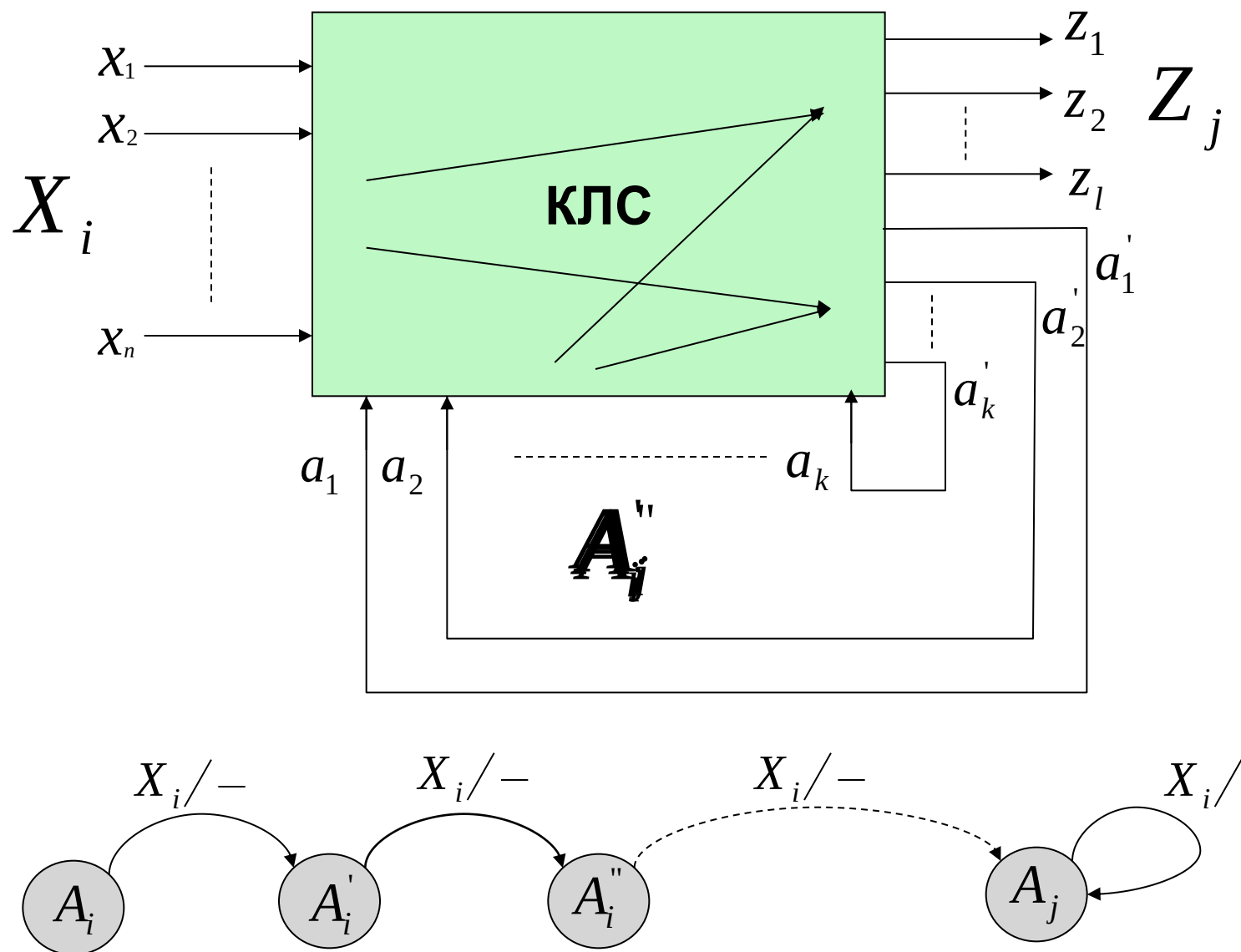


- функциониране на структурния модел.

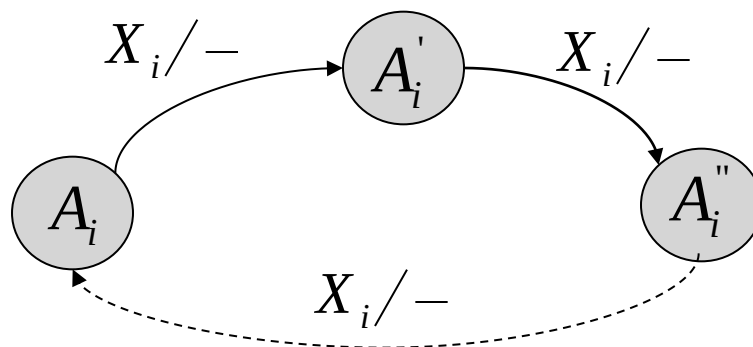
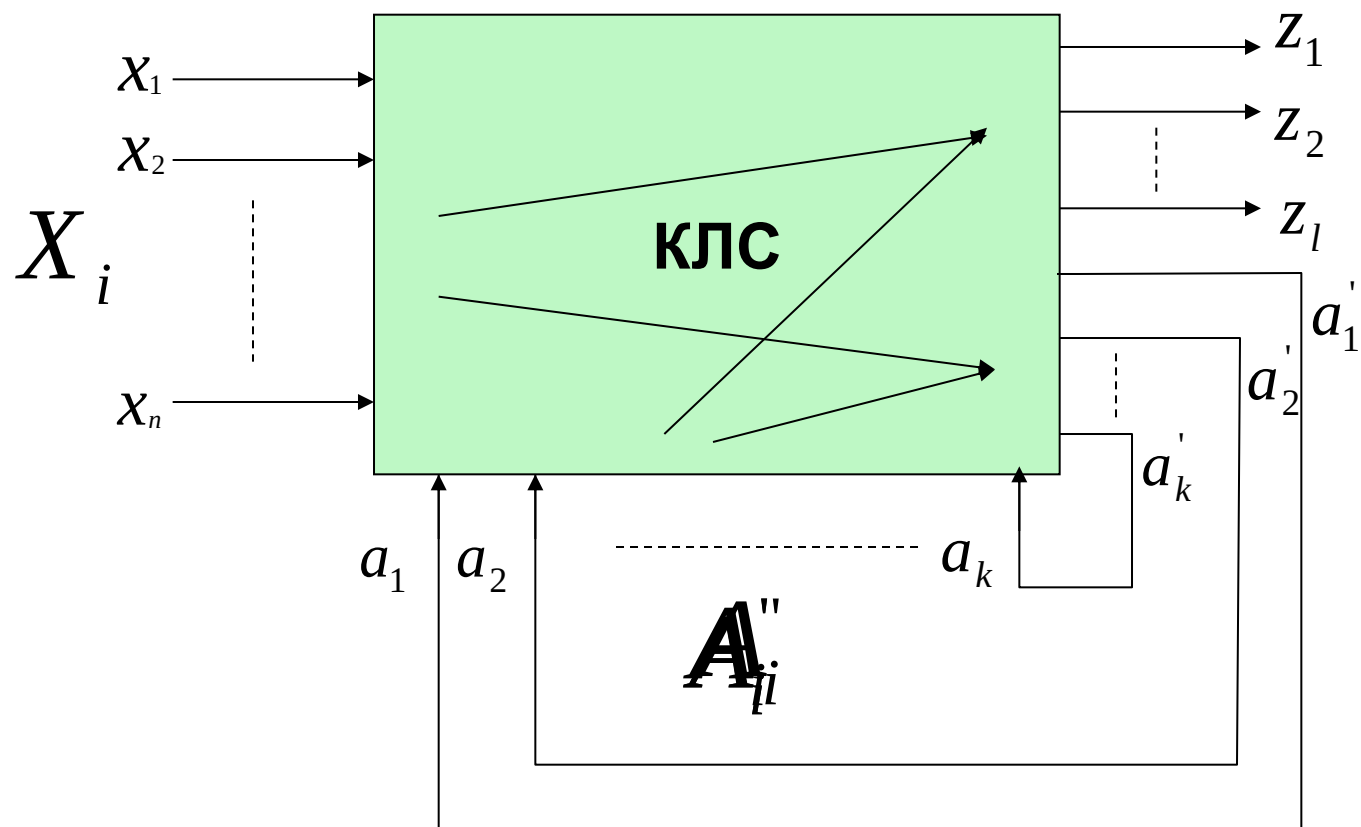
а) еднократни преходи.



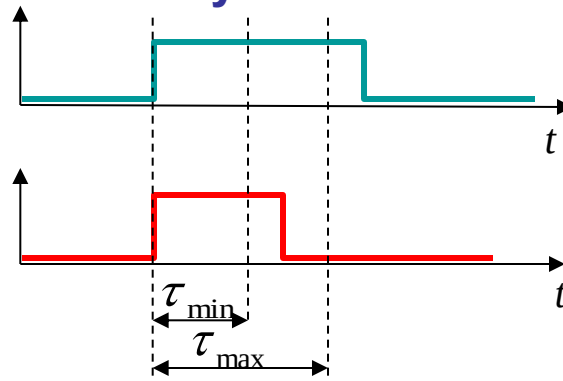
б) многократни преходи.



в) многократни преходи в цикъл.



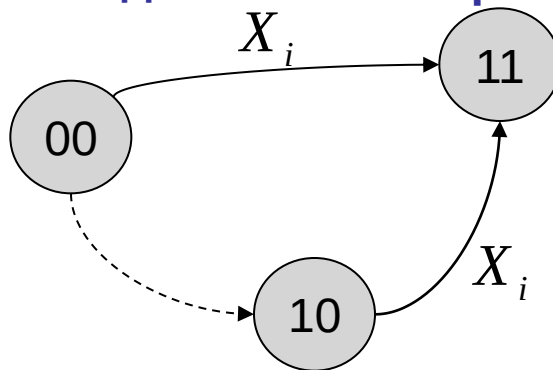
- импулсни и потенциални сигнали.



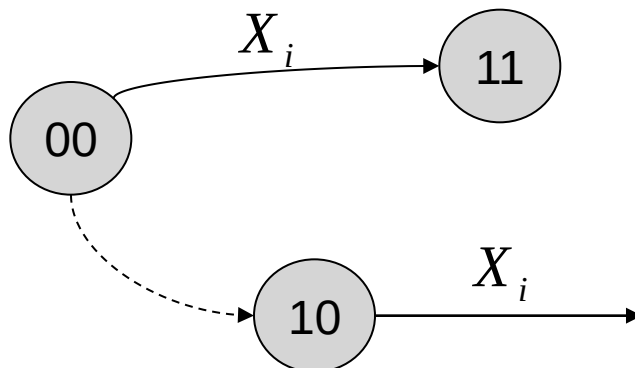
Потенциален сигнал

Импулсен сигнал

- влияние на състезанията в комбинационния блок.
- динамични и критични динамични преходи.

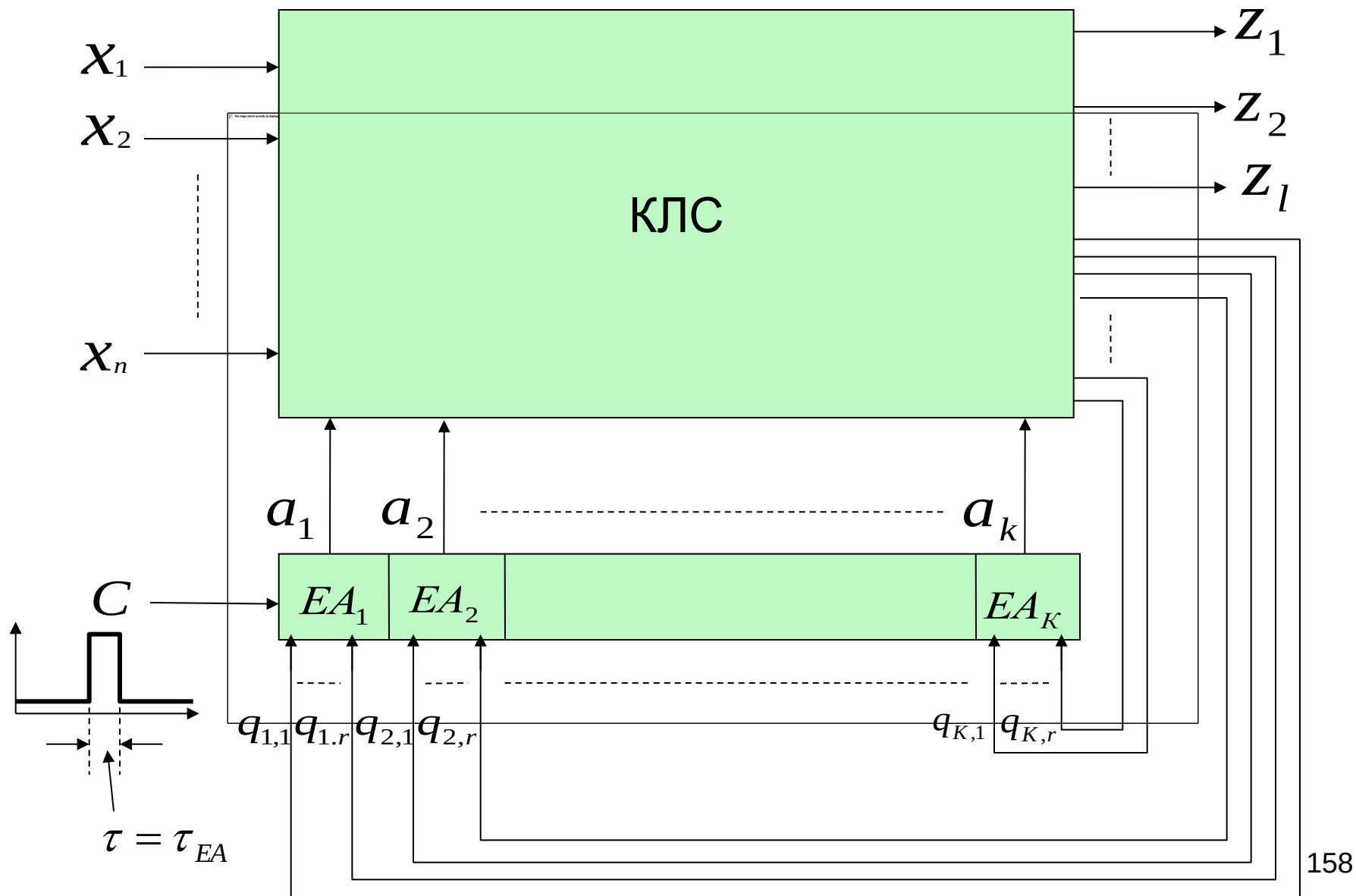


Динамичен преход

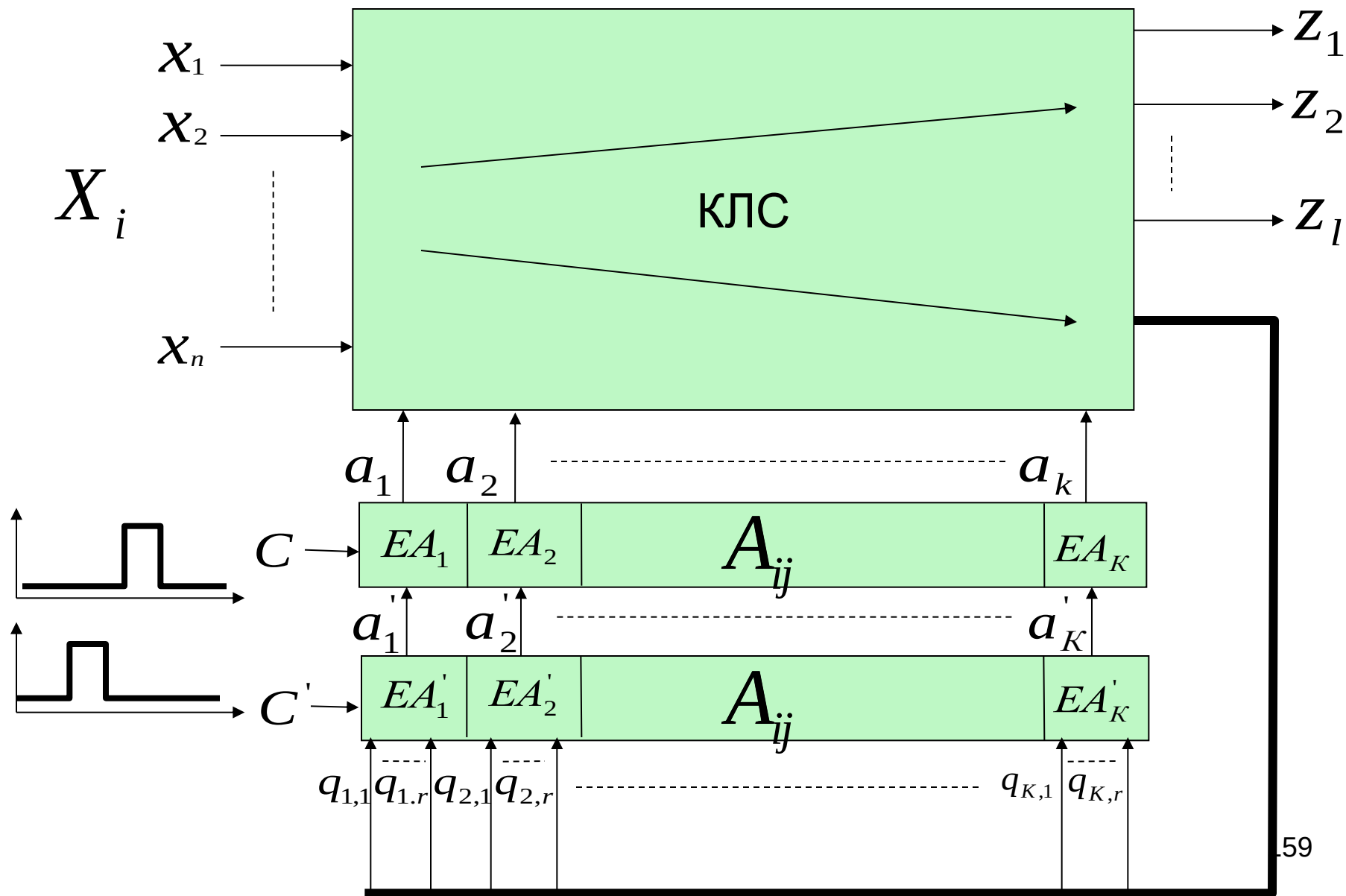


Критичен динамичен преход

4.2. Структурен модел на последователностна схема с КЛС и блок памет.



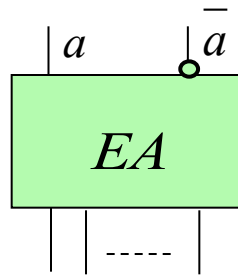
4.3. Структурен модел на последователностна схема с КЛС и двоен блок памет.



5. Елементарни автомати (ЕА).

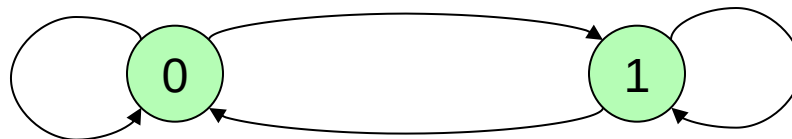
- свойства:

- две вътрешни състояния.
- автомати на Мур.



изх A	a	$\bar{a}$
	0	1
0	0	1
1	1	0

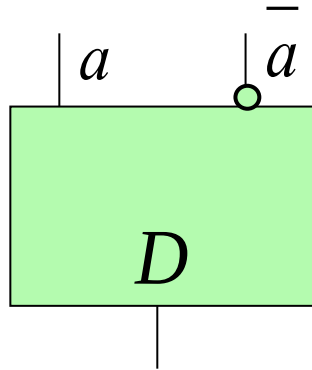
- пълнота на преходите.



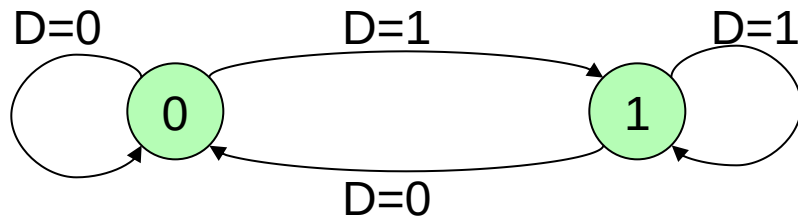
6.1. Несинхронизирани ЕА.

6.1.1. Елементарен автомат тип “D”.

Вътрешното състояние повтаря състоянието на “D” входа.



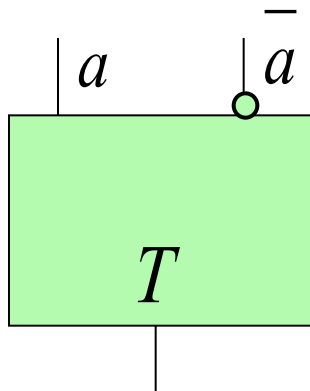
A \ D	0	1
	0	1
0	0	1
1	0	1



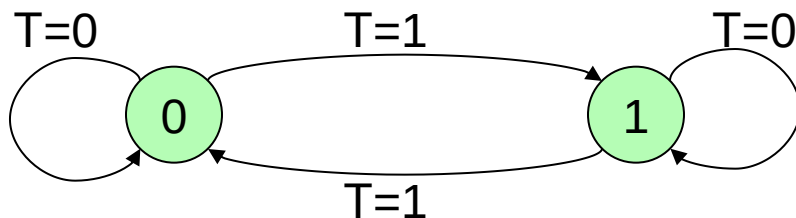
$A_c \rightarrow A_h$	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

5.1.2. Елементарен автомат тип “Т”.

Вътрешното състояние се променя при единица на “Т” входа.



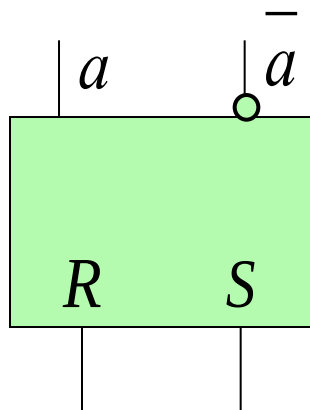
$\begin{matrix} T \\ A \end{matrix}$	0	1
0	0	1
1	1	0



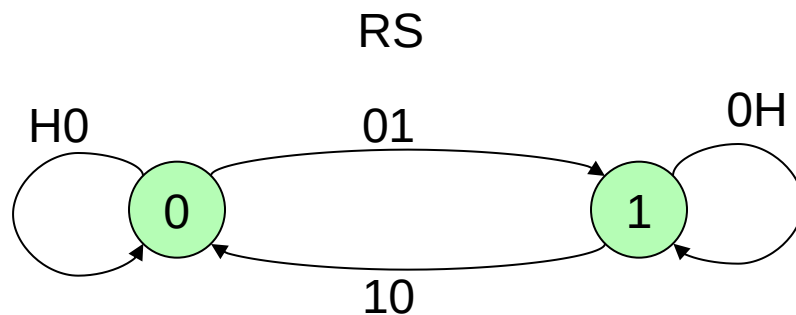
$A_c \rightarrow A_h$	T
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	1
$1 \rightarrow 1$	0

5.1.3. Елементарен автомат тип “R-S”.

Установява се в състояние 1 при единица на “S” входа, нулира се при 1 на “R” входа.



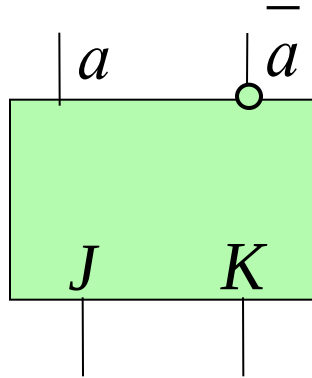
RS A	00	01	10	11
0	0	1	0	H
1	1	1	0	H



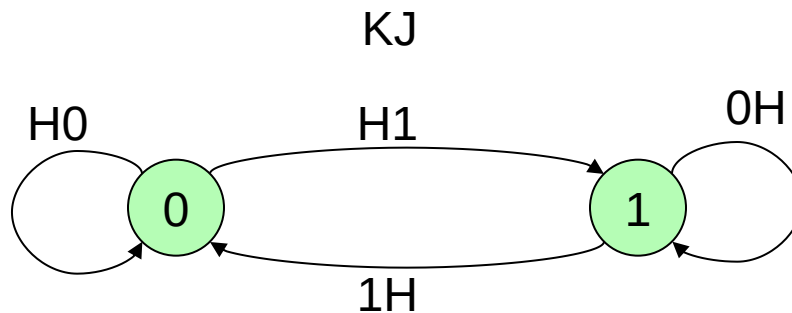
$A_c \rightarrow A_H$	RS
$0 \rightarrow 0$	H0
$0 \rightarrow 1$	01
$1 \rightarrow 0$	10
$1 \rightarrow 1$	0H

5.1.4. Елементарен автомат тип “J-K”.

Установява се в състояние единица при единица на “J” входа, нулира се при единица на “K” входа, променя състоянието си при единици на “J” и “K”.

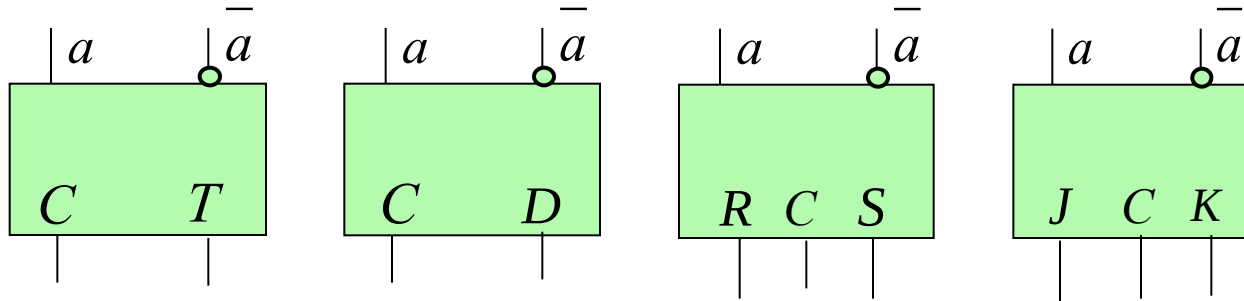


$\begin{matrix} \text{KJ} \\ \text{A} \end{matrix}$	00	01	10	11
0	0	1	0	1
1	1	1	0	0



$A_c \rightarrow A_H$	KJ
$0 \rightarrow 0$	H0
$0 \rightarrow 1$	H1
$1 \rightarrow 0$	1H
$1 \rightarrow 1$	0H

5.2. Синхронизирани еднотактни елементарни автомати.

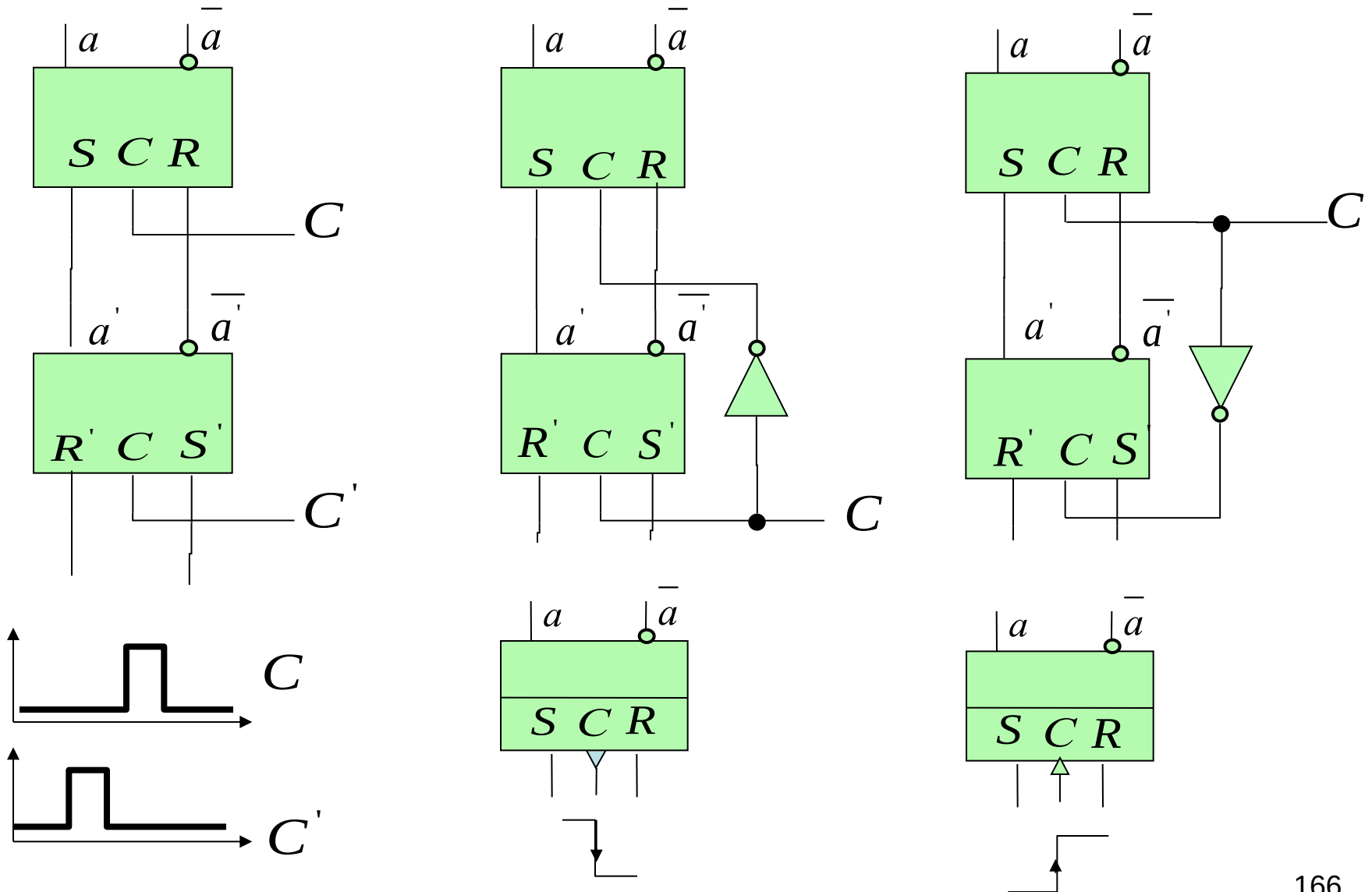


CT \ A	C = 0		C = 1	
	00	01	10	11
0	0	0	0	1
1	1	1	1	0

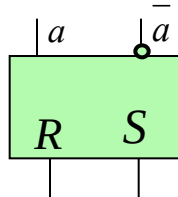
CD \ A	C = 0		C = 1	
	00	01	10	11
0	0	0	0	1
1	1	1	0	1

CRS \ A	C = 0				C = 1			
	000	001	010	011	100	101	110	111
0	0	0	0	0	0	1	0	H
1	1	1	1	1	1	1	0	H

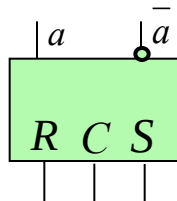
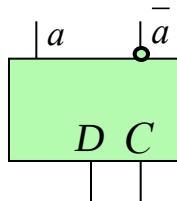
5.3. Синхронизирани двутактни елементарни автомати (ЕА с двойна структура).



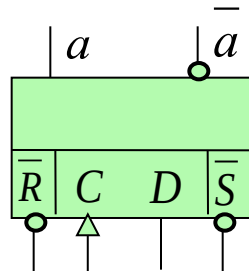
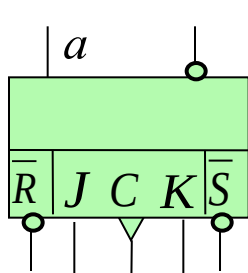
5.4. Тригери в интегрално изпълнение.



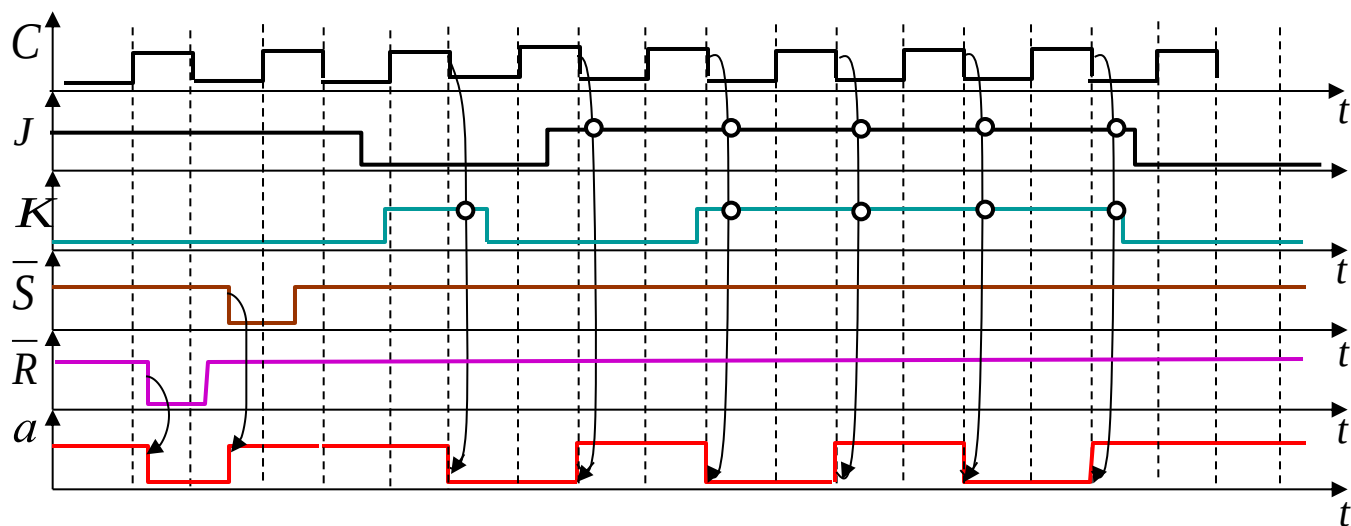
Несинхронизиран



Синхронизирани



Синхронизирани с двойна структура и статични входове



6. Синтез на последователностни схеми със синхронизирани елементарни автомати.

Процедура:

- Стъпка 1:** Кодират се входните въздействия, изходните реакции и вътрешните състояния.
- Стъпка 2:** Построява се кодирана таблица на преходите и изходите.
- Стъпка 3:** Прави се избор на елементарни автомати.
- Стъпка 4:** Съставя се таблица на истинност или карта на възбудителните и изходни функции.
- Стъпка 5:** Представят се възбудителните и изходни функции във вид съответстващ на начина на реализирането им.
- Стъпка 6:** Построява се логическата схема.

Пример 1

A \ X	X_0	X_1
A_0	A_1	A_3
A_1	A_2	A_2
A_2	A_3	A_1
A_3	A_0	A_0

A	a_1a_2
A_0	00
A_1	01
A_2	10
A_3	11

X	x
X_0	0
X_1	1

A \ X	X_0	X_1
A_0	Z_0	Z_0
A_1	Z_1	Z_0
A_2	Z_2	Z_0
A_3	Z_3	Z_3

A	z_1z_2
Z_0	00
Z_1	01
Z_2	10
Z_3	11

Процедура:

- Стъпка 1:** Кодират се входните въздействия, изходните реакции и вътрешните състояния.
- Стъпка 2:** Построява се кодирана таблица на преходите и изходите.
- Стъпка 3:** Прави се избор на елементарни автомати.
- Стъпка 4:** Съставя се таблица на истинност или карта на възбудителните и изходни функции.
- Стъпка 5:** Представят се възбудителните и изходни функции във вид съответстващ на начина на реализирането им.
- Стъпка 6:** Построява се логическата схема.

A \ X	X_0	X_1
A_0	A_1	A_3
A_1	A_2	A_2
A_2	A_3	A_1
A_3	A_0	A_0

A	a_1a_2
A_0	00
A_1	01
A_2	10
A_3	11

X	x
X_0	0
X_1	1

A \ X	X_0	X_1
A_0	Z_0	Z_0
A_1	Z_1	Z_0
A_2	Z_2	Z_0
A_3	Z_3	Z_3

A	z_1z_2
Z_0	00
Z_1	01
Z_2	10
Z_3	11

	A_c		A_H		Z			
X	a_1	a_2	a_1	a_2	z_1	z_2	D_1	D_2
0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1	0	0

Процедура:

- Стъпка 1:** Кодират се входните въздействия, изходните реакции и вътрешните състояния.
- Стъпка 2:** Построява се кодирана таблица на преходите и изходите.
- Стъпка 3:** Прави се избор на елементарни автомати.
- Стъпка 4:** Съставя се таблица на истинност или карта на възбудителните функции.
- Стъпка 5:** Представят се възбудителните и изходни функции във вид съответстващ на начина на реализирането им.
- Стъпка 6:** Построява се логическата схема.

A \ X	X_0	X_1
A_0	A_1	A_3
A_1	A_2	A_2
A_2	A_3	A_1
A_3	A_0	A_0

A	a_1a_2
A_0	00
A_1	01
A_2	10
A_3	11

X	x
X_0	0
X_1	1

	A_c		A_H		Z			
X	a_1	a_2	a_1	a_2	z_1	z_2	D_1	D_2
0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1	0	0

Пример 1

$A_c \rightarrow A_H$	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

A \ X	X_0	X_1
A_0	Z_0	Z_0
A_1	Z_1	Z_0
A_2	Z_2	Z_0
A_3	Z_3	Z_3

A	z_1z_2
Z_0	00
Z_1	01
Z_2	10
Z_3	11

Процедура:

- Стъпка 1:** Кодират се входните въздействия, изходните реакции и вътрешните състояния.
- Стъпка 2:** Построява се кодирана таблица на преходите и изходите.
- Стъпка 3:** Прави се избор на елементарни автомати.
- Стъпка 4:** Съставя се таблица на истинност или карта на възбудителните функции.
- Стъпка 5:** Представят се възбудителните и изходни функции във вид, съответстващ на начина на реализирането им.
- Стъпка 6:** Построява се логическата схема.

Пример 1

A \ X	X_0	X_1
A_0	A_1	A_3
A_1	A_2	A_2
A_2	A_3	A_1
A_3	A_0	A_0

A	a_1a_2
A_0	00
A_1	01
A_2	10
A_3	11

X	x
X_0	0
X_1	1

	A_c		A_H		Z			
X	a_1	a_2	a_1	a_2	z_1	z_2	D_1	D_2
0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1	0	0

$A_c \rightarrow A_H$	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

A \ X	X_0	X_1
A_0	Z_0	Z_0
A_1	Z_1	Z_0
A_2	Z_2	Z_0
A_3	Z_3	Z_3

A	z_1z_2
Z_0	00
Z_1	01
Z_2	10
Z_3	11

X	D_1			
a_1				1
	1	1	1	
a_2				

$$z_1 = \overline{x_1}a_1 \vee a_1a_2$$

$$z_2 = a_1a_2 \vee \overline{x_1}a_2$$

$$D_1 = \overline{x}a_1 \vee a_1a_2 \vee \overline{x}a_1\overline{a_2}$$

$$D_2 = \overline{a_2}$$

X	z_1			
a_1		1	1	1
a_2				

X	z_2			
a_1		1	1	
			1	
a_2				

X	D_2			
a_1	1			1
	1			1
a_2				

Процедура:

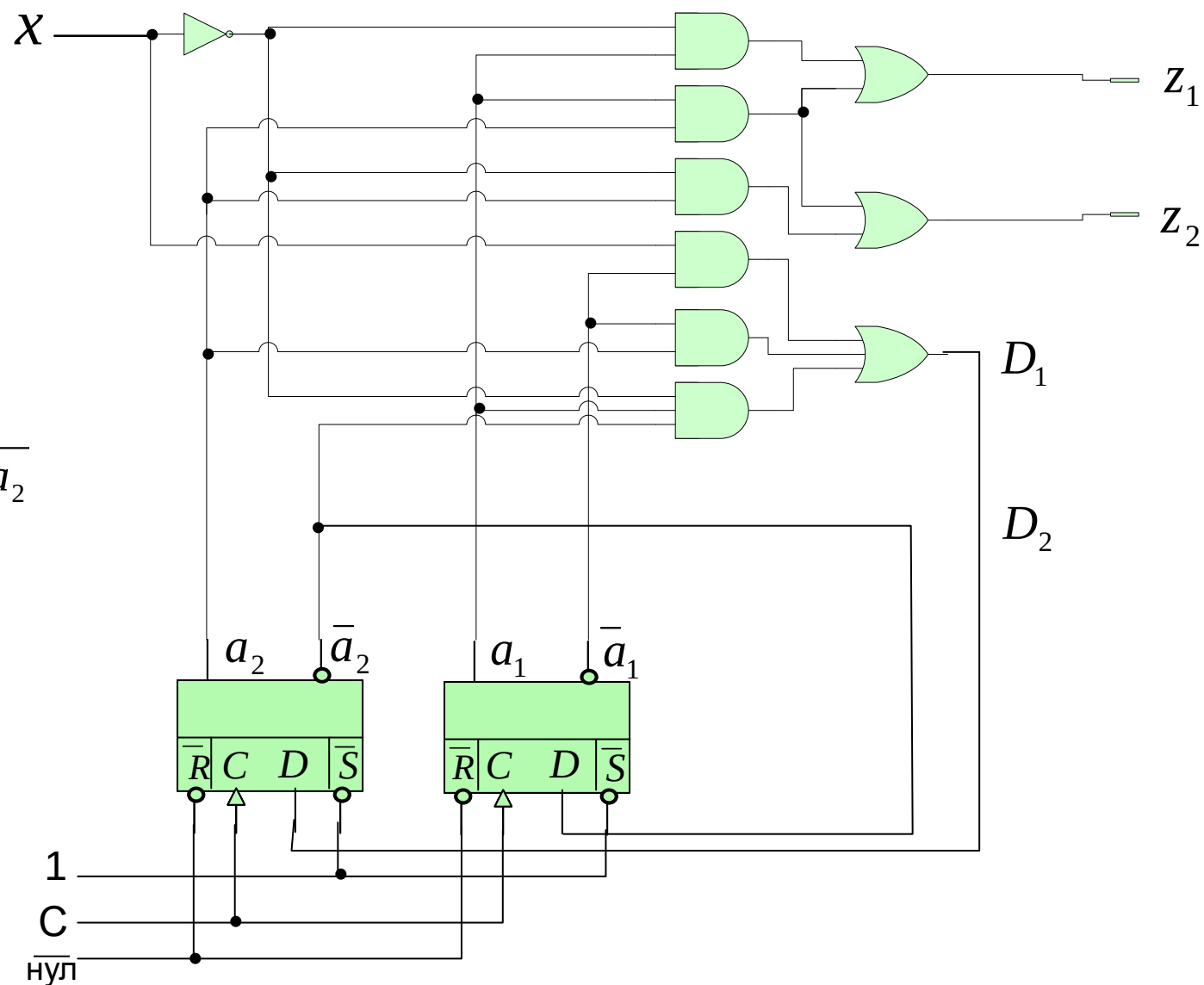
- Стъпка 1:** Кодират се входните въздействия, изходните реакции и вътрешните състояния.
- Стъпка 2:** Построява се кодирана таблица на преходите и изходите.
- Стъпка 3:** Прави се избор на елементарни автомати.
- Стъпка 4:** Съставя се таблица на истинност или карта на възбудителните функции.
- Стъпка 5:** Представят се възбудителните и изходни функции във вид съответстващ на начина на реализирането им.
- Стъпка 6:** Построява се логическата схема.

$$z_1 = \overline{x_1}a_1 \vee a_1a_2$$

$$z_2 = a_1a_2 \vee \overline{x_1}a_2$$

$$D_1 = \overline{x}a_1 \vee \overline{a_1}a_2 \vee \overline{x}a_1\overline{a_2}$$

$$D_2 = \overline{a_2}$$



$\begin{array}{c c} & X \\ \hline A & \end{array}$	X_0	X_1	X_2
A_0	A_2	A_2	A_0
A_1	A_1	A_0	A_2
A_2	A_0	A_1	A_1

A	$a_1 a_2$
A_0	00
A_1	01
A_2	10
заб	11

X	$x_1 x_2$
X_0	00
X_1	01
X_2	10
заб	11

Z	$z_1 z_2$
Z_0	00
Z_1	01
Z_2	10
заб	11

$\begin{array}{c c} & X \\ \hline A & \end{array}$	X_0	X_1	X_2
A_0	Z_0	Z_2	Z_0
A_1	Z_1	Z_1	Z_2
A_2	Z_2	Z_0	Z_1

	<u>X_1</u>			$\backslash T_2$
X_2	H	H	1	
	H	H	H	1
	1	H	H	
		1		
	<u>a_1</u>			a_2

$A_c \rightarrow A_h$	T
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	1
$1 \rightarrow 1$	0

	X_1					T_1
X_2	Н	Н	1	1	a_2	
	Н	Н	Н			
		Н	Н			
		1	1	1		
	a_1					

	X_1			
X_2	H	H		1
	H	H	H	
	1	H	H	
			1	
	a_1			

z_1
 a_2

	X_1					z_2
X_2	Н	Н			a_2	
	Н	Н	Н	1		
		Н	Н	1		
		1				
	a_1					

X		A_c		A_h		Z		B.ϕ	
x_1	x_2	a_1	a_2	a_1	a_2	z_1	z_2	T_1	T_2
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	H	H	H	H	H	H
0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	H	H	H	H	H	H
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	1	H	H	H	H	H	H
1	1	0	0	H	H	H	H	H	H
1	1	0	1	H	H	H	H	H	H
1	1	1	0	H	H	H	H	H	H
1	1	1	1	H	H	H	H	H	H

Пример 2

$$\begin{array}{c}
 \overline{x_1} \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 H & H & 1 & 1 \\
 \hline
 H & H & H & \\
 \hline
 & H & H & \\
 \hline
 & 1 & 1 & 1 \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \diagup T_1 \\
 \diagdown a_2 \\
 \hline a_1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \overline{x_1} \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 H & H & 1 & \\
 \hline
 H & H & H & 1 \\
 \hline
 1 & H & H & \\
 \hline
 & 1 & & \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \diagup T_2 \\
 \diagdown a_2 \\
 \hline a_1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \overline{x_1} \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 H & H & & 1 \\
 \hline
 H & H & H & \\
 \hline
 1 & H & H & \\
 \hline
 & & 1 & \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \diagup z_1 \\
 \diagdown a_2 \\
 \hline a_1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \overline{x_1} \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 H & H & & \\
 \hline
 H & H & H & 1 \\
 \hline
 & H & H & 1 \\
 \hline
 & 1 & & \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \diagup z_2 \\
 \diagdown a_2 \\
 \hline a_1
 \end{array}$$

$$T_1 = \overline{x_1} \overline{a_2} \vee a_1$$

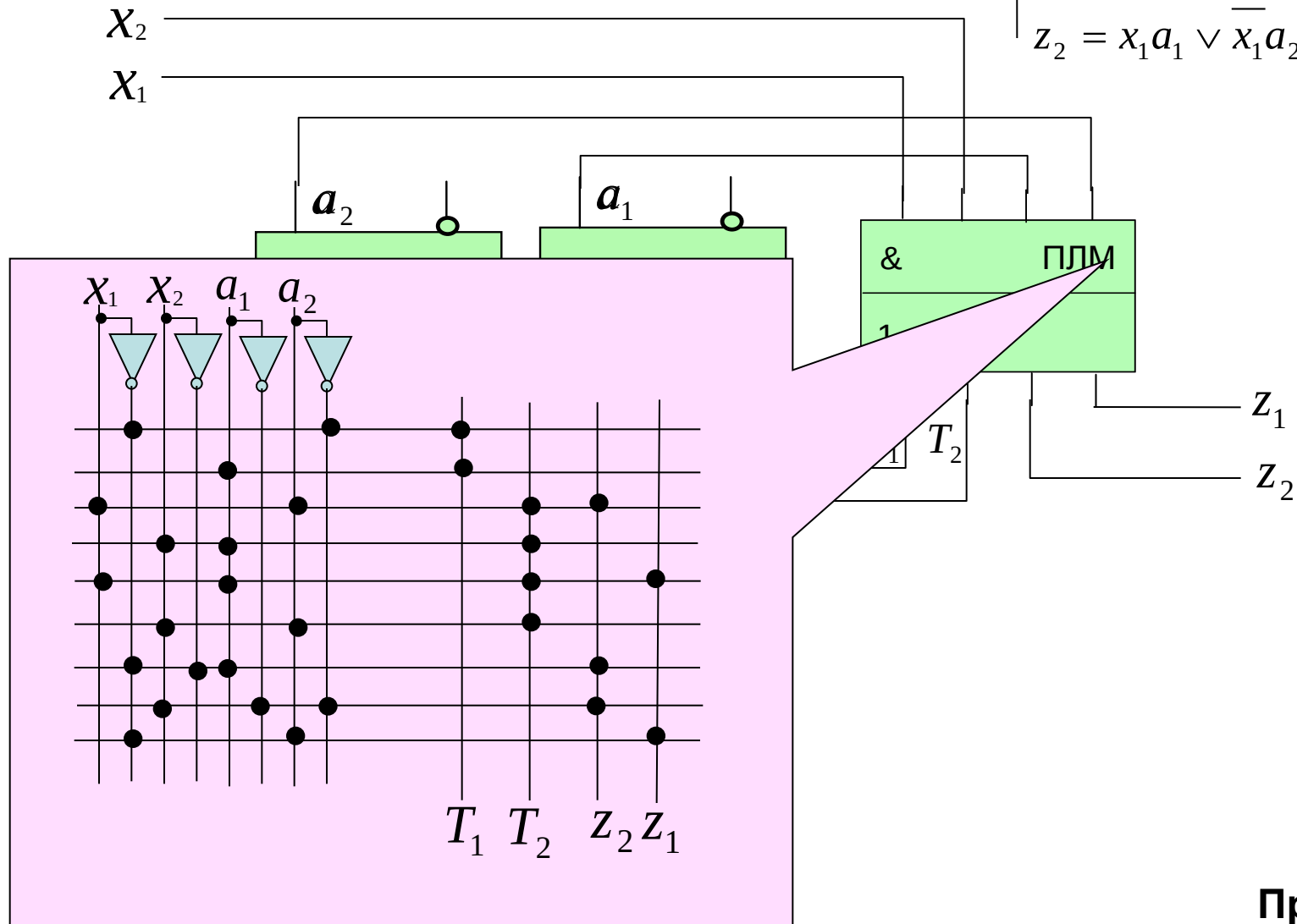
$$T_2 = x_1 a_2 \vee x_2 a_1 \vee x_1 a_1 \vee x_2 a_2$$

$$z_1 = x_1 a_2 \vee \overline{x_1} \overline{x_2} a_1 \vee x_2 \overline{a_1} \overline{a_2}$$

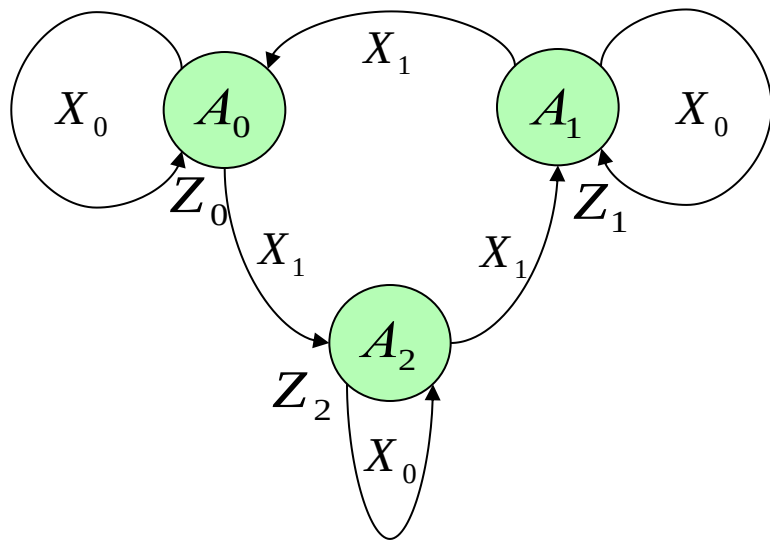
$$z_2 = x_1 a_1 \vee \overline{x_1} a_2$$

Пример 2

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \overline{x_1} \overline{a_2} \vee a_1 \\
 T_2 &= x_1 a_2 \vee x_2 a_1 \vee x_1 a_1 \vee x_2 a_2 \\
 z_1 &= x_1 a_2 \vee \overline{x_1} \overline{x_2} a_1 \vee x_2 \overline{a_1} a_2 \\
 z_2 &= x_1 a_1 \vee \overline{x_1} a_2
 \end{aligned}$$



Пример 2



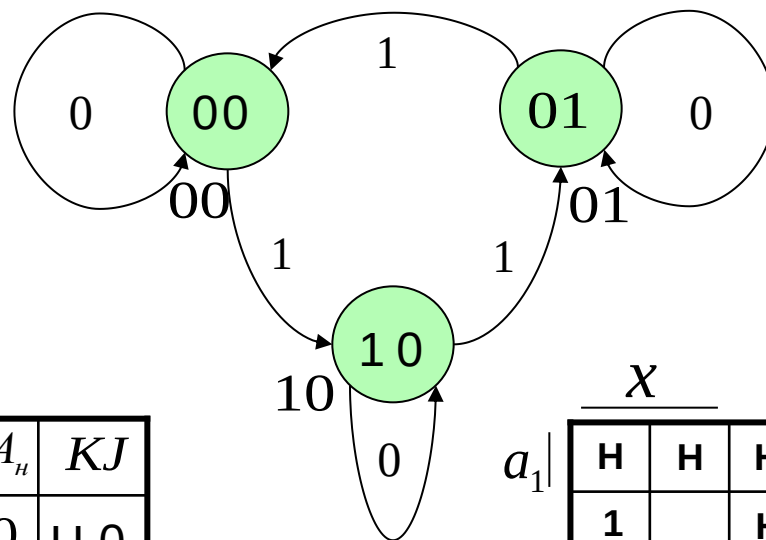
A	$a_1 a_2$
A_0	00
A_1	01
A_2	10
заб	11

Z	$z_1 z_2$
Z_0	00
Z_1	01
Z_2	10
заб	11

X	x
X_0	0
X_1	1

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = a_1 \\ z_2 = a_2 \\ J_1 = \overline{a_2} \\ K_1 = x \\ J_2 = xa_1 \\ K_2 = x \end{array} \right.$$

Пример 3



$A_c \rightarrow A_n$	KJ
$0 \rightarrow 0$	H 0
$0 \rightarrow 1$	H 1
$1 \rightarrow 0$	1 H
$1 \rightarrow 1$	0 H

a_1	$\overline{x}$	J_1
H	H	H
1		H

a_1	$\overline{x}$	a_2	K_1
1	H	H	0
H	H		

a_1	$\overline{x}$	a_2	J_2
1	H	H	0
0	H		H

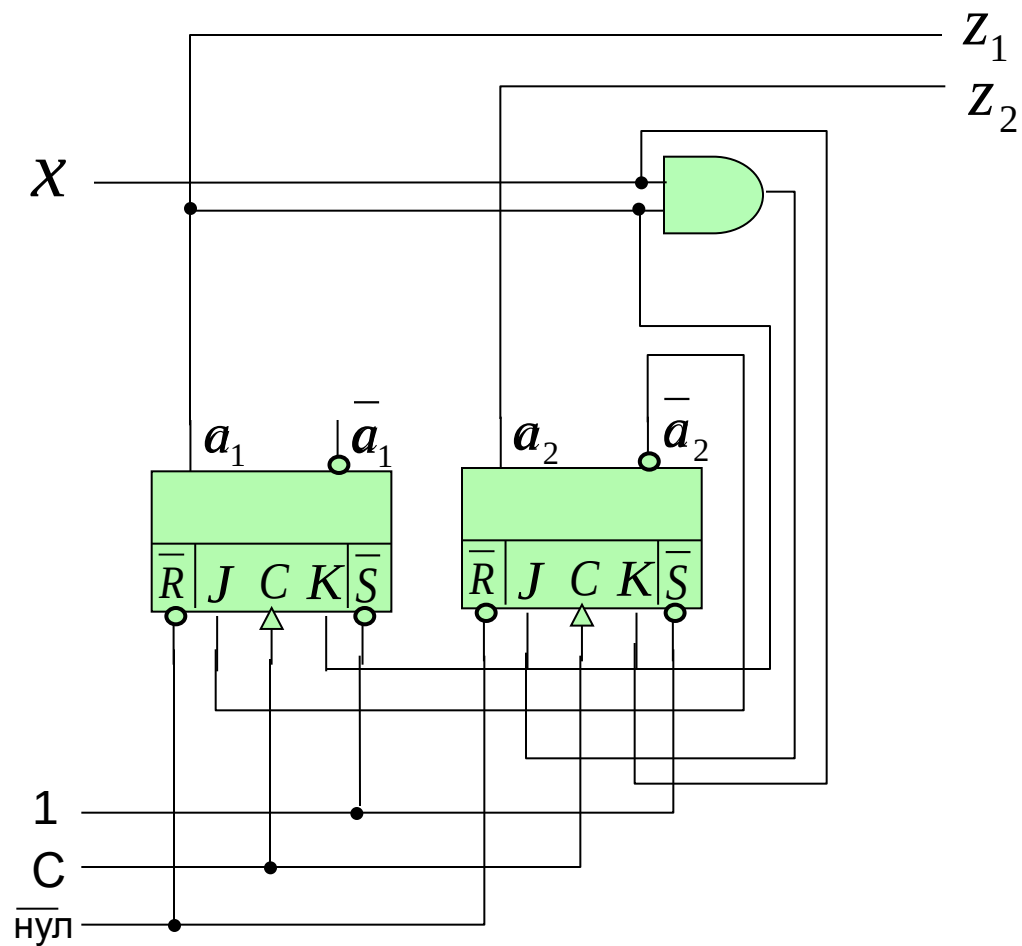
a_1	$\overline{x}$	z_1
1	H	H

a_1	$\overline{x}$	a_2	z_2
	H	H	
	1	1	

a_1	$\overline{x}$	a_2	K_2
H	H	H	H
H	1	H	

a_2^{181}

$$\begin{cases} z_1 = a_1 \\ z_2 = a_2 \\ J_1 = \overline{a_2} \\ K_1 = a_1 \\ J_2 = xa_1 \\ K_2 = x \end{cases}$$



Пример 3

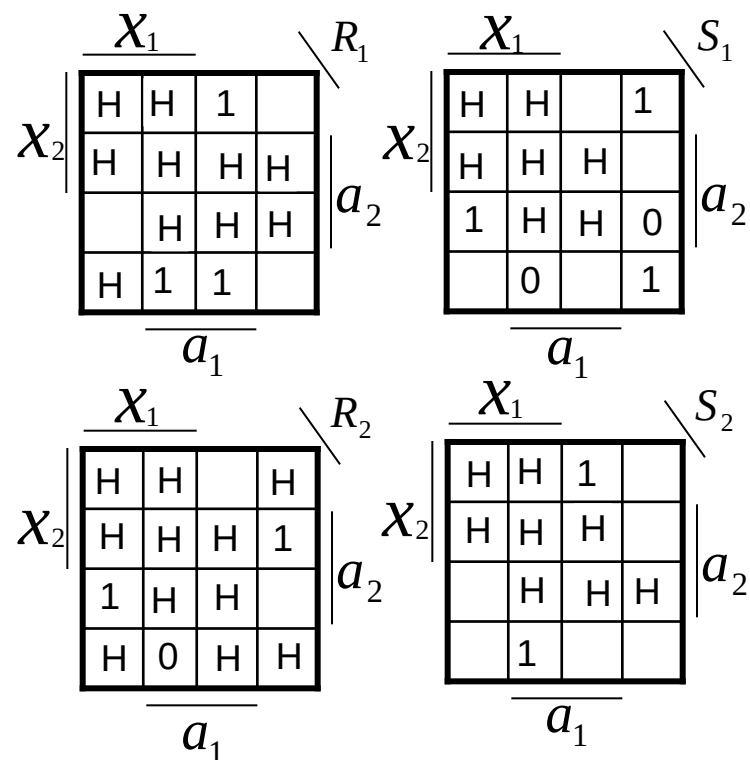
Z	$\begin{array}{c} X \\ A \end{array}$	X_0	X_1	X_2
Z_0	A_0	A_2	A_2	A_0
Z_1	A_1	A_1	A_0	A_2
Z_2	A_2	A_0	A_1	A_1

$z_1 z_2$	$\begin{array}{c} X_1 X_2 \\ a_1 a_2 \end{array}$	0 0	0 1	1 0
0 0	0 0	1 0	1 0	0 0
0 1	0 1	0 1	0 0	1 0
1 0	1 0	0 0	0 1	0 1

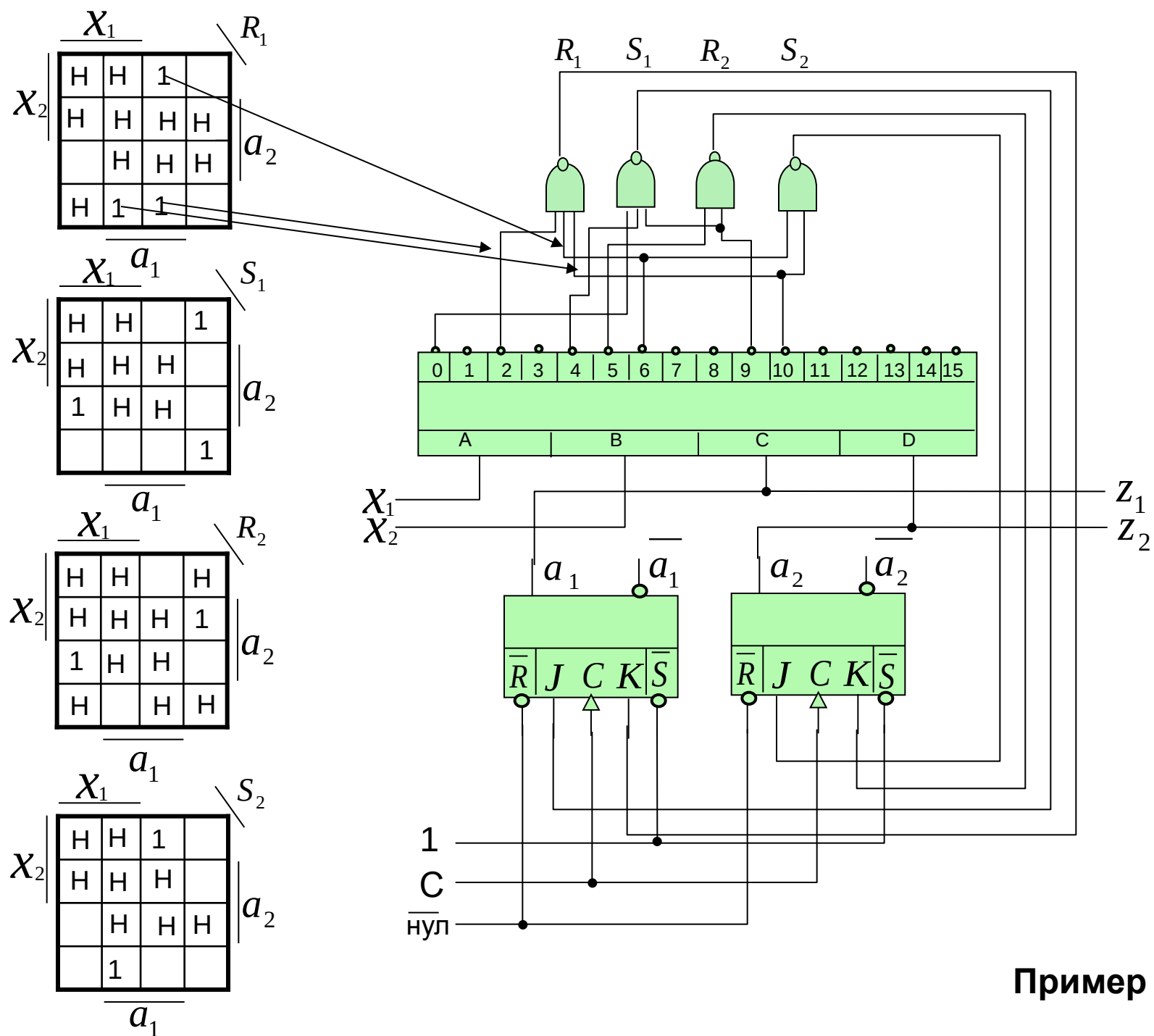
A	$a_1 a_2$
A_0	00
A_1	01
A_2	10
заб	11

X	$x_1 x_2$
X_0	00
X_1	01
X_2	10
заб	11

$A_c \rightarrow A_n$	RS
$0 \rightarrow 0$	H 0
$0 \rightarrow 1$	0 1
$1 \rightarrow 0$	1 0
$1 \rightarrow 1$	0 H



Пример 4



Пример 4

7. Избор на елементарни автомати.

- обобщена матрица на входовете.

$A_c \rightarrow A_h$	T
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	1
$1 \rightarrow 1$	0

$A_c \rightarrow A_h$	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

$A_c \rightarrow A_h$	$D T$
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	e
$1 \rightarrow 1$	$\bar{e}$

$e = 0 \rightarrow D$

$e = 1 \rightarrow T$

$A_c \rightarrow A_h$	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

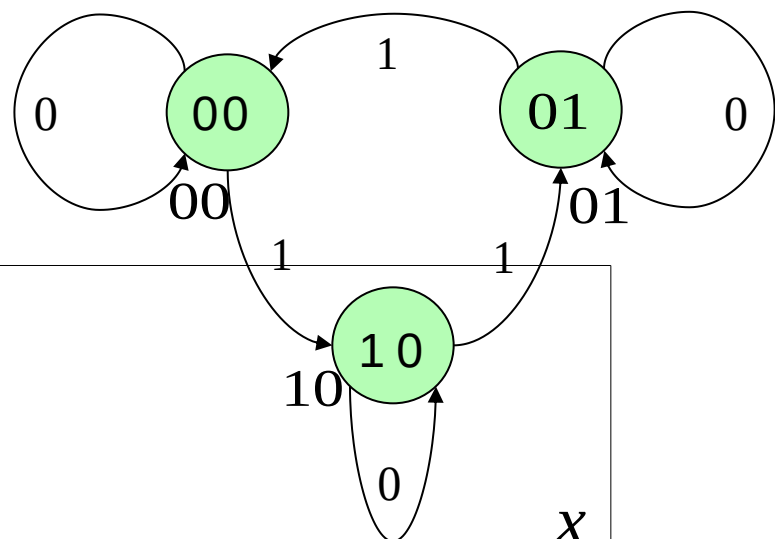
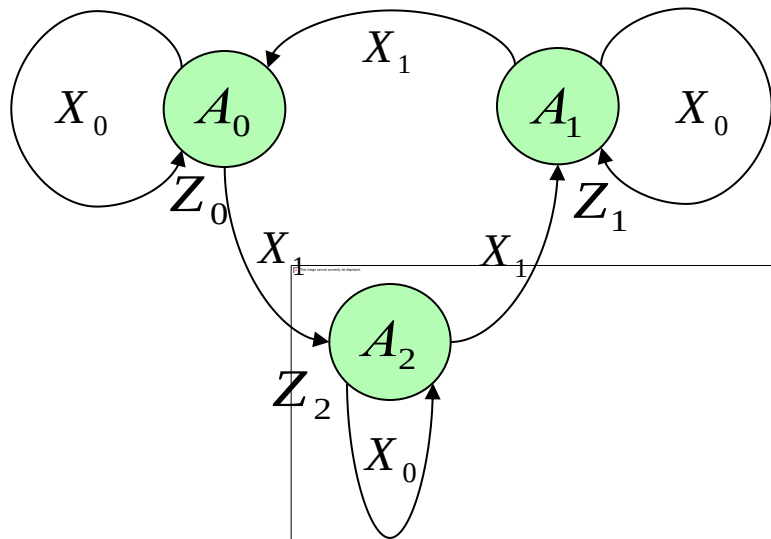
$A_c \rightarrow A_h$	KJ
$0 \rightarrow 0$	H0
$0 \rightarrow 1$	H1
$1 \rightarrow 0$	1H
$1 \rightarrow 1$	0H

$A_c \rightarrow A_h$	$K - DJ$
$0 \rightarrow 0$	H0
$0 \rightarrow 1$	H1
$1 \rightarrow 0$	$e v$
$1 \rightarrow 1$	0 c

$e = 0; v = 0; c = 1 \rightarrow D$

$e = 1; v = H; c = H \rightarrow KJ$

- процедура за избор на елементарни автомати.



A	$a_1 a_2$
A_0	00
A_1	01
A_2	10
$\bar{3}a\bar{b}$	11

Z	$z_1 z_2$
Z_0	00
Z_1	01
Z_2	10
$\bar{3}a\bar{b}$	11

X	x
X_0	0
X_1	1

$A_c \rightarrow A_h$	DT
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	e
$1 \rightarrow 1$	$\bar{e}$

	$\overline{X}$				DT_1
a_1	e_1	H	H	$\bar{e}_1$	
	1				
	$\overline{a_2}$				

	$\overline{X}$				DT_2
a_1	1	H	H		
		e_2	$\bar{e}_2$		
	$\overline{a_2}$				

$$\begin{cases}
 e_1 = 1 \rightarrow T; & T_1 = \overline{xa_2} \\
 e_2 = 1 \rightarrow T; & T_2 = xa_1 \vee xa_2
 \end{cases}$$

	$\overline{X}$				z_1
a_1	1	H	H	1	
	$\overline{a_2}$				

	$\overline{X}$				z_2
a_1		H	H		
		1	1		
	$\overline{a_2}$				

8. Кодирание на последователностни схеми със синхронизирани елементарни автомати.

- избиране на брой на двоични променливи “n” за кодиране на “N” на брой двоичните величини.

$$\lceil \log_2 N \rceil \leq n \leq N$$

- избор на съответствие между код и кодирана величина.

$$V = \frac{2^n!}{(2^n - N)!}$$

Ако входните въздействия и изходните реакции са кодирани и при използване на елементарни автомати тип D, могат да се приложат следните правила за достигане на добро кодиране.

Правило 1: Състоянията, от които има преходи при едно и също входно въздействие в едно и също ново състояние, трябва да се кодират с набори, които могат да се слепят.

Правило 2: Състоянията в които има преходи от едно и също старо състояние за слепващи се набори на входните въздействия трябва да се кодират със слепващи се набори.

Образуване на групи от състояния в съответствие с правило 1.

$A \backslash x_1 x_2$	01	10	11
A_1	A_5	A_2	A_6
A_2	A_1	A_3	A_1
A_3	A_5	A_1	A_2
A_4	A_1	A_2	A_3
A_5	A_4	A_6	A_1
A_6	A_1	A_4	A_2

$$01 \rightarrow (A_2, A_4, A_6)(\underline{A_1, A_3})$$

$$10 \rightarrow (\underline{A_1, A_4})$$

$$11 \rightarrow (\underline{A_2, A_5})(\underline{A_3, A_6})$$

Образуване на групи от състояния в съответствие с правило 2.

$$01 \quad 11 \rightarrow (\underline{A_5, A_6})(\underline{A_2, A_5})(\underline{A_1, A_3})(\underline{A_1, A_4})(A_1, A_2)$$

$$10 \quad 11 \rightarrow (A_2, A_6)(\underline{A_1, A_3})(A_1, A_2)(\underline{A_2, A_3})(A_1, A_6)(\underline{A_2, A_4})$$

$$01, 10, 11, 00 \rightarrow (\underline{A_2, A_5, A_6})(\underline{A_1, A_3})(A_1, A_2, A_5)(\underline{A_1, A_2, A_3})(\underline{A_1, A_4, A_6})(\underline{A_1, A_2, A_4})$$

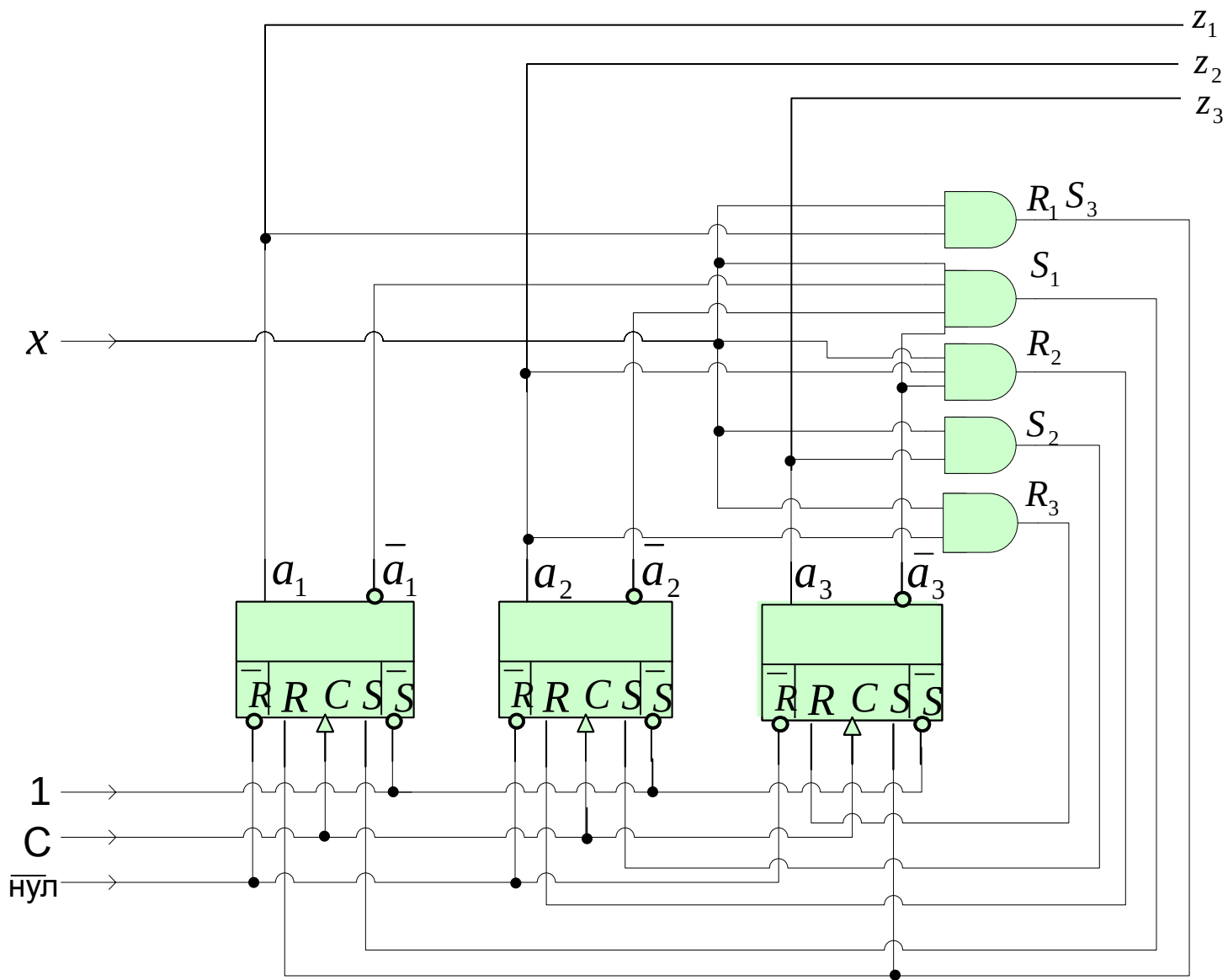
	a_1	a_2	a_3
A_1	0	0	0
A_2	0	1	1
A_3	0	0	1
A_4	0	1	0
A_5	1	1	1
A_6	1	0	1

9. Анализ на последователностни схеми със синхронизирани елементарни автомати.

9.1. Статичен анализ.

Процедура:

- Стъпка 1.** Записват се изразите за възбудителните и изходни функции, като се използва логическата схема.
- Стъпка 2.** Съставят се таблици на истинност или карти на възбудителните и изходни функции.
- Стъпка 3.** Съставят се кодирани таблици на преходите и изходите или кодиран граф.
- Стъпка 4.** Определят се работните и забранени входни въздействия, вътрешни състояния и изходни реакции.
- Стъпка 5.** Съставят се таблици на преходите и изходите или граф на последователностната схема.



$$\begin{aligned}
 R_1 &= xa_1 \\
 S_1 &= \overline{xa_1} \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_3} \\
 R_2 &= \overline{x} \cdot a_2 \cdot \overline{a_3} \\
 S_2 &= xa_3 \\
 R_3 &= xa_2 \\
 S_3 &= xa_1
 \end{aligned}$$

9. Анализ на последователностни схеми със синхронизирани елементарни автомати.

9.1. Статичен анализ.

Процедура:

- Стъпка 1.** Записват се изразите за възбудителните и изходни функции, като се използва логическата схема.
- Стъпка 2.** Съставят се таблици на истинност или карти на възбудителните и изходни функции.
- Стъпка 3.** Съставят се кодирани таблици на преходите и изходите или кодиран граф.
- Стъпка 4.** Определят се работните и забранени входни въздействия, вътрешни състояния и изходни реакции.
- Стъпка 5.** Съставят се таблици на преходите и изходите или граф на последователностната схема.

$$R_1 = xa_1$$

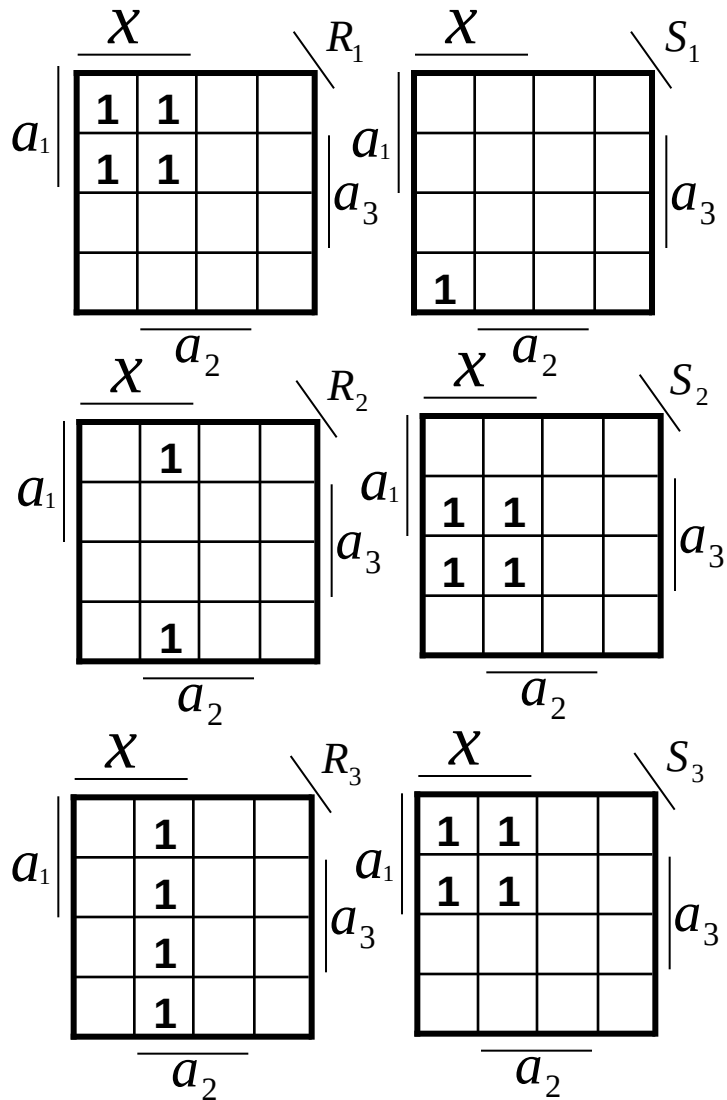
$$S_2 = xa_3$$

$$S_1 = xa_1.a_2.a_3$$

$$R_3 = xa_2$$

$$R_2 = x.a_2.a_3$$

$$S_3 = xa_1$$



9. Анализ на последователностни схеми със синхронизирани елементарни автомати.

9.1. Статичен анализ.

Процедура:

- Стъпка 1.** Записват се изразите за възбудителните и изходни функции, като се използва логическата схема.
- Стъпка 2.** Съставят се таблици на истинност или карти на възбудителните и изходни функции.
- Стъпка 3.** Съставят се кодирани таблици на преходите и изходите или кодиран граф.
- Стъпка 4.** Определят се работните и забранени входни въздействия, вътрешни състояния и изходни реакции.
- Стъпка 5.** Съставят се таблици на преходите и изходите или граф на последователностната схема.

$$R_1 = xa_1$$

$$S_2 = xa_3$$

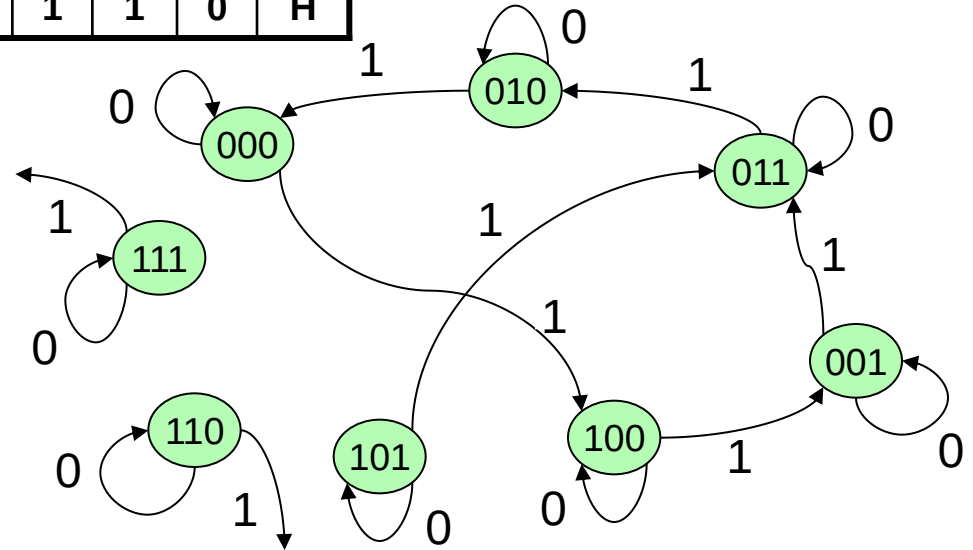
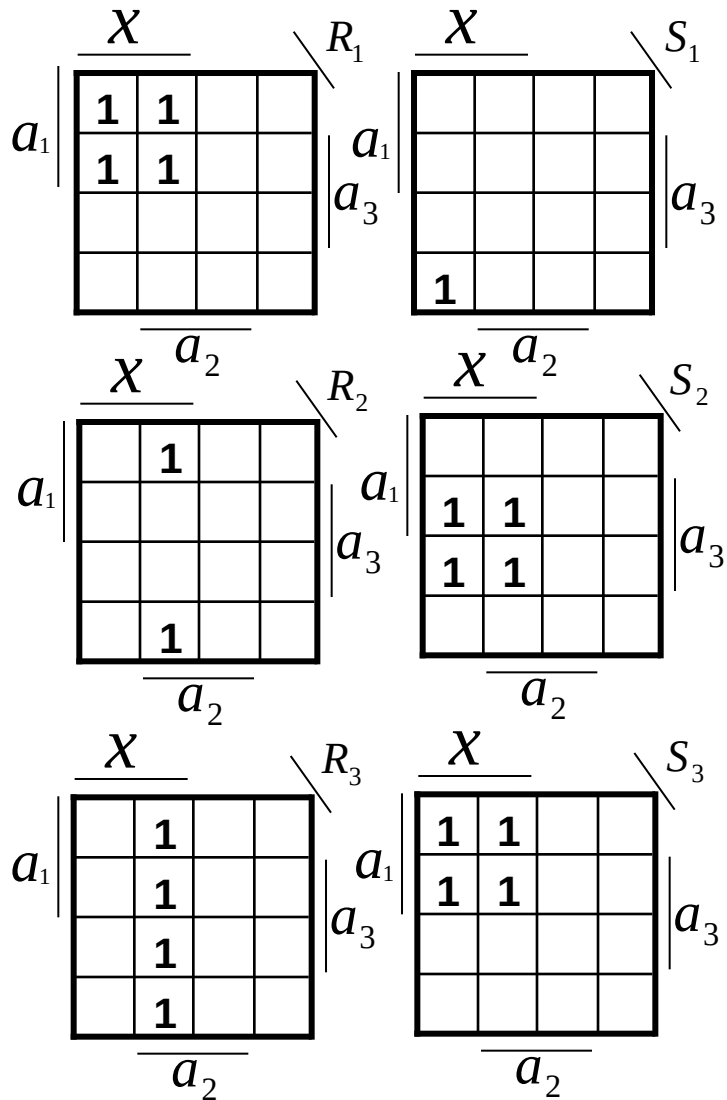
$$S_1 = xa_1.a_2.a_3$$

$$R_3 = xa_2$$

$$R_2 = x.a_2.a_3$$

$$S_3 = xa_1$$

RS A	00	01	10	11
0	0	1	0	H
1	1	1	0	H



9. Анализ на последователностни схеми със синхронизирани елементарни автомати.

9.1. Статичен анализ.

Процедура:

- Стъпка 1.** Записват се изразите за възбудителните и изходни функции, като се използва логическата схема.
- Стъпка 2.** Съставят се таблици на истинност или карти на възбудителните и изходни функции.
- Стъпка 3.** Съставят се кодирани таблици на преходите и изходите или кодиран граф.
- Стъпка 4.** Определят се работните и забранени входни въздействия, вътрешни състояния и изходни реакции.
- Стъпка 5.** Съставят се таблици на преходите и изходите или граф на последователностната схема.

$$R_1 = xa_1$$

$$S_2 = xa_3$$

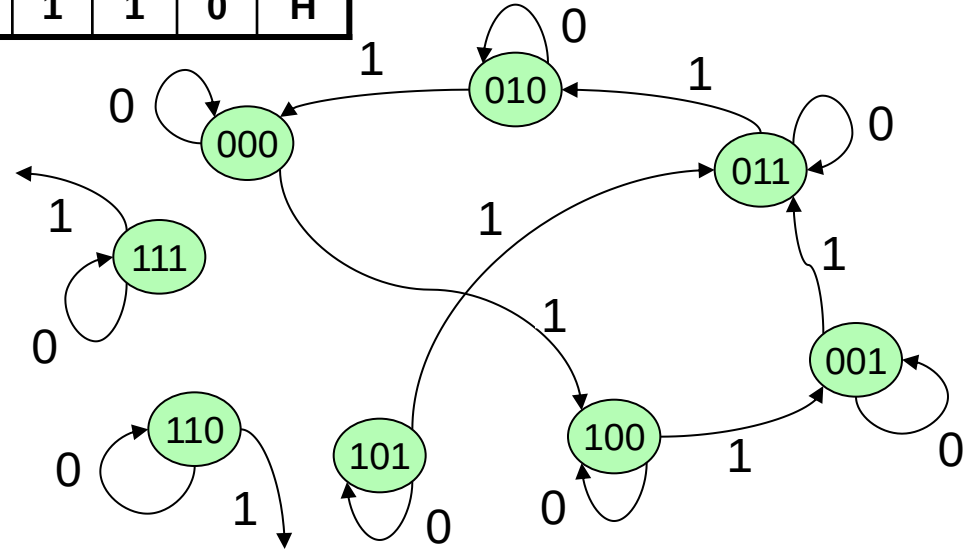
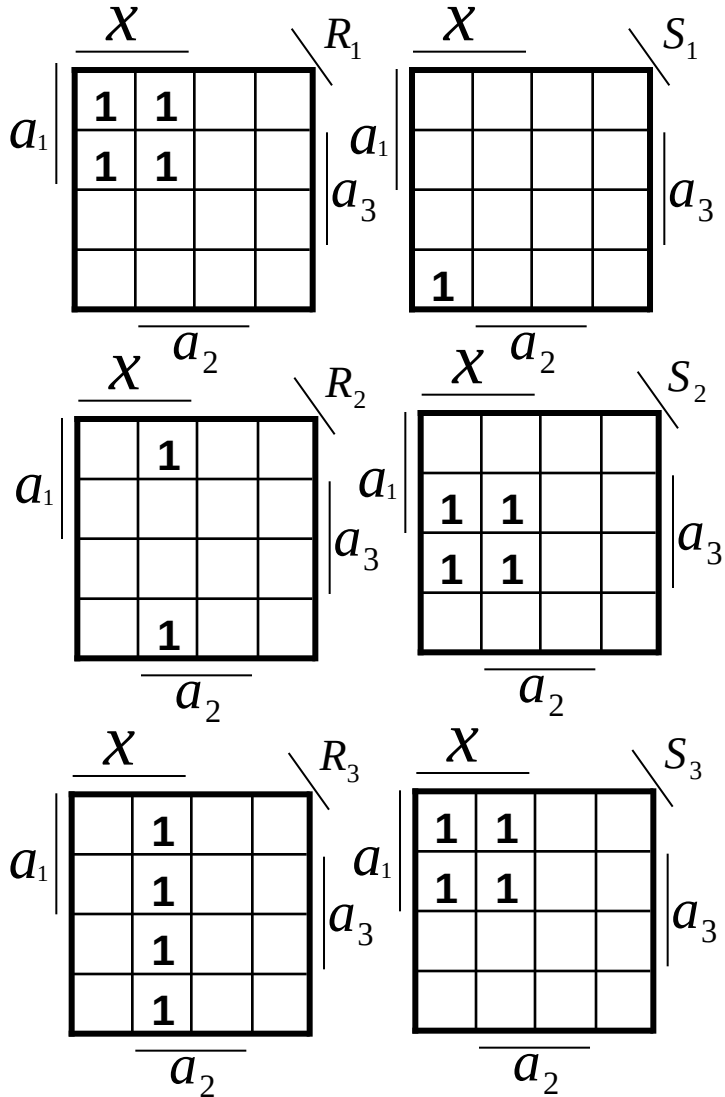
$$S_1 = \overline{xa_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$

$$R_3 = xa_2$$

$$R_2 = \overline{x \cdot a_2 \cdot a_3}$$

$$S_3 = xa_1$$

RS A	00	01	10	11
0	0	1	0	H
1	1	1	0	H



9. Анализ на последователностни схеми със синхронизирани елементарни автомати.

9.1. Статичен анализ.

Процедура:

- Стъпка 1.** Записват се изразите за възбудителните и изходни функции, като се използва логическата схема.
- Стъпка 2.** Съставят се таблици на истинност или карти на възбудителните и изходни функции.
- Стъпка 3.** Съставят се кодирани таблици на преходите и изходите или кодиран граф.
- Стъпка 4.** Определят се работните и забранени входни въздействия, вътрешни състояния и изходни реакции.
- Стъпка 5.** Съставят се таблици на преходите и изходите или граф на последователностната схема.

$$R_1 = xa_1$$

$$S_2 = xa_3$$

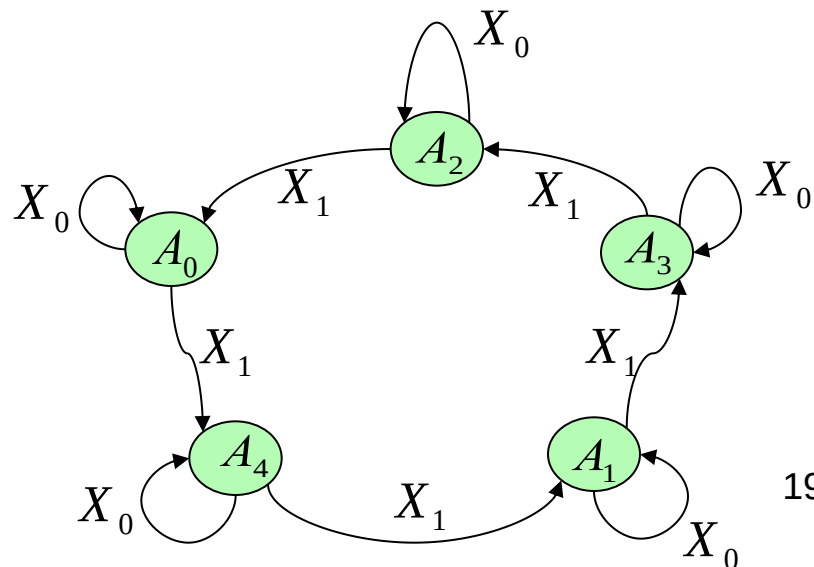
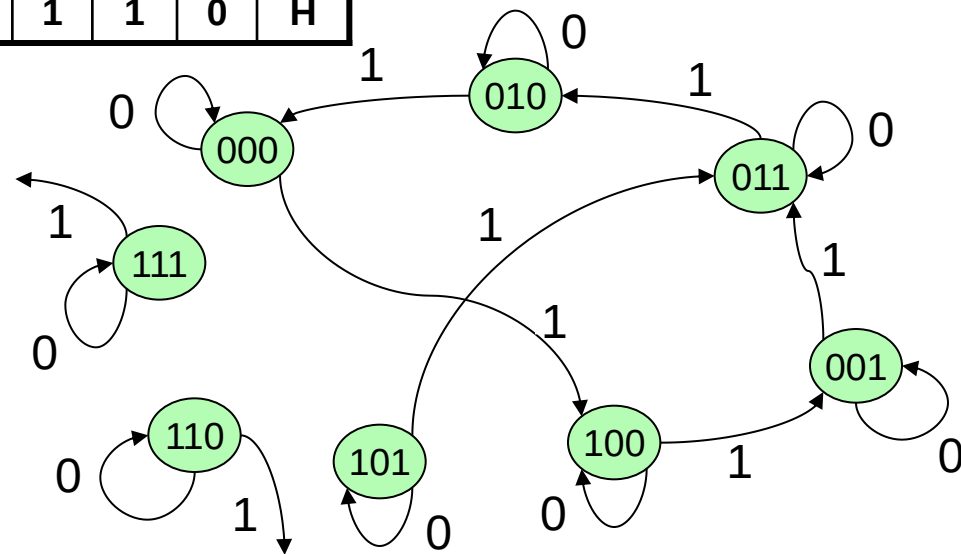
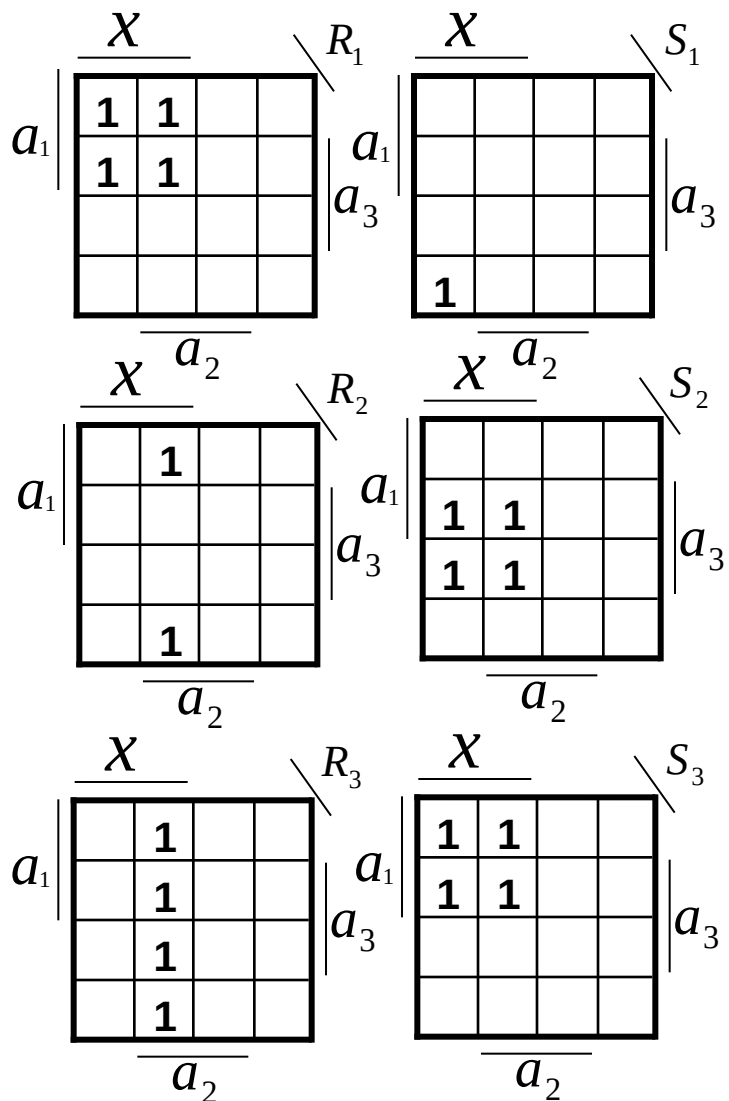
$$S_1 = \overline{xa_1} \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_3}$$

$$R_3 = xa_2$$

$$R_2 = \overline{x} \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_3}$$

$$S_3 = xa_1$$

RS A	00	01	10	11
0	0	1	0	H
1	1	1	0	H

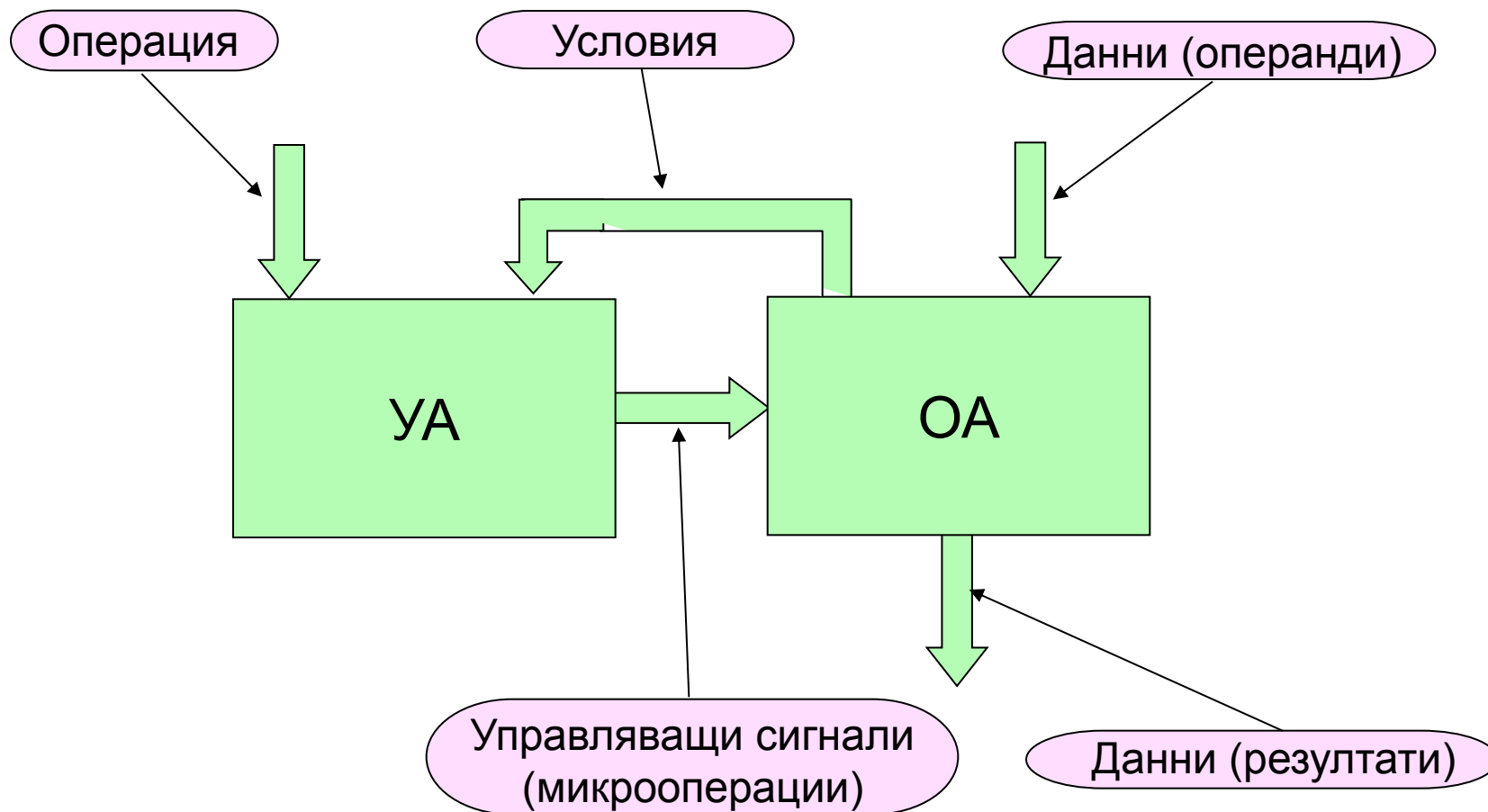


9.2. Динамичен анализ.

- състезания на сигналите.
- динамични и критични динамични преходи.

10. Управляващи автомати (микропрограмни автомати).

10.1. Управляващ и операционен автомат.

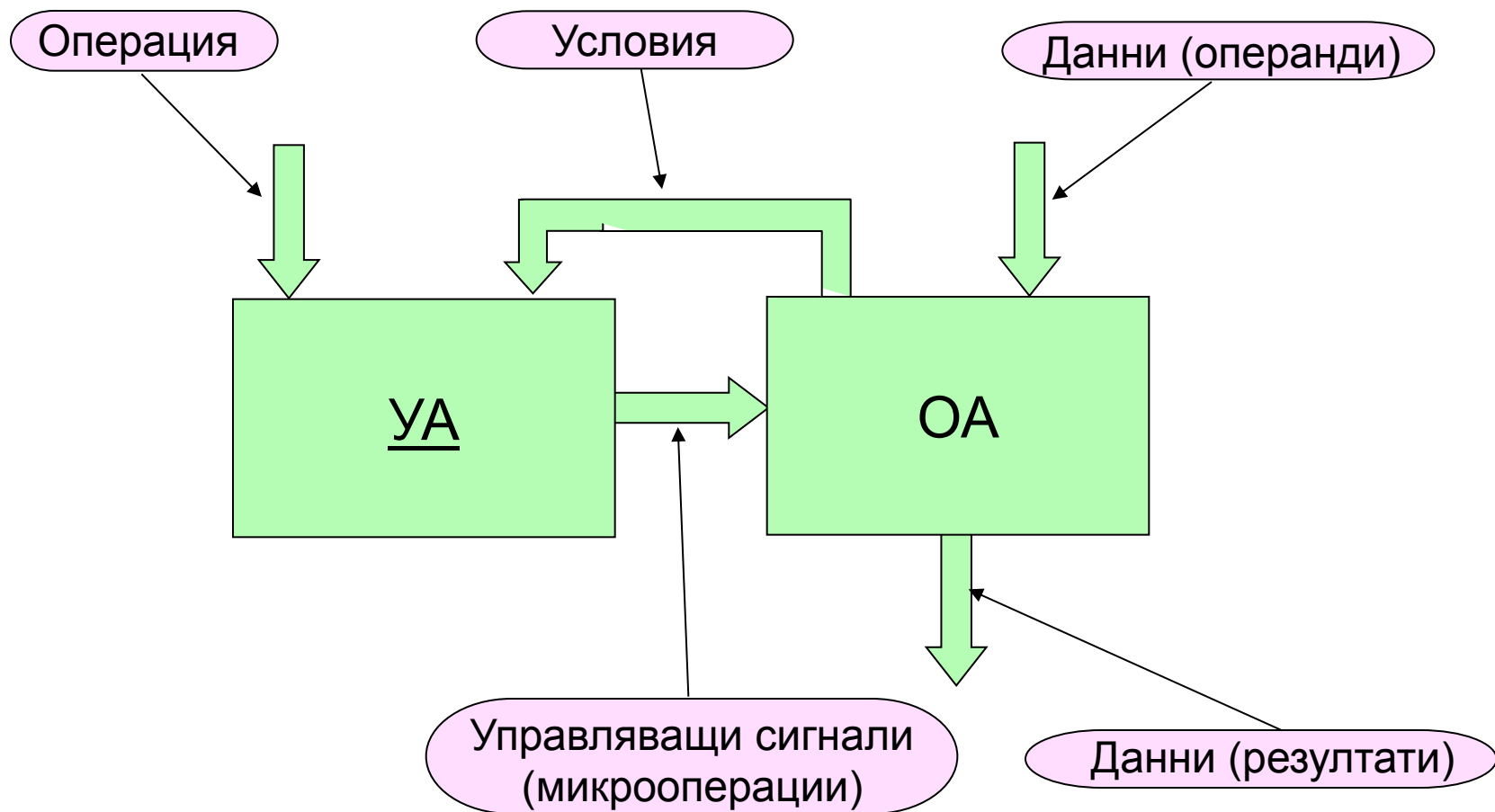


10.2. Особености на управляващите автомати.

- входни въздействия (условия).
- изходни реакции (управляващи сигнали или микрооперации).
- вътрешни състояния.

10.3. Задаване на управляващи автомати.

- блок схема на алгоритъма.
- таблица на преходите и изходите.

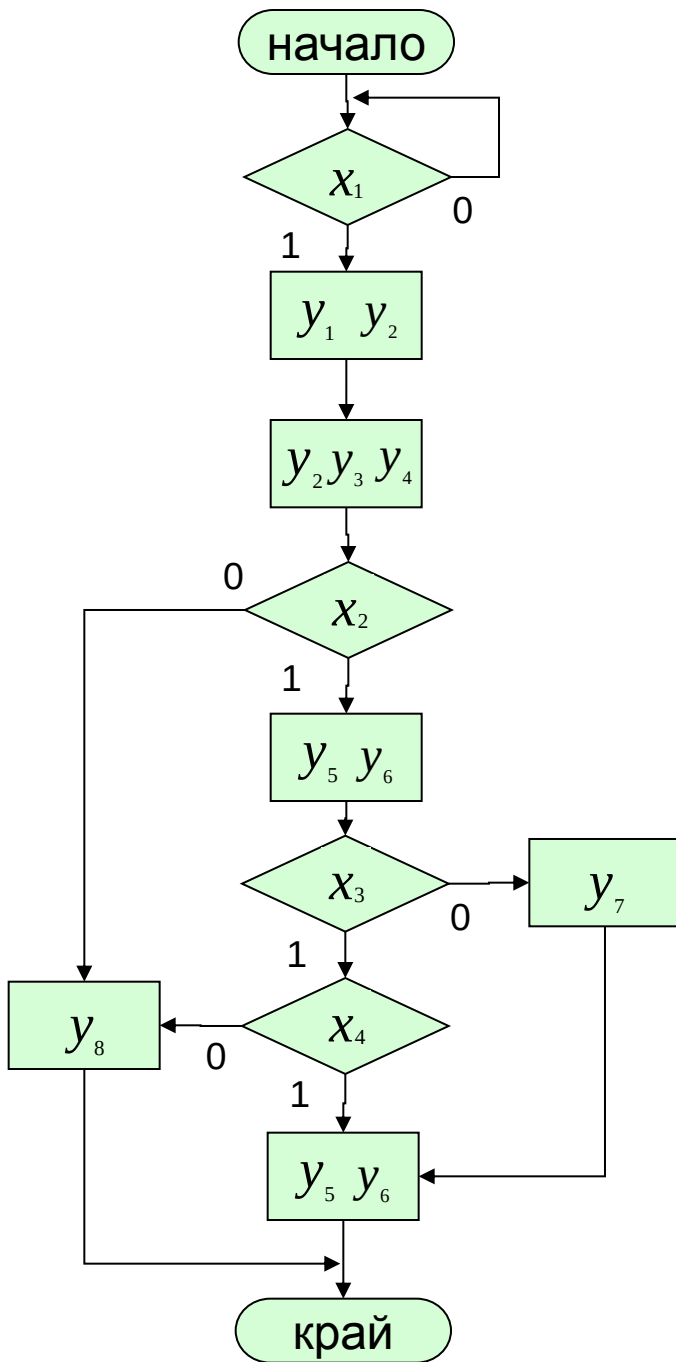


10.2. Особености на управляващите автомати.

- входни въздействия (условия).**
- изходни реакции (управляващи сигнали или микрооперации).**
- вътрешни състояния.**

10.3. Задаване на управляващи автомати.

- блок схема на алгоритъма.**
- таблица на преходите и изходите.**

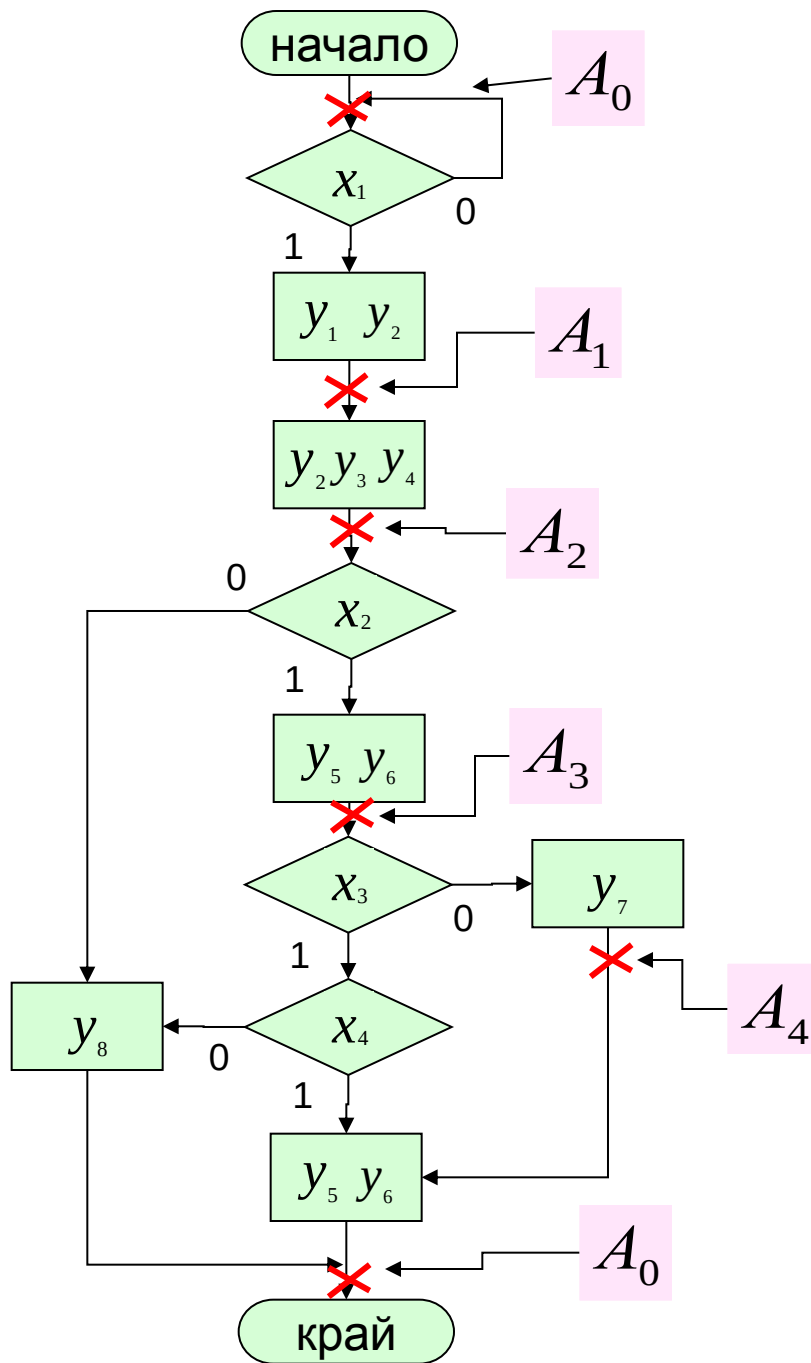


10.2. Особености на управляващите автомати.

- входни въздействия (условия).
- изходни реакции (управляващи сигнали или микрооперации).
- вътрешни състояния.

10.3. Задаване на управляващи автомати.

- блок схема на алгоритъма.
- таблица на преходите и изходите.



№ ред	A_c	A_H	Условие	Микрооп.
1	A_0	A_1	x_1	$y_1 y_2$
2		A_0	$\overline{x_1}$	—
3	A_1	A_2	—	$y_2 y_3 y_4$
4	A_2	A_3	x_2	$y_5 y_6$
5		A_0	$\overline{x_2}$	y_8
6	A_3	A_4	$\overline{x_3}$	y_7
7		A_0	$x_3 \overline{x_4}$	y_8
8		A_0	$x_3 x_4$	$y_5 y_6$
9	A_4	A_0	—	$y_5 y_6$

10.2. Особености на управляващите автомати.

- входни въздействия (условия).
- изходни реакции (управляващи сигнали или микрооперации).
- вътрешни състояния.

10.3. Задаване на управляващи автомати.

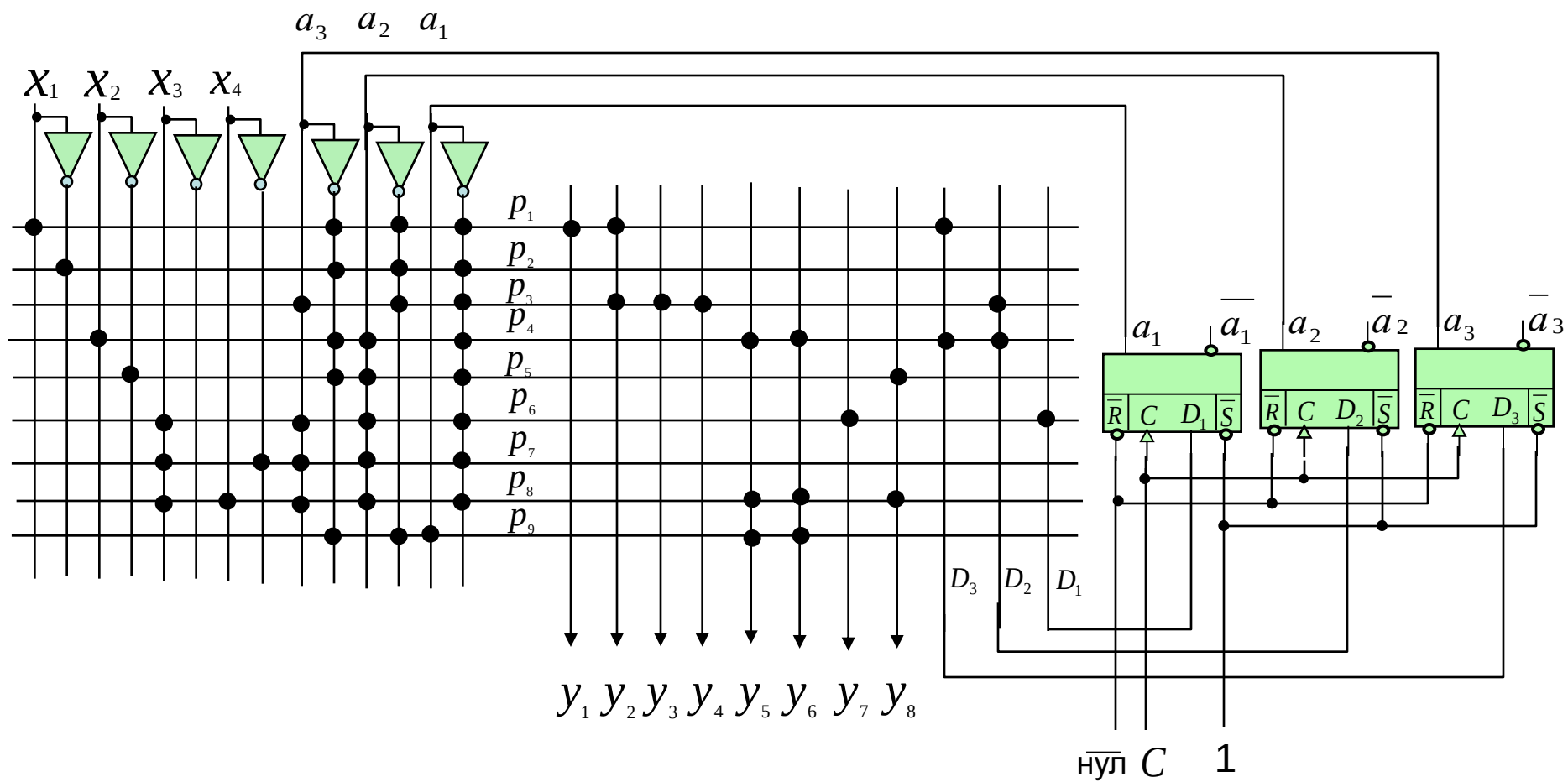
- блок схема на алгоритъма.
- таблица на преходите и изходите.

10.4. Синтез на управляващи автомати.

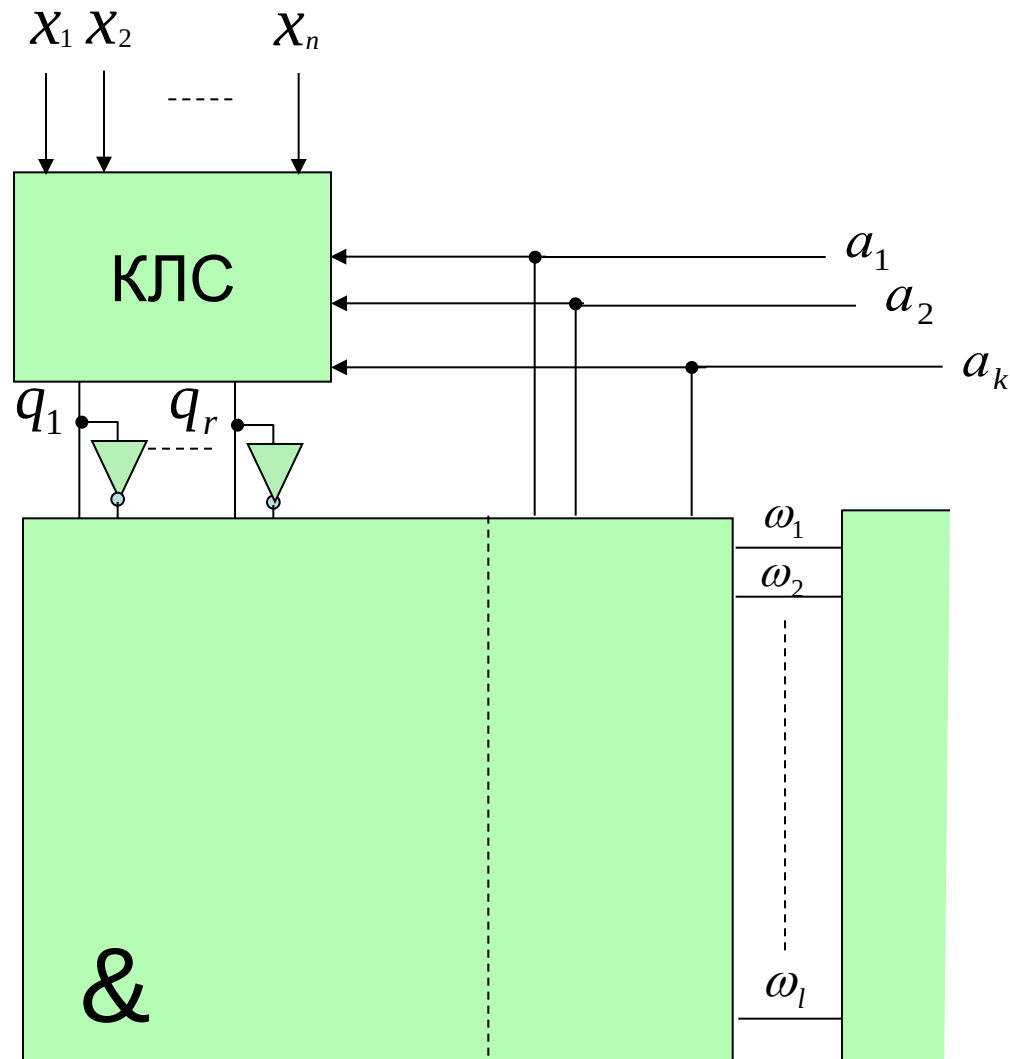
№ ред	A_c	A_n	Условие	Микрооп.	A_H $a_1 a_2 a_3$	Произв.	№ произв.
1	A_0	A_1	x_1	$y_1 y_2$	001	$\overline{x_1} \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_1
2		A_0	$\overline{x_1}$	—	000	$\overline{x_1} \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_2
3	A_1	A_2	—	$y_2 y_3 y_4$	010	$\overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_3
4	A_2	A_3	x_2	$y_5 y_6$	011	$x_2 \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_4
5		A_0	$\overline{x_2}$	y_8	000	$\overline{x_2} \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_5
6	A_3	A_4	$\overline{x_3}$	y_7	100	$\overline{x_3} \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_6
7		A_0	$x_3 \overline{x_4}$	y_8	000	$\overline{x_3} \overline{x_4} \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_7
8		A_0	$x_3 x_4$	$y_5 y_6$	000	$x_3 x_4 \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_8
9	A_4	A_0	—	$y_5 y_6$	000	$\overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_3}$	p_9

$D_1 = p_6$	$y_1 = p_1$	$y_5 = y_6 = p_4 \vee p_8 \vee p_9$
$D_2 = p_3 \vee p_4$	$y_2 = p_1 \vee p_3$	$y_7 = p_6$
$D_3 = p_1 \vee p_4$	$y_3 = y_4 = p_3$	$y_8 = p_7 \vee p_5$

10.5. Матрична реализация на управляващ автомат.



10.6. Замяна на входните променливи.



Процедура:

- Стъпка 1: Образуват се подмножества от променливи, съответстващи на всяко вътрешно състояние.
- Стъпка 2: Определя се броя r на променливите q с които заменяме променливите x .
- Стъпка 3: Съставя се таблица на съответствие между променливи q , вътрешни състояния и променливи x .
- Стъпка 4: Съставят се функциите за q като функция на A и x .
- Стъпка 5: Минимизират се тези функции.

№ ред	A_c	A_n	Условие	Микрооп.
1	A_0	A_1	x_1	$y_1 y_2$
2		A_0	$\overline{x_1}$	—
3	A_1	A_2	—	$y_2 y_3 y_4$
4	A_2	A_3	x_2	$y_5 y_6$
5		A_0	$\overline{x_2}$	y_8
6	A_3	A_4	$\overline{x_3}$	y_7
7		A_0	$x_3 \overline{x_4}$	y_8
8		A_0	$x_3 x_4$	$y_5 y_6$
9	A_4	A_0	—	$y_5 y_6$

$$X(A_0) = \{x_1\}$$

$$X(A_1) = \emptyset$$

$$X(A_2) = \{x_2\}$$

$$X(A_3) = \{x_3, x_4\}$$

$$X(A_4) = \emptyset$$

Процедура:

- Стъпка 1:** Образуват се подмножества от променливи, съответстващи на всяко вътрешно състояние.
- Стъпка 2:** Определя се броя r на променливите q с които заменяме променливите x .
- Стъпка 3:** Съставя се таблица на съответствие между променливи q , вътрешни състояния и променливи x .
- Стъпка 4:** Съставят се функциите за q като функция на A и x .
- Стъпка 5:** Минимизират се тези функции.

№ ред	A_c	A_n	Условие	Микрооп.
1	A_0	A_1	x_1	$y_1 y_2$
2		A_0	$\overline{x_1}$	—
3	A_1	A_2	—	$y_2 y_3 y_4$
4	A_2	A_3	x_2	$y_5 y_6$
5		A_0	$\overline{x_2}$	y_8
6	A_3	A_4	$\overline{x_3}$	y_7
7		A_0	$x_3 \overline{x_4}$	y_8
8		A_0	$x_3 x_4$	$y_5 y_6$
9	A_4	A_0	—	$y_5 y_6$

$$X(A_0) = \{x_1\}$$

$$X(A_1) = \emptyset$$

$$X(A_2) = \{x_2\}$$

$$X(A_3) = \{x_3, x_4\}$$

$$X(A_4) = \emptyset$$

	q_1	q_2
A_0	x_1	-
A_1	-	-
A_2	x_2	-
A_3	x_3	x_4
A_4	-	-

Процедура:

Стъпка 1: Образуват се подмножества от променливи, съответстващи на всяко вътрешно състояние.

Стъпка 2: Определя се броя r на променливите q с които заменяме променливите X .

Стъпка 3: Съставя се таблица на съответствие между променливи q , вътрешни състояния и променливи X .

Стъпка 4: Съставят се функциите за q като функция на A и X .

Стъпка 5: Минимизират се тези функции.

№ ред	A_c	A_n	Условие	Микрооп.
1	A_0	A_1	x_1	$y_1 y_2$
2		A_0	$\overline{x_1}$	—
3	A_1	A_2	—	$y_2 y_3 y_4$
4	A_2	A_3	x_2	$y_5 y_6$
5		A_0	$\overline{x_2}$	y_8
6	A_3	A_4	$\overline{x_3}$	y_7
7		A_0	$x_3 \overline{x_4}$	y_8
8		A_0	$x_3 x_4$	$y_5 y_6$
9	A_4	A_0	—	$y_5 y_6$

$$X(A_0) = \{x_1\}$$

$$X(A_1) = \emptyset$$

$$X(A_2) = \{x_2\}$$

$$X(A_3) = \{x_3, x_4\}$$

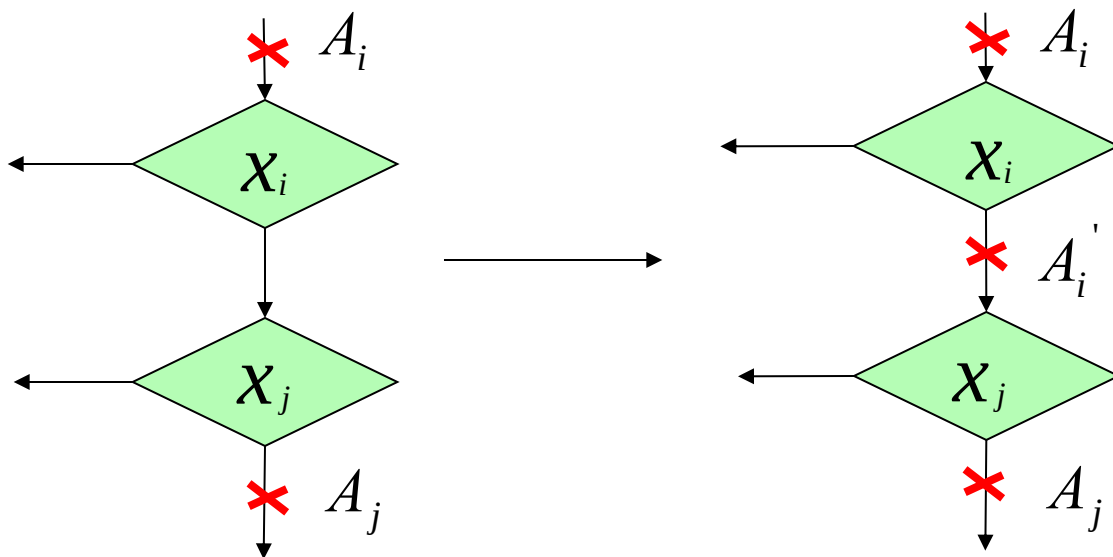
$$X(A_4) = \emptyset$$

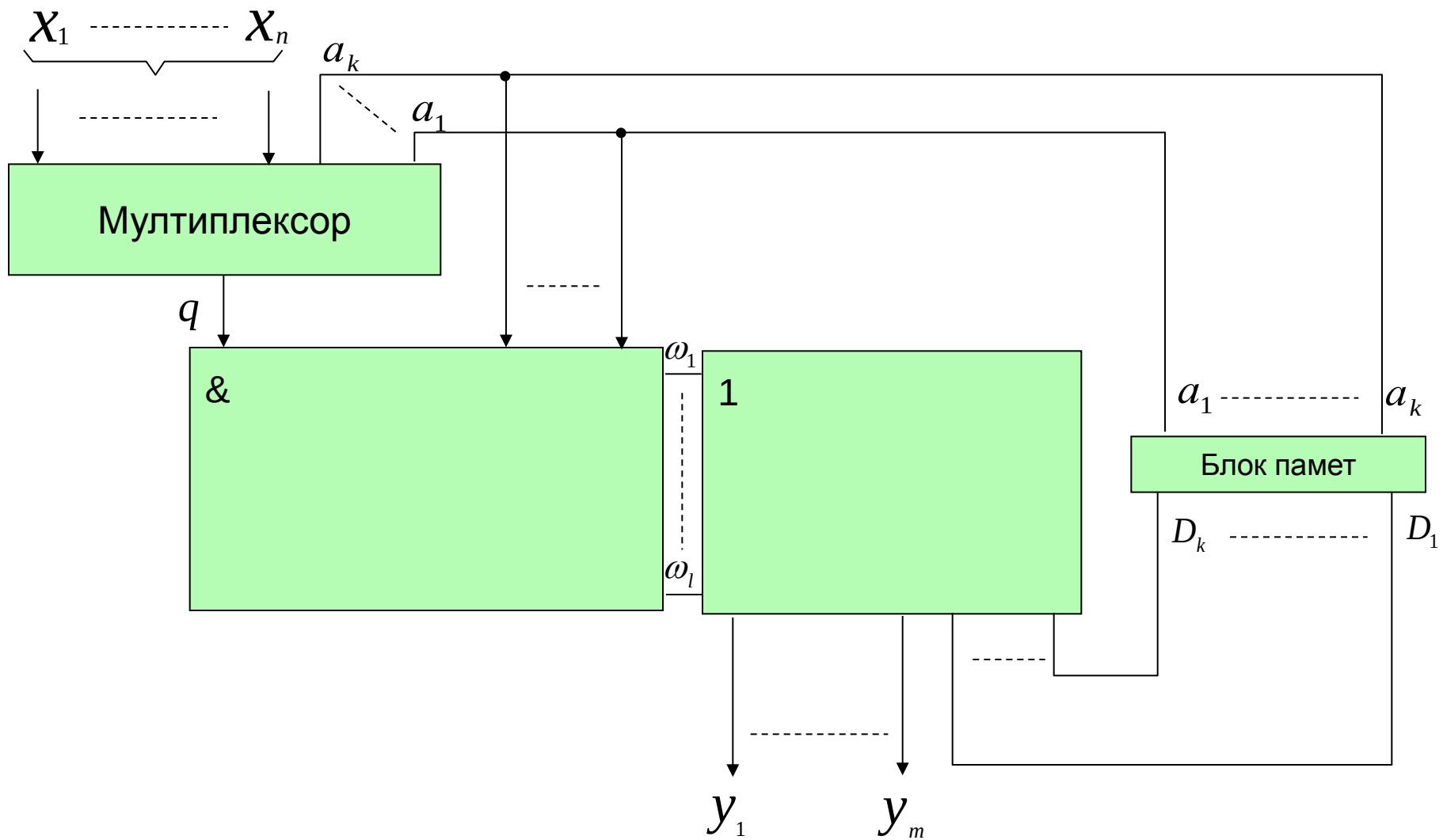
	q_1	q_2
A_0	x_1	-
A_1	-	-
A_2	x_2	-
A_3	x_3	x_4
A_4	-	-

$$\begin{aligned}
 q_1 &= x_1(A_0 \vee A_1 \vee A_4) \vee x_2(A_2 \vee A_1 \vee A_4) \vee x_3(A_3 \vee A_1 \vee A_4) = \\
 &= x_1 \overline{a_2} \vee x_2 a_2 \overline{a_3} \vee x_3 a_3
 \end{aligned}$$

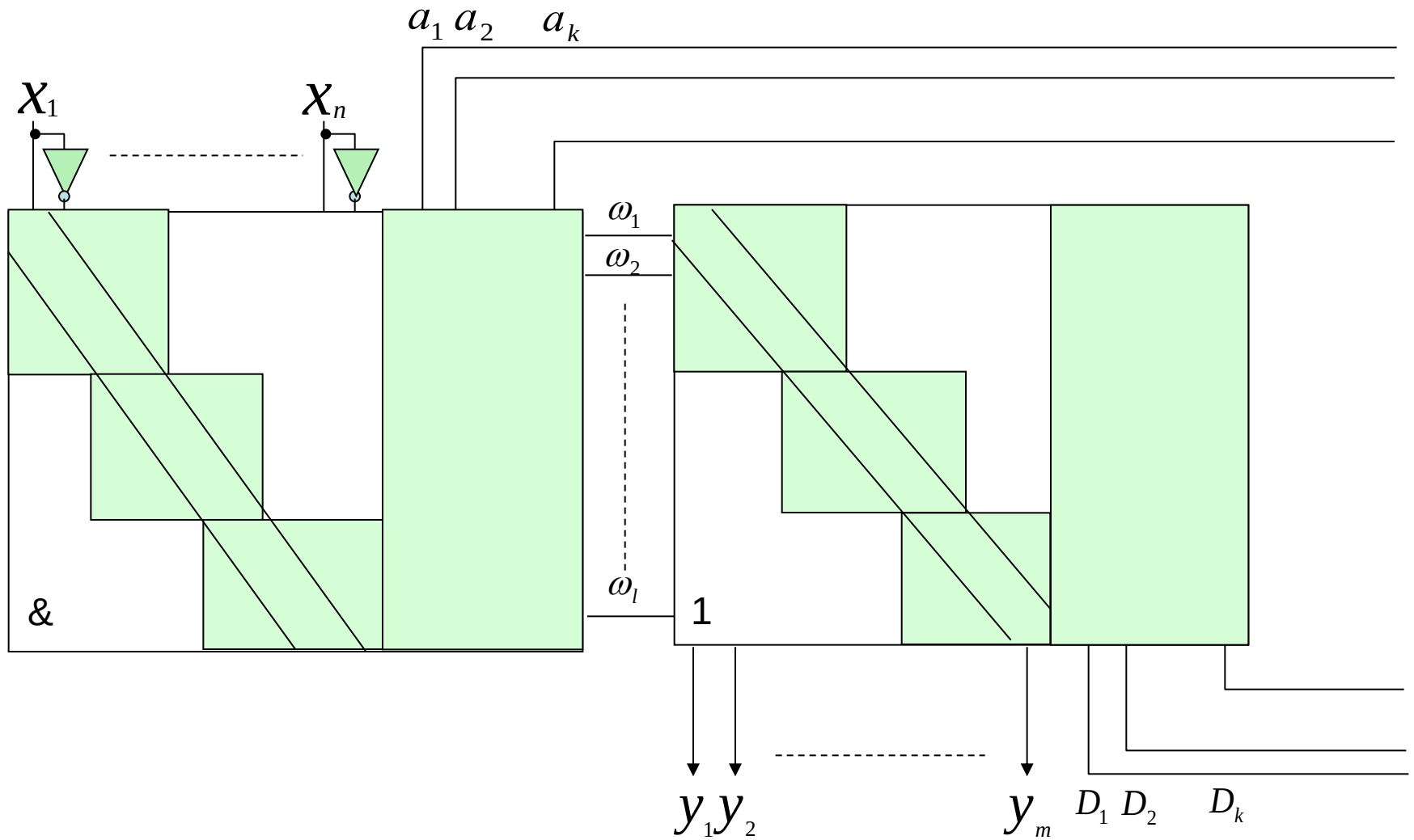
$$q_2 = x_4(A_0 \vee A_1 \vee A_2 \vee A_3 \vee A_4) = x_4$$

- замяна с една променлива $r = 1$





10.6. Декомпозиция на матриците.



$\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_l\}$ Множество от редове на таблицата

$X(\omega_h)$ Множество от входни променливи от ред h

$Y(\omega_h)$ Множество от изходни променливи от ред h

Строи се граф с толкова върха, колкото са редовете в таблицата на преходите и изходите на управляващия автомат. Върховете ω_i и ω_j са свързани, ако:

$$(X(\omega_i) \cap X(\omega_j)) \cup (Y(\omega_i) \cap Y(\omega_j)) \neq \emptyset$$

Определят се несвързани помежду си подграфи. Броят им определя броя на матриците, на които се декомпозира изходната матрица.

Съответстващите на всеки подграф множества от входни променливи, изходни променливи и редове от изходната матрица (върхове в подграфите), определя входовете, изходите и редовете на подматриците, на които се декомпозира изходната матрица.

<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	X_1	y_7
2		A_1	$\overline{X_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	X_7	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	X_4	y_6y_8
14	A_5	A_2	X_5	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	X_6	-
19		A_5	X_6	y_9y_{14}

$$\begin{aligned}
 X(\omega_1) &= x_1 \\
 X(\omega_2) &= x_1 \\
 X(\omega_3) &= \emptyset \\
 X(\omega_4) &= x_7 \\
 X(\omega_5) &= x_7x_8 \\
 X(\omega_6) &= x_7x_8 \\
 X(\omega_7) &= x_1x_3 \\
 X(\omega_8) &= x_1x_3 \\
 X(\omega_9) &= x_1x_2 \\
 X(\omega_{10}) &= x_1x_2 \\
 X(\omega_{11}) &= x_4x_6 \\
 X(\omega_{12}) &= x_4x_6 \\
 X(\omega_{13}) &= x_4x_6 \\
 X(\omega_{14}) &= x_4 \\
 X(\omega_{15}) &= x_5x_7 \\
 X(\omega_{16}) &= x_5x_7 \\
 X(\omega_{17}) &= \emptyset \\
 X(\omega_{18}) &= x_6 \\
 X(\omega_{19}) &= x_6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y(\omega_1) &= y_7 \\
 Y(\omega_2) &= \emptyset \\
 Y(\omega_3) &= y_{10}y_{11} \\
 Y(\omega_4) &= y_{10}y_{11} \\
 Y(\omega_5) &= \emptyset \\
 Y(\omega_6) &= y_2y_5y_{10} \\
 Y(\omega_7) &= y_3y_4 \\
 Y(\omega_8) &= y_1y_3y_4 \\
 Y(\omega_9) &= y_3y_4 \\
 Y(\omega_{10}) &= y_1 \\
 Y(\omega_{11}) &= y_6y_{13} \\
 Y(\omega_{12}) &= y_6y_{13} \\
 Y(\omega_{13}) &= y_6y_8 \\
 Y(\omega_{14}) &= y_{10}y_{11} \\
 Y(\omega_{15}) &= y_{12} \\
 Y(\omega_{16}) &= y_{10}y_{11} \\
 Y(\omega_{17}) &= y_1 \\
 Y(\omega_{18}) &= \emptyset \\
 Y(\omega_{19}) &= y_{220}
 \end{aligned}$$

$$X(\omega_1) = x_1$$

$$X(\omega_2) = x_1$$

$$X(\omega_3) = \emptyset$$

$$X(\omega_4) = x_7$$

$$X(\omega_5) = x_7 x_8$$

$$X(\omega_6) = x_7 x_8$$

$$X(\omega_7) = x_1 x_3$$

$$X(\omega_8) = x_1 x_3$$

$$X(\omega_9) = x_1 x_2$$

$$X(\omega_{10}) = x_1 x_2$$

$$X(\omega_{11}) = x_4 x_6$$

$$X(\omega_{12}) = x_4 x_6$$

$$X(\omega_{13}) = x_4 x_6$$

$$X(\omega_{14}) = x_4$$

$$X(\omega_{15}) = x_5 x_7$$

$$X(\omega_{16}) = x_5 x_7$$

$$X(\omega_{17}) = \emptyset$$

$$X(\omega_{18}) = x_6$$

$$X(\omega_{19}) = x_6$$

$$Y(\omega_1) = y_7$$

$$Y(\omega_2) = \emptyset$$

$$Y(\omega_3) = y_{10} y_{11}$$

$$Y(\omega_4) = y_{10} y_{11}$$

$$Y(\omega_5) = \emptyset$$

$$Y(\omega_6) = y_2 y_5 y_{10}$$

$$Y(\omega_7) = y_3 y_4$$

$$Y(\omega_8) = y_1 y_3 y_4$$

$$Y(\omega_9) = y_3 y_4$$

$$Y(\omega_{10}) = y_1$$

$$Y(\omega_{11}) = y_6 y_{13}$$

$$Y(\omega_{12}) = y_6 y_{13}$$

$$Y(\omega_{13}) = y_6 y_8$$

$$Y(\omega_{14}) = y_{10} y_{11}$$

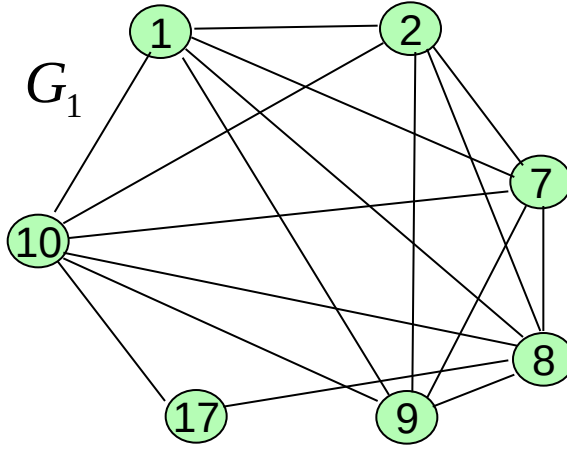
$$Y(\omega_{15}) = y_{12}$$

$$Y(\omega_{16}) = y_{10} y_{11}$$

$$Y(\omega_{17}) = y_1$$

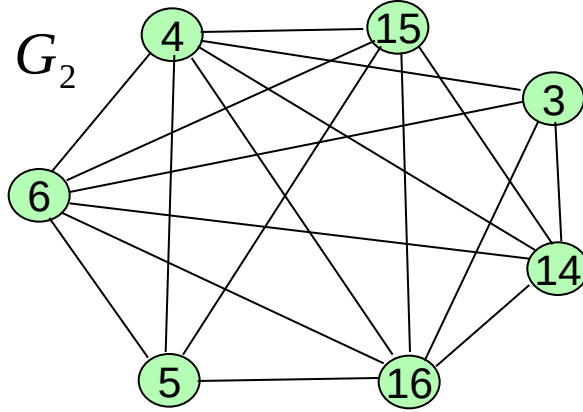
$$Y(\omega_{18}) = \emptyset$$

$$Y(\omega_{19}) = y_9 y_{14}$$



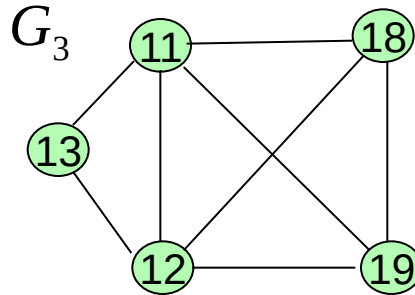
$$X(G_1) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$Y(G_1) = \{y_1, y_3, y_4, y_7\}$$



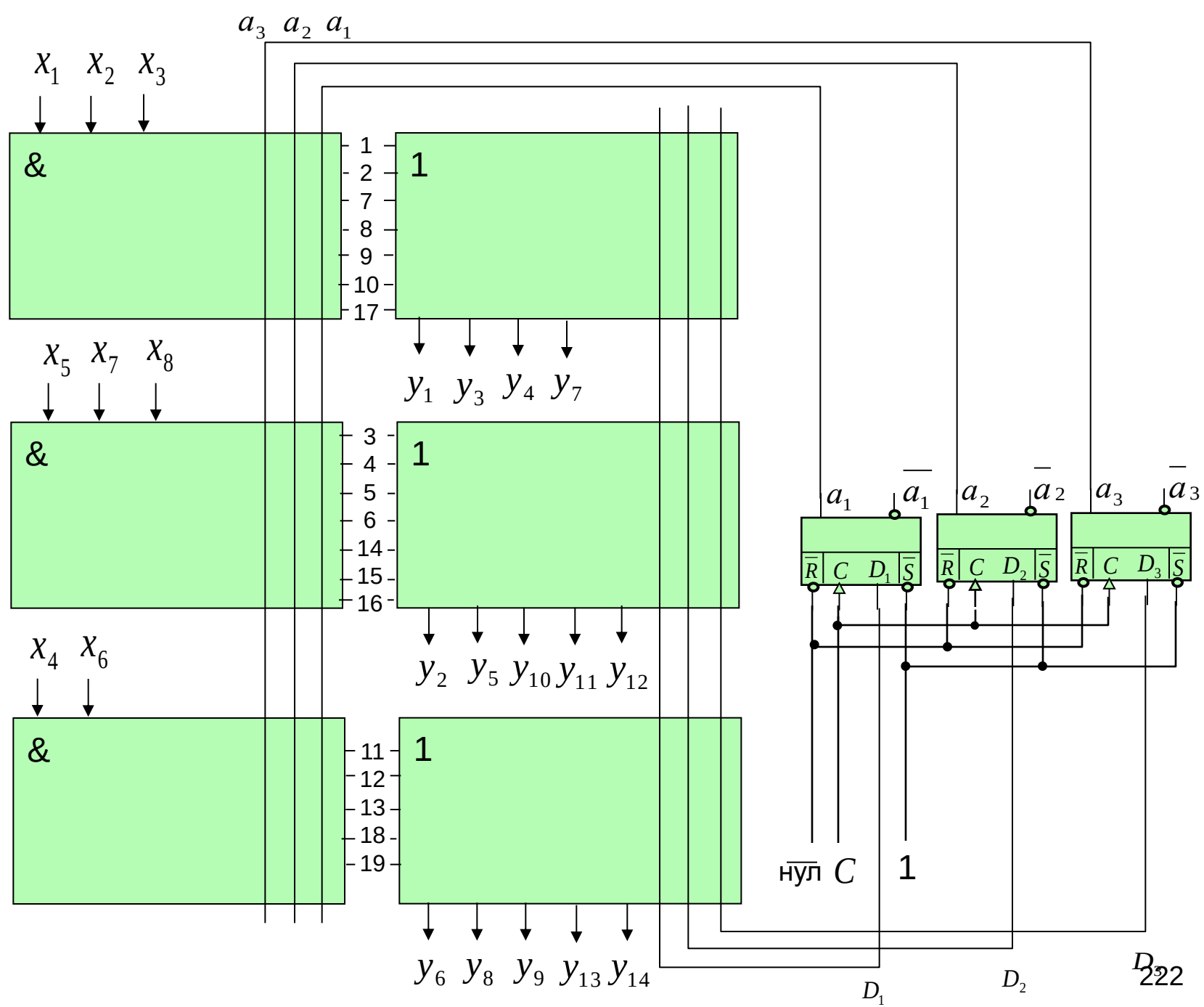
$$X(G_2) = \{x_5, x_7, x_8\}$$

$$Y(G_2) = \{y_2, y_5, y_{10}, y_{11}, y_{12}\}$$

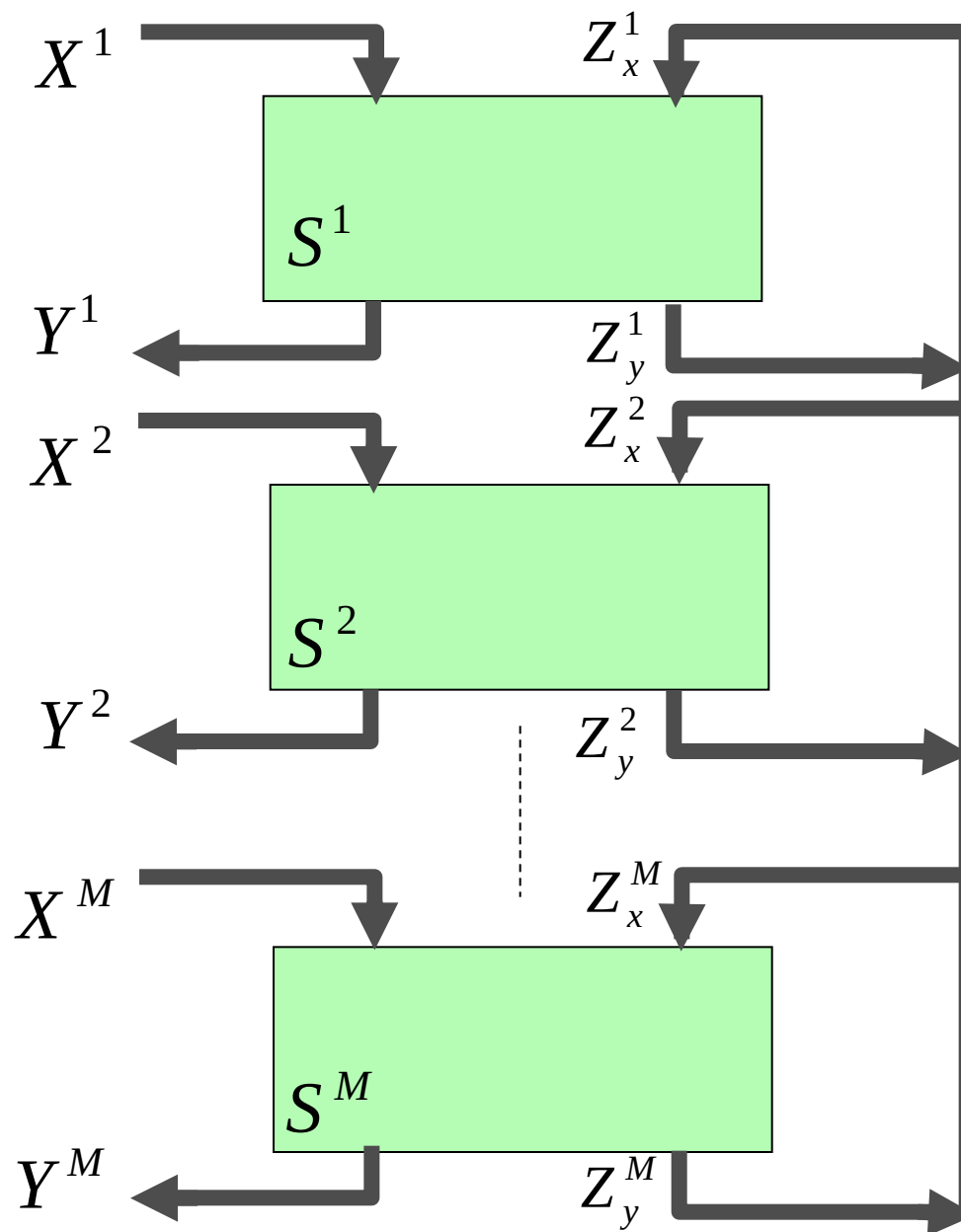


$$X(G_3) = \{x_4, x_6\}$$

$$Y(G_3) = \{y_6, y_8, y_9, y_{13}, y_{14}\}$$



10.7. Декомпозиция на управляющий автомат.



- критерии за избор на разделянето на вътрешните състояния на групи:
 - входните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.
 - изходните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.

Процедура за разделяне на вътрешните състояния на групи:

Стъпка 1: Определят се подмножества от входни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $X(A_i)$

Стъпка 2: Определят се подмножества от изходни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $Y(A_i)$

Стъпка 3: Строи се граф с върхове – вътрешни състояния и дъга между два върха, ако е изпълнено:

$$(X(A_i) \cap X(A_j)) \cup (Y(A_i) \cap Y(A_j)) \neq \emptyset$$

Стъпка 4: Определят се несвързани помежду си подграфи.

Стъпка 5: Определят се подмножествата от входни променливи, изходни променливи и вътрешни състояния, които съответстват на определените подграфи.

<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	x_1	y_7
2		A_1	$\overline{x_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	$\overline{x_7}$	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	$\overline{x_4}$	y_6y_8
14	A_6	A_2	$\overline{x_5}$	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	$\overline{x_6}$	-
19		A_5	$\overline{x_6}$	y_9y_{14}

$$X(A_1) = \{x_1\}$$

$$X(A_2) = \emptyset$$

$$X(A_3) = \{x_7, x_8\}$$

$$X(A_4) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$X(A_5) = \{x_4, x_6\}$$

$$X(A_6) = \{x_5, x_7\}$$

$$X(A_7) = \emptyset$$

$$X(A_8) = \{x_6\}$$

$$Y(A_1) = \{y_7\}$$

$$Y(A_2) = \{y_{10}, y_{11}\}$$

$$Y(A_3) = \{y_2, y_5, y_{10}, y_{11}\}$$

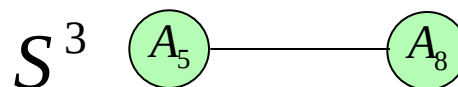
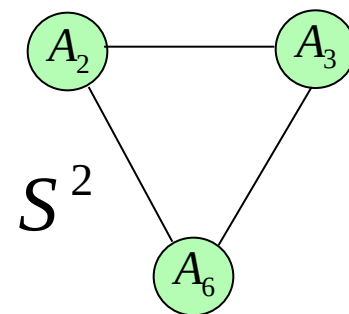
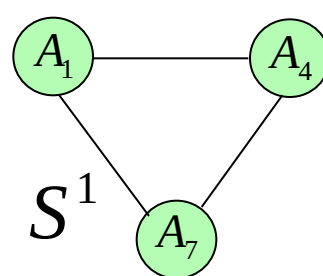
$$Y(A_4) = \{y_1, y_3, y_4\}$$

$$Y(A_5) = \{y_6, y_8, y_{13}\}$$

$$Y(A_6) = \{y_{10}, y_{11}, y_{12}\}$$

$$Y(A_7) = \{y_1\}$$

$$Y(A_8) = \{y_9, y_{14}\}$$



- критерии за избор на разделянето на вътрешните състояния на групи:
 - входните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.
 - изходните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.

Процедура за разделяне на вътрешните състояния на групи:

Стъпка 1: Определят се подмножества от входни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $X(A_i)$

Стъпка 2: Определят се подмножества от изходни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $Y(A_i)$

Стъпка 3: Строи се граф с върхове – вътрешни състояния и дъга между два върха, ако е изпълнено:

$$(X(A_i) \cap X(A_j)) \cup (Y(A_i) \cap Y(A_j)) \neq \emptyset$$

Стъпка 4: Определят се несвързани помежду си подграфи.

Стъпка 5: Определят се подмножествата от входни променливи, изходни променливи и вътрешни състояния, които съответстват на определените подграфи.

<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	x_1	y_7
2		A_1	$\overline{x_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	$\overline{x_7}$	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	$\overline{x_4}$	y_6y_8
14	A_6	A_2	$\overline{x_5}$	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	$\overline{x_6}$	-
19		A_5	$\overline{x_6}$	y_9y_{14}

$$X(A_1) = \{x_1\}$$

$$X(A_2) = \emptyset$$

$$X(A_3) = \{x_7, x_8\}$$

$$X(A_4) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$X(A_5) = \{x_4, x_6\}$$

$$X(A_6) = \{x_5, x_7\}$$

$$X(A_7) = \emptyset$$

$$X(A_8) = \{x_6\}$$

$$Y(A_1) = \{y_7\}$$

$$Y(A_2) = \{y_{10}, y_{11}\}$$

$$Y(A_3) = \{y_2, y_5, y_{10}, y_{11}\}$$

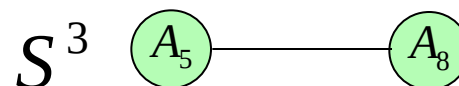
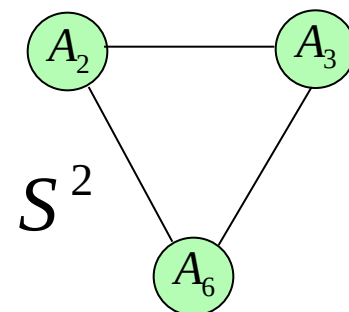
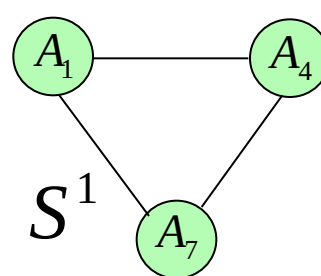
$$Y(A_4) = \{y_1, y_3, y_4\}$$

$$Y(A_5) = \{y_6, y_8, y_{13}\}$$

$$Y(A_6) = \{y_{10}, y_{11}, y_{12}\}$$

$$Y(A_7) = \{y_1\}$$

$$Y(A_8) = \{y_9, y_{14}\}$$



- критерии за избор на разделянето на вътрешните състояния на групи:
 - входните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.
 - изходните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.

Процедура за разделяне на вътрешните състояния на групи:

Стъпка 1: Определят се подмножества от входни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $X(A_i)$

Стъпка 2: Определят се подмножества от изходни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $Y(A_i)$

Стъпка 3: Строи се граф с върхове – вътрешни състояния и дъга между два върха, ако е изпълнено:

$$(X(A_i) \cap X(A_j)) \cup (Y(A_i) \cap Y(A_j)) \neq \emptyset$$

Стъпка 4: Определят се несвързани помежду си подграфи.

Стъпка 5: Определят се подмножествата от входни променливи, изходни променливи и вътрешни състояния, които съответстват на определените подграфи.

<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	x_1	y_7
2		A_1	$\overline{x_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	$\overline{x_7}$	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	$\overline{x_4}$	y_6y_8
14	A_6	A_2	$\overline{x_5}$	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	$\overline{x_6}$	-
19		A_5	$\overline{x_6}$	y_9y_{14}

$$X(A_1) = \{x_1\}$$

$$X(A_2) = \emptyset$$

$$X(A_3) = \{x_7, x_8\}$$

$$X(A_4) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$X(A_5) = \{x_4, x_6\}$$

$$X(A_6) = \{x_5, x_7\}$$

$$X(A_7) = \emptyset$$

$$X(A_8) = \{x_6\}$$

$$Y(A_1) = \{y_7\}$$

$$Y(A_2) = \{y_{10}, y_{11}\}$$

$$Y(A_3) = \{y_2, y_5, y_{10}, y_{11}\}$$

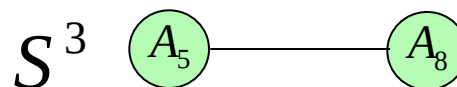
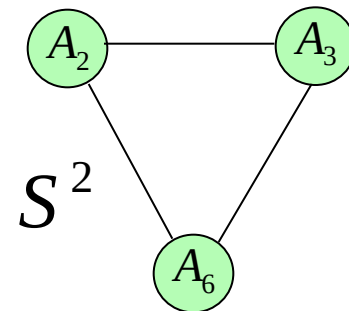
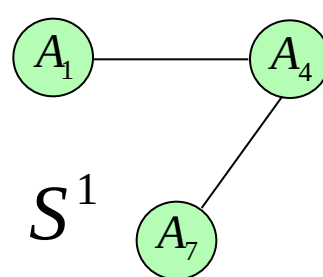
$$Y(A_4) = \{y_1, y_3, y_4\}$$

$$Y(A_5) = \{y_6, y_8, y_{13}\}$$

$$Y(A_6) = \{y_{10}, y_{11}, y_{12}\}$$

$$Y(A_7) = \{y_1\}$$

$$Y(A_8) = \{y_9, y_{14}\}$$



- критерии за избор на разделянето на вътрешните състояния на групи:
 - входните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.
 - изходните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.

Процедура за разделяне на вътрешните състояния на групи:

Стъпка 1: Определят се подмножества от входни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $X(A_i)$

Стъпка 2: Определят се подмножества от изходни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $Y(A_i)$

Стъпка 3: Строи се граф с върхове – вътрешни състояния и дъга между два върха, ако е изпълнено:

$$(X(A_i) \cap X(A_j)) \cup (Y(A_i) \cap Y(A_j)) \neq \emptyset$$

Стъпка 4: Определят се несвързани помежду си подграфи.

Стъпка 5: Определят се подмножествата от входни променливи, изходни променливи и вътрешни състояния, които съответстват на определените подграфи.

<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	x_1	y_7
2		A_1	$\overline{x_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	$\overline{x_7}$	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	$\overline{x_4}$	y_6y_8
14	A_6	A_2	$\overline{x_5}$	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	$\overline{x_6}$	-
19		A_5	$\overline{x_6}$	y_9y_{14}

$$X(A_1) = \{x_1\}$$

$$X(A_2) = \emptyset$$

$$X(A_3) = \{x_7, x_8\}$$

$$X(A_4) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$X(A_5) = \{x_4, x_6\}$$

$$X(A_6) = \{x_5, x_7\}$$

$$X(A_7) = \emptyset$$

$$X(A_8) = \{x_6\}$$

$$Y(A_1) = \{y_7\}$$

$$Y(A_2) = \{y_{10}, y_{11}\}$$

$$Y(A_3) = \{y_2, y_5, y_{10}, y_{11}\}$$

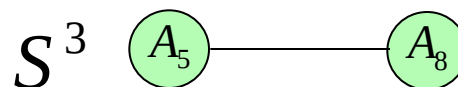
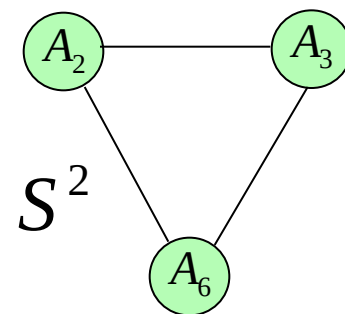
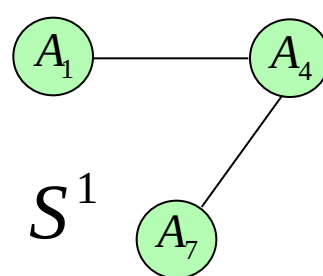
$$Y(A_4) = \{y_1, y_3, y_4\}$$

$$Y(A_5) = \{y_6, y_8, y_{13}\}$$

$$Y(A_6) = \{y_{10}, y_{11}, y_{12}\}$$

$$Y(A_7) = \{y_1\}$$

$$Y(A_8) = \{y_9, y_{14}\}$$



- критерии за избор на разделянето на вътрешните състояния на групи:
 - входните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.
 - изходните променливи за компонентните автомати да образуват непресичащи се подмножества.

Процедура за разделяне на вътрешните състояния на групи:

Стъпка 1: Определят се подмножества от входни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $X(A_i)$

Стъпка 2: Определят се подмножества от изходни променливи съответстващи на всяко вътрешно състояние. $Y(A_i)$

Стъпка 3: Строи се граф с върхове – вътрешни състояния и дъга между два върха, ако е изпълнено:

$$(X(A_i) \cap X(A_j)) \cup (Y(A_i) \cap Y(A_j)) \neq \emptyset$$

Стъпка 4: Определят се несвързани помежду си подграфи.

Стъпка 5: Определят се подмножествата от входни променливи, изходни променливи и вътрешни състояния, които съответстват на определените подграфи.

Процедура за декомпозиция на управляващ автомат:

Стъпка 1: Образува се множествата входни променливи за компонентните автомати:

$$\overrightarrow{X^m} = \bigcup_{A_i \in A^m} X(A_i); \quad X^m = \overrightarrow{X^m} \bigcup Z_x^m$$

Стъпка 2: Образува се множествата входни променливи за компонентните автомати:

$$\overrightarrow{Y^m} = \bigcup_{A_i \in A^m} Y(A_i); \quad Y^m = \overrightarrow{Y^m} \bigcup Z_y^m$$

Стъпка 3: Образува се множествата вътрешни състояния за компонентните автомати:

$$B^m = A^m \bigcup \{b_m\}$$

$$\overrightarrow{X^1} = X(A_1) \cup X(A_4) \cup X(A_7) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$\overrightarrow{X^2} = X(A_2) \cup X(A_3) \cup X(A_6) = \{x_5, x_7, x_8\}$$

$$\overrightarrow{X^3} = X(A_5) \cup X(A_8) = \{x_4, x_6\}$$

Процедура за декомпозиция на управляващ автомат:

Стъпка 1: Образува се множествата входни променливи за компонентните автомати:

$$\overrightarrow{X^m} = \bigcup_{A_i \in A^m} X(A_i); \quad X^m = \overrightarrow{X^m} \bigcup Z_x^m$$

Стъпка 2: Образува се множествата изходни променливи за компонентните автомати:

$$\overrightarrow{Y^m} = \bigcup_{A_i \in A^m} Y(A_i); \quad Y^m = \overrightarrow{Y^m} \bigcup Z_y^m$$

Стъпка 3: Образува се множествата вътрешни състояния за компонентните автомати:

$$B^m = A^m \bigcup \{b_m\}$$

$$\overrightarrow{X^1} = X(A_1) \cup X(A_4) \cup X(A_7) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$\overrightarrow{X^2} = X(A_2) \cup X(A_3) \cup X(A_6) = \{x_5, x_7, x_8\}$$

$$\overrightarrow{X^3} = X(A_5) \cup X(A_8) = \{x_4, x_6\}$$

$$\overrightarrow{Y^1} = Y(A_1) \cup Y(A_4) \cup Y(A_7) = \{y_1, y_3, y_4, y_7\}$$

$$\overrightarrow{Y^2} = Y(A_2) \cup Y(A_3) \cup Y(A_6) = \{y_2, y_5, y_{10}, y_{11}, y_{12}\}$$

$$\overrightarrow{Y^3} = Y(A_5) \cup Y(A_8) = \{y_6, y_8, y_9, y_{13}, y_{14}\}$$

Процедура за декомпозиция на управляващ автомат:

Стъпка 1: Образува се множествата входни променливи за компонентните автомати:

$$\overrightarrow{X^m} = \bigcup_{A_i \in A^m} X(A_i); \quad X^m = \overrightarrow{X^m} \bigcup Z_x^m$$

Стъпка 2: Образува се множествата входни променливи за компонентните автомати:

$$\overrightarrow{Y^m} = \bigcup_{A_i \in A^m} Y(A_i); \quad Y^m = \overrightarrow{Y^m} \bigcup Z_y^m$$

Стъпка 3: Образува се множествата вътрешни състояния за компонентните автомати:

$$B^m = A^m \bigcup \{b_m\}$$

$$\overrightarrow{X^1} = X(A_1) \cup X(A_4) \cup X(A_7) = \{x_1, x_2, x_3\}$$

$$\overrightarrow{X^2} = X(A_2) \cup X(A_3) \cup X(A_6) = \{x_5, x_7, x_8\}$$

$$\overrightarrow{X^3} = X(A_5) \cup X(A_8) = \{x_4, x_6\}$$

$$\overrightarrow{Y^1} = Y(A_1) \cup Y(A_4) \cup Y(A_7) = \{y_1, y_3, y_4, y_7\}$$

$$\overrightarrow{Y^2} = Y(A_2) \cup Y(A_3) \cup Y(A_6) = \{y_2, y_5, y_{10}, y_{11}, y_{12}\}$$

$$\overrightarrow{Y^3} = Y(A_5) \cup Y(A_8) = \{y_6, y_8, y_9, y_{13}, y_{14}\}$$

$$A^1 = \{A_1, A_4, A_7\}$$

$$B^1 = \{A_1, A_4, A_7, b_1\}$$

$$A^2 = \{A_2, A_3, A_6\}$$

$$B^2 = \{A_2, A_3, A_6, b_2\}$$

$$A^3 = \{A_5, A_8\}$$

$$B^3 = \{A_5, A_8, b_3\}$$

Стъпка 4: Определяне на Z_x^m , Z_y^m и функциите на преходите φ^m и изходите ψ^m .

Ако в S има преход от A_i в A_j :

$$\varphi(A_i, X_h) = A_j$$

$$\psi(A_i, X_h) = Y_t$$

Нека A_i и A_j принадлежат на S^m :

Тогава:

$$\varphi^m(A_i, X_h) = \varphi(A_i, X_h) = A_j$$

$$\psi^m(A_i, X_h) = \psi(A_i, X_h) = Y_t$$

Нека A_i и A_j принадлежат съответно на S^m и S^p

Тогава:

$$\varphi^m(A_i, X_h) = b_m$$

$$\psi^m(A_i, X_h) = Y_t \cup \{z_j\}$$

$$\varphi^p(b_p, z_j) = \varphi(A_i, X_h) = A_j$$

$$\psi^p(b_p, z_j) = Y_0$$

<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	x_1	y_7
2		A_1	$\overline{x_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	x_7	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	x_4	y_6y_8
14	A_6	A_2	x_5	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$x_5 \cdot x_7$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	x_6	-
19		A_5	x_6	y_9y_{14}

h	A_c	A_h	X_h	Y_t
1	A_1	b_1	x_1	$y_7 \quad z_3$
2		A_1	$\overline{x_1}$	
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		b_1	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4 \quad z_3$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
17	A_7	b_1	1	$y_1 \quad z_5$
	b_1	A_4	z_4	

S^1

<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	x_1	y_7
2		A_1	$\overline{x_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	x_7	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	x_4	y_6y_8
14	A_6	A_2	x_5	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	x_6	-
19		A_5	x_6	y_9y_{14}

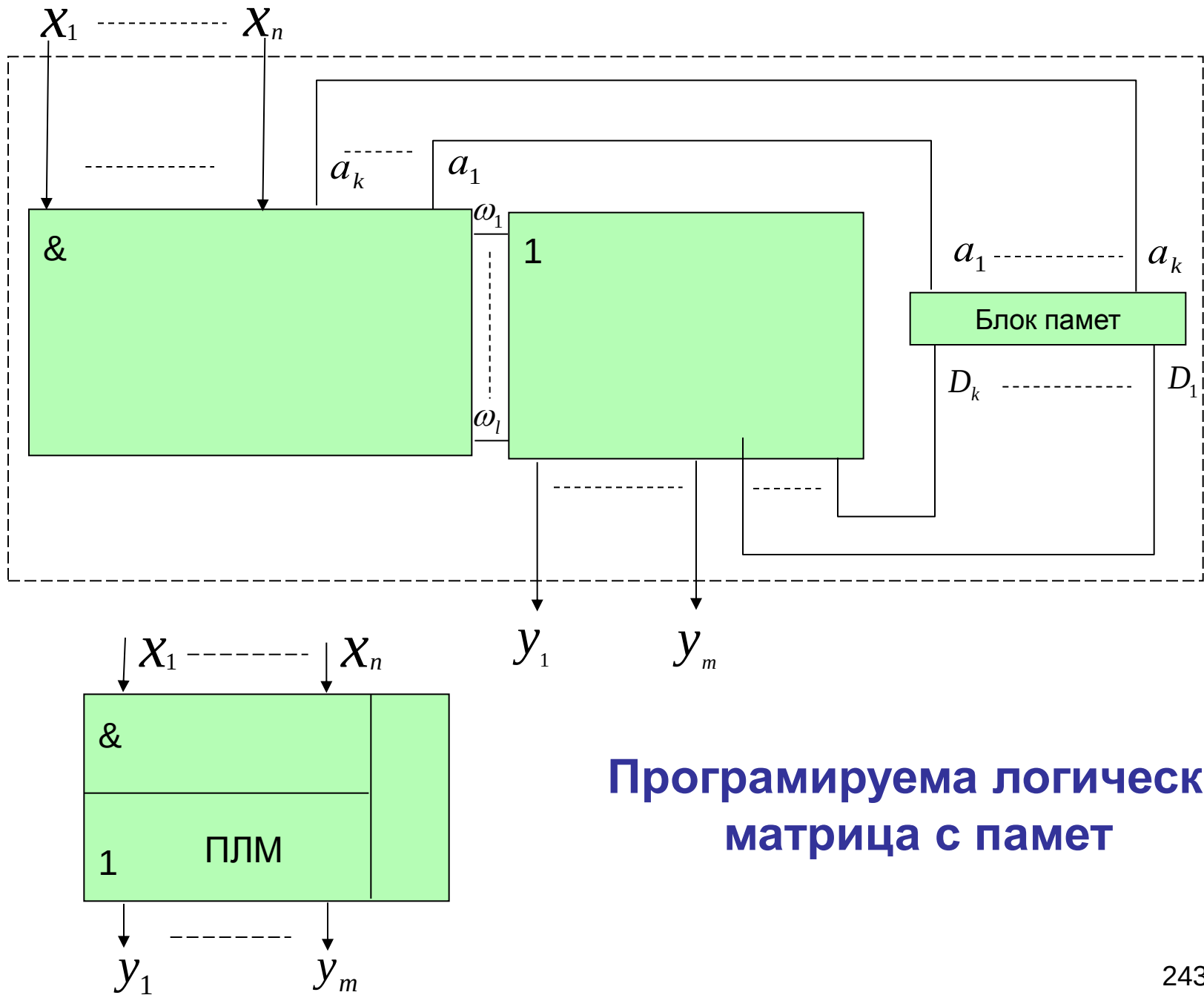
h	A_c	A_h	X_h	Y_t
3	A_2	A_3	1	$y_{10} y_{11}$
4	A_3	A_6	x_7	$y_{10} y_{11}$
5		b_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	z_8
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
14	A_6	A_2	x_5	$y_{10} y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		b_2	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10} y_{11} z_8$
	b_2	A_3	z_3	

S^2

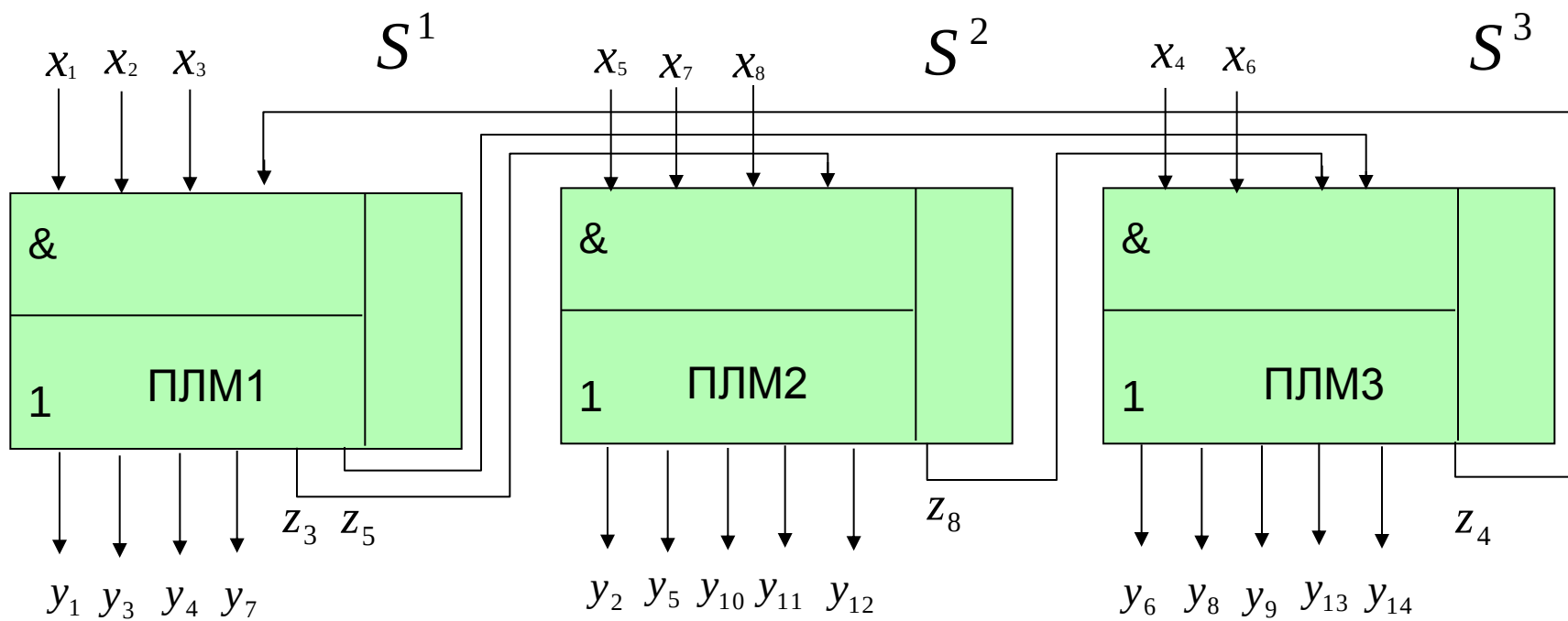
<i>№ред</i>	A_u	A_h	<i>условия</i>	<i>микрооп.</i>
1	A_1	A_3	X_1	y_7
2		A_1	$\overline{X_1}$	-
3	A_2	A_3	1	$y_{10}y_{11}$
4	A_3	A_6	X_7	$y_{10}y_{11}$
5		A_8	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	-
6		A_2	$\overline{x_7 \cdot x_8}$	$y_2y_5y_{10}$
7	A_4	A_1	$x_1 \cdot x_3$	y_3y_4
8		A_3	$\overline{x_1 \cdot x_3}$	$y_1y_3y_4$
9		A_7	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_3y_4
10		A_4	$\overline{x_1 \cdot x_2}$	y_1
11	A_5	A_4	$x_4 \cdot x_6$	y_6y_{13}
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	$\overline{X_4}$	y_6y_8
14	A_6	A_2	X_5	$y_{10}y_{11}$
15		A_3	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	y_{12}
16		A_8	$\overline{x_5 \cdot x_7}$	$y_{10}y_{11}$
17	A_7	A_5	1	y_1
18	A_8	A_8	$\overline{X_6}$	-
19		A_5	X_6	y_9y_{14}

h	A_c	A_h	X_h	Y_t
11	A_5	b_3	$x_4 \cdot x_6$	$y_6y_{13} \quad z_4$
12		A_5	$\overline{x_4 \cdot x_6}$	y_6y_{13}
13		A_8	$\overline{X_4}$	y_6y_8
18	A_8	A_8	X_6	-
19		A_5	$\overline{X_6}$	y_9y_{14}
	b_3	A_8	z_8	-
		A_5	z_5	-

S^3



Програмируема логическа матрица с памет



11. Стандартни възли – последователностни схеми.

11.1. Броячи.

11.1.1. Функция – Вътрешното състояние съответства на броя на подадените входни въздействия.

11.1.2. Характеристики на броячите:

- разрядност n
- модул на броене k

11.1.3. Видове броячи.

- според функцията на броене.
 - сумиращ брояч.
 - изваждащ брояч.
 - реверсивен брояч.
- според n и k
 - пълни броячи. $k = 2^n$
 - частични броячи. $k < 2^n$
- според вида на преноса между разрядите.
 - паралелен пренос.
 - страничен (текущ) пренос.
 - последователен пренос.

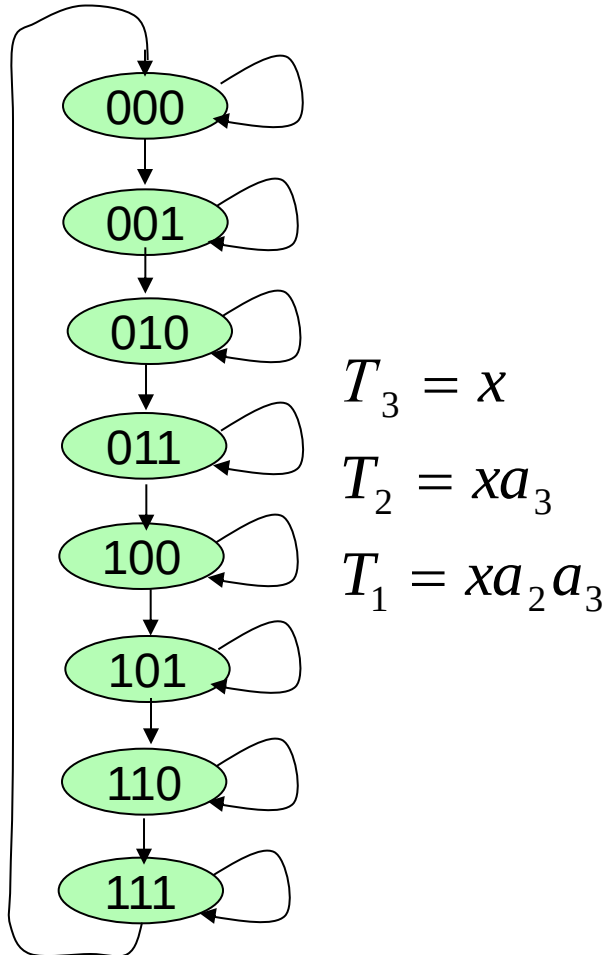
11.1.4. Входи и изходи на броячите.

- входи:
 - броячни
 - установяващи
- изходи.

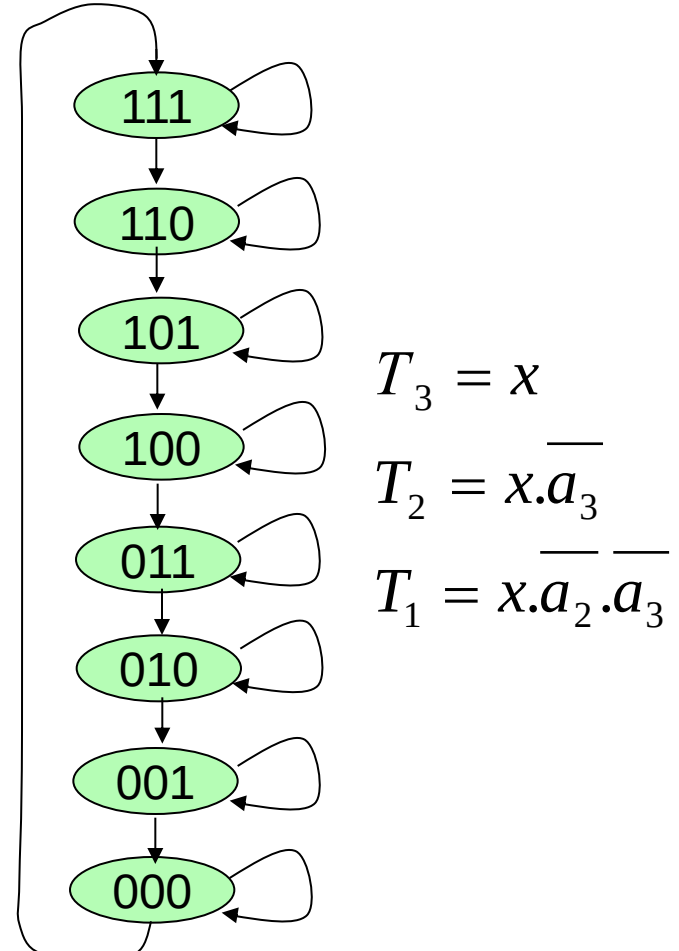
11.1.5. Синтез на броячи.

- синтез на частични броячи.
- синтез на пълни броячи.

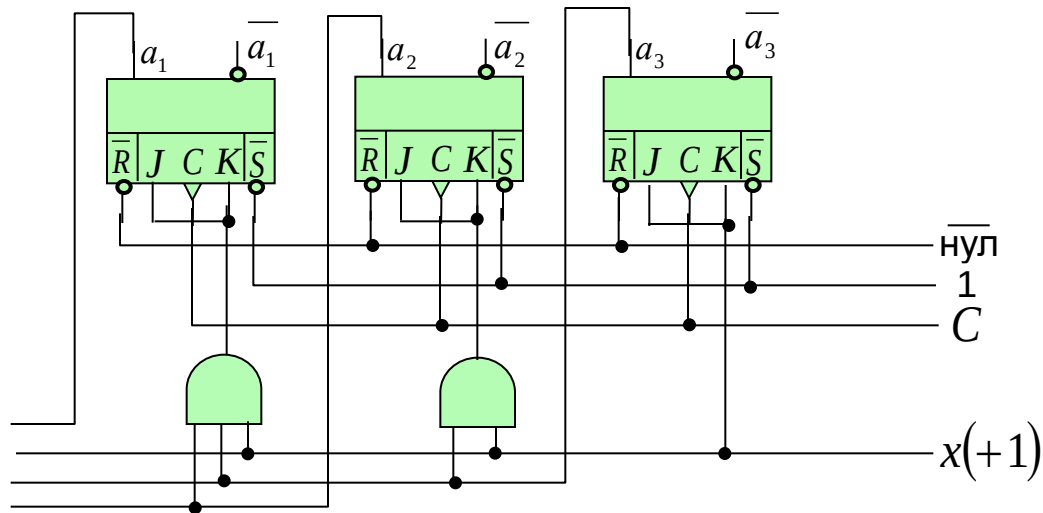
Сумиращ брояч



Изваждащ брояч



Сумиращ брояч с паралелен пренос

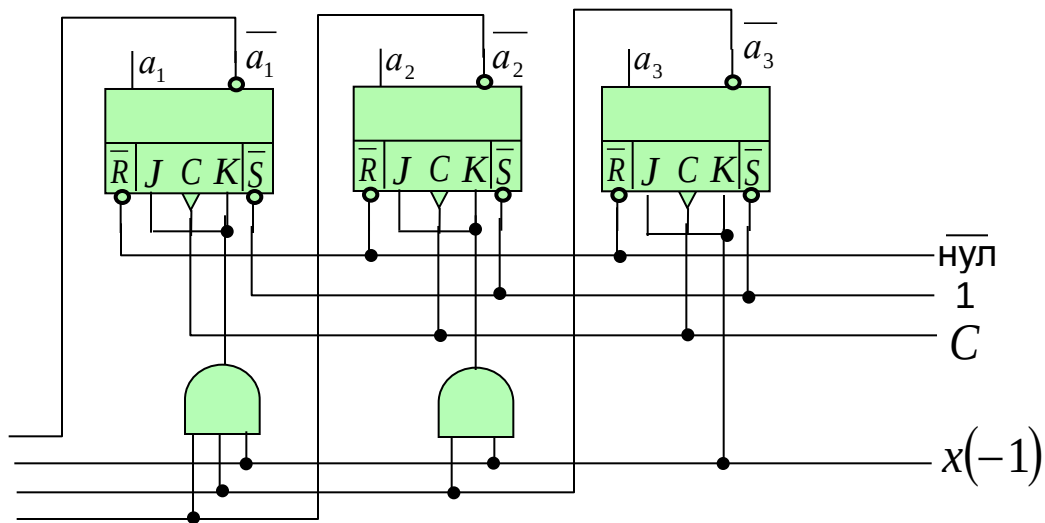


$$T_3 = x$$

$$T_2 = xa_3$$

$$T_1 = xa_2a_3$$

Изваждащ брояч с паралелен пренос



$$T_3 = x$$

$$T_2 = x.\overline{a_3}$$

$$T_1 = x.\overline{a_2}.\overline{a_3}$$

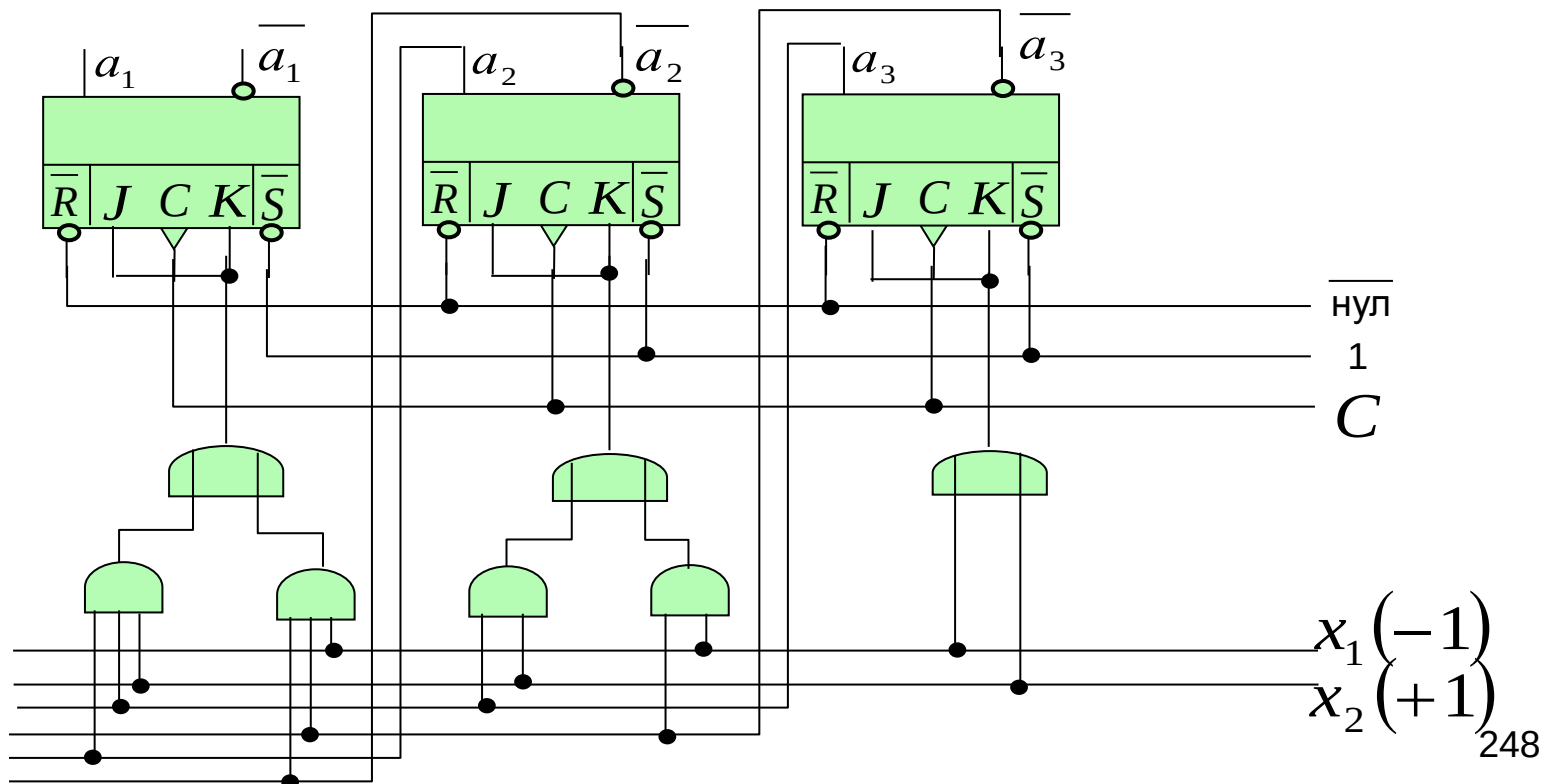
Реверсивен брояч с паралелен пренос

$$T_3 = x_1 \vee x_2$$

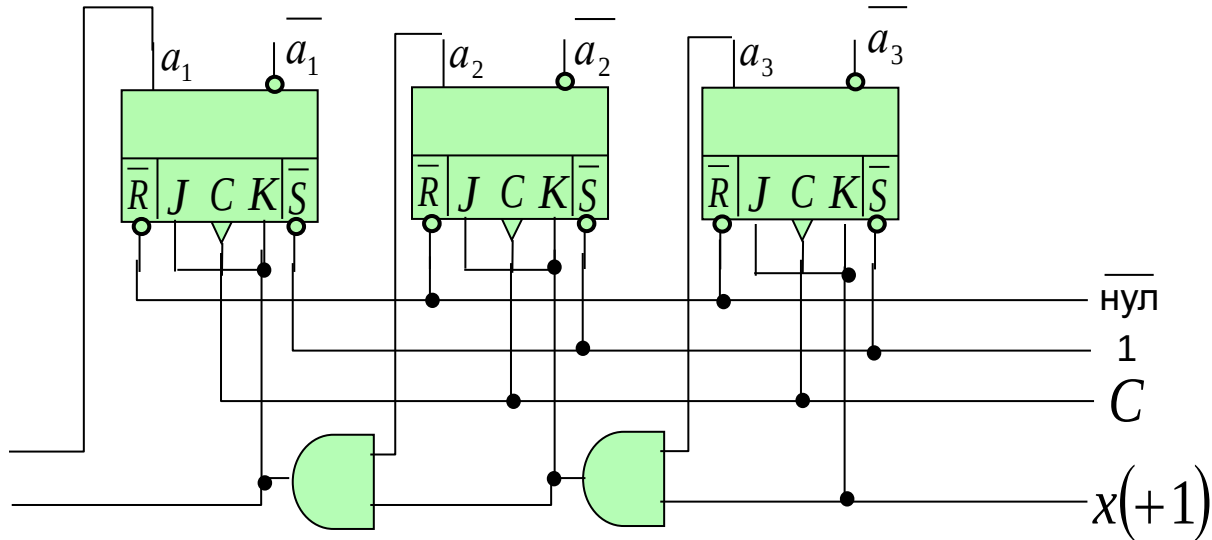
$$T_2 = x_1 \cdot \overline{a_3} \vee x_2 a_3$$

$$T_1 = x_1 \cdot \overline{a_2} \cdot \overline{a_3} \vee x_2 a_2 a_3$$

x_1	x_2	функция
0	0	Запазва състоянието
0	1	сумира
1	0	изважда
1	1	забранена



Сумиращ брояч с текущ пренос

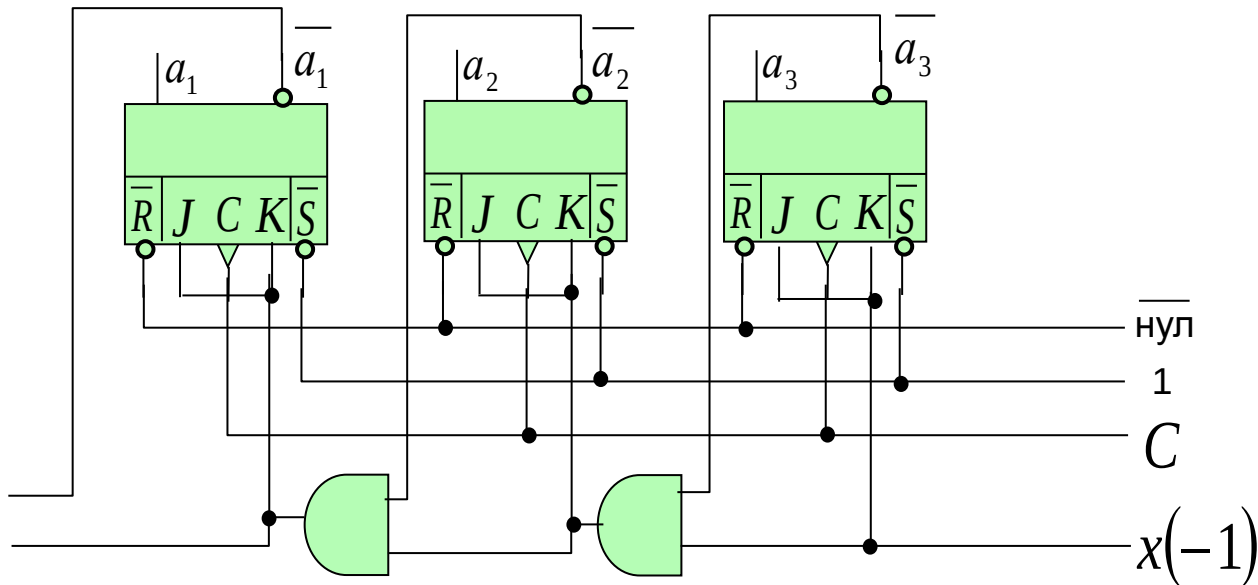


$$T_3 = x$$

$$T_2 = xa_3 = T_3a_3$$

$$T_1 = xa_2a_3 = T_2a_2$$

Изваждащ брояч с текущ пренос

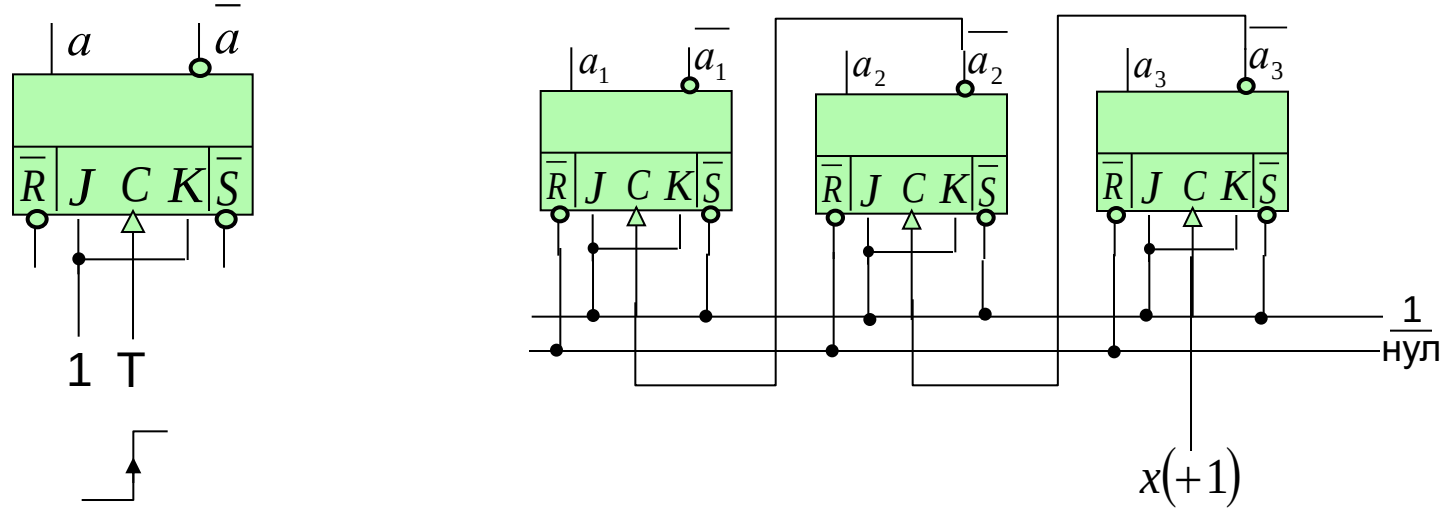


$$T_3 = x$$

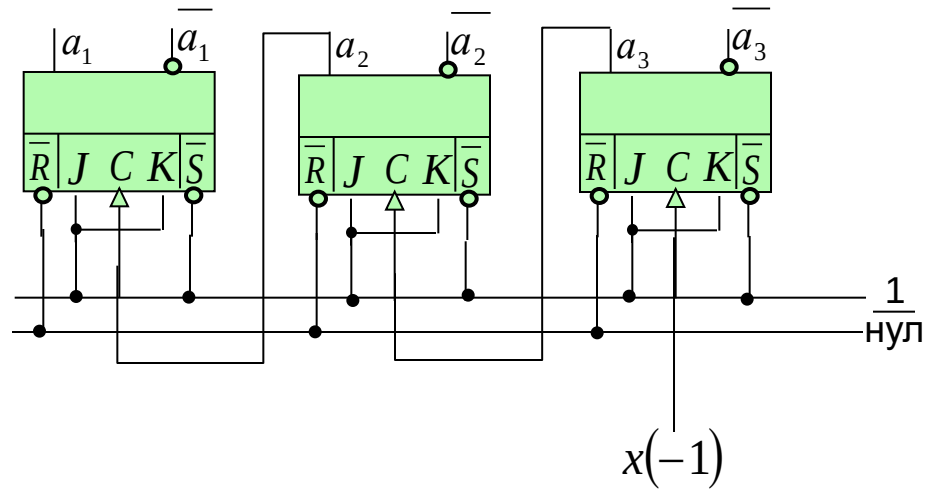
$$T_2 = x.\overline{a_3} = T_3\overline{a_3}$$

$$T_1 = x.\overline{a_2}.\overline{a_3} = T_2\overline{a_2}$$

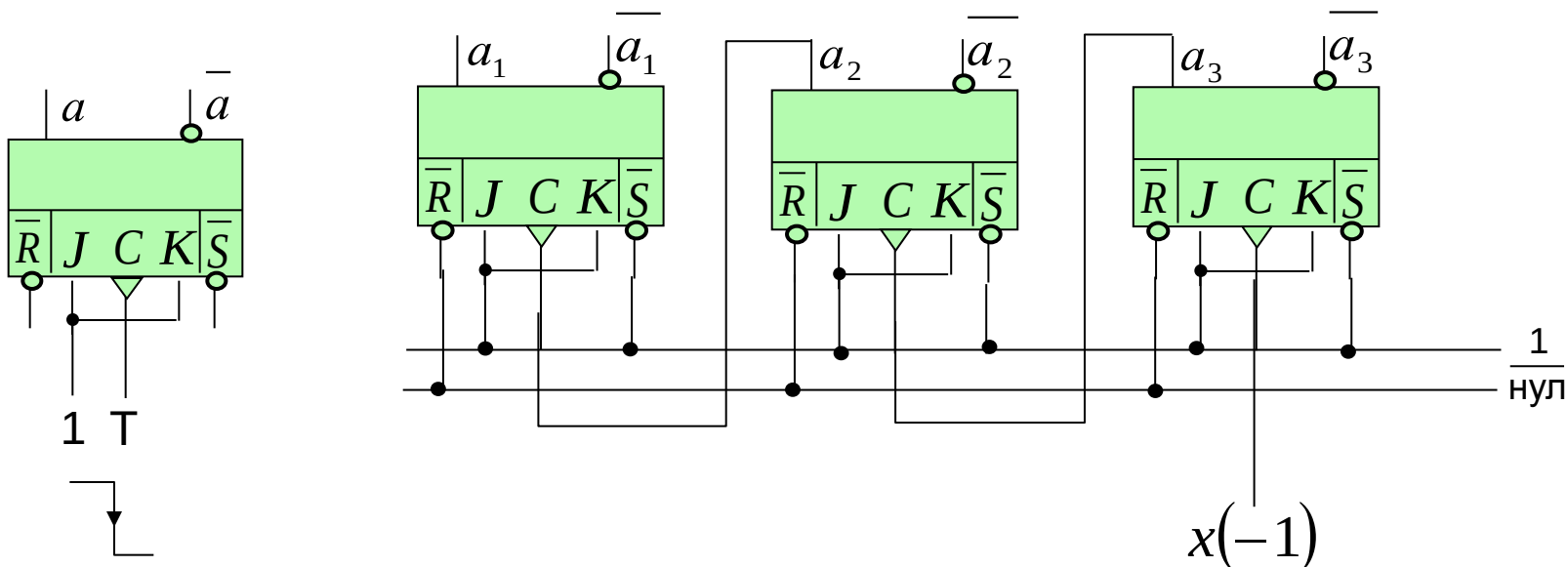
Сумиращ брояч с последователен пренос



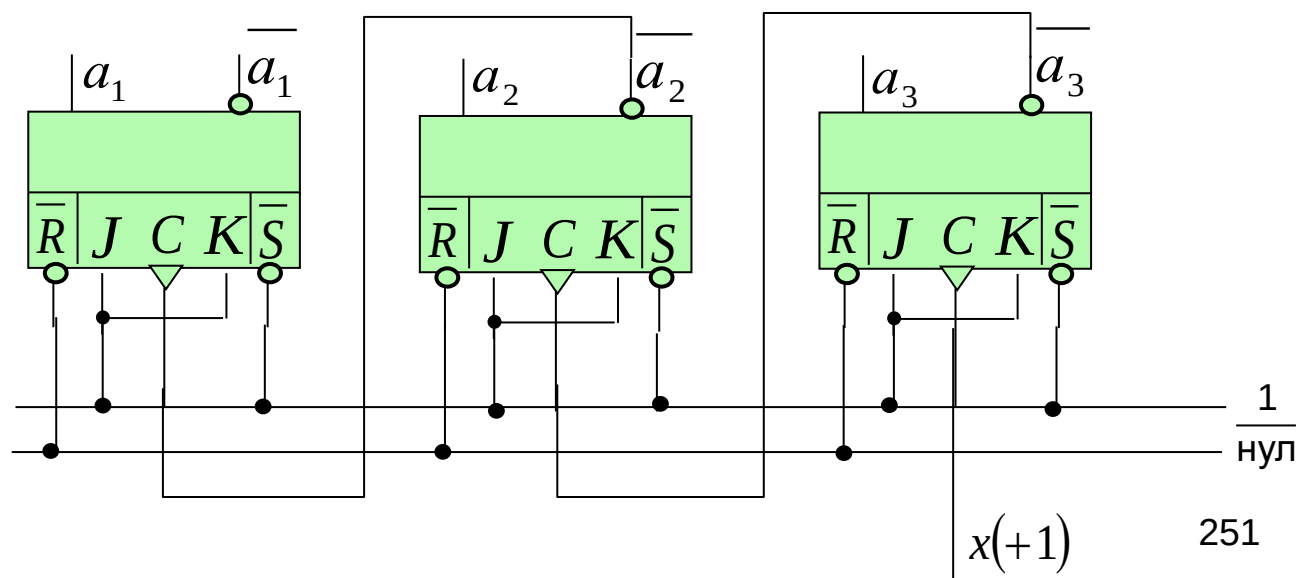
Изваждащ брояч с последователен пренос



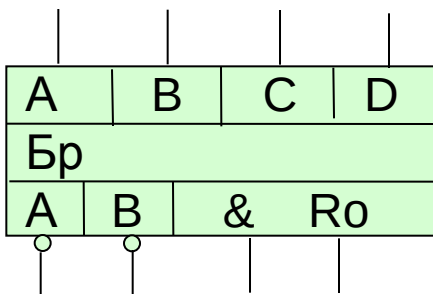
Сумиращ брояч с последователен пренос



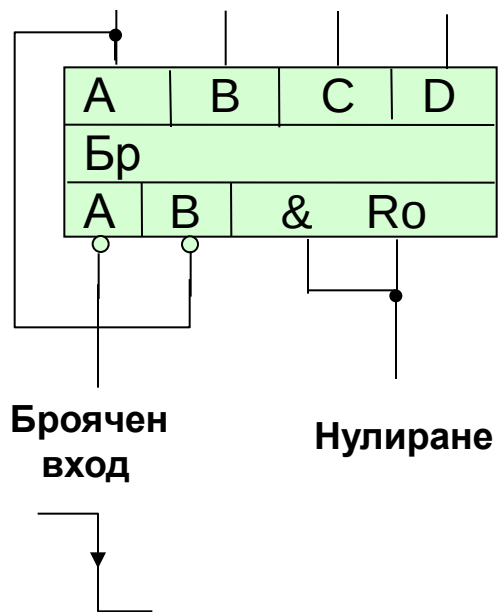
Изваждащ брояч с последователен пренос



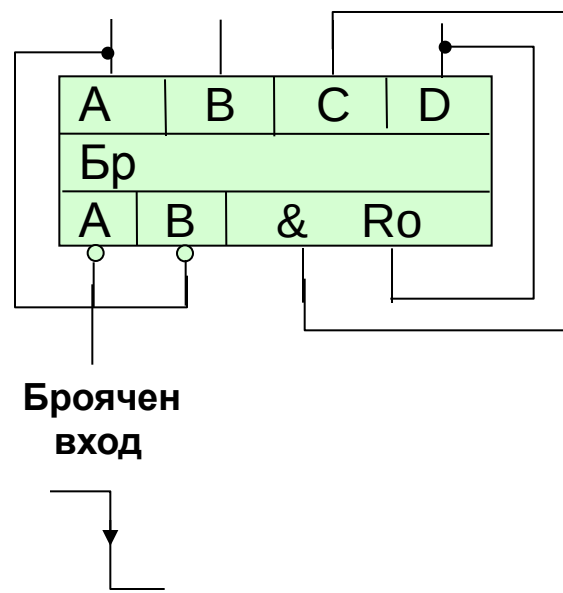
11.1.6. Броячи в интегрално изпълнение.



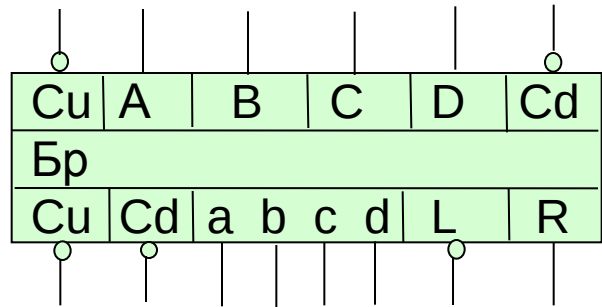
**Пълен четири разряден брояч
с последователен пренос**



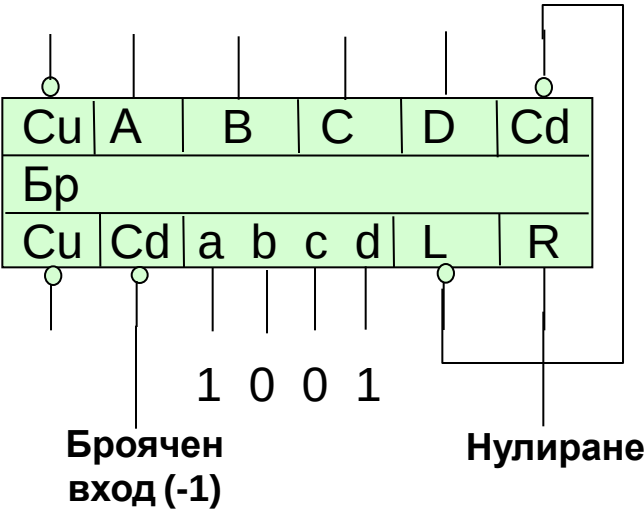
**Частичен брояч по модул 12
с последователен пренос**



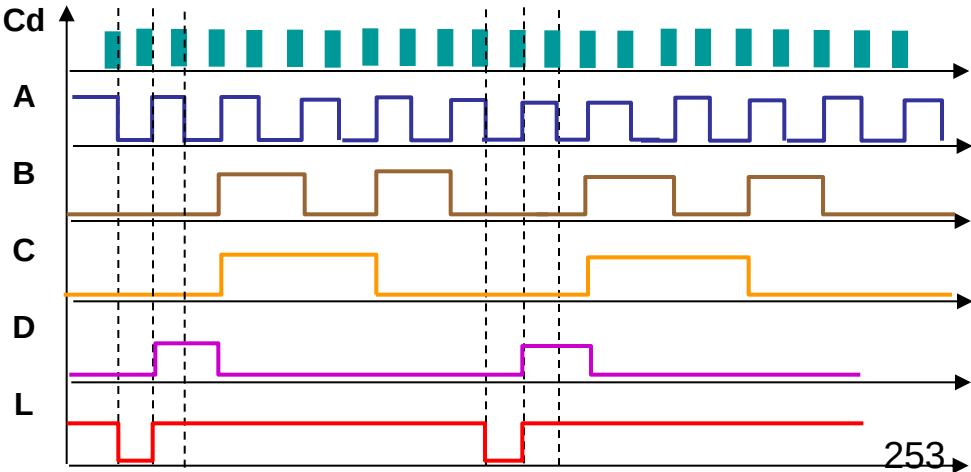
Пълен четири разряден брояч с паралелен пренос и паралелно установяване



Десетичен брояч с паралелен пренос



L	R	Функция
0	0	Паралелен запис
0	1	Нулиране
1	0	Брояч
1	1	Нулиране



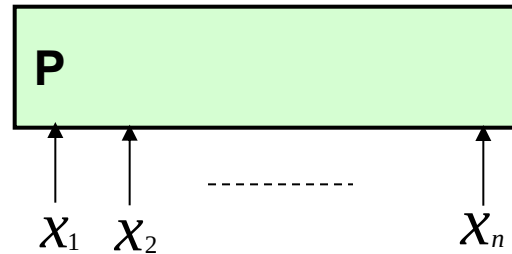
11.2. Регистри.

11.2.1. Функция на регистрите.

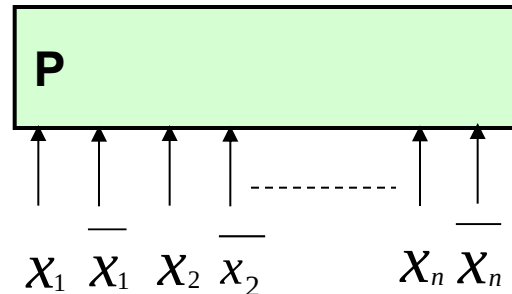
- памет.
- поразрядни логически операции.

11.2.2. Входи и изходи на регистрите.

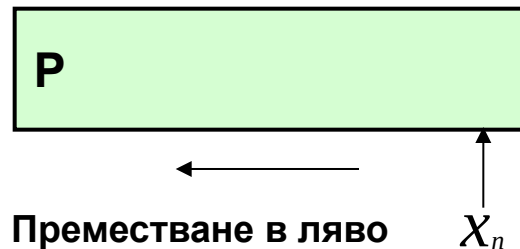
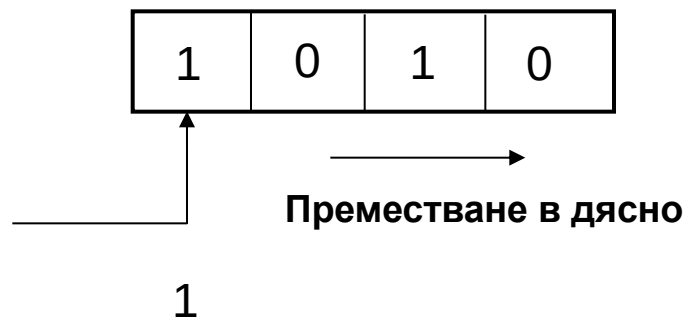
- паралелни входи.



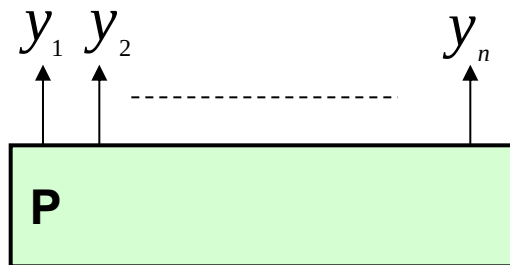
- паралелни парафазни входи.



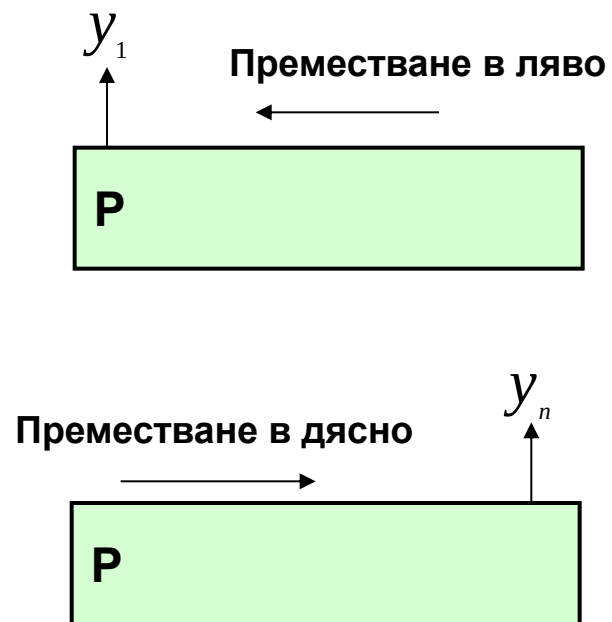
- Последователни входове.



- Установяващи входове.
- Управляващи входове (микрооперации).
- Паралелни изходи.

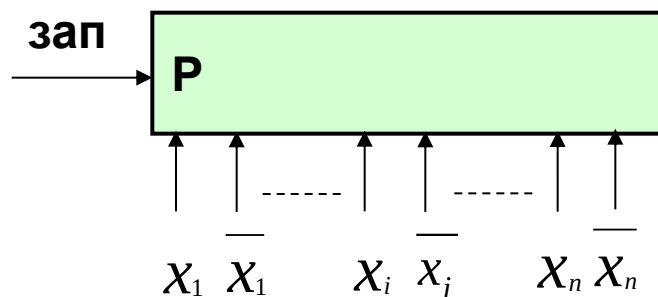


- последователни изходи.



11.2.3. Синтез на регистри.

- регистър с паралелни парафазни входи.



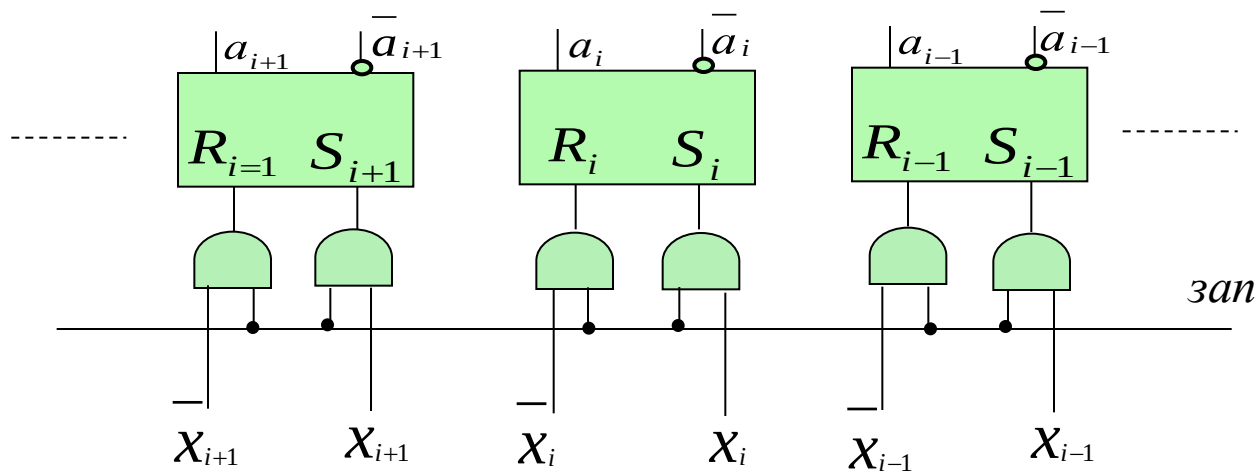
зап	X_i	a_i	a_i	R_i	S_i
0	0	0	0	H	0
0	0	1	1	0	H
0	1	0	0	H	0
0	1	1	1	0	H
1	0	0	0	H	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	H

$$X_i \mid \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & \overline{зап} & & H \\ \hline H & 1 & & H \\ \hline \end{array}$$

$\overline{a_i}$

$$X_i \mid \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & \overline{зап} & & S_i \\ \hline 1 & H & H & \\ \hline & & H & \\ \hline \end{array}$$

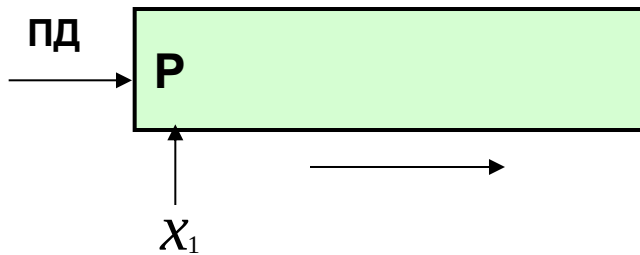
$\overline{a_i}$



$$R_i = \overline{зап} \cdot X_i$$

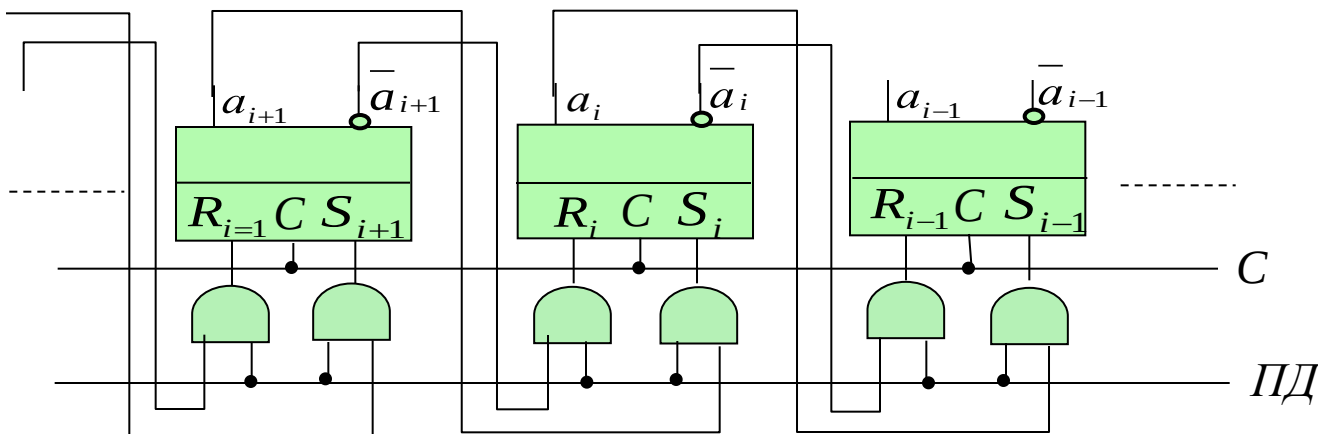
$$S_i = \overline{зап} \cdot X_i$$

- преместващ в дясно регистър.



ПД	a_{i+1}	a_i	a_i	R_i	S_i
0	0	0	0	H	0
0	0	1	1	0	H
0	1	0	0	H	0
0	1	1	1	0	H
1	0	0	0	H	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	H

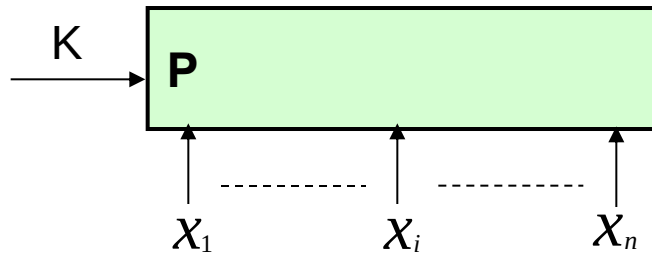
$$a_{i+1} \left| \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & H \\ \hline H & 1 & & H \\ \hline \end{array} \right. \begin{array}{l} \overline{\text{ПД}} \\ R_i \\ a_i \end{array}$$

$$a_{i+1} \left| \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & H & H & \\ \hline & & H & \\ \hline \end{array} \right. \begin{array}{l} \overline{\text{ПД}} \\ S_i \\ a_i \end{array}$$


$$R_i = \overline{\text{ПД}} \cdot \overline{a_{i+1}}$$

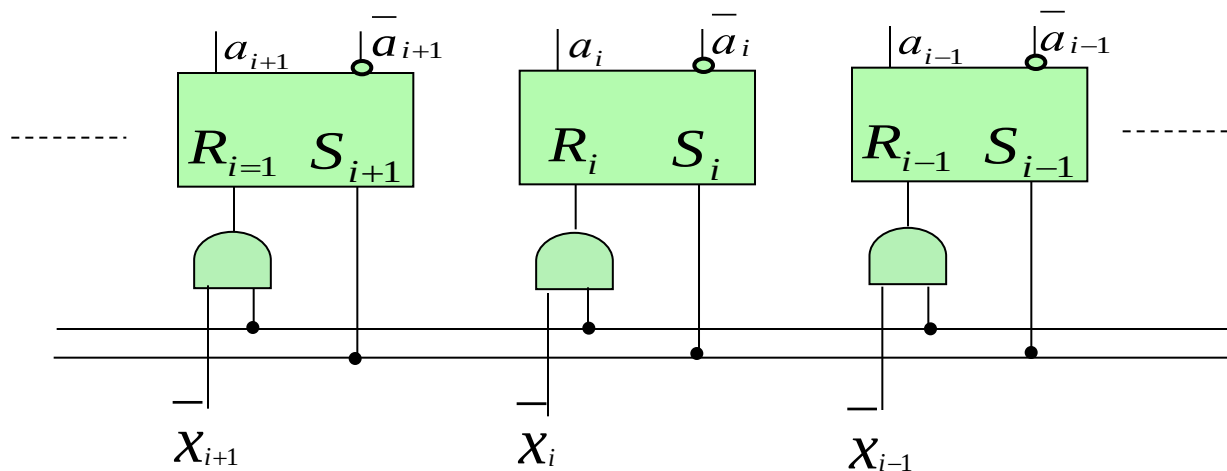
$$S_i = \text{ПД} \cdot a_{i+1}$$

- регистър с микрооперация поразрядна конюнкция.



K	x_i	a_i	a_i	R_i	S_i
0	0	0	0	H	0
0	0	1	1	0	H
0	1	0	0	H	0
0	1	1	1	0	H
1	0	0	0	H	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	H	0
1	1	1	1	0	H

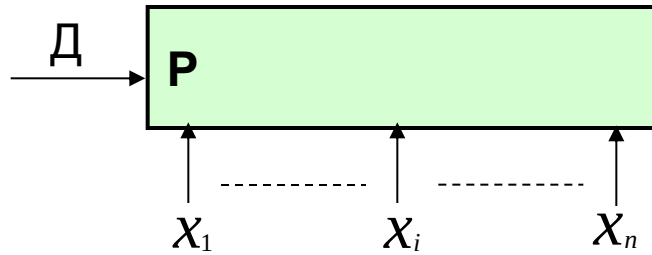
$$x_i \mid \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \overline{K} & & & R_i \\ \hline H & & & H \\ \hline H & 1 & & H \\ \hline \end{array} \overline{a_i}$$

$$x_i \mid \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \overline{K} & & & S_i \\ \hline H & H & H & \\ \hline & & H & \\ \hline \end{array} \overline{a_i}$$


$$R_i = K \cdot \bar{x}_i$$

$$S_i = 0$$

- регистър с микрооперация поразрядна дизюнкция.



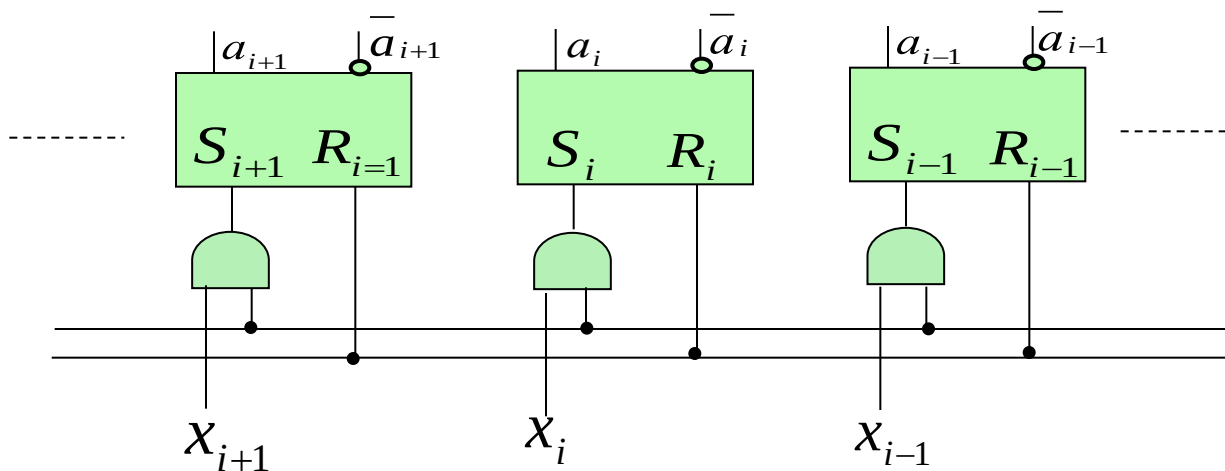
$\mathcal{D}$	x_i	a_i	a_i	R_i	S_i
0	0	0	0	H	0
0	0	1	1	0	H
0	1	0	0	H	0
0	1	1	1	0	H
1	0	0	0	H	0
1	0	1	1	0	H
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	H

$$x_i \mid \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \overline{\mathcal{D}} & & & R_i \\ \hline & & & \text{H} \\ \hline \text{H} & & & \text{H} \\ \hline \end{array}$$

a_i

$$x_i \mid \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \overline{\mathcal{D}} & & & S_i \\ \hline \text{1} & \text{H} & \text{H} & \\ \hline & \text{H} & \text{H} & \\ \hline \end{array}$$

a_i



$$R_i = 0$$

$$S_i = \mathcal{D} \cdot x_i$$

**Желая вы
успех !**