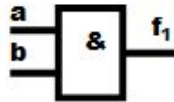
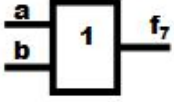

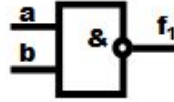
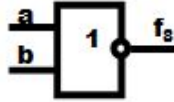
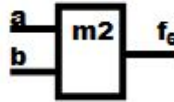
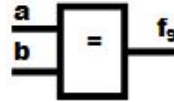
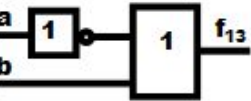


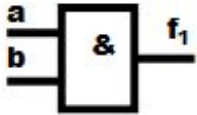
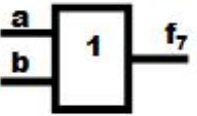



Как чертить схемы

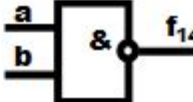
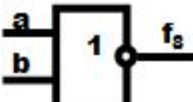


	Название функции	№ функции в СС				Обозначение	Формула	УГО	Выполнение действий	
		q=10	q=2							
			ab 00	ab 01	ab 10					ab 11
Базис ОФИС	Конъюнкция (логич. *)	f1	0	0	0	1	$\cap, \wedge, *, \&, \text{and, И}$	$f_1 = a \cap b = a \& b = ab$		$0*0=0$ $0*1=0$ $1*0=0$ $1*1=1$
	Дизъюнкция (логич. +)	f7	0	1	1	1	$\cup, \vee, +, \text{or, } , \text{ИЛИ, 1}$	$f_7 = a \cup b = a + b$		$0+0=0$ $0+1=1$ $1+0=1$ $1+1=1$
	Отрицание (Инверсия)	f12	1	1	0	0	$\neg, \bar{x}, \text{not, !, НЕ}$	$f_{12} = \bar{a}$		$\bar{0} = 1$ $\bar{1} = 0$
Базис И-НЕ	Штрих Шеффера	f14	1	1	1	0	$/, \text{NAND, И-НЕ}$	$f_{14} = a/b = \overline{ab}$		$0/0=1$ $0/1=1$ $1/0=1$ $1/1=0$
Базис ИЛИ-НЕ	Стрелка Пирса	f8	1	0	0	0	$\downarrow, \text{NOR, ИЛИ-НЕ}$	$f_8 = \overline{a \downarrow b} = a + b$		$0 \downarrow 0 = 1$ $0 \downarrow 1 = 0$ $1 \downarrow 0 = 0$ $1 \downarrow 1 = 0$
	Исключающее ИЛИ (сложение по модулю 2)	f6	0	1	1	0	$\oplus, m2, \text{mod}2, \text{xor}$	$f_6 = a \oplus b = a\bar{b} + \bar{a}b$		$0 \oplus 0 = 0$ $0 \oplus 1 = 1$ $1 \oplus 0 = 1$ $1 \oplus 1 = 0$
	Равнозначность	f9	1	0	0	1	\equiv, xnor	$f_9 = a \equiv b = ab + \bar{a}\bar{b}$		$0 \equiv 0 = 1$ $0 \equiv 1 = 0$ $1 \equiv 0 = 0$ $1 \equiv 1 = 1$
	Импликация	f13	1	1	0	1	\rightarrow	$f_{13} = a \rightarrow b = \bar{a} + b$		$0 \rightarrow 0 = 1$ $0 \rightarrow 1 = 1$ $1 \rightarrow 0 = 0$ $1 \rightarrow 1 = 1$

Базис Основная Функционально- Полная Система двоичных функций ОФПС = И, ИЛИ, НЕ

	Название функции	№ функции в СС				Обозначение	Формула	УГО	Выполнение действий	
		q=10	q=2							
			ab 00	ab 01	ab 10					ab 11
Базис ОФПС	Конъюнкция (логич. *)	f1	0	0	0	1	$\cap, \wedge, *, \&, \text{and, И}$	$f_1 = a \cap b = a \& b = ab$		$0*0 = 0$ $0*1 = 0$ $1*0 = 0$ $1*1 = 1$
	Дизъюнкция (логич. *)	f7	0	1	1	1	$\cup, \vee, +, \text{or, , ИЛИ, 1}$	$f_7 = a \cup b = a + b$		$0+0 = 0$ $0+1 = 1$ $1+0 = 1$ $1+1 = 1$
	Отрицание (Инверсия)	f12	1	1	0	0	$\neg, \bar{x}, \text{not, !, НЕ}$	$f_{12} = \bar{a}$		$\bar{0} = 1$ $\bar{1} = 0$

Базисы И-НЕ и ИЛИ-НЕ представляют собой только ОДНУ микросхему НЕ ДВЕ

	Название функции	№ функции в СС				Обозначение	Формула	УГО	Выполнение действий	
		q=10	q=2							
			ab 00	ab 01	ab 10					ab 11
Базис И-НЕ	Штрих Шеффера	f 14	1	1	1	0	↓, NAND, И-НЕ	$f_{12} = a/b = \overline{ab}$		0/0=1 0/1=1 1/0=1 1/1=0
Базис ИЛИ-НЕ	Стрелка Пирса	f 8	1	0	0	0	/, NOR, ИЛИ-НЕ	$f_{12} = a \downarrow b = \overline{a + b}$		0↓0=1 0↓1=0 1↓0=0 1↓1=0

Эти функции входят в другие базисы

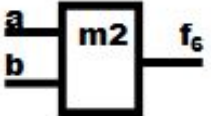
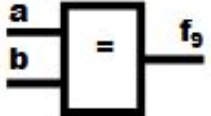
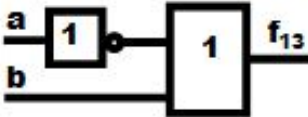
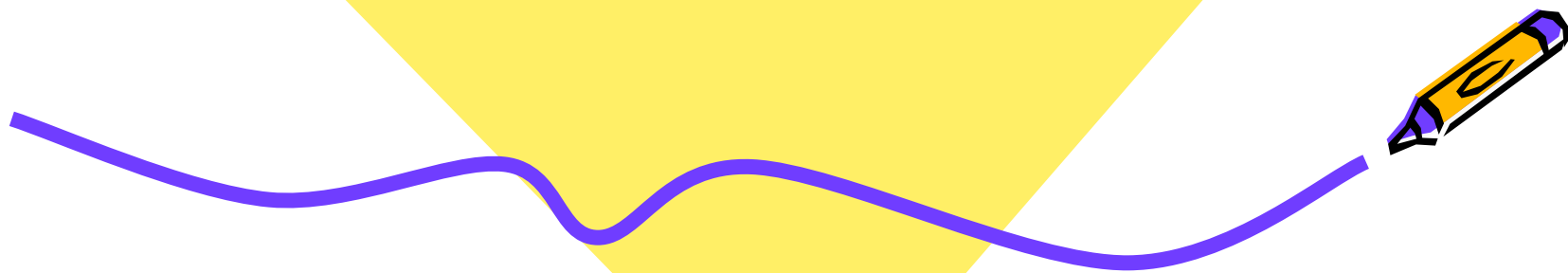
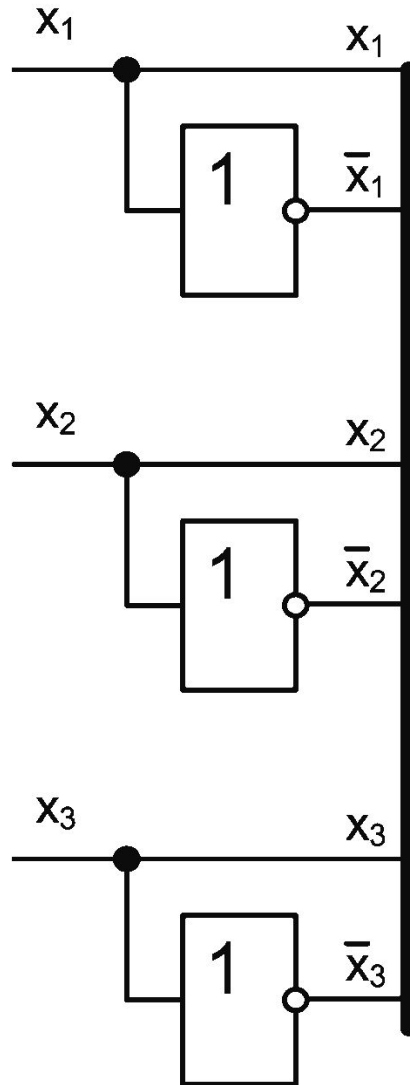
Название функции	№ функции в СС					Обозначение	Формула	УГО	Выполнение действий
	q=10	q=2							
		ab 00	ab 01	ab 10	ab 11				
Исключающее ИЛИ (сложение по модулю 2)	f 6	0	1	1	0	$\oplus, m2, \text{mod}2, \text{xor}$	$f_6 = a \oplus b = a\bar{b} + \bar{a}b$		$0 \oplus 0 = 0$ $0 \oplus 1 = 1$ $1 \oplus 0 = 1$ $1 \oplus 1 = 0$
Равнозначность	f 9	1	0	0	1	\equiv, xnor	$f_9 = a \equiv b = ab + \bar{a}\bar{b}$		$0 \equiv 0 = 1$ $0 \equiv 1 = 0$ $1 \equiv 0 = 0$ $1 \equiv 1 = 1$
Импликация	f 13	1	1	0	1	\rightarrow	$f_{13} = a \rightarrow b = \bar{a} + b$		$0 \rightarrow 0 = 1$ $0 \rightarrow 1 = 1$ $1 \rightarrow 0 = 0$ $1 \rightarrow 1 = 1$



Схема в базисе 16 функций



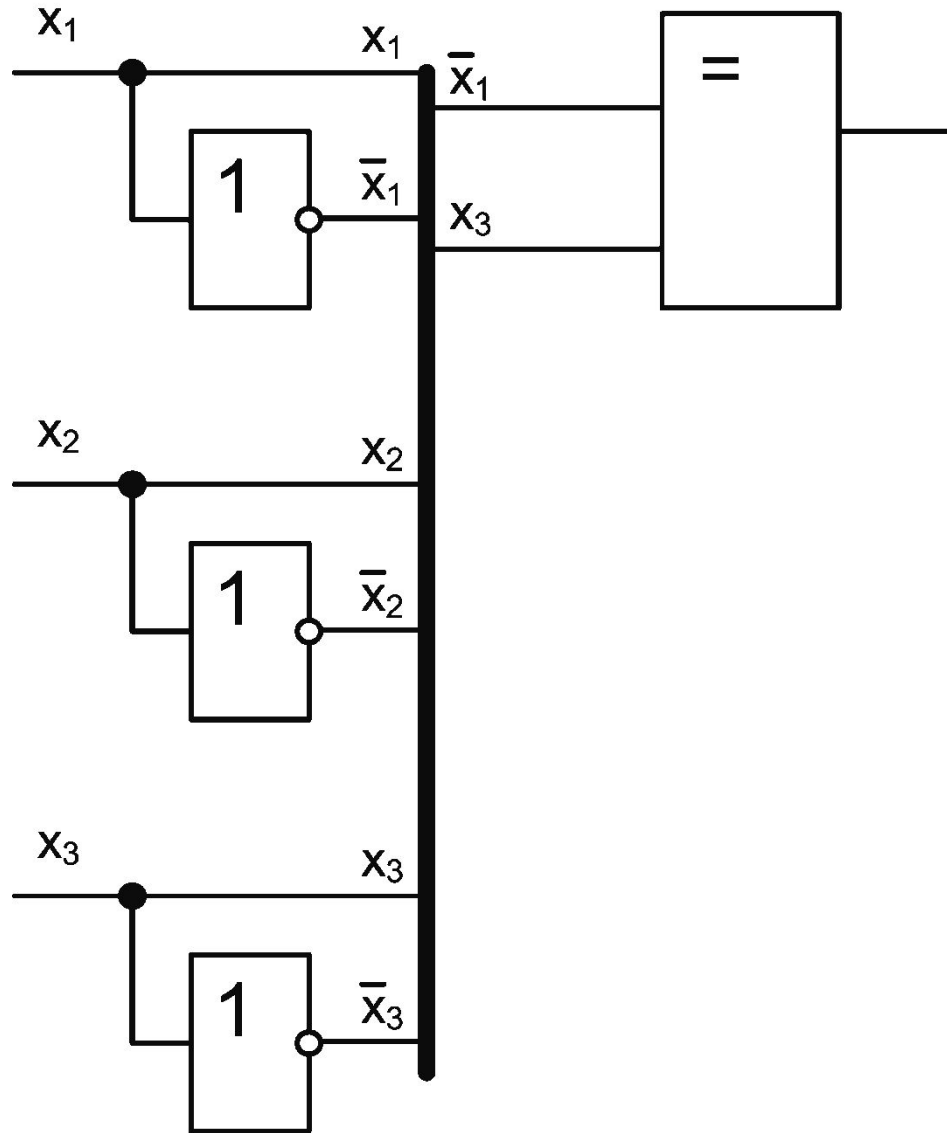
$$f = \left\{ \left[\left(\overline{x_1} \equiv x_3 \right) + \left(x_1 \downarrow x_2 \right) \right] \cdot \left(x_1 \oplus x_2 \right) \right\} \rightarrow x_3$$



Шина

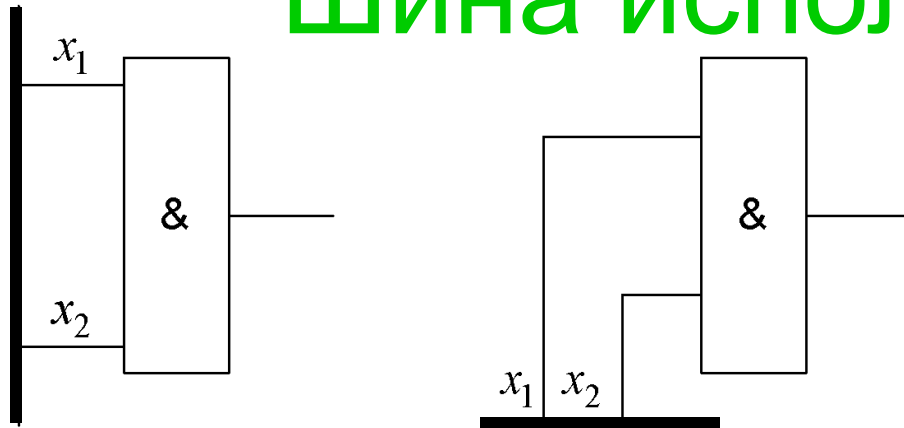
- объединение нескольких проводников, которые могут быть поданы на шину в любом месте или взяты из неё.
- Использование шины позволяет избавиться от пересечения проводников и таким образом упростить чтение чертежа.
- Шина д.б. 1-3мм толщиной.

$$f = \left\{ \left[(\bar{x}_1 \equiv x_3) + (x_1 \downarrow x_2) \right] \cdot (x_1 \oplus x_2) \right\} \rightarrow x_3$$



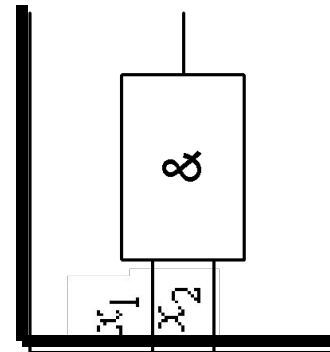
Верный

Шина используется так



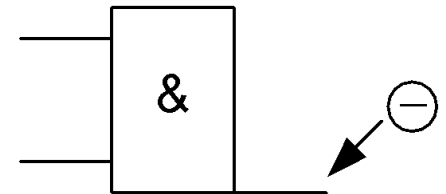
Неверный чертёж

Не переворачивайте
блоки МС

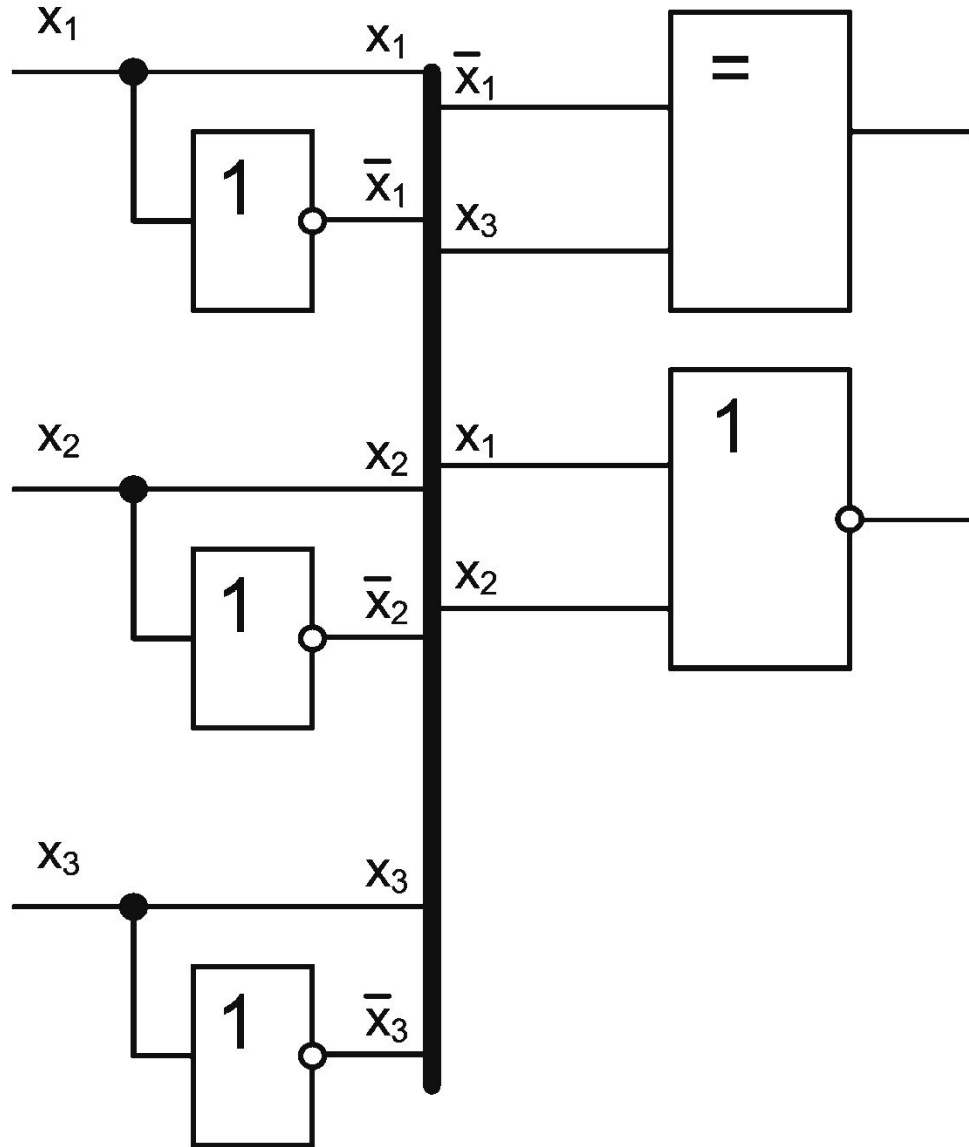


ошибка

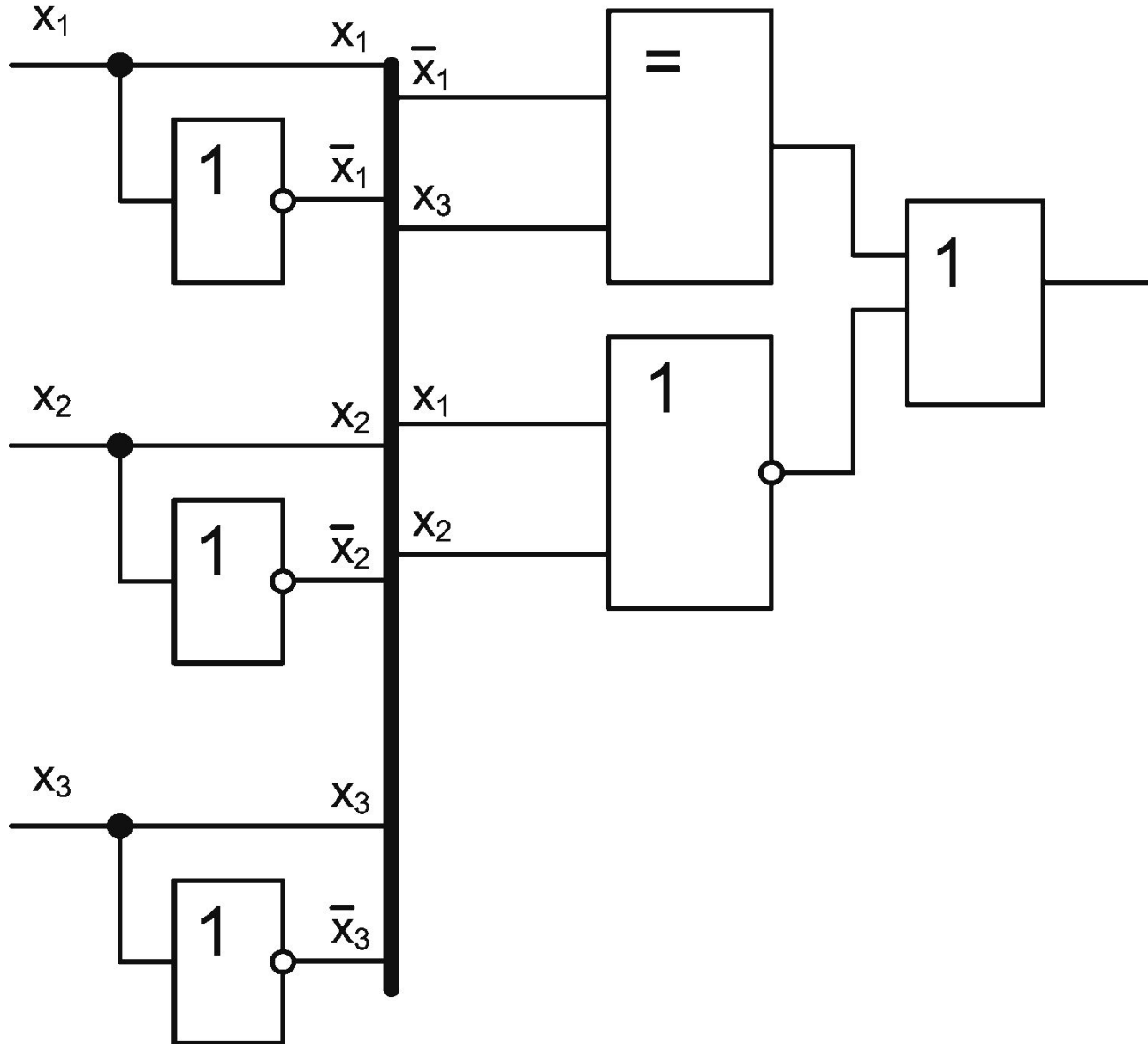
Проводники проводить в угол
блока нельзя



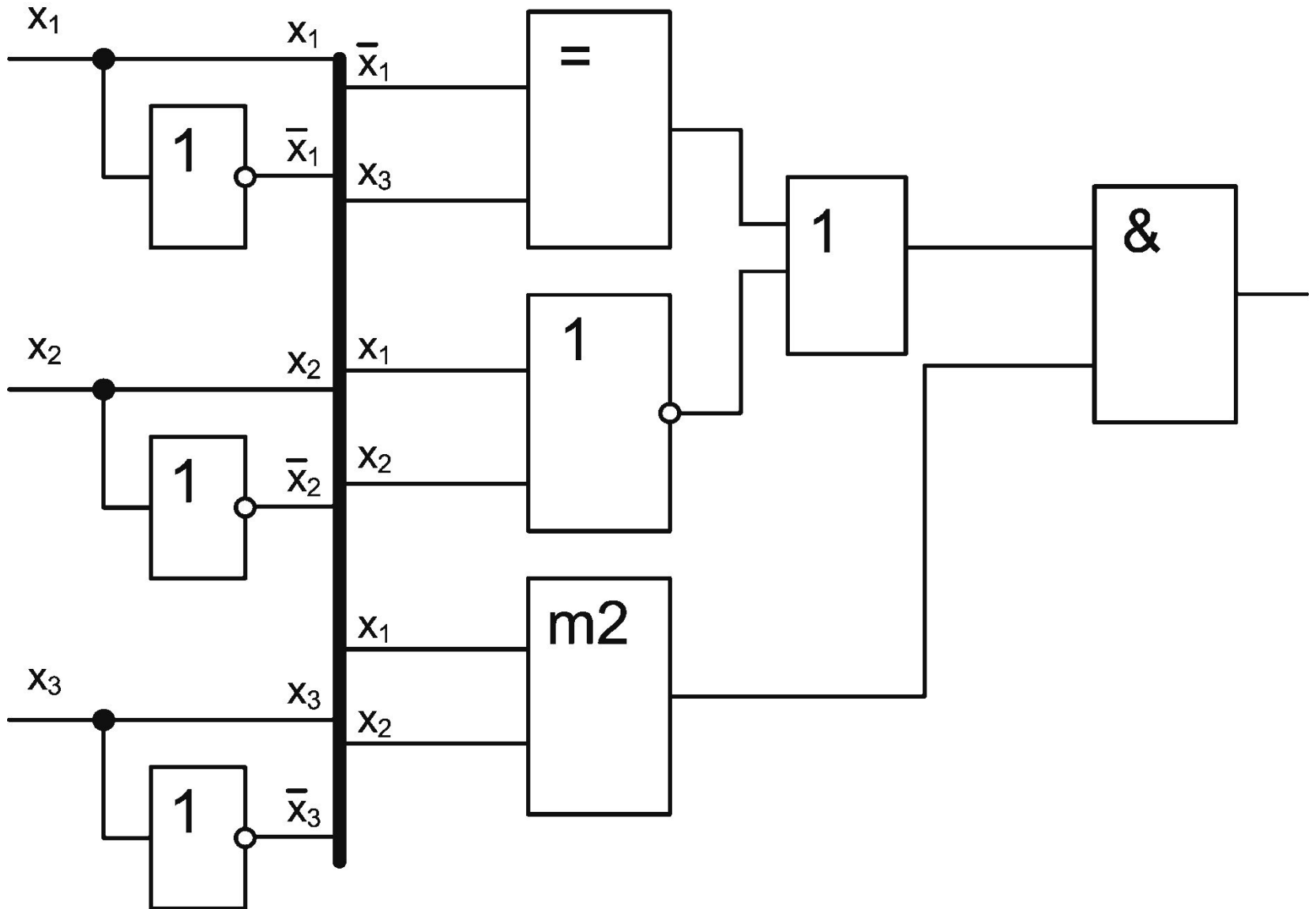
$$f = \left\{ \left[(\bar{x}_1 \equiv x_3) + (x_1 \downarrow x_2) \right] \cdot (x_1 \oplus x_2) \right\} \rightarrow x_3$$



$$f = \left\{ \left[(\overline{x_1} \equiv x_3) + (x_1 \downarrow x_2) \right] \cdot (x_1 \oplus x_2) \right\} \rightarrow x_3$$



$$f = \left\{ \left[(\overline{x_1} \equiv x_3) + (x_1 \downarrow x_2) \right] \cdot (x_1 \oplus x_2) \right\} \rightarrow x_3$$



$$f = \left\{ \left[(\bar{x}_1 \equiv x_3) + (x_1 \downarrow x_2) \right] \cdot (x_1 \oplus x_2) \right\} \rightarrow x_3$$

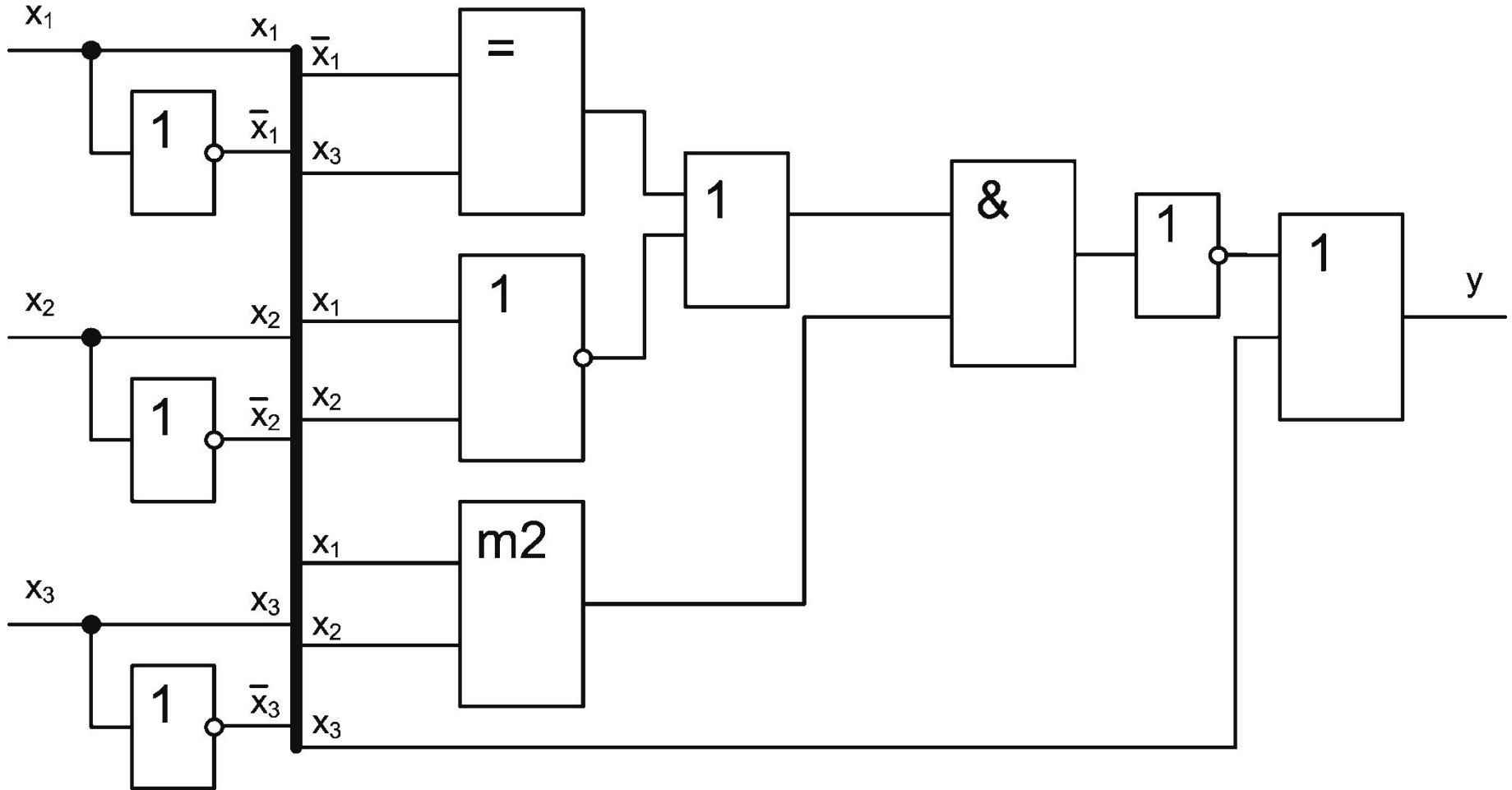




Схема в базисе ОФТС

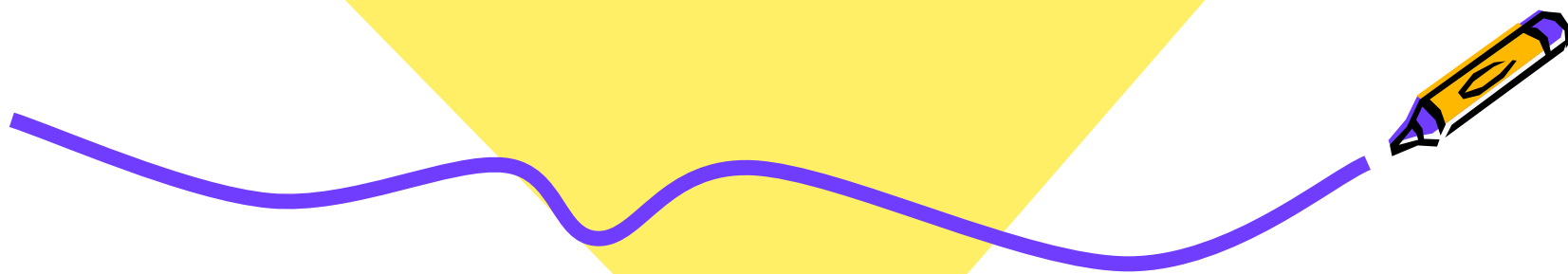
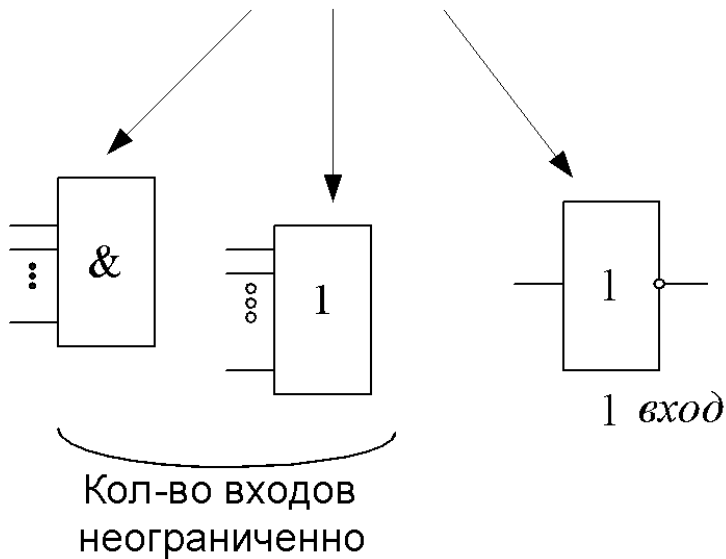


Чертёж д.б. выполнен карандашом, под линейку и ТОЛЬКО ПОД УГЛОМ **90°**

Базис И, ИЛИ, НЕ предполагает использование только 3х микросхем:

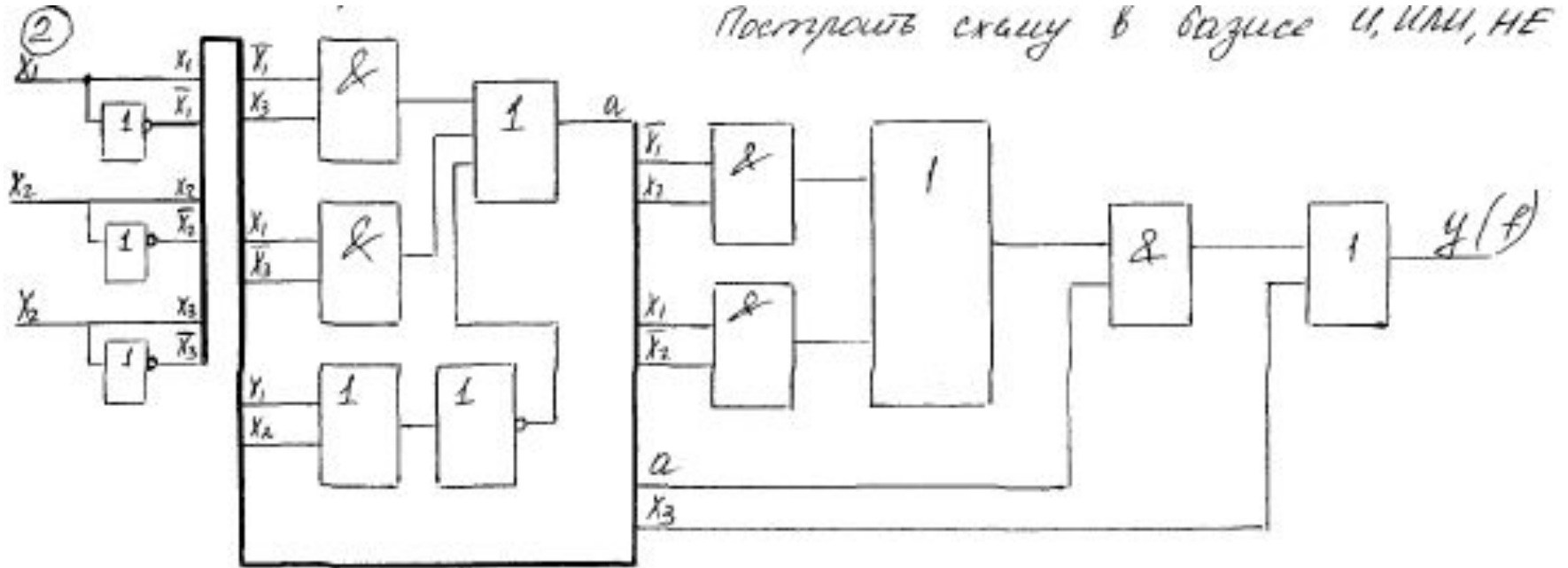


$\& = И = \text{логич.} * = AND = \wedge = \cap$

$1 = ИЛИ = \text{логич.} + = OR = \vee = \cup$

1 вход

$$f = \left\{ \left[\left(\overline{x_1 x_3} + x_1 \overline{x_3} \right) + \left(\overline{x_1 + x_2} \right) \right] \cdot \left(\overline{x_1 x_2} + x_1 \overline{x_2} \right) \right\} + x_3$$

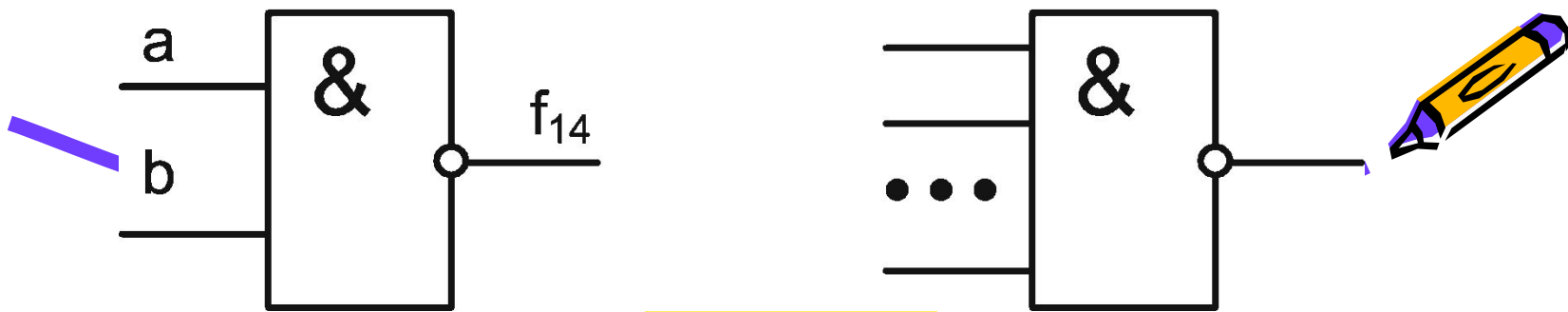


$a = [] ;$

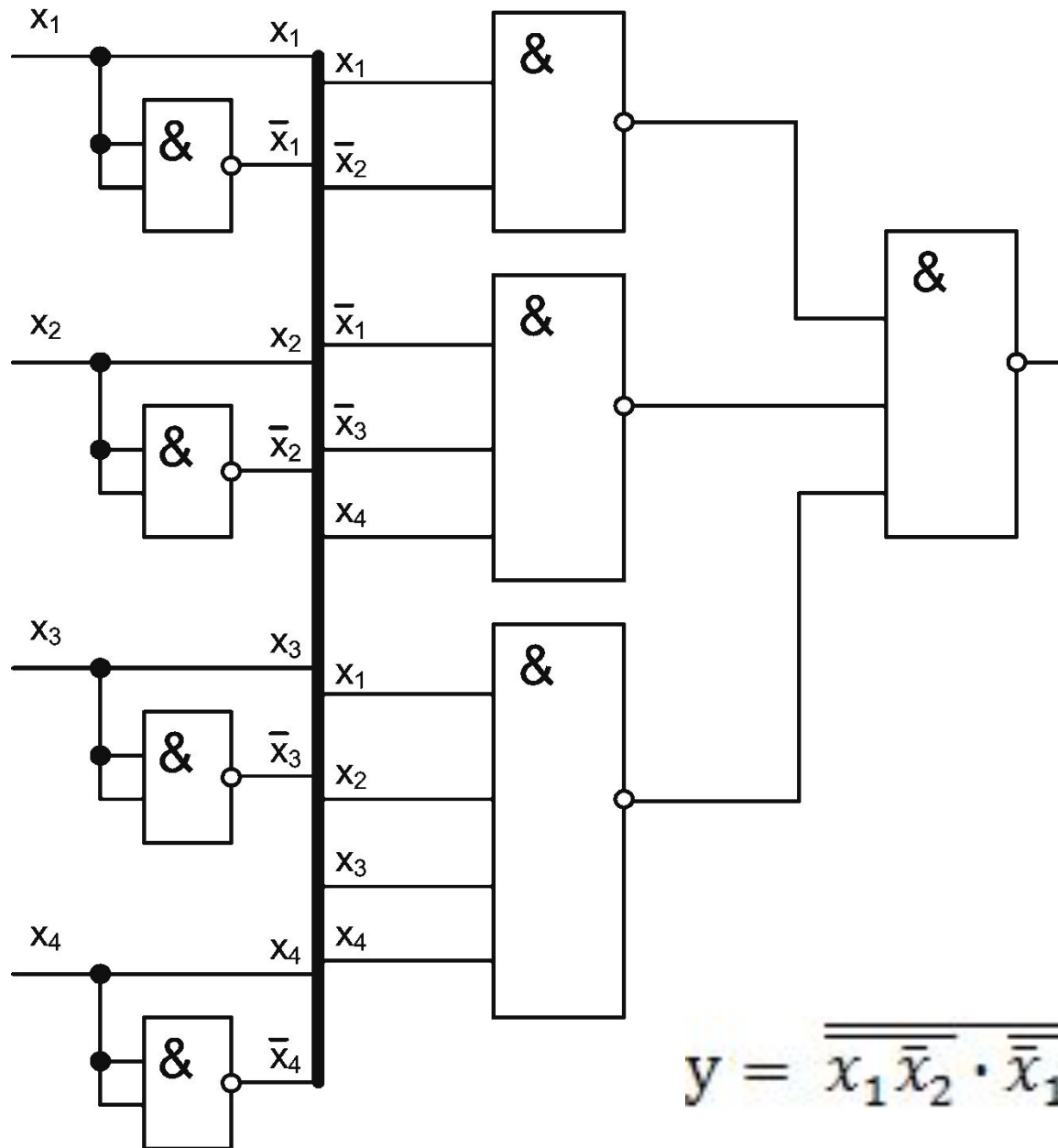
↑ шина - объединение нескольких проверщиков,



Схема в базисе И-НЕ
(количество входов
не ограничено)



$$y = x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4$$



$$y = \overline{\overline{x_1 \bar{x}_2} \cdot \overline{\bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4} \cdot \overline{x_1 x_2 x_3 x_4}}$$


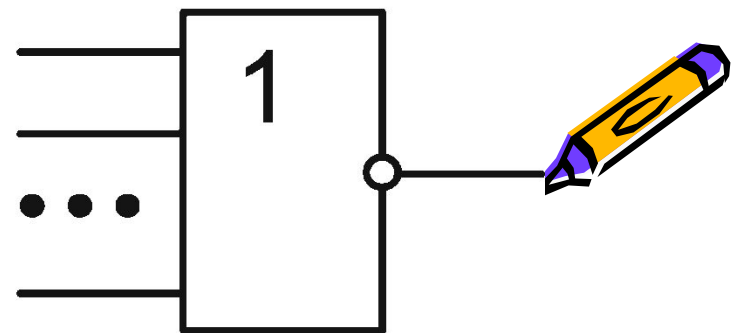
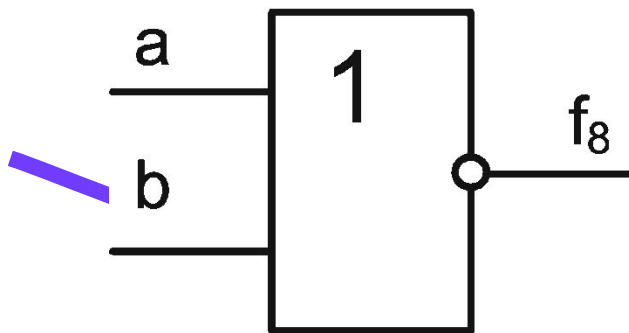
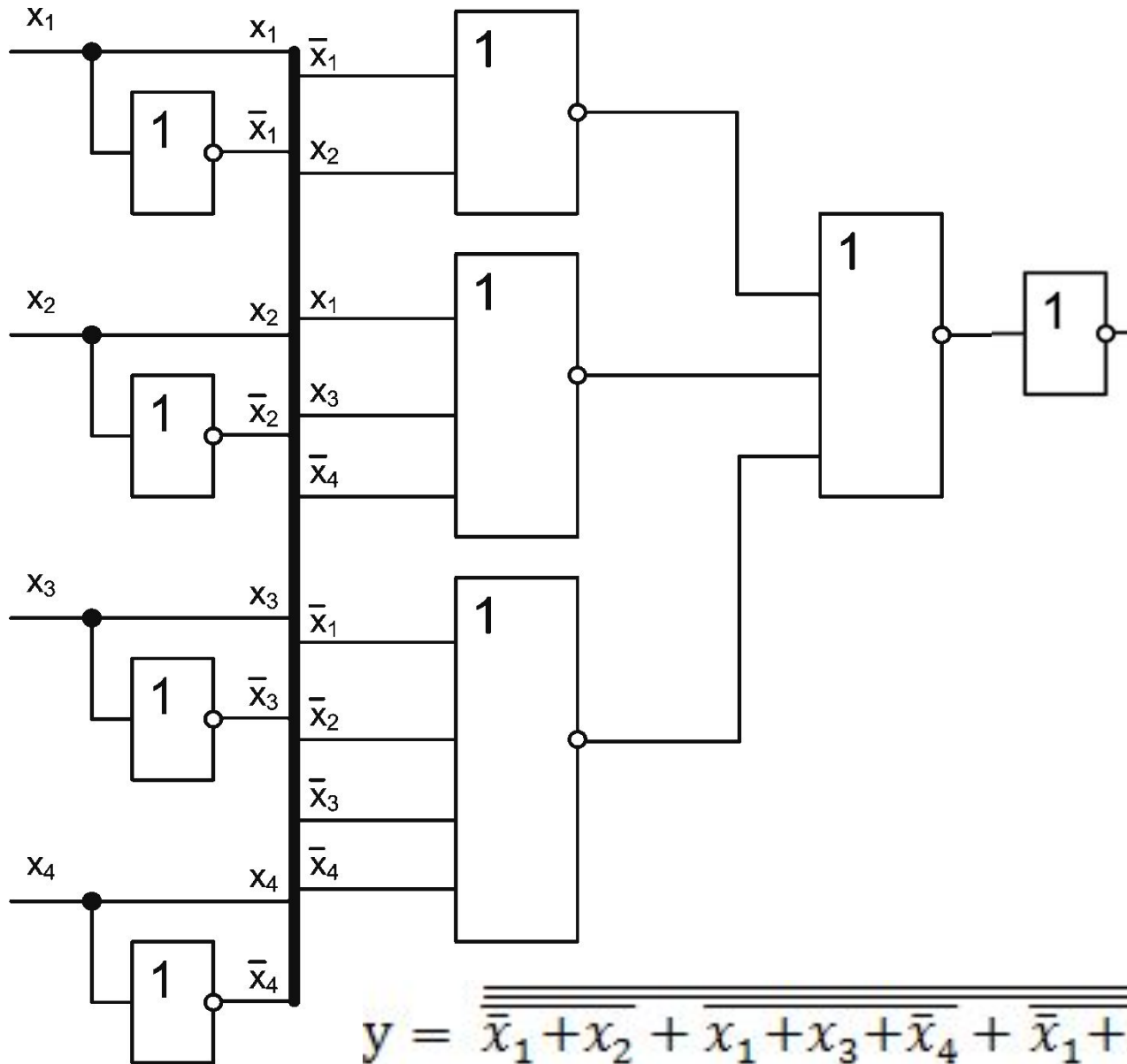


Схема в базисе ИЛИ-НЕ
(количество входов
не ограничено)



$$y = x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4$$



$$y = \overline{\overline{\bar{x}_1 + x_2 + \bar{x}_1 + x_3 + \bar{x}_4} + \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}$$



Схемы с памятью или со
схемами задержки

Схемы с памятью

$$q_1(t+1) = \bar{x}_1\bar{x}_2(\bar{q}_1\bar{q}_2 + \bar{q}_1q_2 + q_1\bar{q}_2) + \bar{x}_1x_2(q_1\bar{q}_2 + q_1q_2) + x_1x_2q_1q_2$$

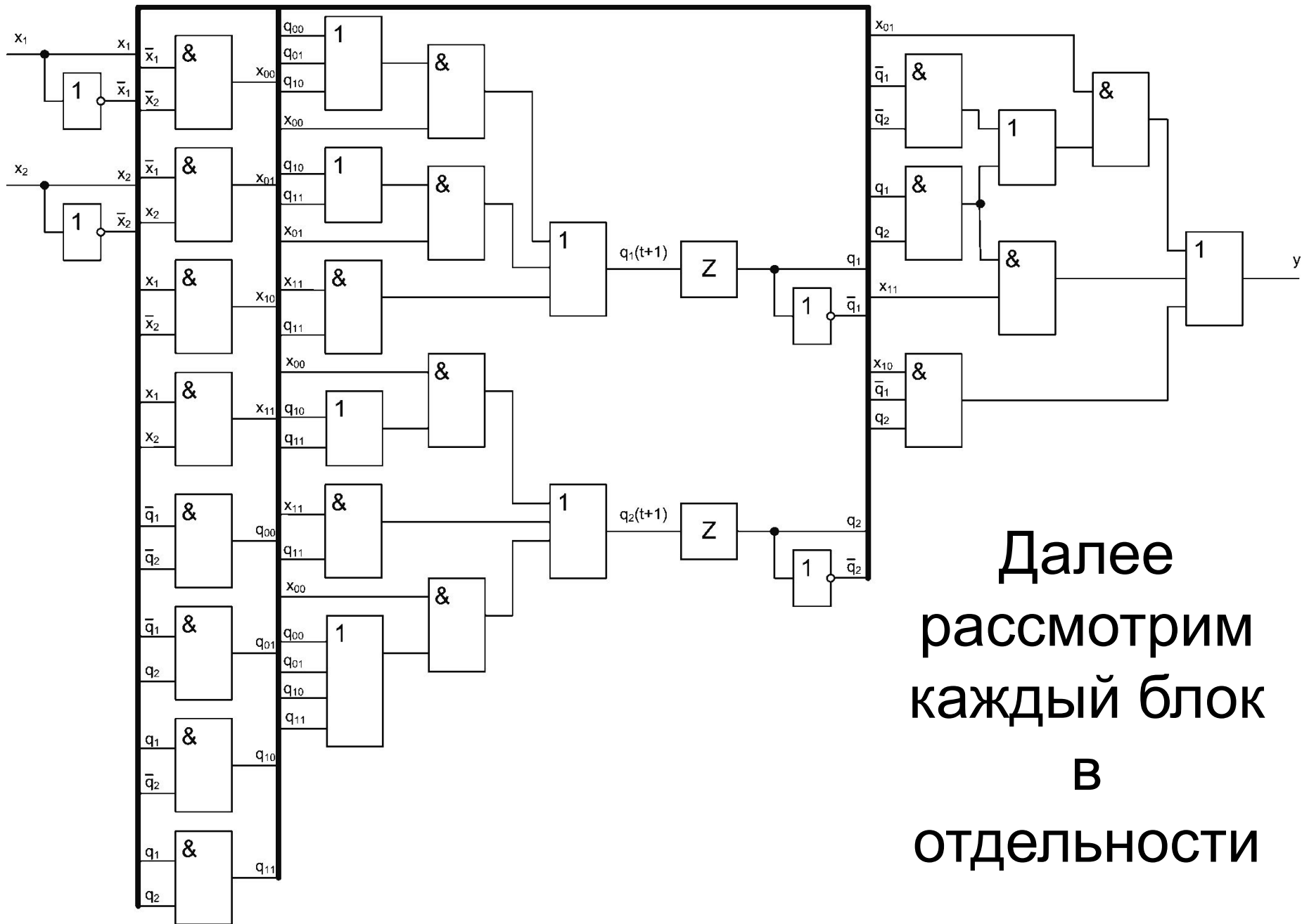
$$q_1(t+1) = x_{00}(q_{00} + q_{01} + q_{10}) + x_{01}(q_{10} + q_{11}) + x_{11}q_{11}$$

$$q_2(t+1) = \bar{x}_1\bar{x}_2(\bar{q}_1\bar{q}_2 + q_1q_2) + \bar{x}_1x_2q_1q_2 + x_1\bar{x}_2(\bar{q}_1\bar{q}_2 + \bar{q}_1q_2 + q_1\bar{q}_2 + q_1q_2)$$

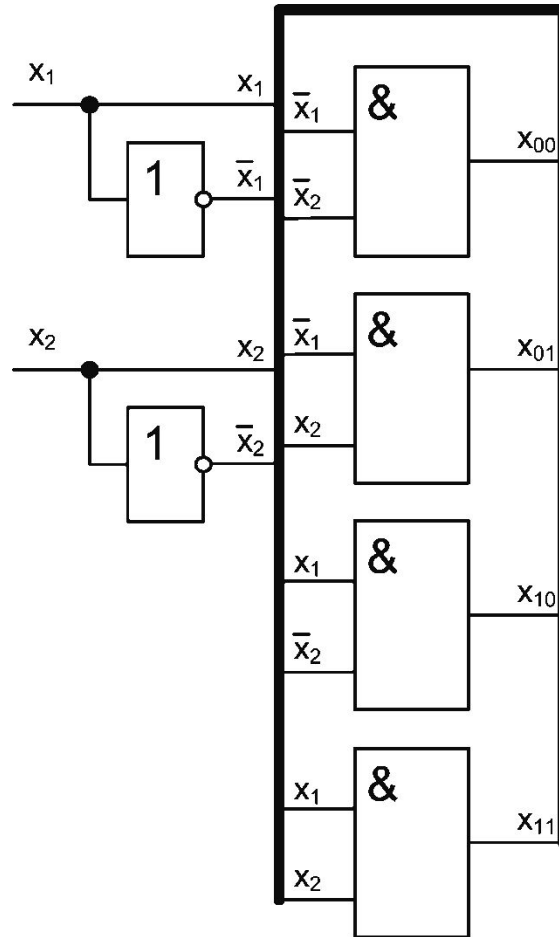
$$q_2(t+1) = x_{00}(q_{00} + q_{11}) + x_{01}q_{11} + x_{10}(q_{00} + q_{01} + q_{10} + q_{11})$$

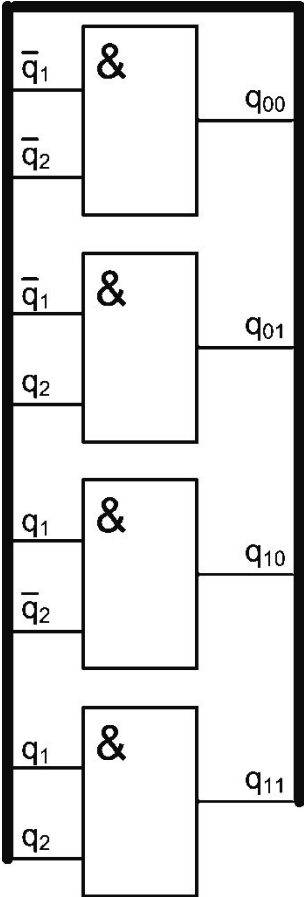
$$y(t) = \bar{x}_1x_2(\bar{q}_1\bar{q}_2 + q_1q_2) + x_1\bar{x}_2\bar{q}_1q_2 + x_1x_2q_1q_2$$

$$y(t) = x_{01}(\bar{q}_1\bar{q}_2 + q_1q_2) + x_{10}\bar{q}_1q_2 + x_{11}q_1q_2$$

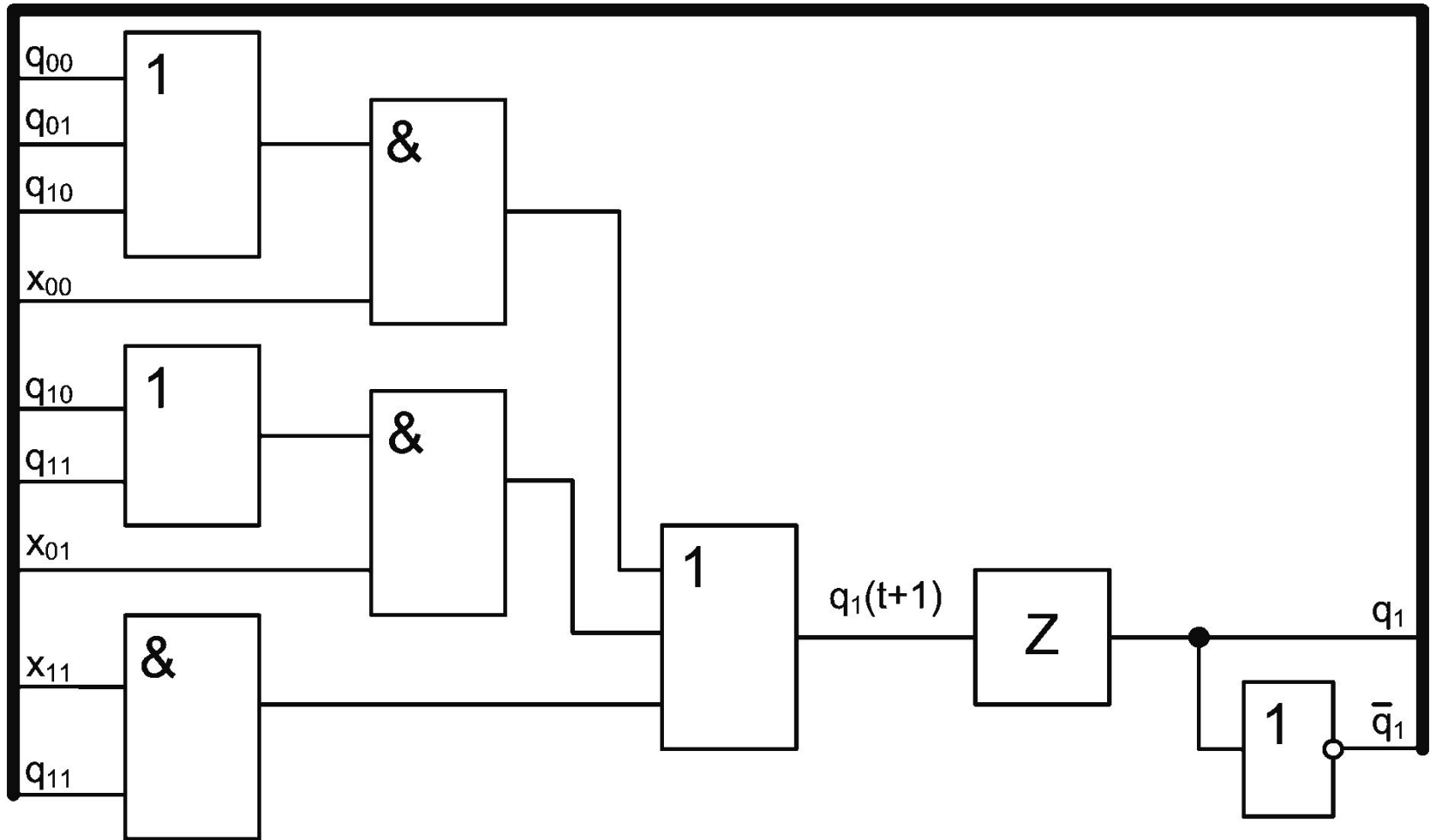


Далее
рассмотрим
каждый блок
В
отдельности

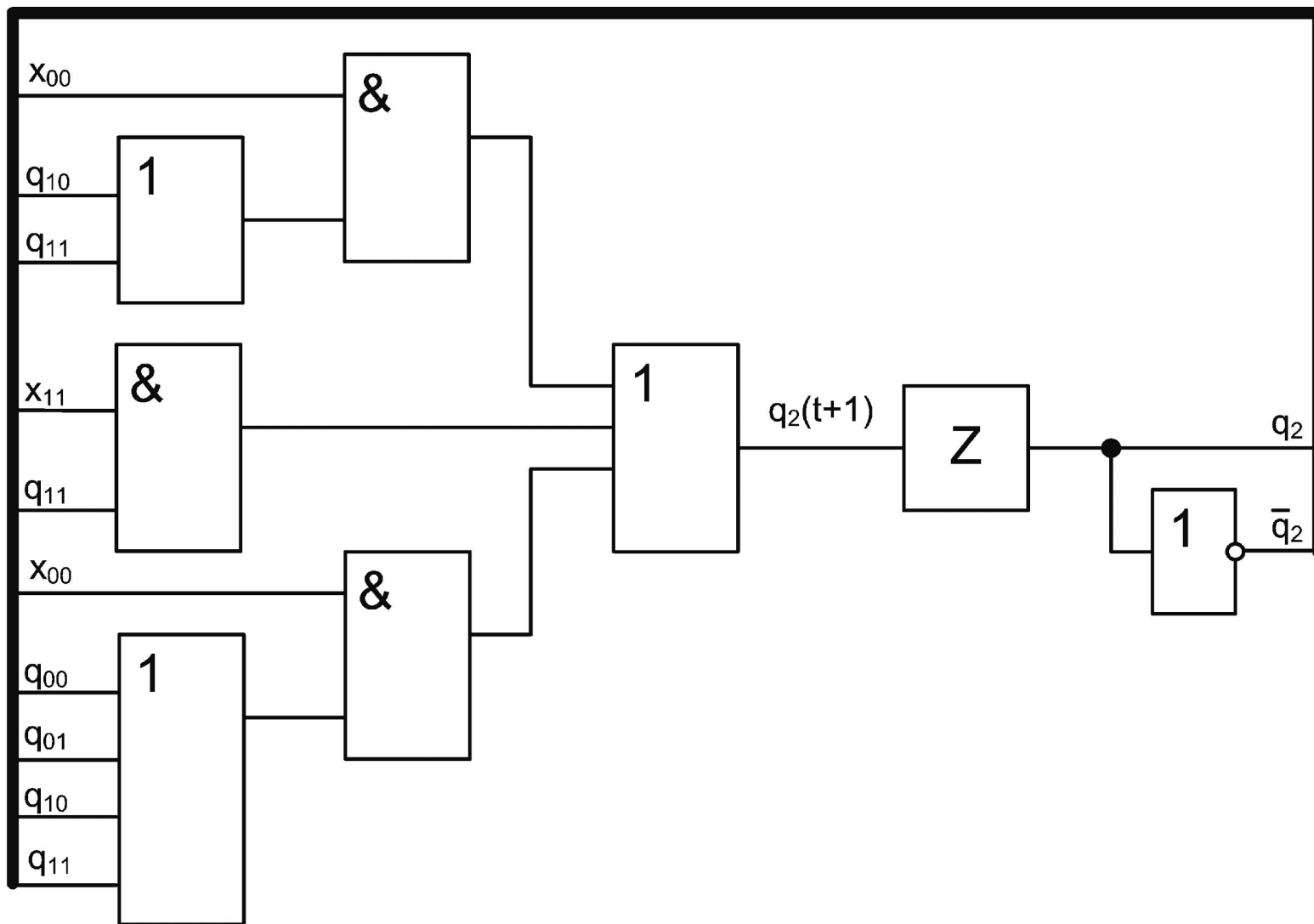




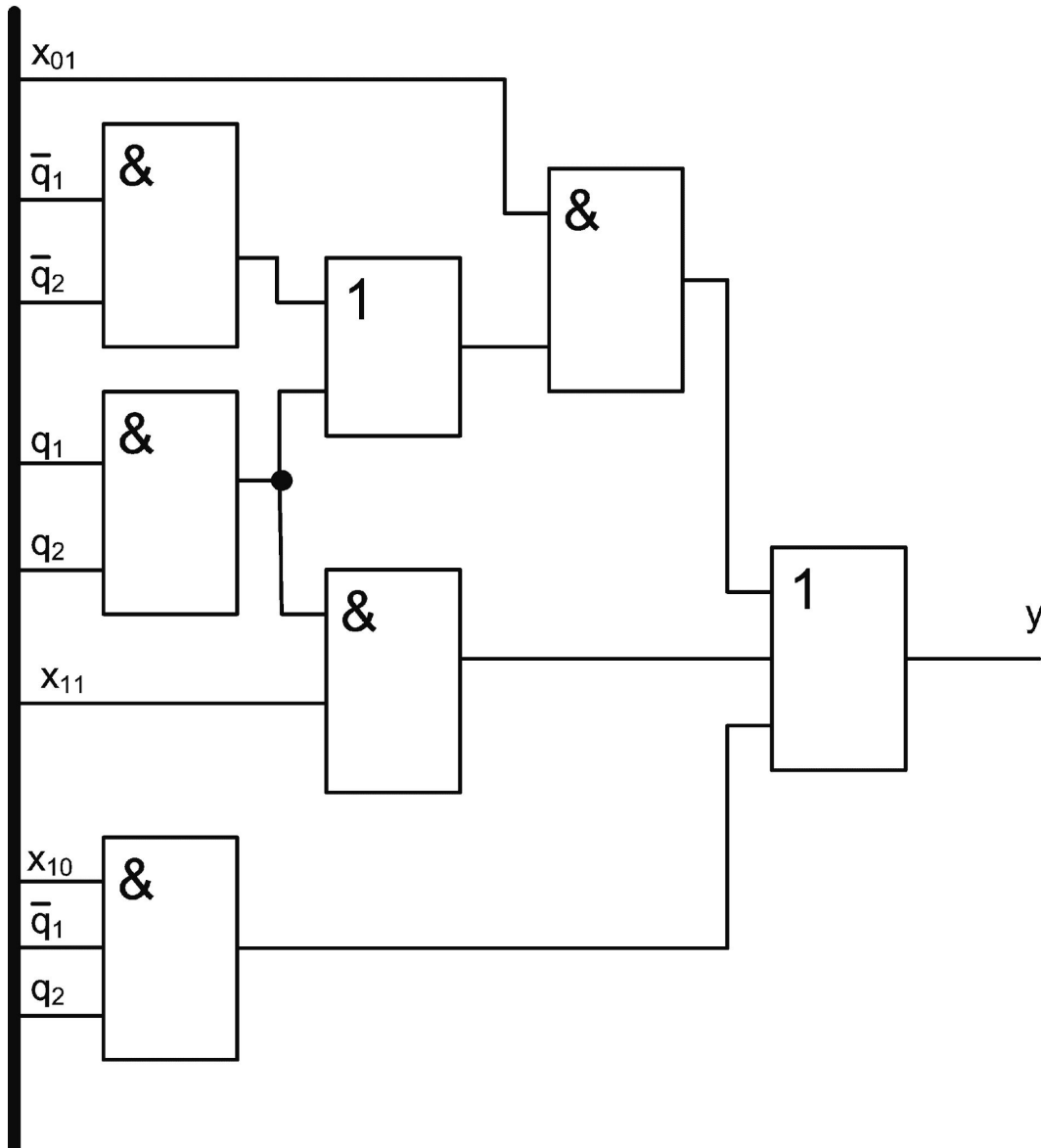
$$q_1(t + 1) = x_{00}(q_{00} + q_{01} + q_{10}) + x_{01}(q_{10} + q_{11}) + x_{11}q_{11}$$



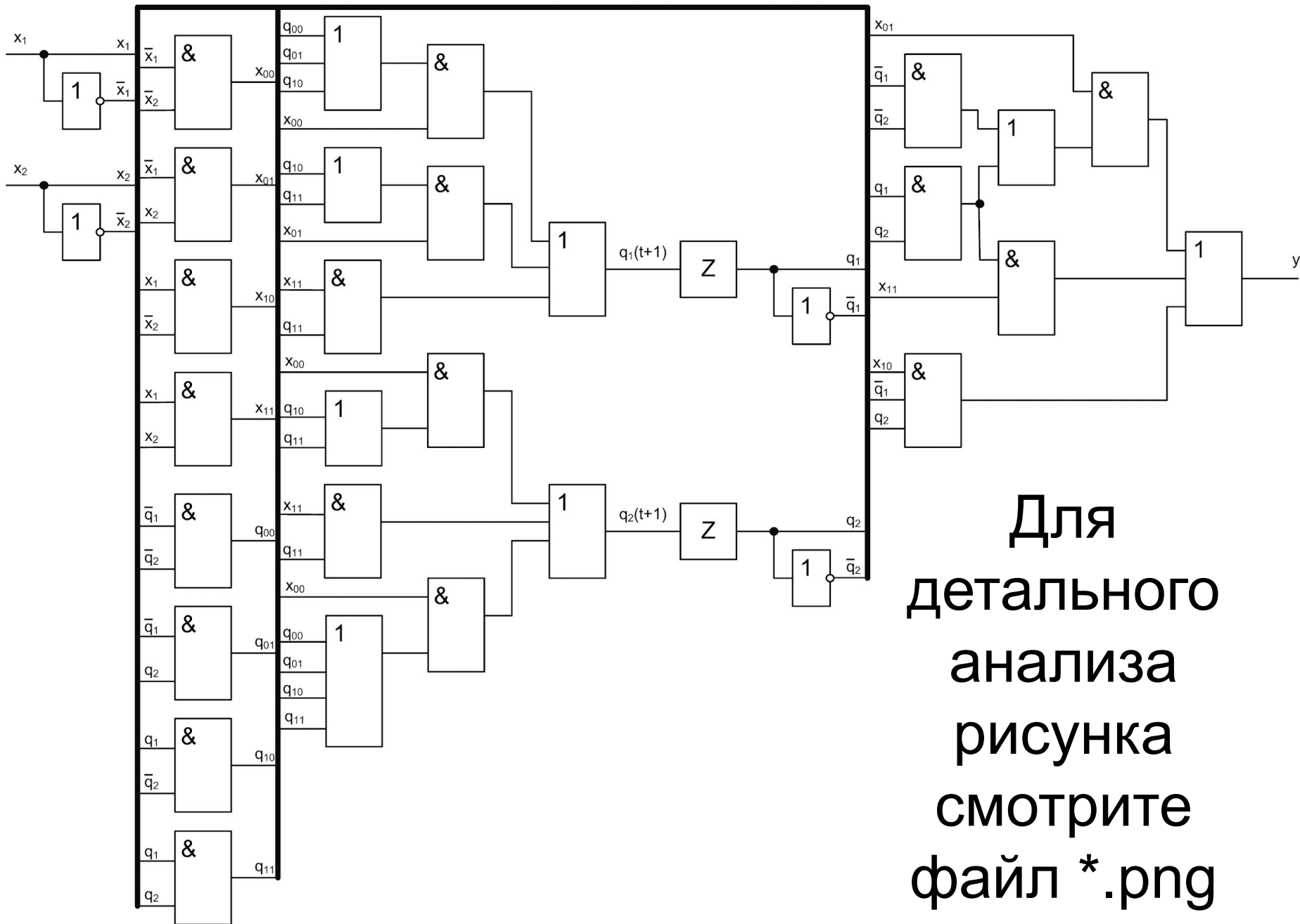
$$q_2(t + 1) = x_{00}(q_{00} + q_{11}) + x_{01}q_{11} + x_{10}(q_{00} + q_{01} + q_{10} + q_{11})$$



$$y(t) = x_{01}(\bar{q}_1\bar{q}_2 + q_1q_2) + x_{10}\bar{q}_1q_2 + x_{11}q_1q_2$$

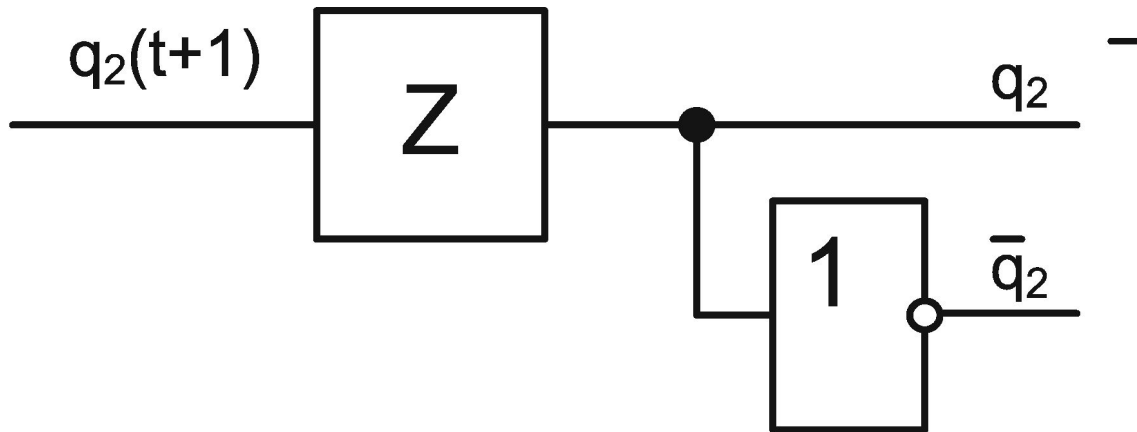


ВНИМАНИЕ!
q00-q11
 из предыдущей
 каскадной
 схемы
НЕ
ИСПОЛЬЗУЕМ

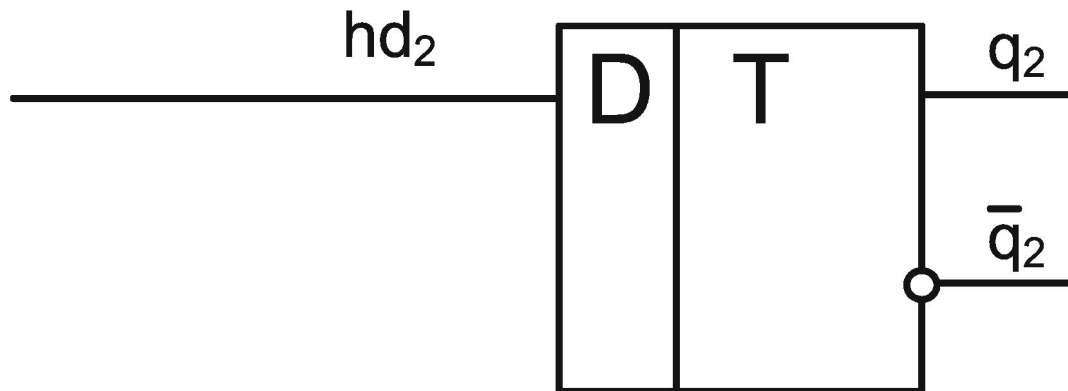


Для
 детального
 анализа
 рисунка
 смотрите
 файл *.png

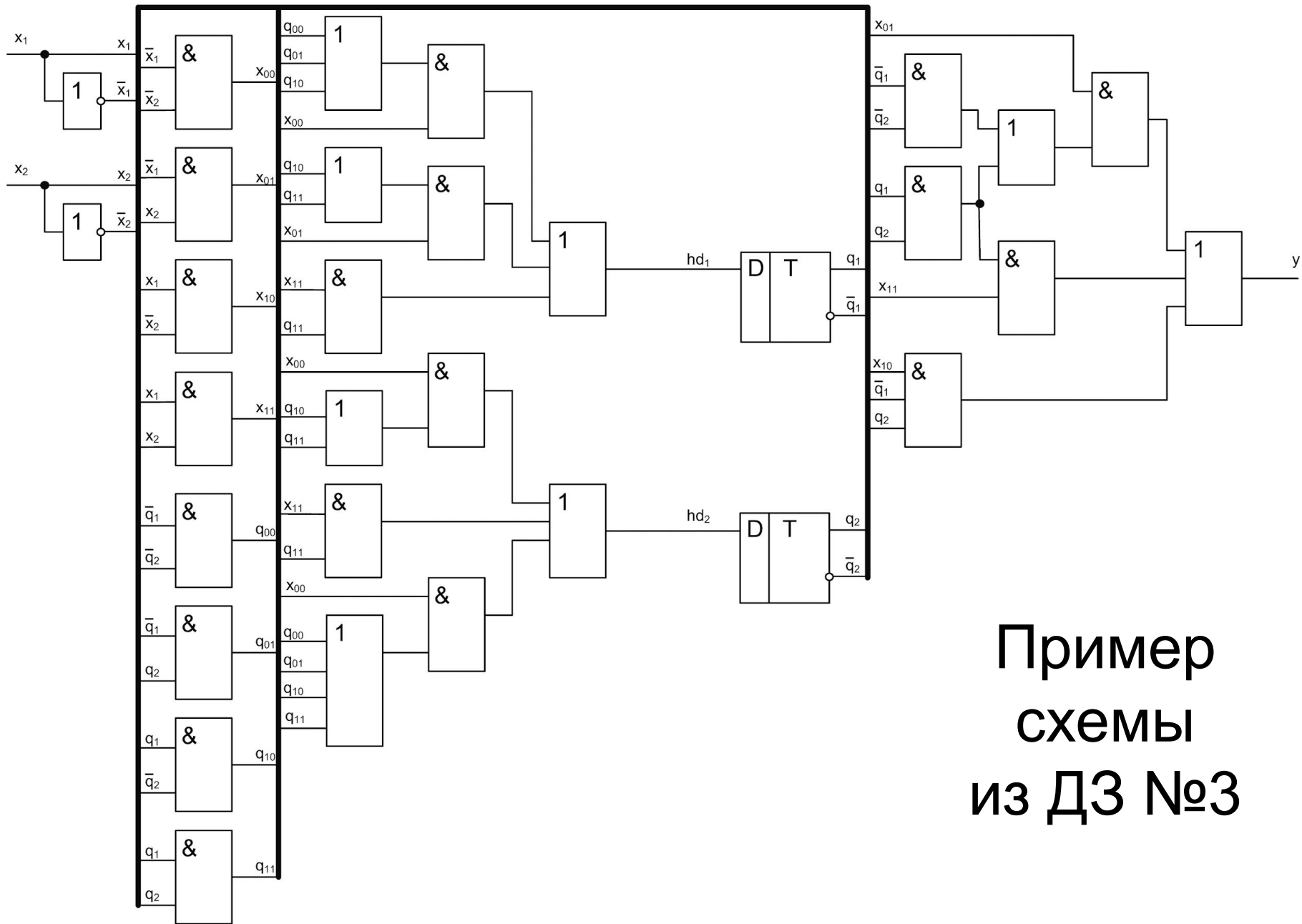
Введем D-триггер вместо схем задержки



$$hd_2 = q_2(t + 1)$$



аналогично
 $hd_1 = q_1(t + 1)$

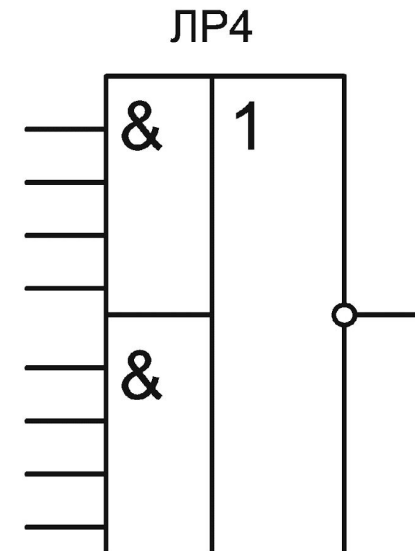
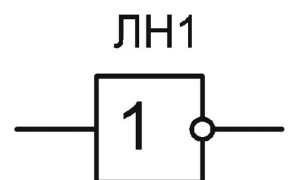
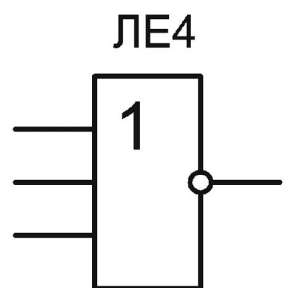
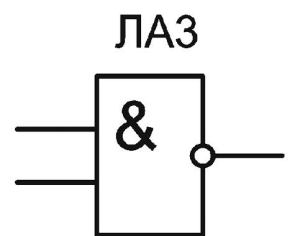
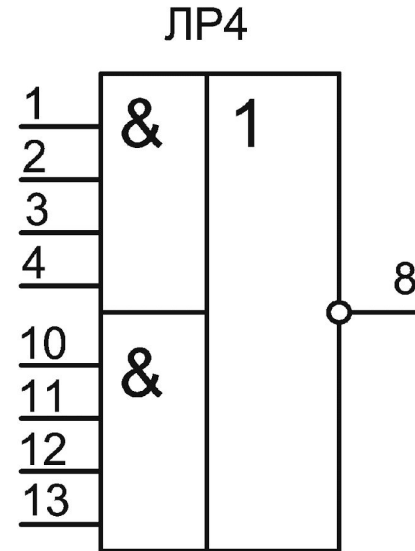
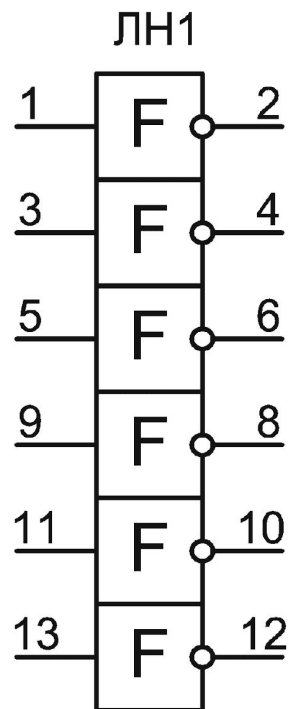
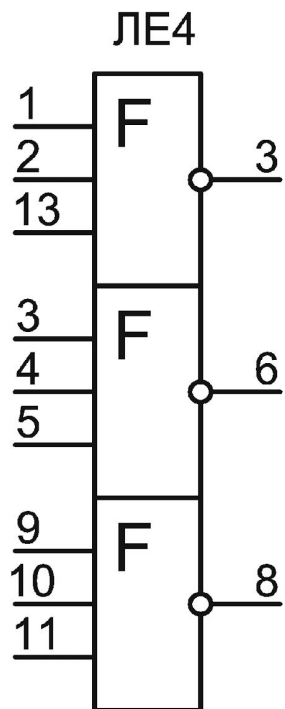
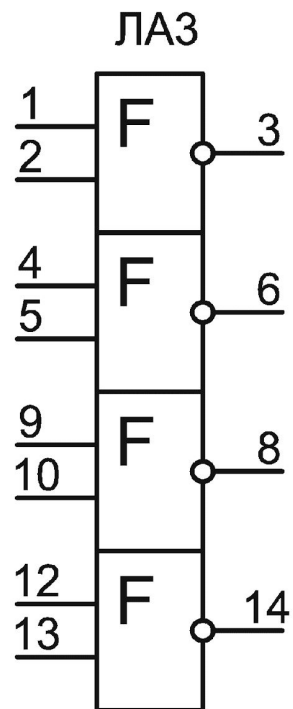


Пример
схемы
из ДЗ №3



Схемы в базисах
ЛАЗ, ЛЕ4
и
ЛН1, ЛР4





к.14 - Уп

к.7 - ⊥

Тип	F	ТУ
533ЛА3	&	1
533ЛЕ4	1	28
533ЛН1	1	1

$$y = \bar{x} + x\bar{q}_1 + xq_1\bar{q}_2 + xq_1q_2\bar{q}_3 + xq_1q_2q_3\bar{q}_4 + xq_1q_2q_3q_4q_5$$

Для упрощения
моделирования
разбиваем на четыре
подфункции:

$$y = y_1 + y_2 + y_3 + y_4$$

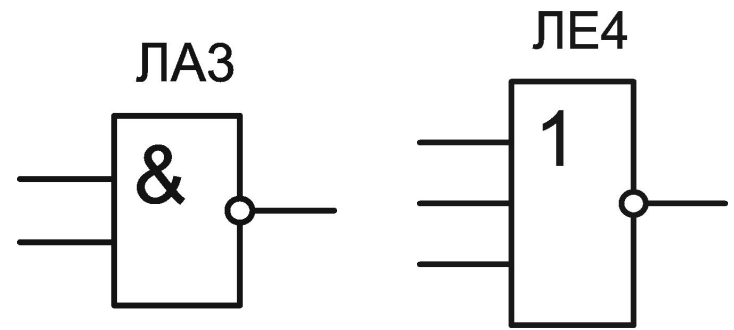
$$y_1 = \bar{x} + x\bar{q}_1 + xq_1\bar{q}_2$$

$$y_2 = xq_1q_2\bar{q}_3$$

$$y_3 = xq_1q_2q_3\bar{q}_4$$

$$y_4 = xq_1q_2q_3q_4q_5$$

Схема в базисе ЛАЗ, ЛЕ4



$$y_1 = \bar{x} + x\bar{q}_1 + xq_1\bar{q}_2$$

$$y_1 = \overline{\overline{\bar{x} + x\bar{q}_1 + xq_1\bar{q}_2}} = \overline{\bar{x} + \overline{\bar{x} + q_1} + \overline{\bar{x} + \bar{q}_1} + q_2} = \bar{y}_1$$

$$\bar{y}_1 = \overline{\bar{x} + \overline{\bar{x} + q_1 + q_1} + \overline{\bar{x} + \bar{q}_1} + q_2}$$

$$y_2 = xq_1q_2\bar{q}_3$$

$$y_2 = \overline{\overline{xq_1} + \bar{q}_2 + q_3}$$

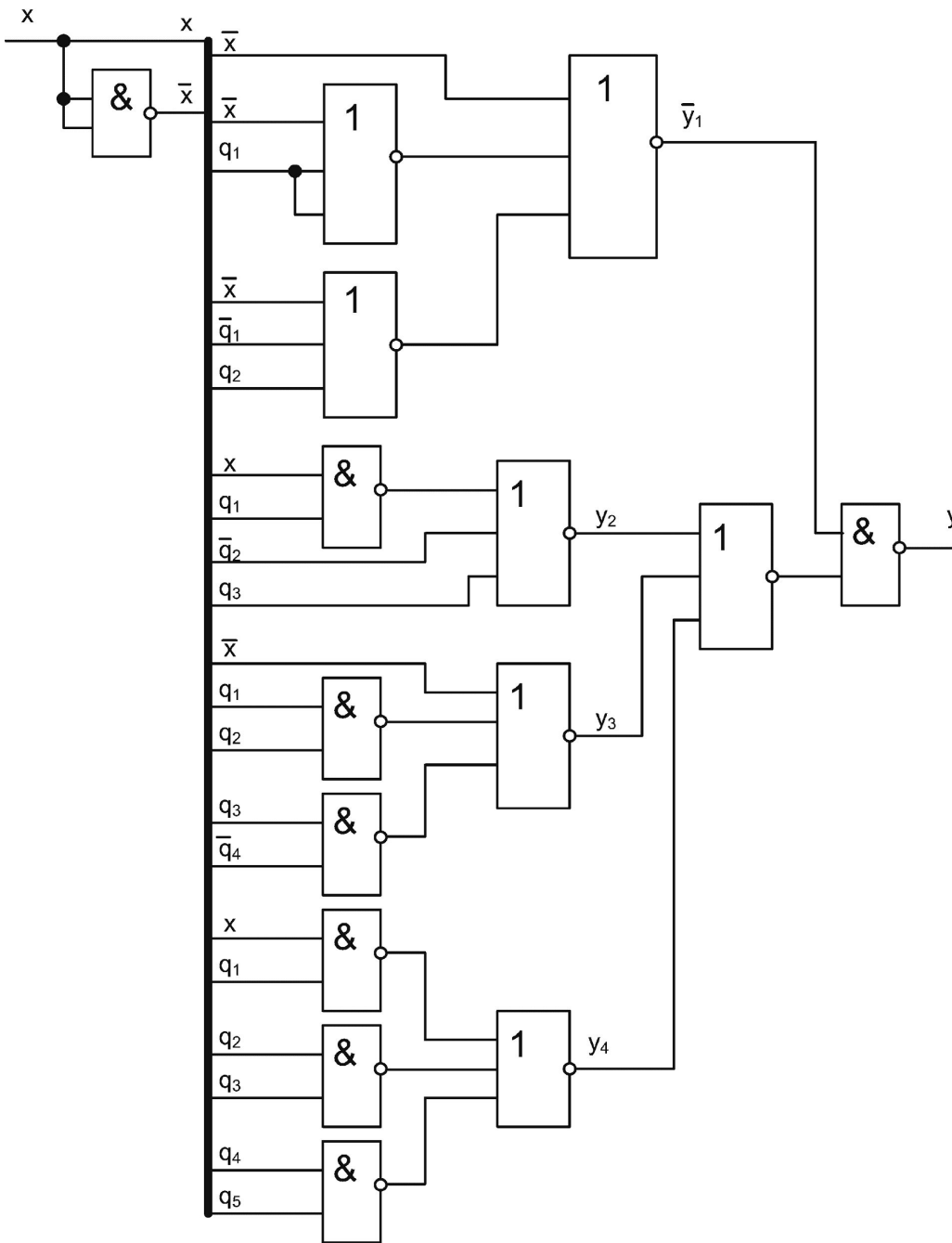
$$y_3 = xq_1q_2q_3\bar{q}_4$$

$$y_3 = \overline{\bar{x} + \overline{q_1q_2} + \overline{q_3\bar{q}_4}}$$

$$y_4 = xq_1q_2q_3q_4q_5$$

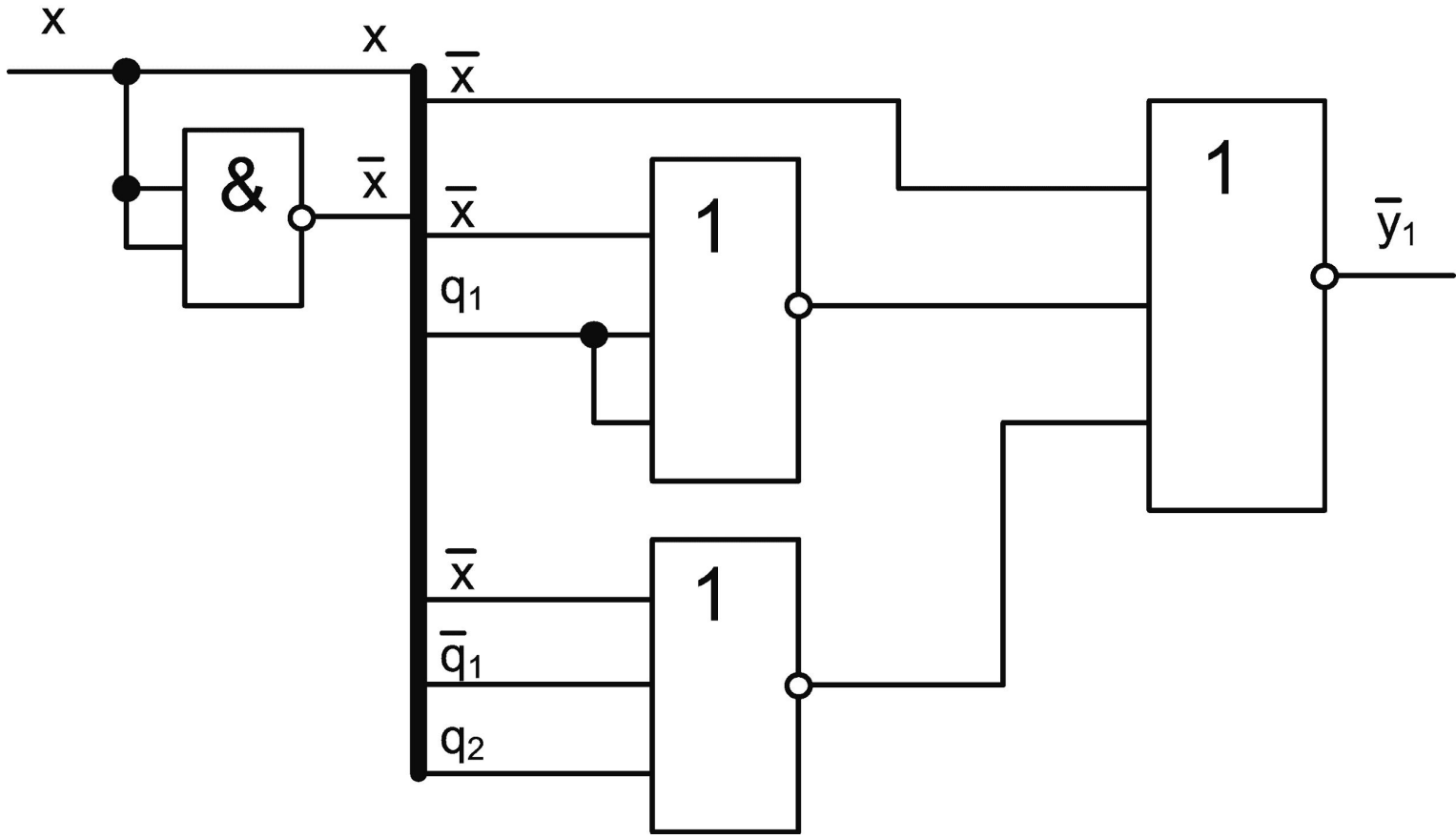
$$y_4 = \overline{\overline{\bar{x}q_1} + \overline{q_2q_3} + \overline{q_4q_5}}$$

$$y = \overline{\overline{\bar{y}_1 + y_2 + y_3 + y_4}} = \overline{\bar{y}_1 \cdot \overline{y_2 + y_3 + y_4}}$$

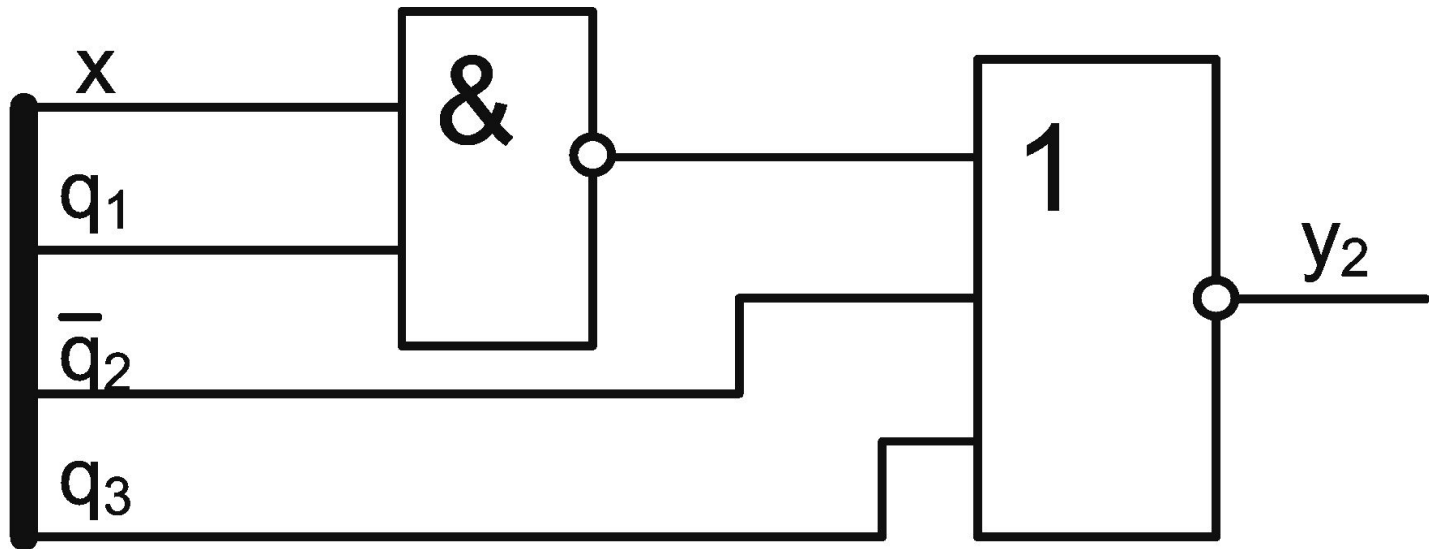


Далее
рассмотрим
каждый блок
в
отдельности

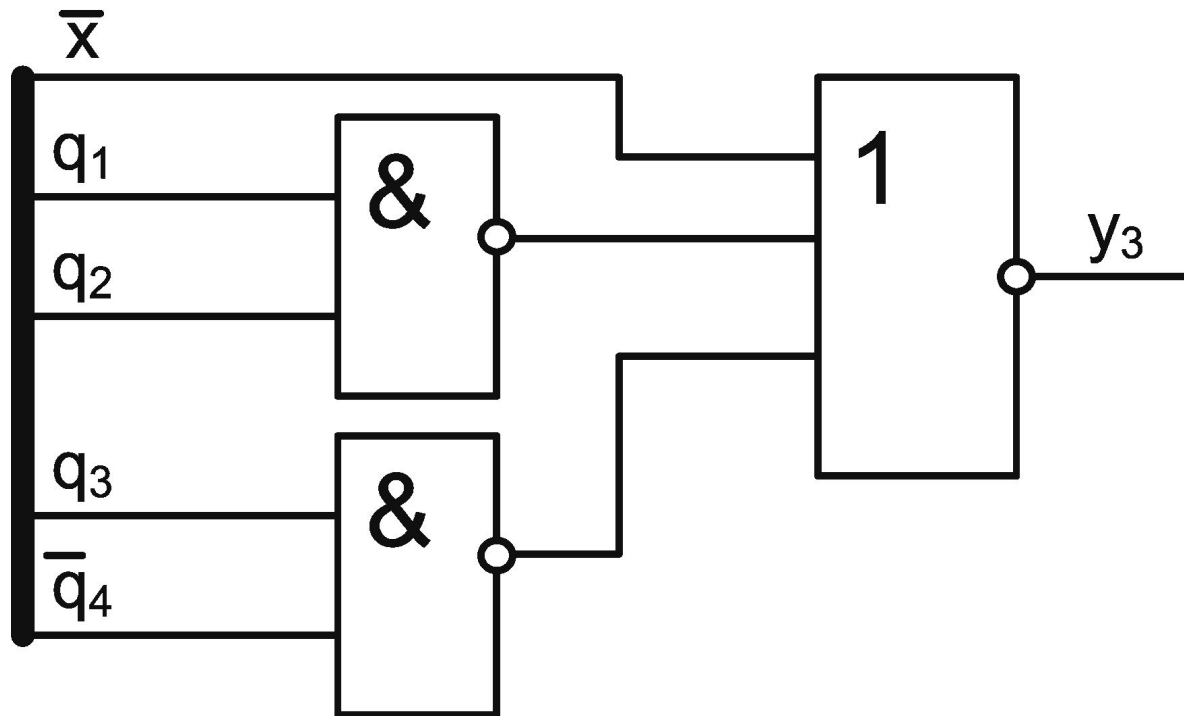
$$\bar{y}_1 = \overline{\bar{x} + \overline{\bar{x} + q_1 + q_1} + \bar{x} + \bar{q}_1 + q_2}$$



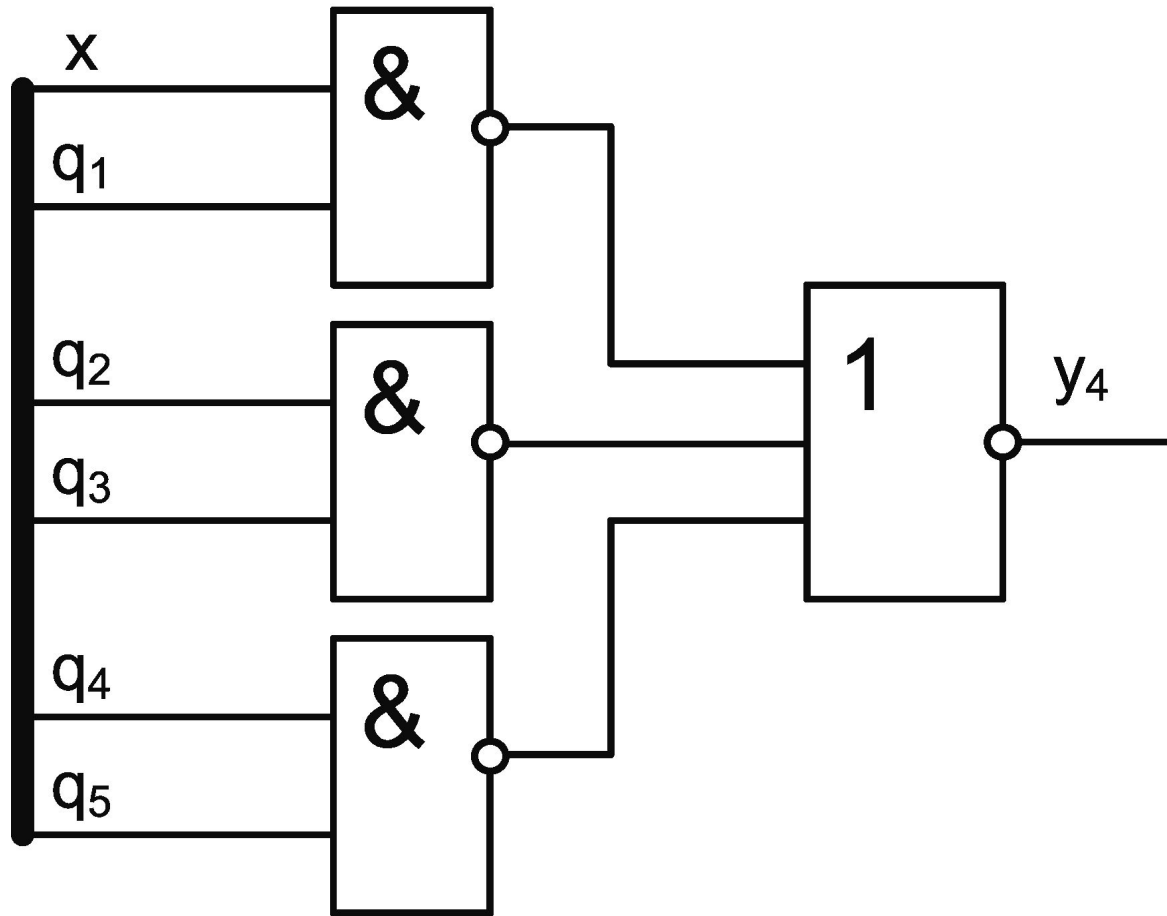
$$y_2 = \overline{\overline{xq_1} + \bar{q}_2 + q_3}$$

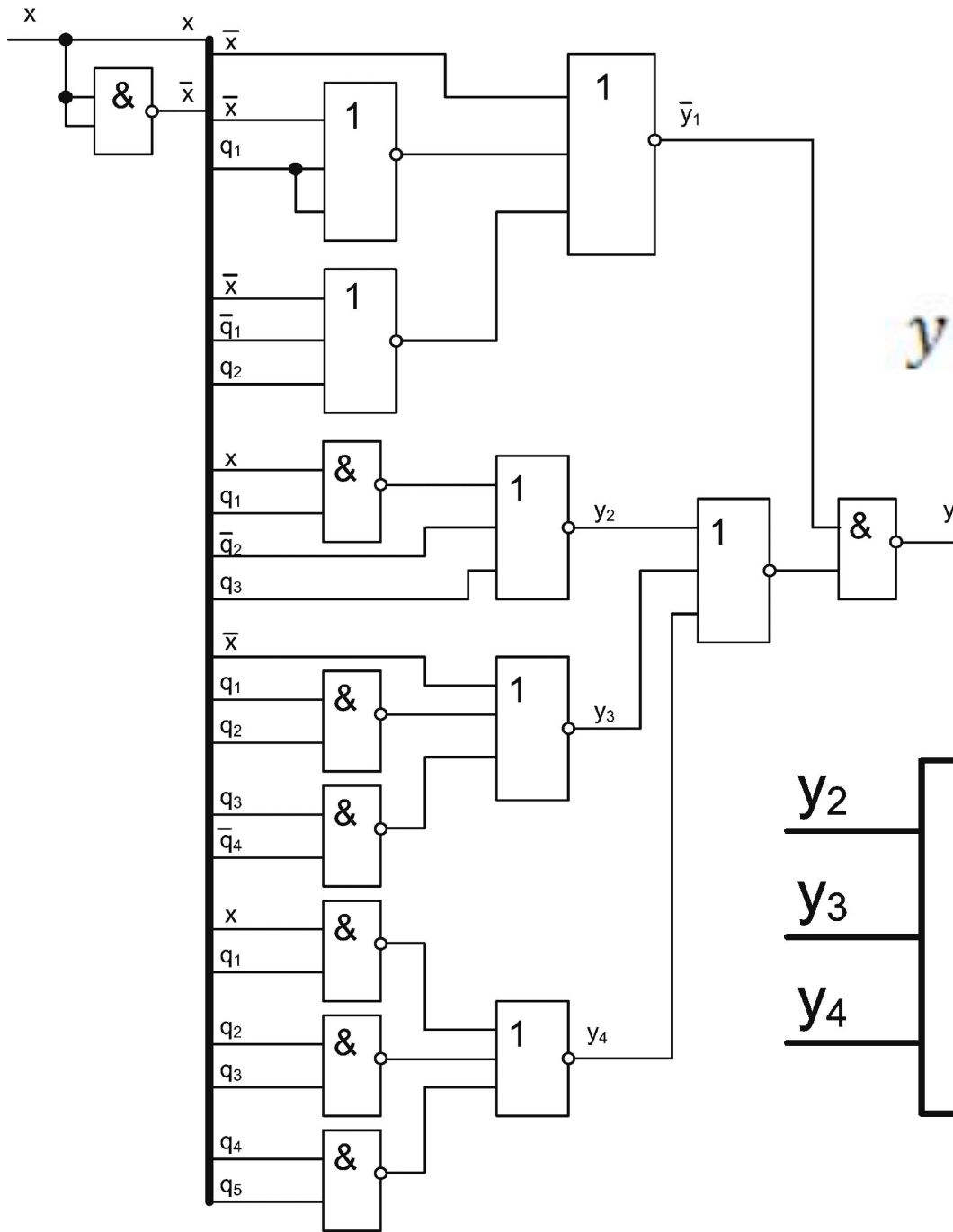


$$y_3 = \bar{x} + \overline{q_1 q_2} + \overline{q_3 \bar{q}_4}$$



$$y_4 = \overline{\overline{xq_1 + q_2q_3 + q_4q_5}}$$





$$y = \overline{\overline{y_1} \cdot y_2 + y_3 + y_4}$$

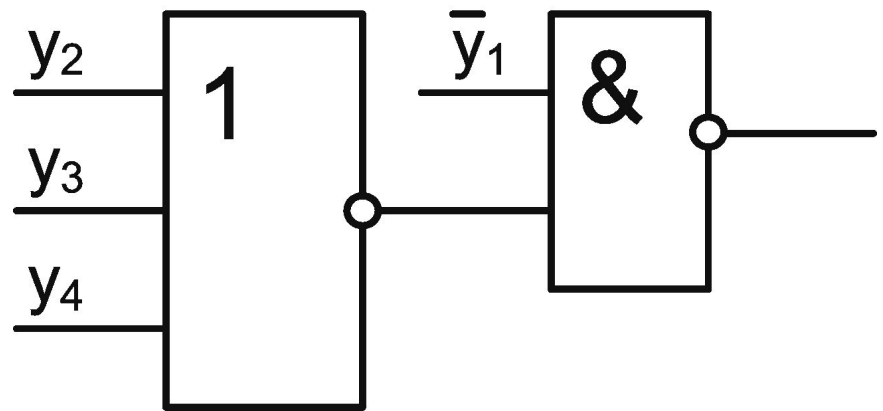
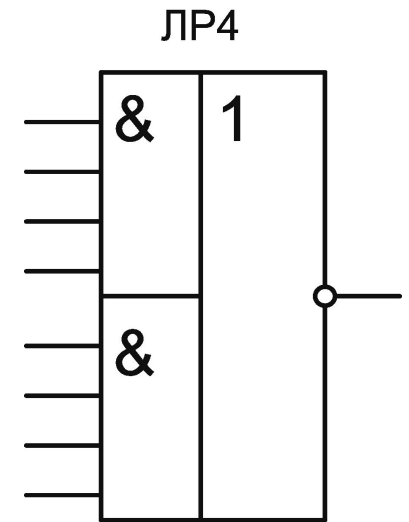
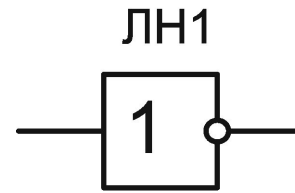


Схема в базисе ЛН1, ЛР4



$$y_3 = xq_1q_2q_3\bar{q}_4$$

$$y_3 = \overline{xq_1q_2q_3 + 0} + q_4$$

$$\overline{xq_1q_2q_3 + 0} = a$$

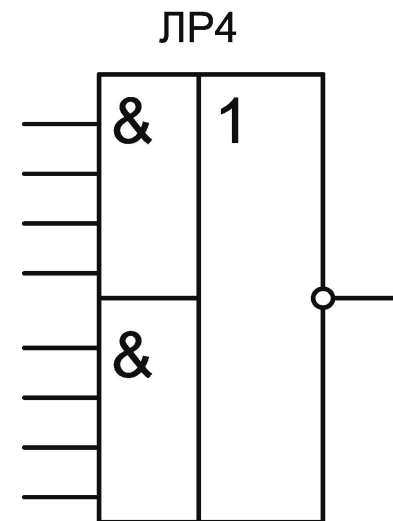
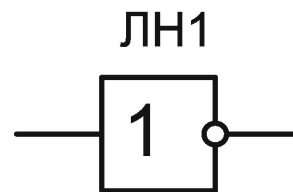
$$y_3 = \overline{a + q_4} = \overline{a \cdot a \cdot a \cdot a + q_4 \cdot q_4 \cdot q_4 \cdot q_4}$$

$$y_4 = xq_1q_2q_3q_4q_5$$

$$y_4 = \bar{a} \cdot q_4q_5 = \overline{\bar{a} \cdot q_4q_5q_5 + 0}$$

$$f = \overline{\bar{a} \cdot q_4q_5q_5 + 0} = \bar{y}_4$$

Схема в базисе ЛН1, ЛР4



$$y_1 = \bar{x} + x\bar{q}_1 + xq_1\bar{q}_2$$

$$y_2 = xq_1q_2\bar{q}_3$$

$$y_1 + y_2 = \bar{x} + x\bar{q}_1 + xq_1\bar{q}_2 + xq_1q_2\bar{q}_3$$

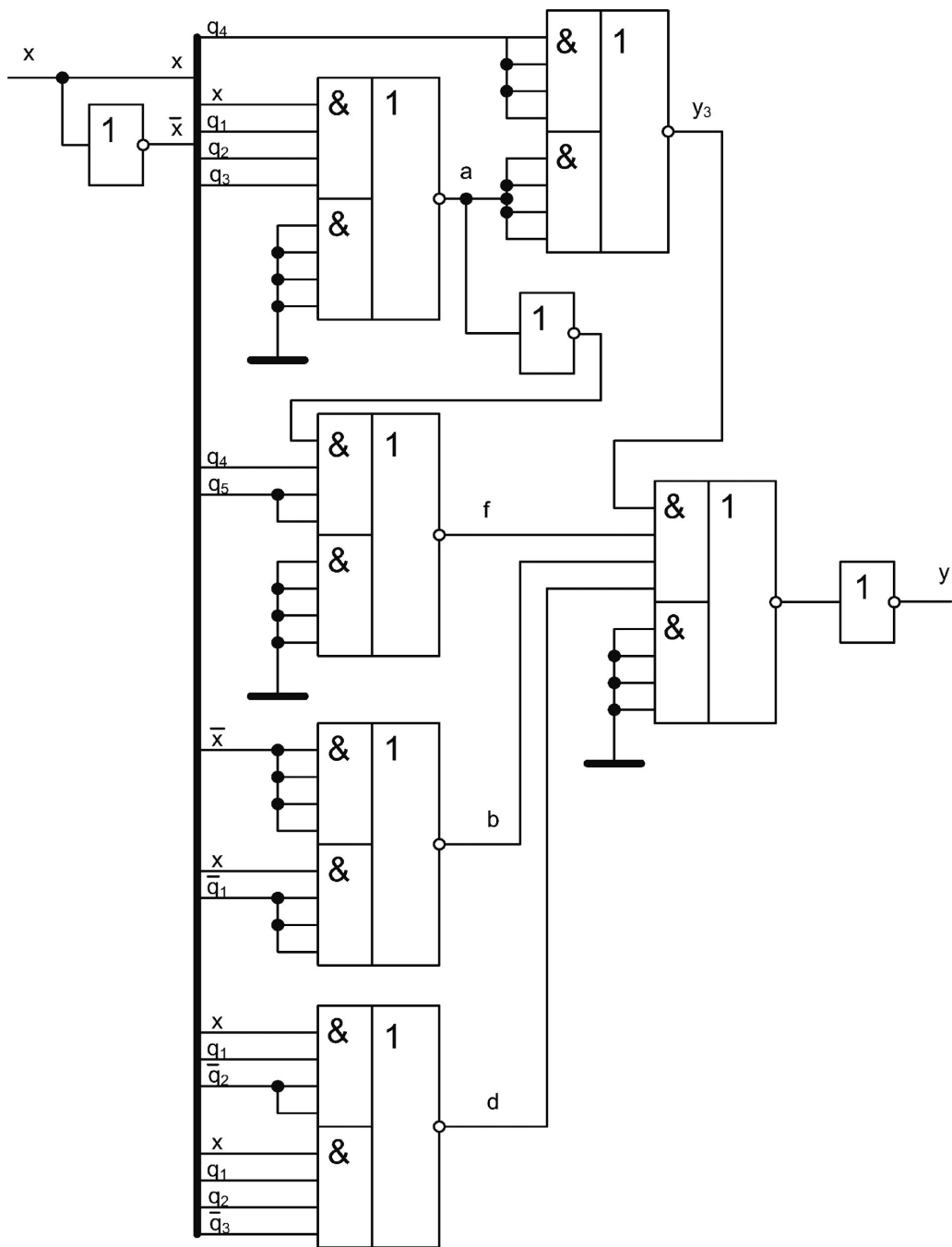
$$y_1 + y_2 = \overline{\bar{x} \cdot \bar{x} \cdot \bar{x} \cdot \bar{x}} + \overline{x \cdot \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_1} + \overline{xq_1\bar{q}_2\bar{q}_2 + xq_1q_2\bar{q}_3}$$

$$b = \overline{\bar{x} \cdot \bar{x} \cdot \bar{x} \cdot \bar{x} + x \cdot \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_1}$$

$$y_1 + y_2 = \bar{b} + \bar{d}$$

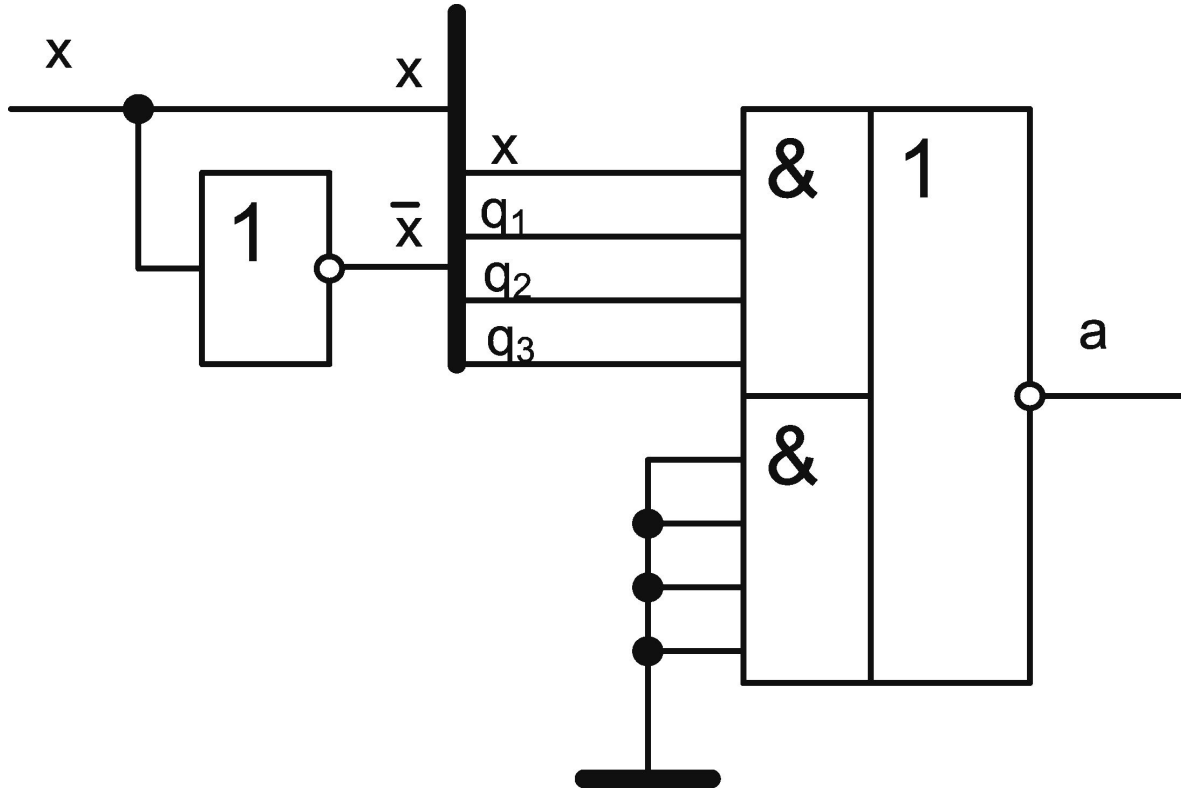
$$d = \overline{xq_1\bar{q}_2\bar{q}_2 + xq_1q_2\bar{q}_3}$$

$$y = \bar{b} + \bar{d} + y_3 + \bar{f} = \overline{\bar{b} \cdot d \cdot y_3 \cdot f} + 0$$

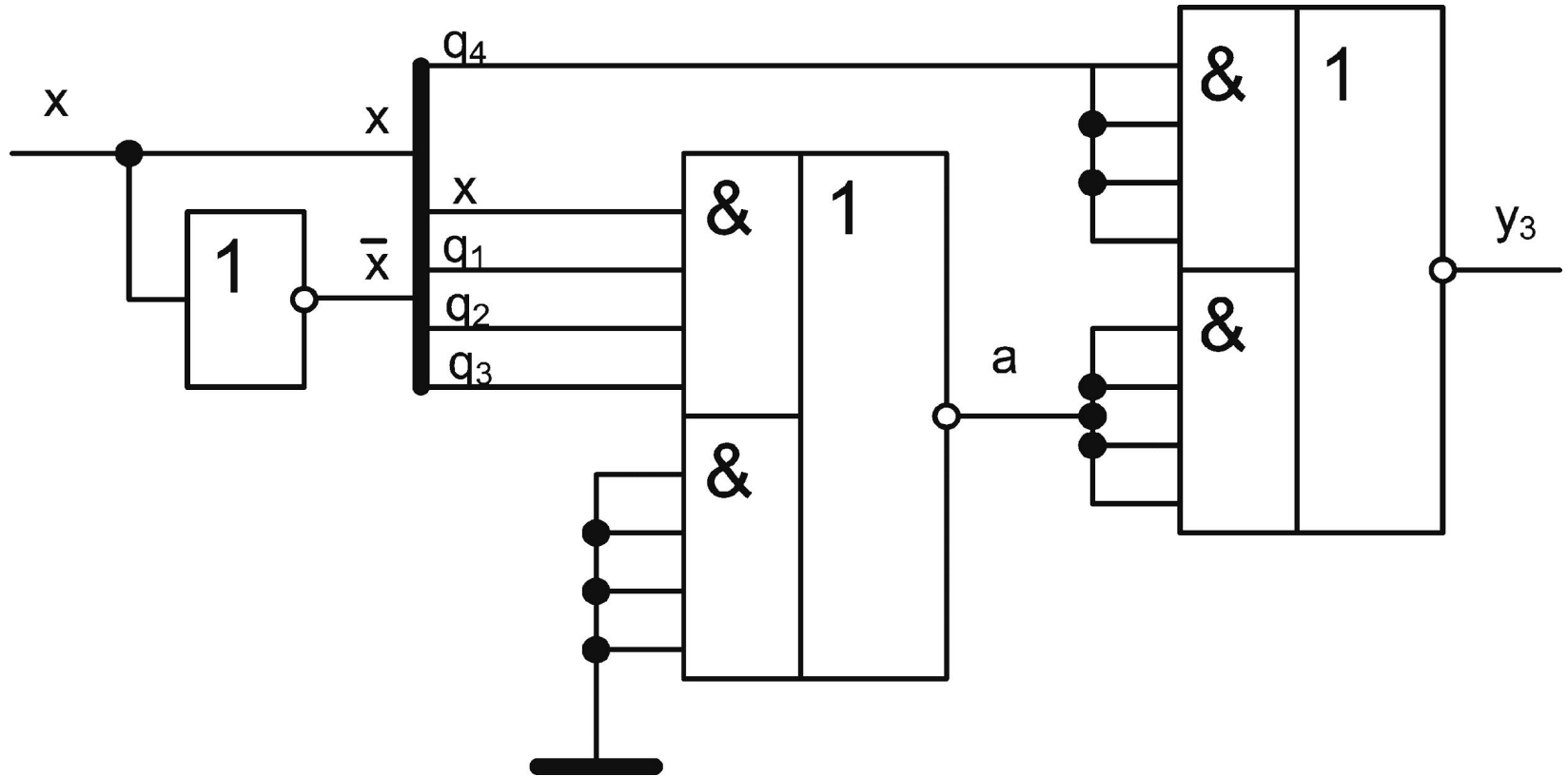


Далее
рассмотрим
каждый блок
в
отдельности

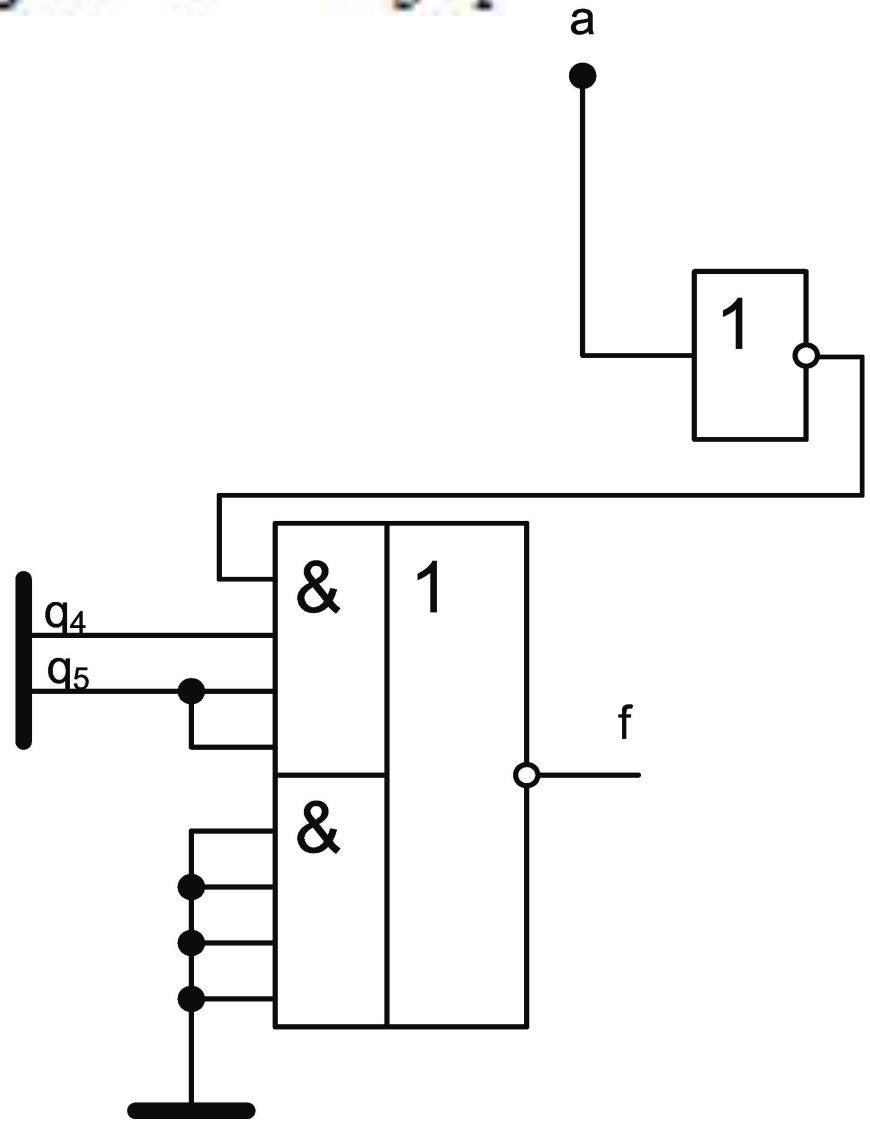
$$\overline{xq_1q_2q_3} + 0 = a$$



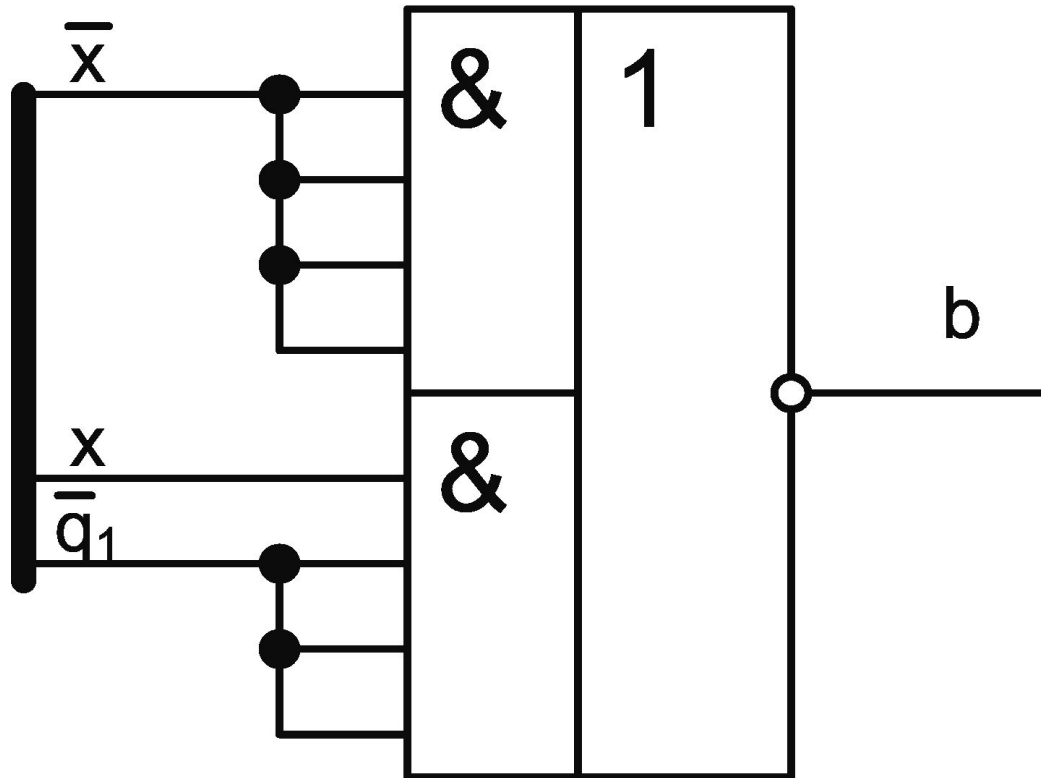
$$y_3 = \overline{a + q_4} = \overline{a \cdot a \cdot a \cdot a + q_4 \cdot q_4 \cdot q_4 \cdot q_4}$$



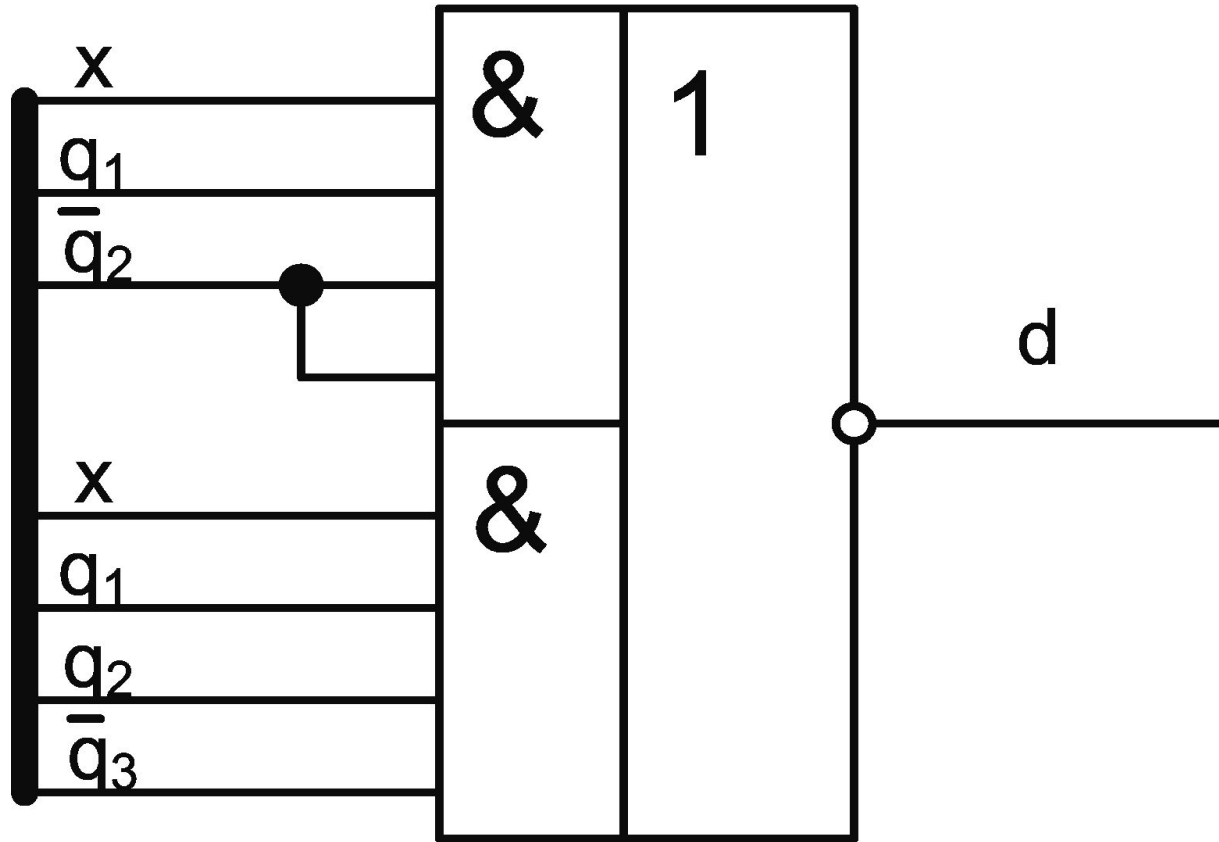
$$f = \overline{\bar{a} \cdot q_4 q_5 q_5 + 0} = \bar{y}_4$$

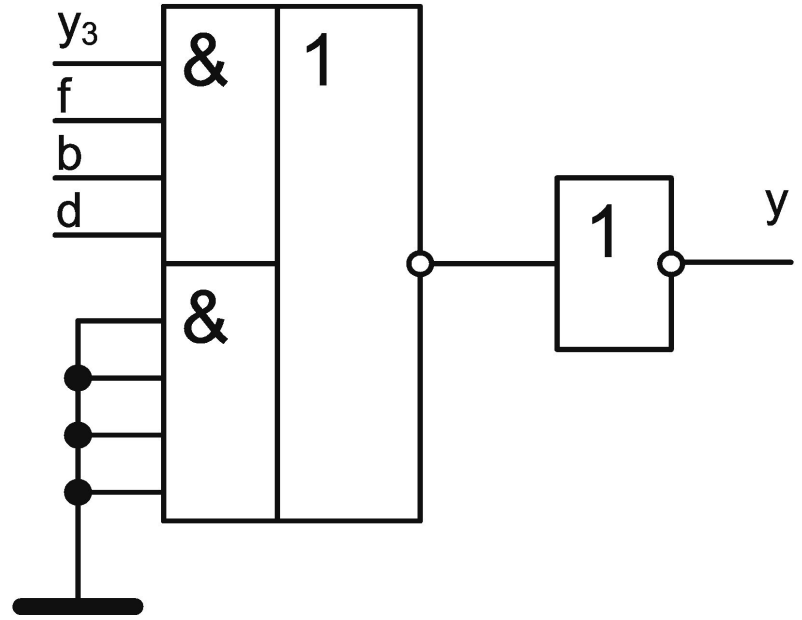
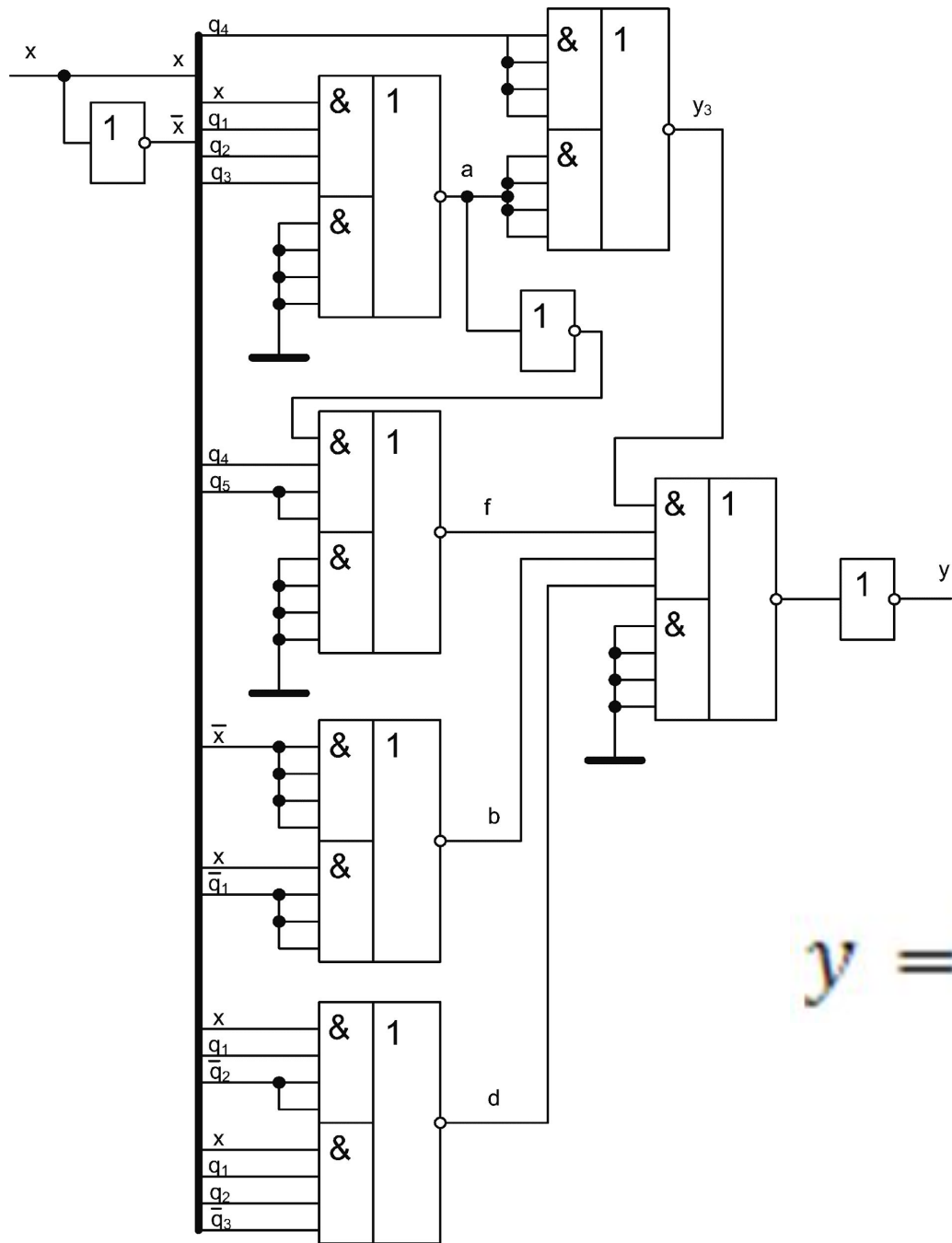


$$b = \overline{\bar{x} \cdot \bar{x} \cdot \bar{x} \cdot \bar{x}} + x \cdot \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_1$$



$$d = \overline{xq_1\bar{q}_2\bar{q}_2 + xq_1q_2\bar{q}_3}$$





$$y = \overline{\overline{b \cdot d \cdot y_3 \cdot f} + 0}$$