

2 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ АВТОМАТИКИ

2.1 Алгебра логики

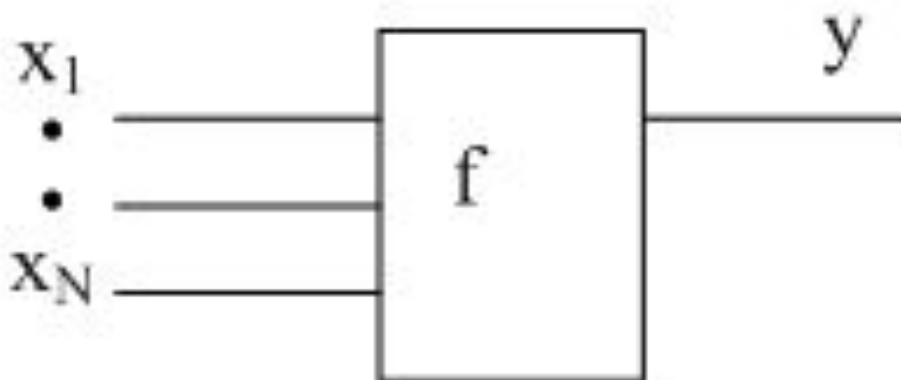


Рисунок 10 – Схемное представление n -разрядной логической функции

К логическим функциям одной переменной относятся:

1) Нулевая (цепь оборвана): $y = 0$.

Таблица 2 – Таблица истинности

x	y
0	0
1	0

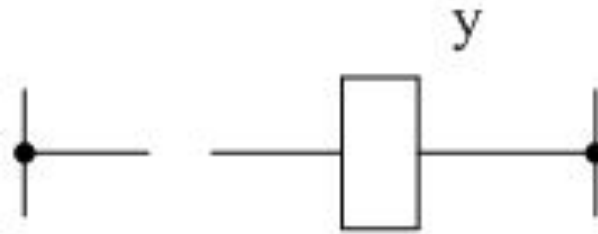


Рисунок 11 – Релеино-контакторная схема

2) Единичная (короткозамкнутая цепь): $y = 1$.

Таблица 3 – Таблица истинности

x	y
0	1
1	1

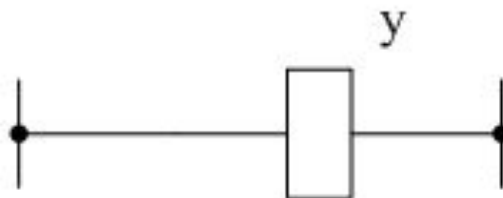
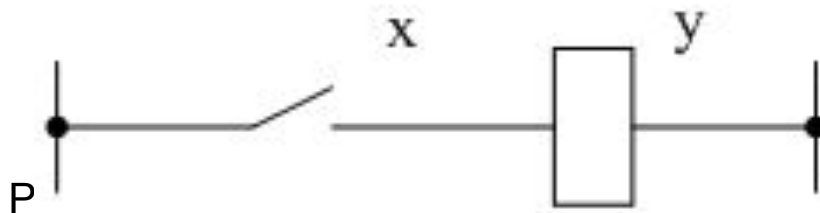


Рисунок 12 – Релеино-контакторная схема

3) Повторение: $y=x$.

Таблица 4 – Таблица истинности

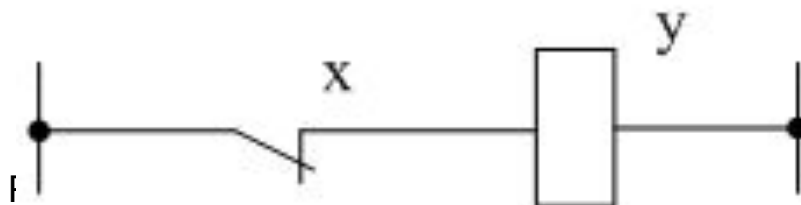
x	y
0	0
1	1



4) Инверсия:

Таблица 5 – Таблица истинности

x	y
0	1
1	0

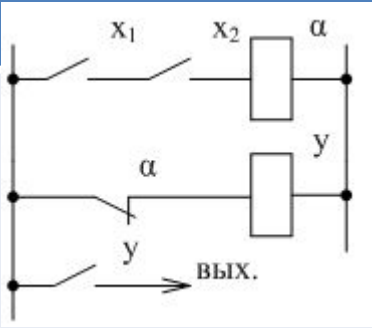
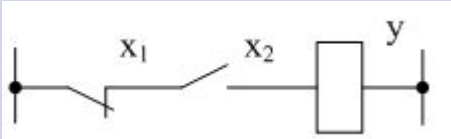
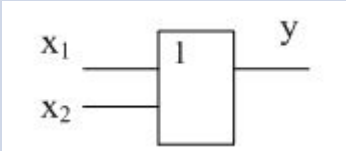
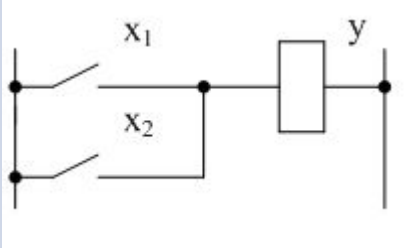
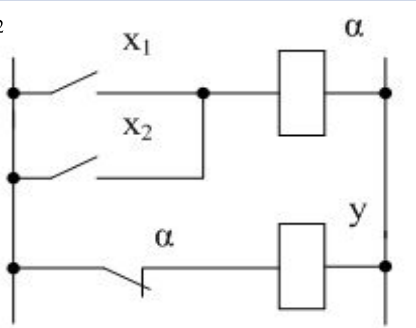


К логическим функциям двух переменных относятся функции вида

$$y=f(x_1, x_2)$$

Таблица 6 – Логические функции двух переменных

Функция	x	1	0	1	0	Обозначение
	1					
	x	1	1	0	0	
1) Нулевая	y	0	0	0	0	$y=0$ – обрыв цепи
2) Единичная	y	1	1	1	1	$y=1$
3) Повторение x_1	y	1	0	1	0	$y=x_1$ 
4) Инверсия x_1	y	0	1	0	1	$y=\overline{x_1}$ 
5) Повторение x_2	y	1	1	0	0	$y=x_2$ $y=\overline{x_2}$
6) Инверсия x_2	y	0	0	1	1	
7) Функция «И» («AND»)	y	1	0	0	0	$y=x_1 \cdot x_2$ (\vee , &) – логическая конъюнкция.  

Функция	x_1	1	0	1	0	Обозначение
	x_2	1	1	0	0	
8) Функция «И-НЕ» («NAND»)	y	0	1	1	1	$y = \overline{x_1 \cdot x_2}$ 
9) Запрет x_1	y	0	1	0	0	$y = \overline{x_1} \cdot x_2$ 
10) Запрет x_2	y	0	0	1	0	$y = x_1 \cdot \overline{x_2}$
11) Функция «ИЛИ» («OR»)	y	1	1	1	0	$y = x_1 + x_2$ ($y = x_1 \vee x_2$)  
12) Функция «ИЛИ-НЕ» («NOR»)	y	0	0	0	1	$y = \overline{x_1 + x_2}$ 
13) Импликация x_1	y	1	0	1	1	$y = x_1 + \overline{x_2}$

Функция	x_1	1	0	1	0	Обозначение
	x_2	1	1	0	0	
14) Импликация x_2	y	1	1	0	1	$y = \overline{x_1} + x_2$
15) Равнозначность	y	1	0	0	1	$y = x_1 \cdot x_2 + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}$ $x_1 \equiv x_2$ 
16) Неравнозначность (EXOR)	y	0	1	1	0	$y = x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot x_2$ $x_1 \neq x_2$ 

2.2 Основные законы алгебры логики

Закон нулевого множества.

а) Функция «И».

$$0 \cdot x = 0$$

б) Функция «ИЛИ».

$$0 + x = x$$

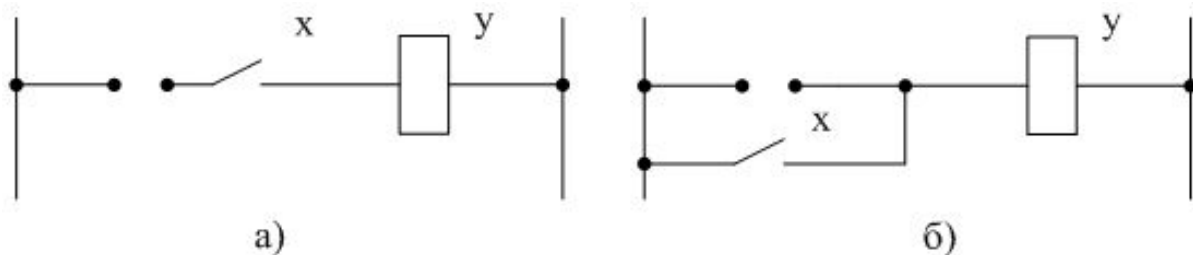


Рисунок 15 – Релейно-контакторные схемы

2) Закон универсального множества.

а) Функция «И».

$$1 \cdot x = x$$

б) Функция «ИЛИ».

$$1 + x = 1$$

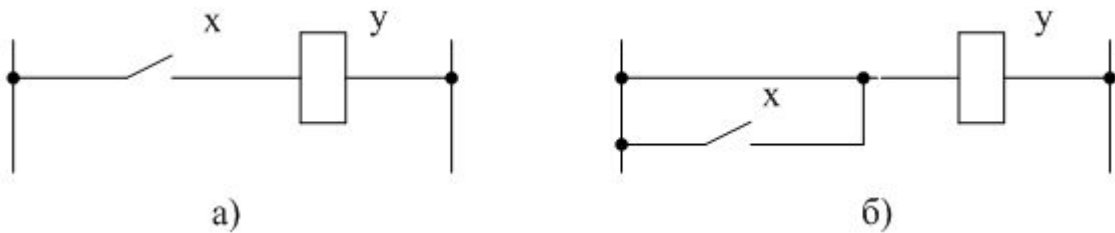


Рисунок 16 – Релейно-контакторная схема

3) Закон двойной инверсии.

$$\overline{\overline{x}} = x$$

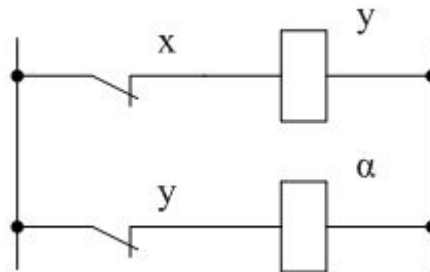


Рисунок 17 – Релейно-контакторная схема

4) Закон повторения.

а) Функция «И».

$$x \cdot x = x$$

б) Функция «ИЛИ».

$$x + x = x$$

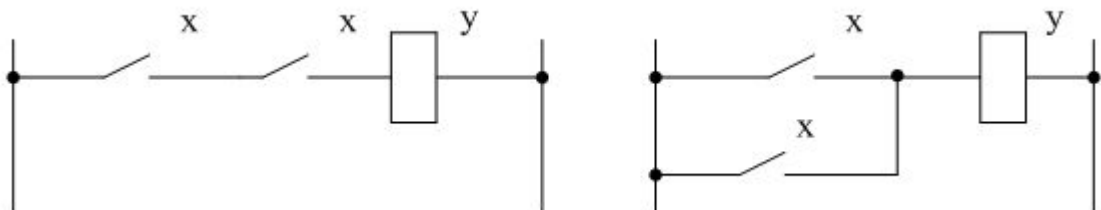
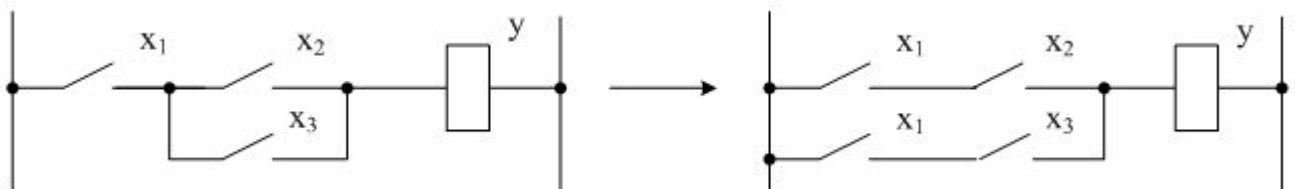


Рисунок 18 – Релейно-контакторные схемы

5) Распределительный закон.

$$x_1 \cdot (x_2 + x_3) = x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3$$



6. Закон поглощения.

$$x_1 \cdot (x_1 + x_2) = x_1,$$
$$x_1 \cdot x_1 + x_1 \cdot x_2 = x_1 + x_1 \cdot x_2 = x_1 \cdot (1 + x_2) = x_1$$

7. Закон склеивания.

$$x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot \overline{x_2} = x_1,$$
$$(x_1 + x_2) \cdot (x_1 + \overline{x_2}) = x_1$$

2.3 Синтез таблицы истинности и нормальные формы записи

Пример – Требуется синтезировать схему, предотвращающую пуск двигателя при определенных условиях.

A = 1 – дверь закрыта;

A = 0 – дверь открыта;

B = 1 – перегрузка;

B = 0 – нет перегрузки;

C = 1 – кнопка нажата;

C = 0 – кнопка не нажата.

Таблица 7 – Таблица истинности

A	B	C	y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

1) Совершенная, дизъюнктивная, нормальная форма (СДНФ).

$$y = \underbrace{A \cdot B}_{m_0} + \underbrace{\bar{A} \cdot \bar{B}}_{m_3}$$

Таблица 8 – Таблица истинности

DEC	A	B	A·B	$\bar{A} \cdot B$	$A \cdot \bar{B}$	$\bar{A} \cdot \bar{B}$	y
0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0	0
2	1	0	0	0	1	0	0
3	1	1	1	0	0	0	1

$$y = A \cdot B \cdot 1 + \bar{A} \cdot B \cdot 0 + A \cdot \bar{B} \cdot 0 + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot 1 = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

Таблица 9 – Таблица истинности $y = \sum_{i=0}^i m_i \cdot x \cdot f(x)$

x ₁	x ₂	x ₃	y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

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

2) Совершенная, конъюнктивная, нормальная форма (СКНФ).

$$y = \underbrace{(A + B)}_{M_2} \cdot \underbrace{(\bar{A} + \bar{B})}_{M_6}$$

$$y = (A + B + 0) \cdot (\bar{A} + B + 1) \cdot (A + \bar{B} + 1) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + 0) = (A + B) \cdot (\bar{A} + \bar{B})$$

Таблица 10 – Таблица истинности

A	B	y	DEC
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	2
1	1	0	3

Пример – СКНФ.

Таблица 11 – Таблица истинности

x ₁	x ₂	x ₃	y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

$$y = (x_1 + \bar{x}_2 + x_3) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + x_3)$$

M_2

M_6

2.4 Способы минимизации логических уравнений

$$\begin{aligned}y &= x_0 \cdot \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 + x_0 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_0 \cdot x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + \\&+ \overline{x_0} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + \overline{x_0} \cdot x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 = \\&= x_0 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_0 \cdot x_1 \cdot x_3 + \overline{x_0} \cdot x_1 \cdot x_3 = \\&= x_0 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_3 = x_3 \cdot (x_0 \cdot x_2 + x_1)\end{aligned}$$

Пример – Минимизация при помощи карты Карно.

$$y = \overline{x_1} \cdot x_2 + x_1 \cdot \overline{x_2} + x_1 \cdot x_2$$

Таблица 12 – Таблица истинности

x_1	x_2	y	Dec
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	2
1	1	1	3

Сконструируем диаграмму так, чтобы при переходе от одного поля к другому изменялась только одна переменная.

00	01	m_0	m_1
10	11	m_2	m_3

Подставим в поля значения y как показано на рисунке 21.

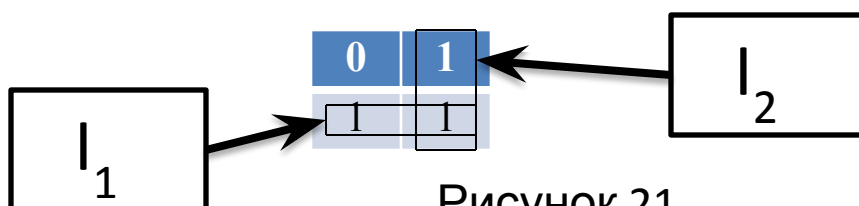


Рисунок 21

$$I_1 = m_2 + m_3 = x_1 \cdot \overline{x_2} + x_1 \cdot x_2 = x_1$$

$$I_2 = m_1 + m_3 = \overline{x_1} \cdot x_2 + x_1 \cdot x_2 = x_2$$

$$y = I_1 + I_2 = x_1 + x_2$$

Карта Карно для трех переменных:

$$y = \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

	$\overline{x_2} \cdot \overline{x_3}$	$\overline{x_2} \cdot x_3$	$x_2 \cdot x_3$	$x_2 \cdot \overline{x_3}$	
$\overline{x_1}$			1	1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">I</div>
x_1			1	1	

Необходимо убрать те переменные, которые в зоне импликанта меняют свое значение.

$$y = x_2$$

Этот метод работает, когда в каждое слагаемое входят все переменные.

Пример – Построение карты Карно для трех переменных.

$$y = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}$$

Таблица 13 – Таблица истинности

x_1	x_2	x_3	y
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

$$y = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

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

I_1

I_2

$$y = \overline{x_2} + x_1 \cdot x_3$$

Карта Карно для четырех переменных:

$$\begin{aligned}
 y = & \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \\
 & + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \\
 & + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot x_4 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4.
 \end{aligned}$$

	$\overline{x_1} \cdot \overline{x_2}$	$\overline{x_1} \cdot x_2$	$x_1 \cdot x_2$	$x_1 \cdot \overline{x_2}$
$x_3 \cdot x_4$		I_3	1	I_2
$\overline{x_3} \cdot x_4$		1	1	I_4
$\overline{x_3} \cdot \overline{x_4}$	1	I_6	1	1
$x_3 \cdot \overline{x_4}$	1	I_1	I_5	1

Некоторые комментарии к использованию карт Карно:

1) Края карты можно состыковывать как показано на рисунке 22.

1			1
1			1

Рисунок 22

2) Необходимо образовывать как можно большие области, тогда логика будет проще.

3) Методом карт Карно можно пользоваться для решения СКНФ, тогда в полях нужно указывать логический ноль как показано на рисунке 23.

		0	
		0	0
	0		
	0		

Рисунок 23 – Карта Карно для СКНФ

2.5 Основные правила построения схем по уравнениям алгебры логики

Правила построения релейных схем:

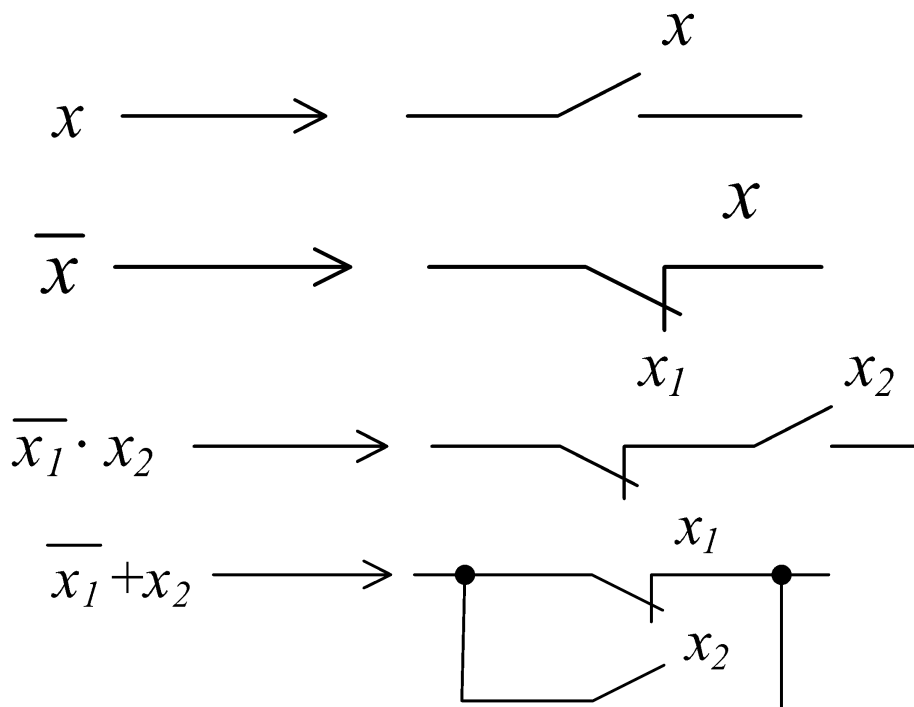


Рисунок 24 – Правила построения схем

Комментарий ко второму правилу:

$$y = x_1 \cdot \overline{x_2 \cdot x_3} + x_4$$

$$\alpha = x_2 \cdot x_3 \Rightarrow y = x_1 \cdot \overline{\alpha} + x_4$$

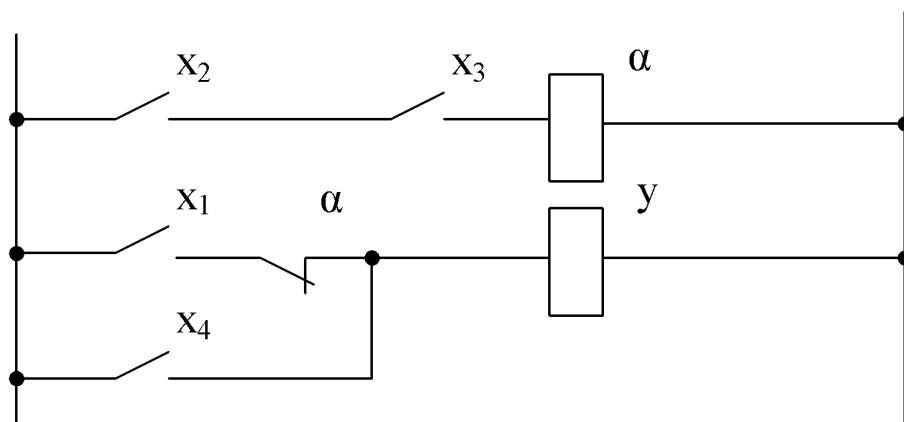


Рисунок 25 – Схема с использованием промежуточного реле

$$\overline{x_2 \cdot x_3} = \overline{x_2} + \overline{x_3}$$

$$y = x_1 \cdot (\overline{x_2} + \overline{x_3}) + x_4$$

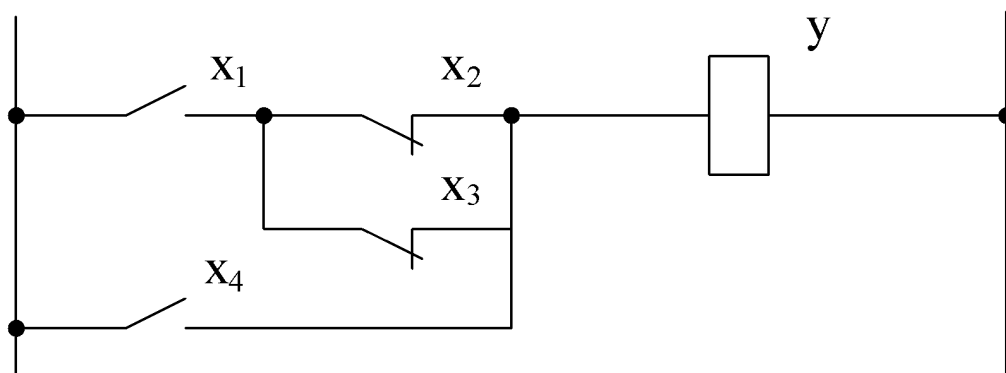


Рисунок 26 – Схема без использования промежуточного реле

Правила построения бесконтактных схем:

- 1) Исходное логическое уравнение необходимо привести к виду, состоящему только из элементарных логических операций ("И", "ИЛИ", "НЕ") и минимизировать.
- 2) Очень часто управляющая схема должна быть построена на основе элементарной базы одного типа ("И-НЕ", "ИЛИ-НЕ"), тогда исходное уравнение необходимо преобразовать в уравнение, содержащее только это элемент.
- 3) Каждой элементарной логической операции в уравнении в принципиальной схеме соответствует логический элемент, реализующий эту операцию.

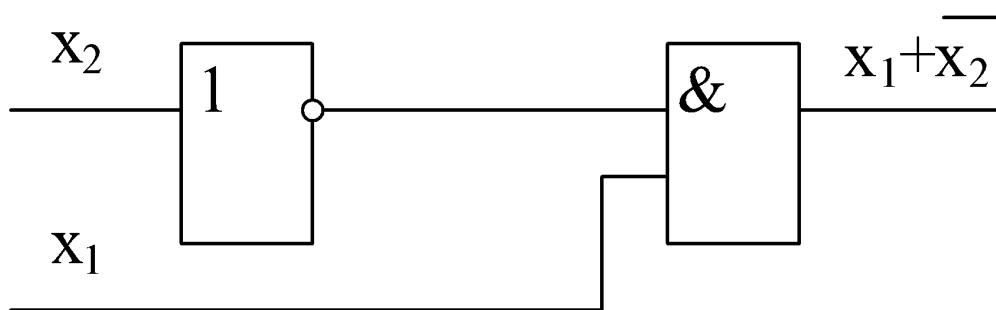


Рисунок 27 – Принципиальная схема

- 4) При многократной входимости в уравнение элементарных логических функций друг в друга начертание схемы следует начинать от последней внутренней входимости и заканчивать – внешней.

$$y = \overline{\overline{x_1 + x_2}}$$

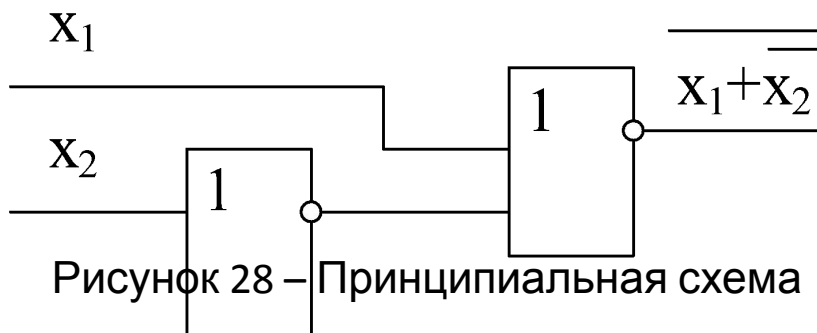


Рисунок 28 – Принципиальная схема

Примеры

1 Дана функция

$$y = x_1 \cdot x_2 + \overline{x_3} + x_4 + \overline{x_5}$$

Необходимо реализовать схему на элементах “И-НЕ”

$$y = \overline{x_1 \cdot x_2}$$

Закон Де Моргана

$$y = \overline{\overline{(x_1 \cdot x_2 + x_4)} + \overline{(x_3 + x_5)}},$$

$$y = \overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_4} + \overline{x_3 \cdot x_5}},$$

$$y = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_3 \cdot x_5}.$$

Допустим имеются в наличии только элементы “2 И-НЕ”
(двухвходовые элементы “И-НЕ”).

$$y = \overline{\overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_3 \cdot x_5}}}$$

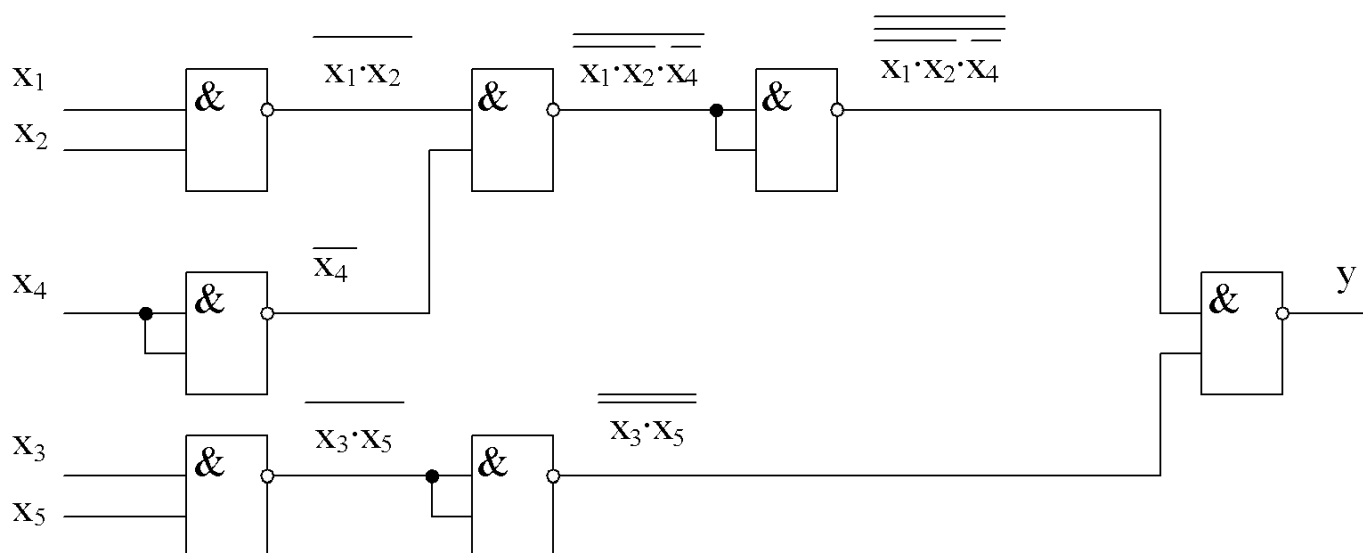


Рисунок 29 – Принципиальная схема

2 Дана функция

$$y = x_1 \cdot x_2 + \overline{x_3} + x_4 + \overline{x_5}$$

Реализовать схему на элементах «2ИЛИ-НЕ».

$$y = \overline{\overline{x_1 \cdot x_2} + \overline{x_3} + x_4 + \overline{x_5}},$$

$$y = \overline{\overline{\overline{x_1} + \overline{x_2}} + \overline{x_3} + x_4 + \overline{x_5}},$$

$$y = \overline{\overline{\overline{\overline{x_1} + \overline{x_2}} + \overline{x_3}} + \overline{x_4} + \overline{\overline{\overline{x_5}}}}$$

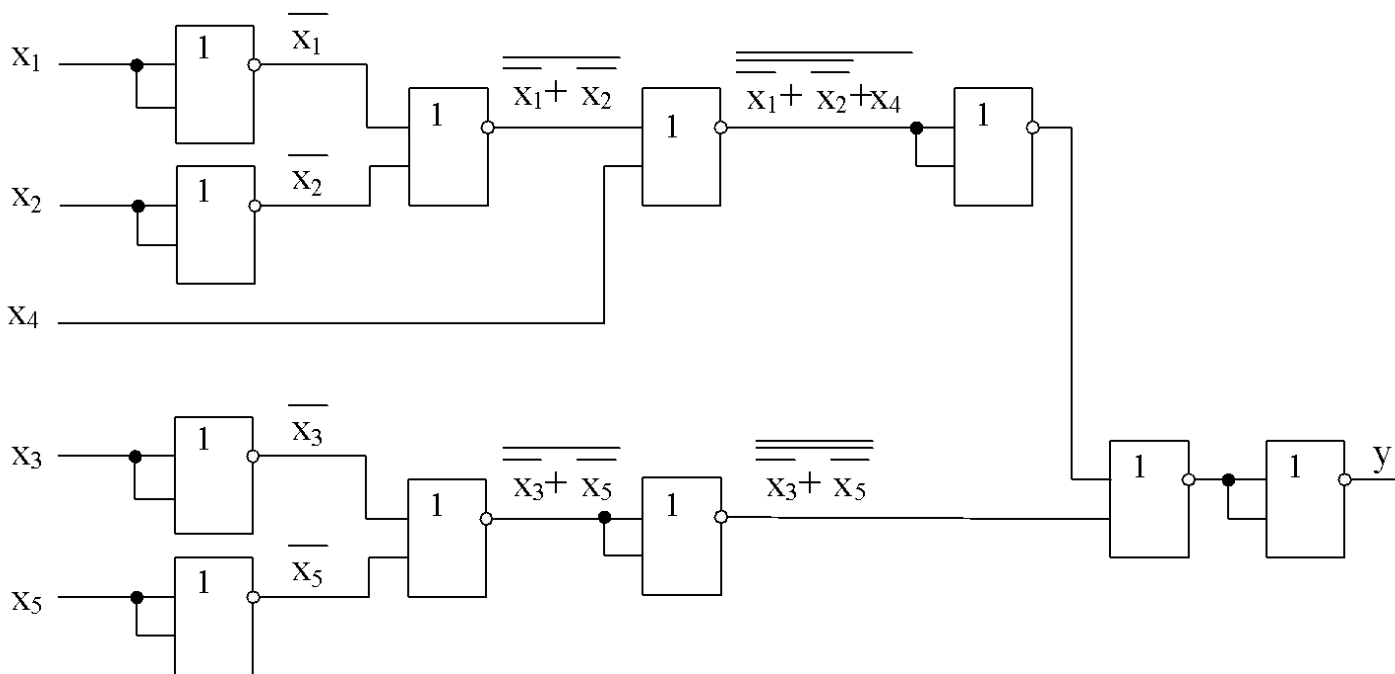


Рисунок 30 – Принципиальная схема

2.6 Графическая формулировка работы электроавтоматики

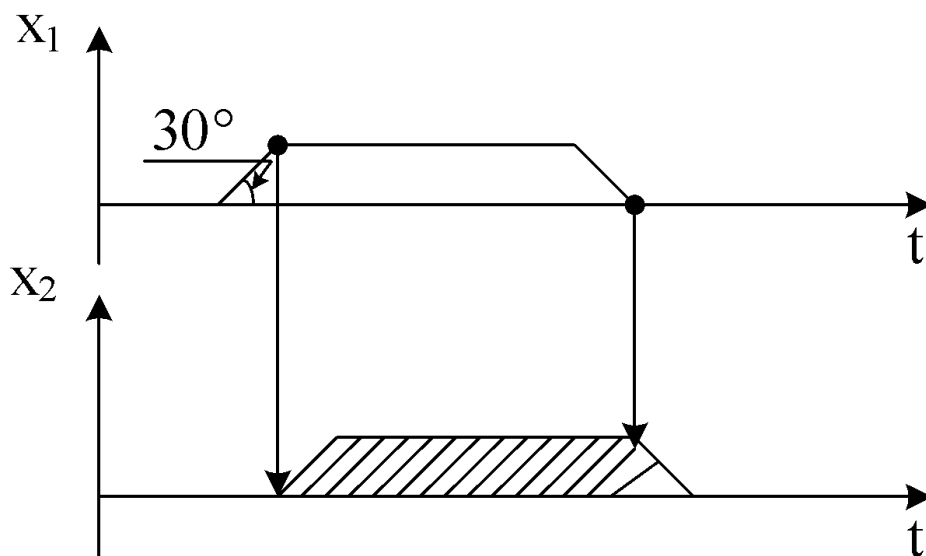


Рисунок 31 – Циклограмма

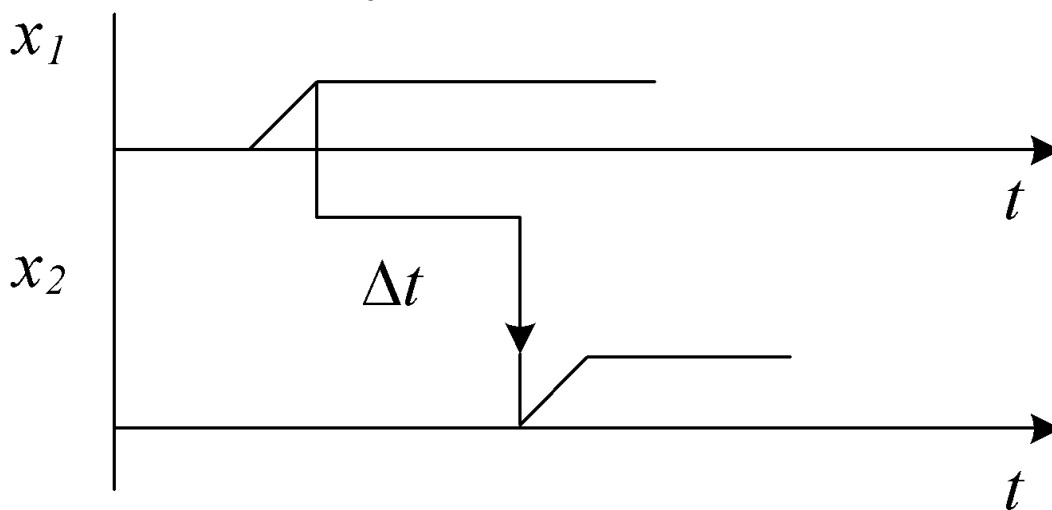


Рисунок 32 – Циклограмма с временной задержкой

Примеры

1 По циклограмме, представленной на рисунке 33 составить логические уравнения.

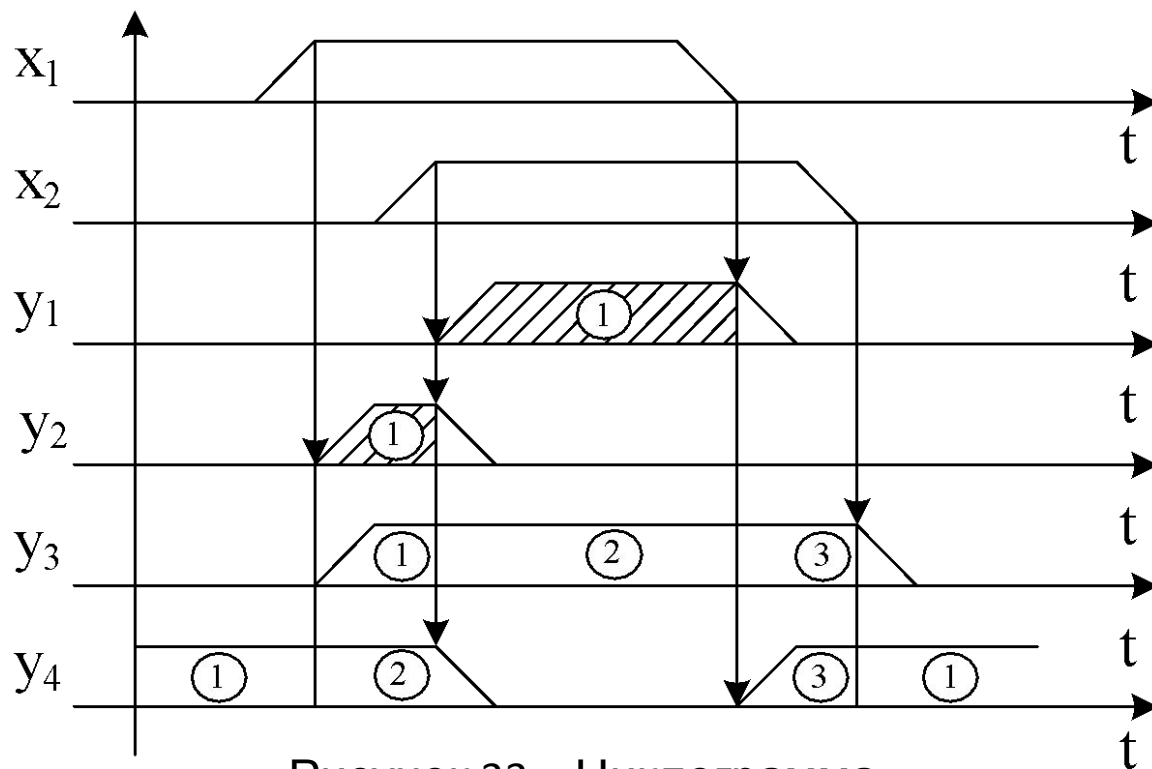


Рисунок 33 – Циклограмма

$$y_1 = x_1 \cdot x_2,$$

$$y_2 = x_1 \cdot \overline{x_2},$$

$$y_3 = x_1 \cdot \overline{x_2} + x_1 \cdot x_2 + \overline{x_1} \cdot x_2 = x_1 + x_2,$$

$$y_4 = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} + x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot x_2 = \overline{x_1} + \overline{x_2}.$$

2 По циклограмме, представленной на рисунке 34 составить логическое уравнение.

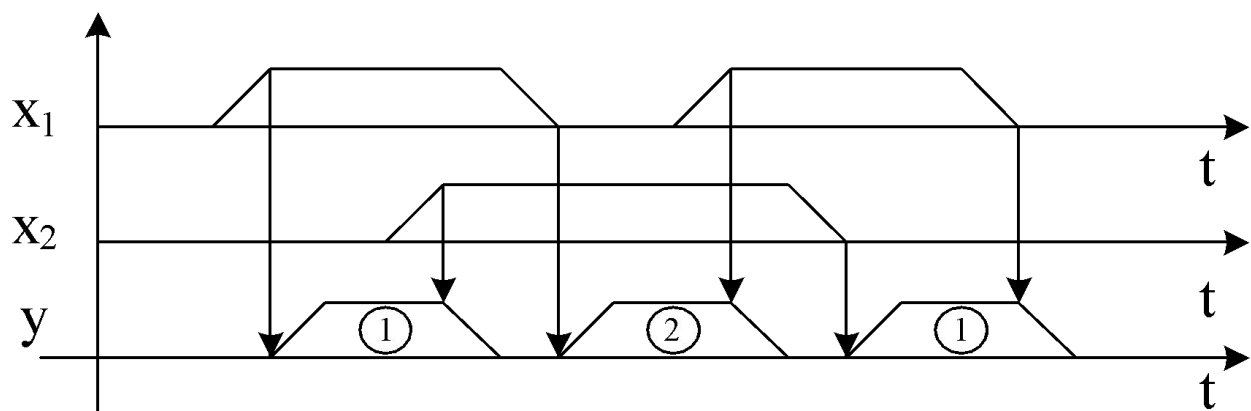


Рисунок 34 – Циклограмма

$$y = x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot x_2 = x_1 \leftrightarrow x_2.$$

3 По циклограмме, представленной на рисунке 35 составить логическое уравнение.

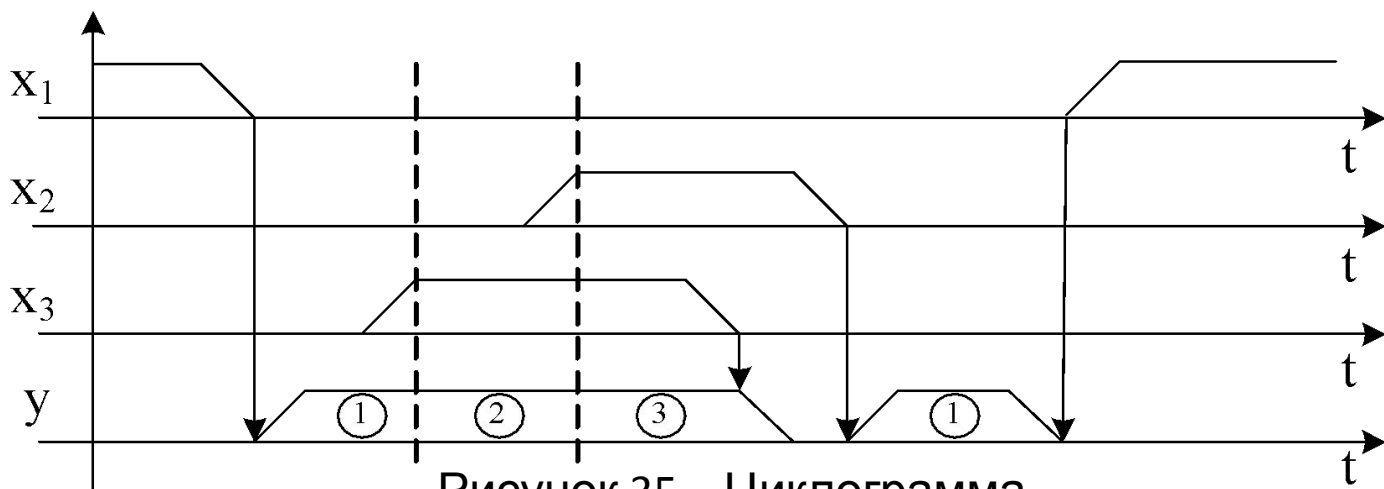
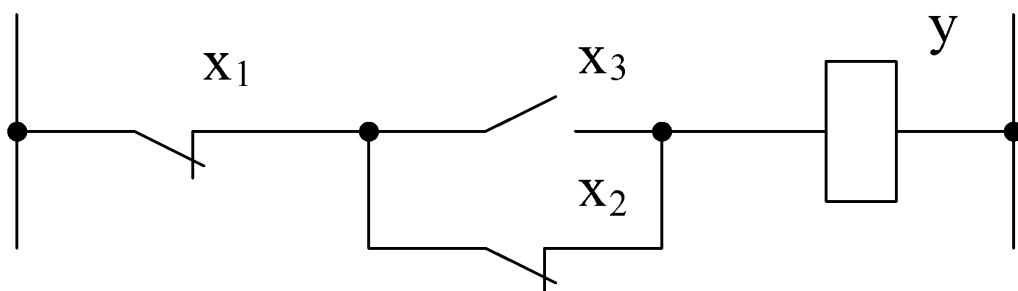


Рисунок 35 – Циклограмма

$$y = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} = \overline{x_1} \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot x_2 = \overline{x_1} \cdot (x_3 + x_2)$$



4 Решить циклограмму, построить уравнение, минимизировать, построить релейно-контакторную схему.

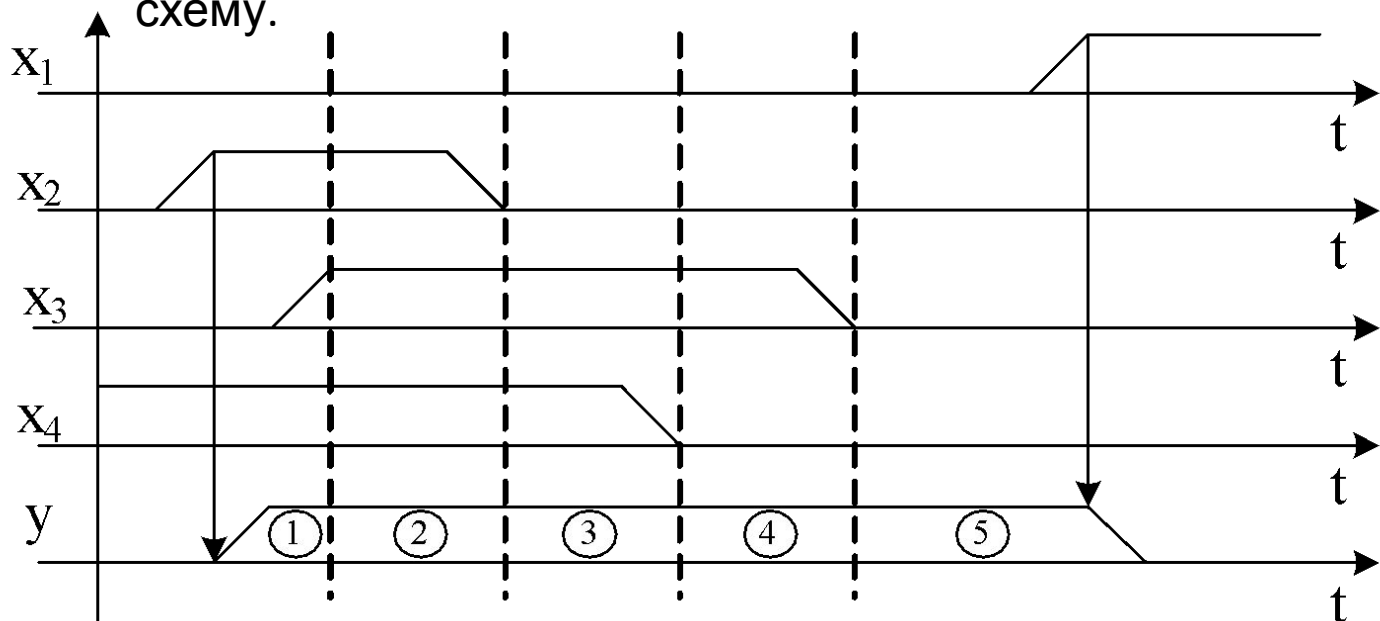
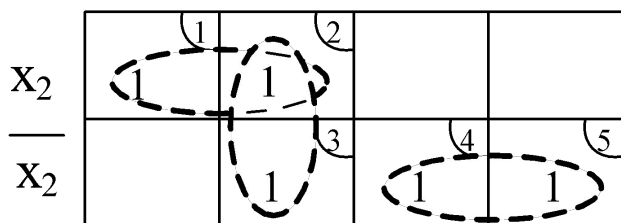
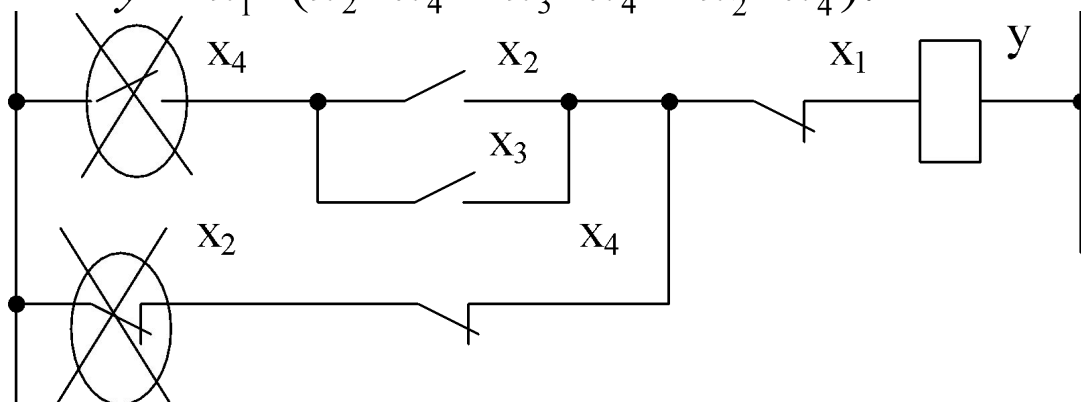


Рисунок 37 – Циклограмма

$$y = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot x_4 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4.$$



$$y = \overline{x_1} \cdot (x_2 \cdot x_4 + x_3 \cdot x_4 + \overline{x_2} \cdot \overline{x_4}).$$



Примеры

1 Решить циклограмму.

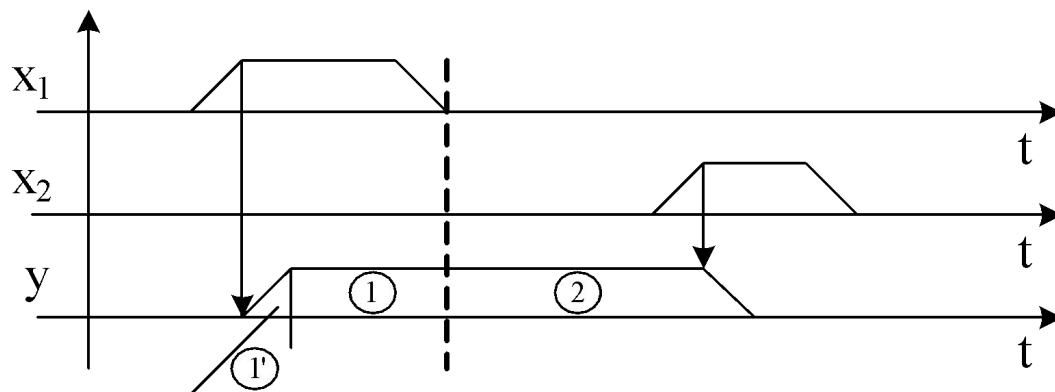


Рисунок 39 – Циклограмма

$$y = x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}.$$

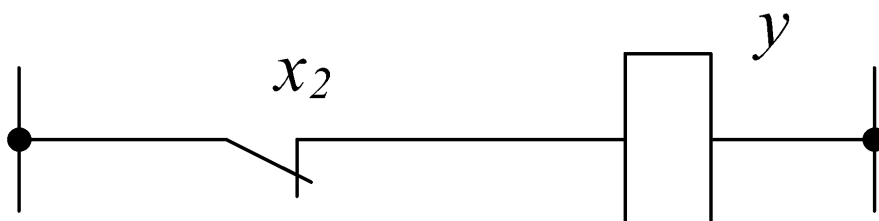


Рисунок 40 – Релейно-контакторная схема

$$y = x_1 \cdot \overline{x_2} + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot y + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot y = x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_2} \cdot y = \overline{x_2} \cdot (x_1 + y).$$

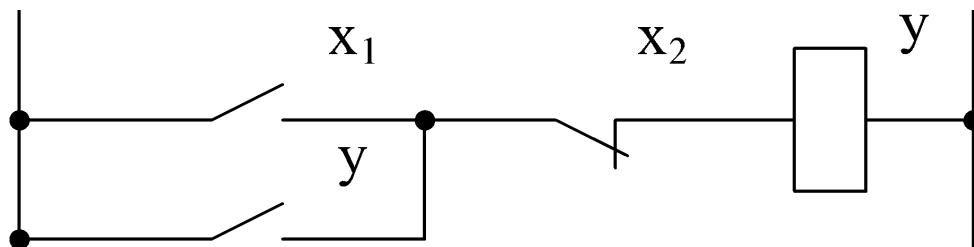


Рисунок 41 – Релейно-контакторная схема после введения в циклограмму дополнительной подзоны

$$y = (S + y) \cdot \bar{R}$$

$$y = (S + y) \cdot R$$

где S – set – установка;

R – Reset – сброс.

2 Решить циклограмму.

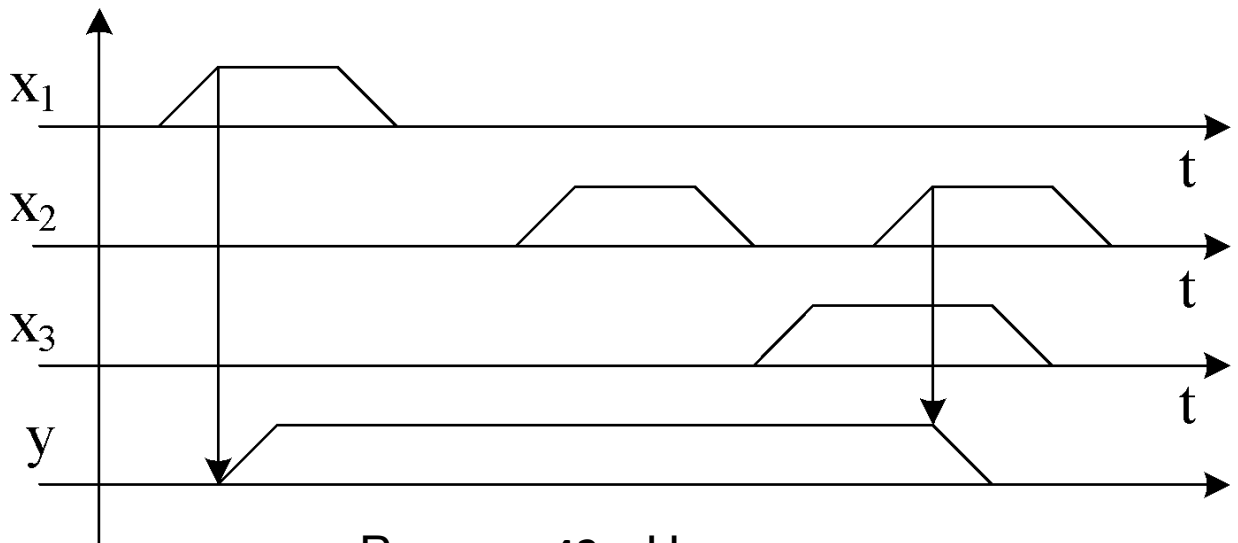


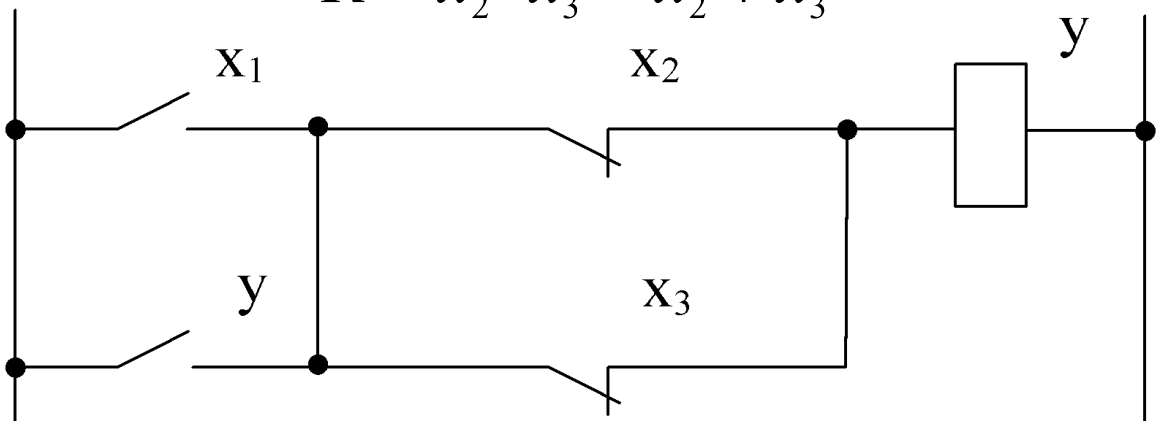
Рисунок 42 – Циклограмма

$$S = x_1,$$

$$R = x_2 \cdot x_3$$

$$y = (x_1 + y) \cdot (\bar{x}_2 + \bar{x}_3),$$

$$\bar{R} = \overline{x_2 \cdot x_3} = \bar{x}_2 + \bar{x}_3$$



В некоторых случаях для решения задач применяется введение промежуточного сигнала.

Примеры

1 Решить циклограмму, изображенную на рисунке 44.

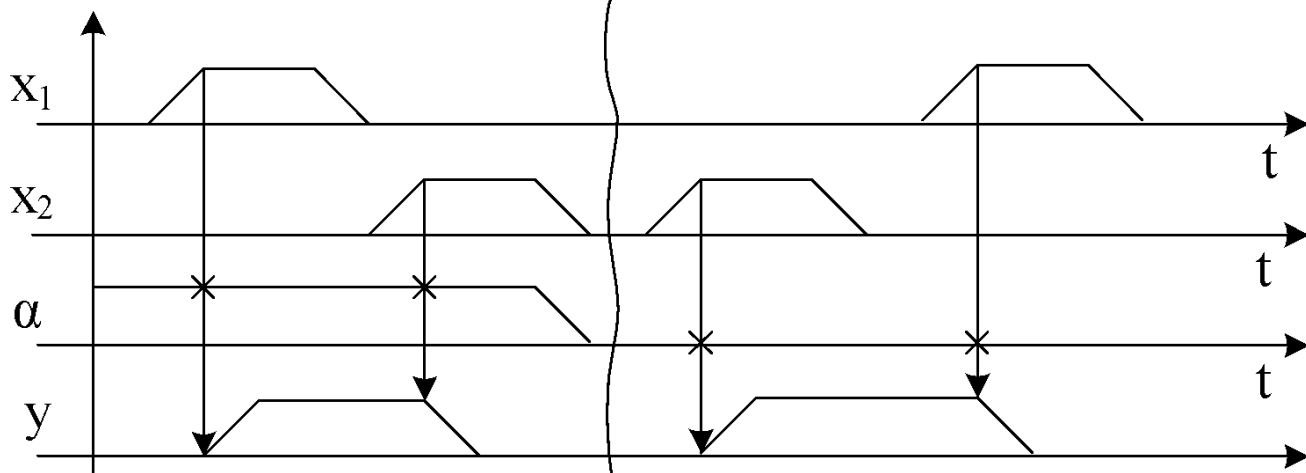


Рисунок 44 – Циклограмма с введением промежуточного сигнала

$$S = x_1 + x_2,$$

$$R = x_2 + x_1$$

$$\overline{R} = \overline{x_1 + x_2} = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}$$

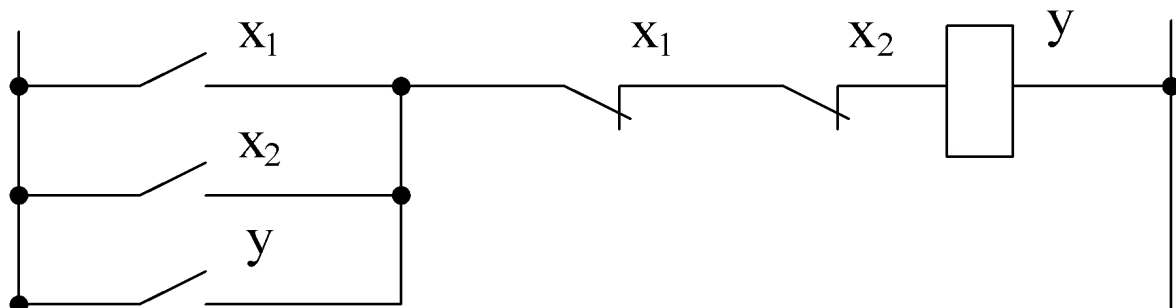


Рисунок 45 – Релейно-контакторная схема после введения промежуточного сигнала

$$S = x_1 \cdot \alpha + x_2 \cdot \bar{\alpha},$$

$$R = x_1 \cdot \bar{\alpha} + x_2 \cdot \alpha,$$

$$\bar{R} = \overline{x_1 \cdot \bar{\alpha} + x_2 \cdot \alpha} = \overline{x_1 \cdot \bar{\alpha}} \cdot \overline{x_2 \cdot \alpha} = (\bar{x}_1 + \alpha) \cdot (\bar{x}_2 + \bar{\alpha}),$$

$$y = (x_1 \cdot \alpha + x_2 \cdot \bar{\alpha} + y) \cdot (\bar{x}_1 + \alpha) \cdot (\bar{x}_2 + \bar{\alpha}),$$

где α – промежуточный сигнал.

2 Создать схему, обеспечивающую прямую последовательность включения сигналов в начале цикла и обратную при его окончании.

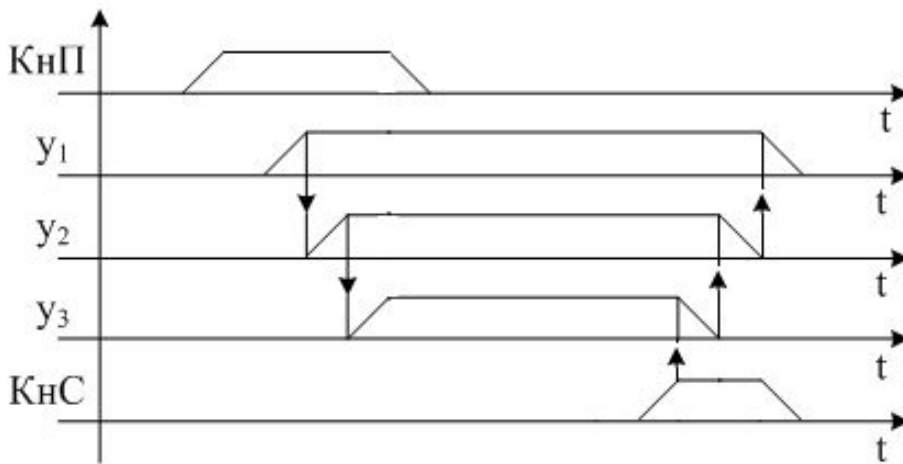


Рисунок 46 – Циклограмма

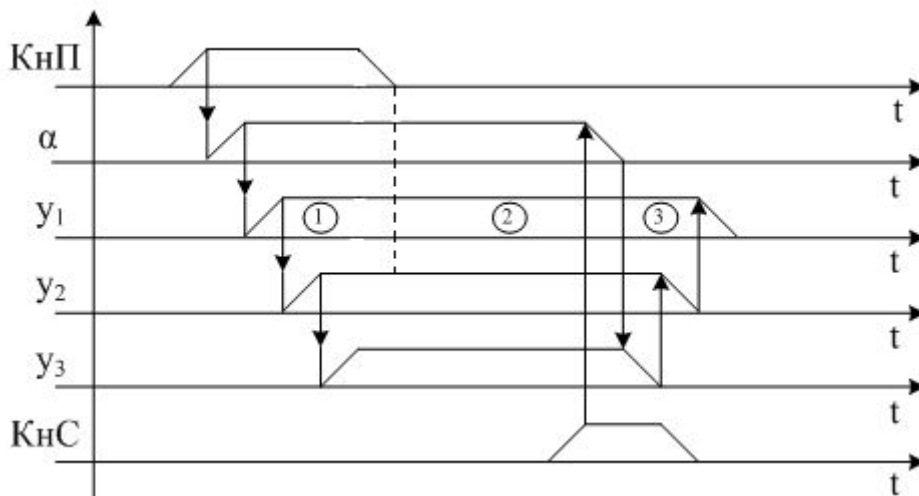


Рисунок 47 – Циклограмма с использованием промежуточного сигнала

$$\alpha = (K_{нП} + \alpha) \cdot \overline{K_{нС}}$$

$$y_1 = \alpha + y_2$$

$$y_2 = y_1 \cdot \alpha + y_3$$

$$y_3 = y_2 \cdot \alpha$$

где $K_{нП}$ – кнопка пуск,

$K_{нС}$ – кнопка стоп.

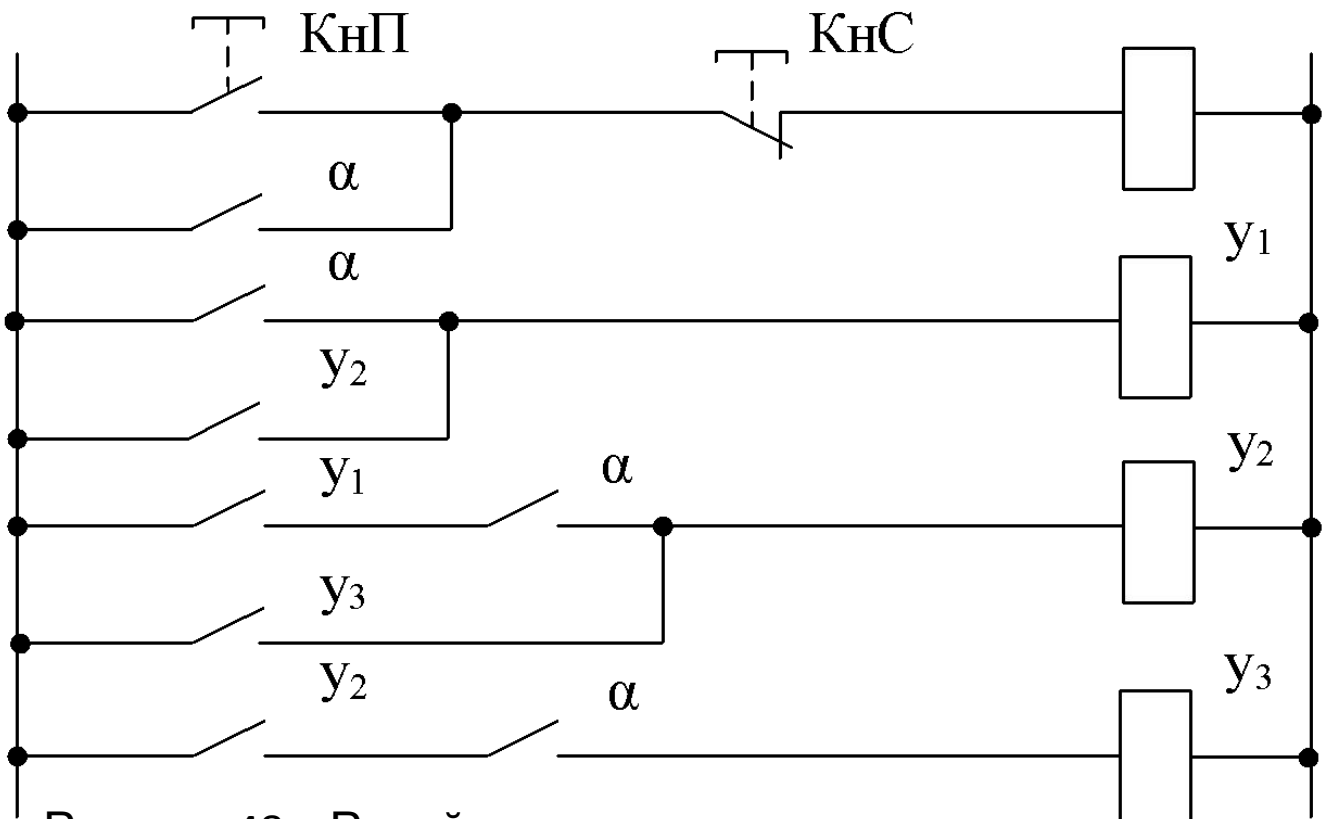


Рисунок 48 – Релейно-контакторная схема после введения в циклограмму промежуточного сигнала

3 Счетная схема.

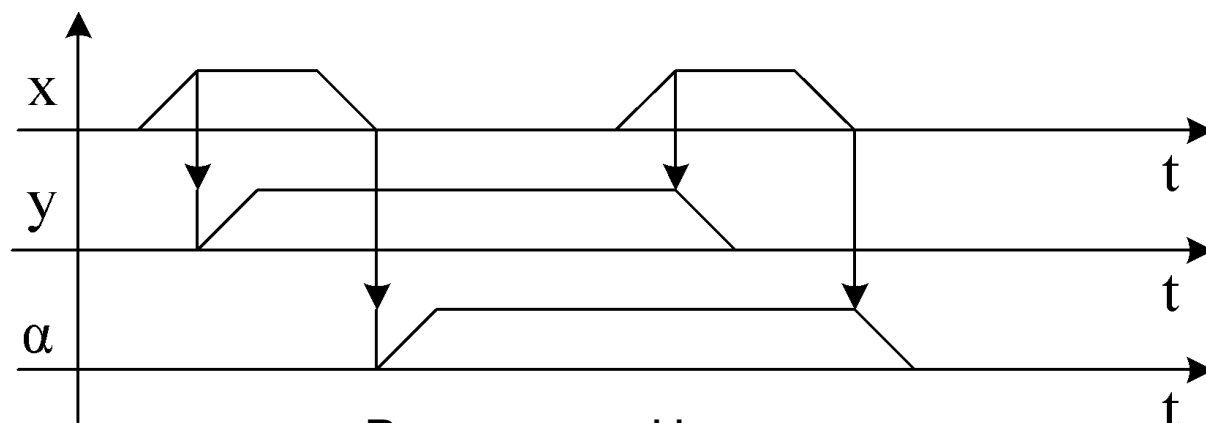


Рисунок 49 – Циклограмма

Для выходного сигнала y записываем следующие уравнения:

$$S = x \cdot \bar{\alpha}$$

$$R = x \cdot \alpha$$

$$\bar{R} = \bar{x} \cdot \bar{\alpha} = \bar{x} + \bar{\alpha}$$

Для промежуточного сигнала α записываем следующие уравнения:

$$S = \bar{x} \cdot y$$

$$S = \bar{x} \cdot y$$

$$\bar{R} = \bar{\bar{x}} \cdot \bar{\bar{y}} = x + y$$

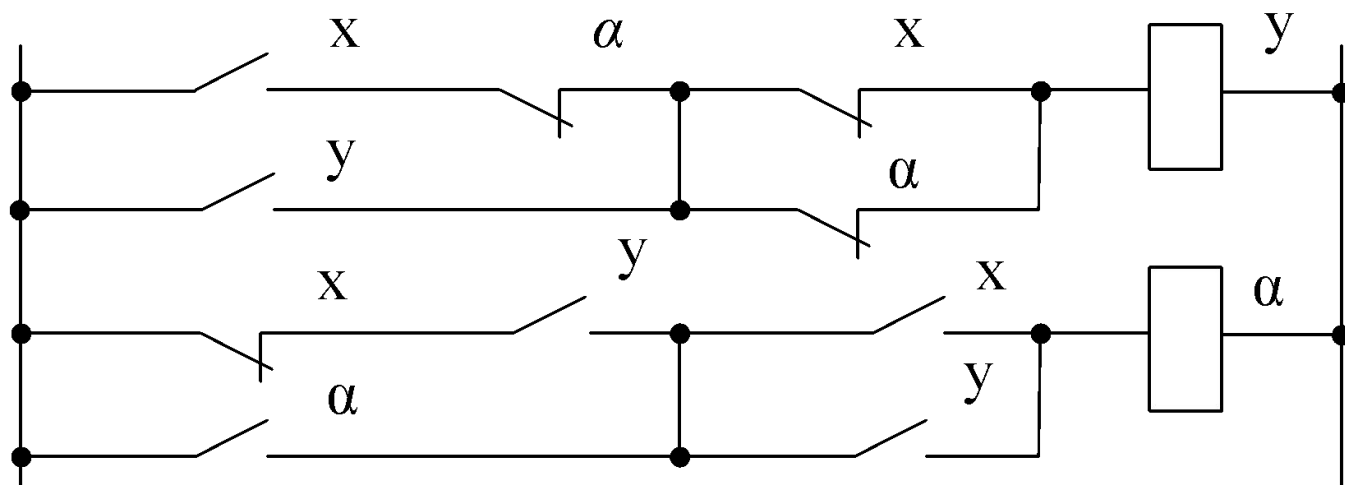


Рисунок 50 – Релейно-контакторная схема

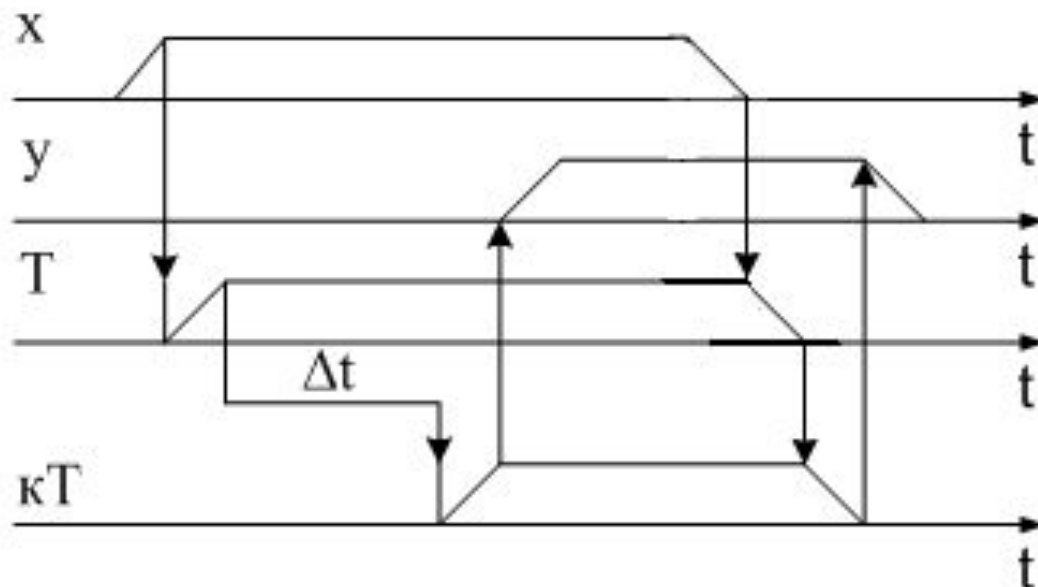


Рисунок 51 – Циклограмма с выдержкой времени при включении

$$T = x$$

$$y = \kappa T,$$

где T – реле времени,

κT – кнопка с выдержкой времени.

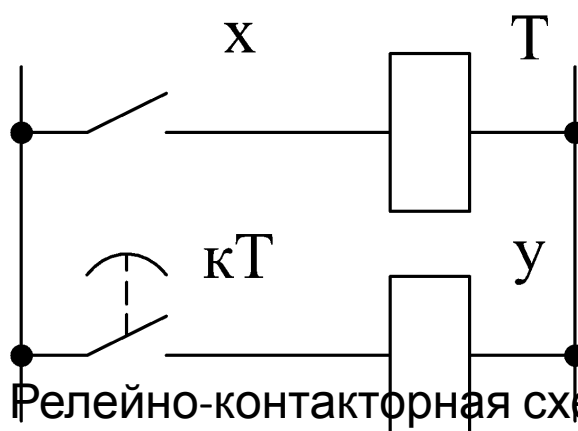


Рисунок 52 – Релейно-контакторная схема с выдержкой времени при включении

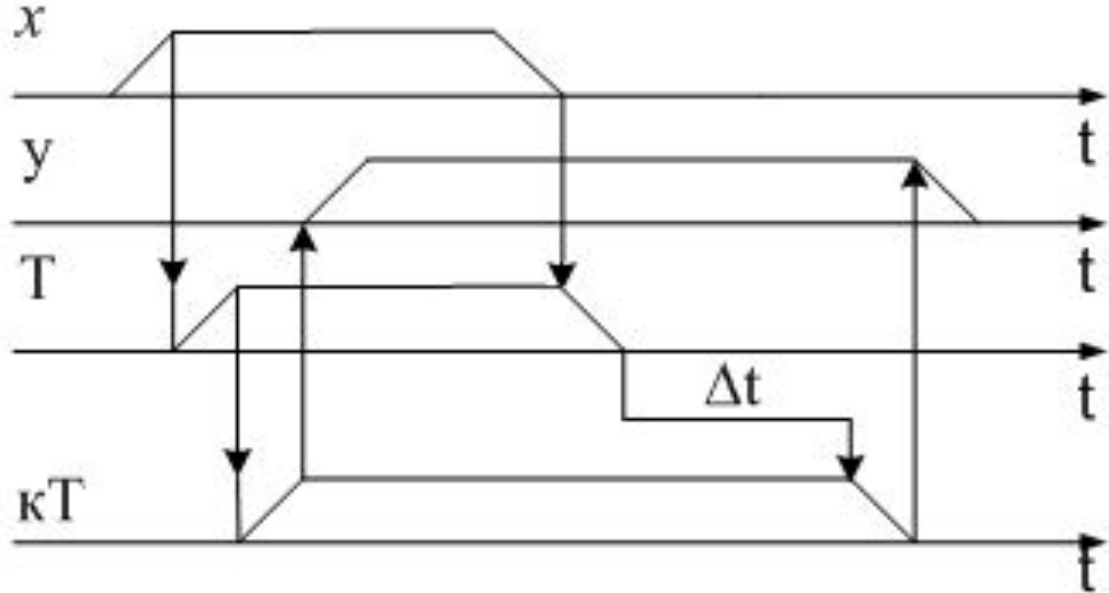


Рисунок 53 – Циклограмма с задержкой на выключение

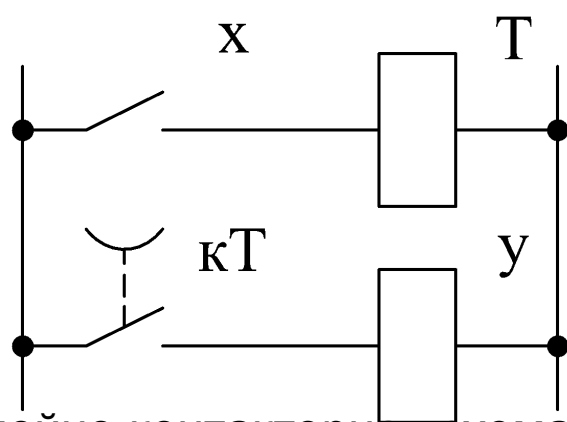


Рисунок 54 – Релейно-контакторная схема с задержкой на включение

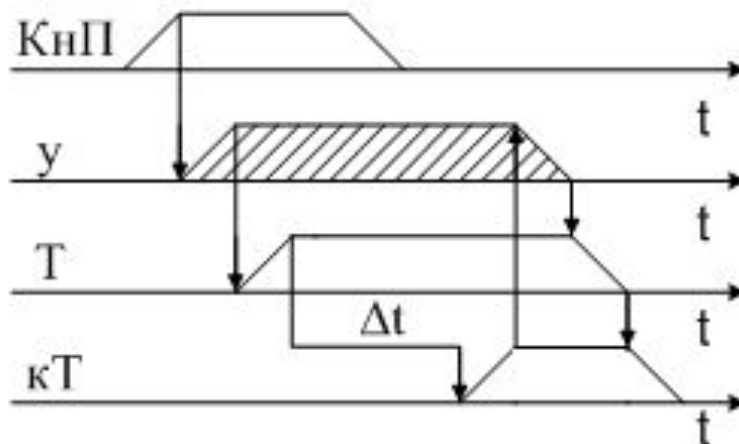


Рисунок 55 – Циклограмма одновибратора

$$y = (K_{нП} + y) \cdot \overline{KT}$$

$$T=y$$

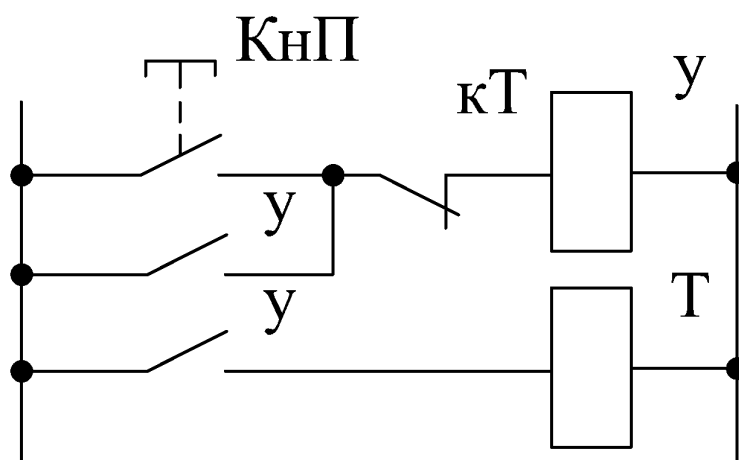
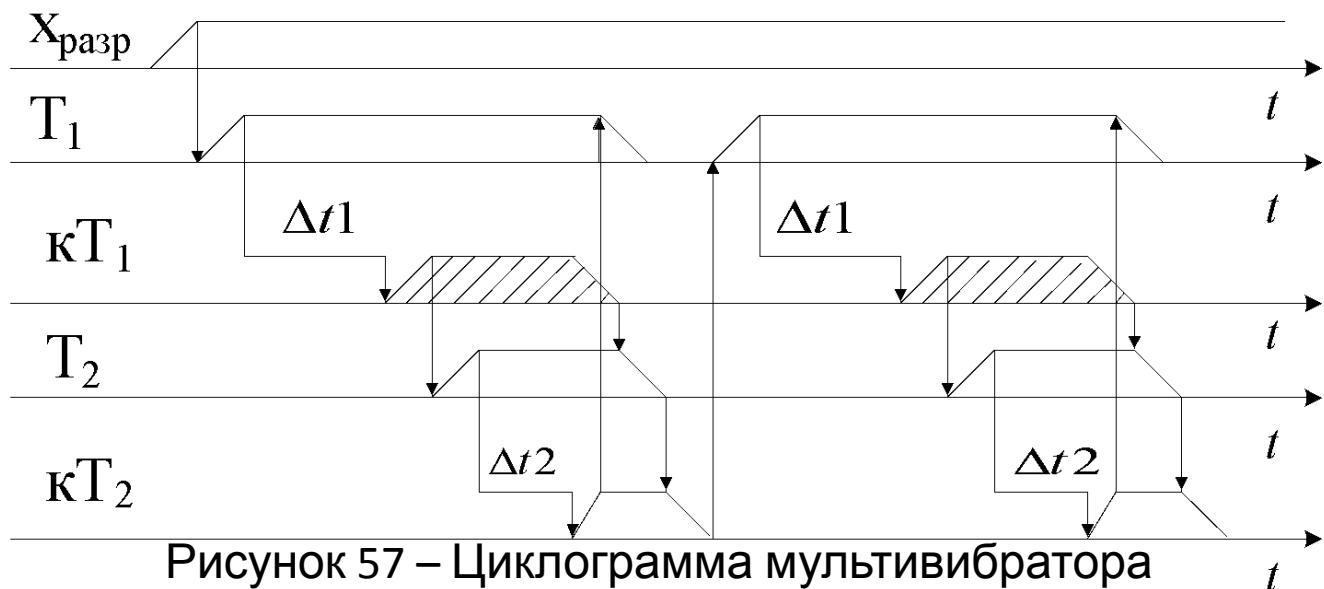
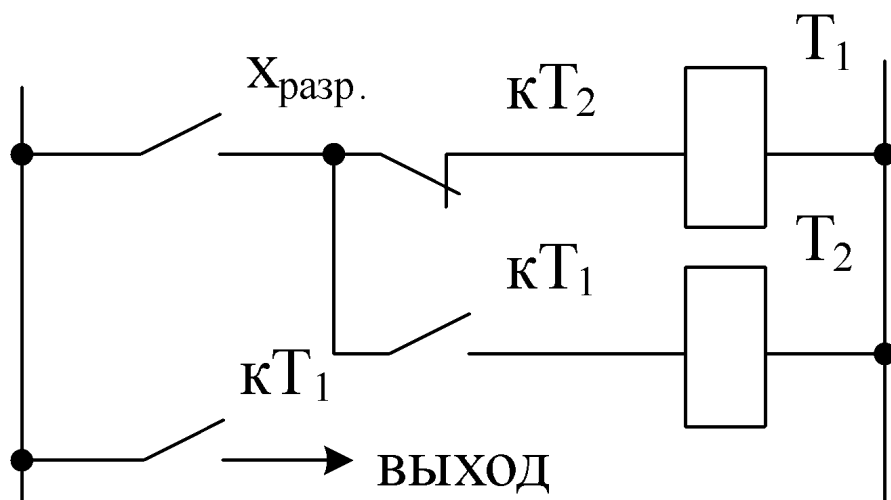


Рисунок 56 – Релейно-контакторная схема одновибратора



$$T1 = x_{разр} \cdot \overline{KT2}$$

$$T2 = x_{разр} \cdot KT1$$



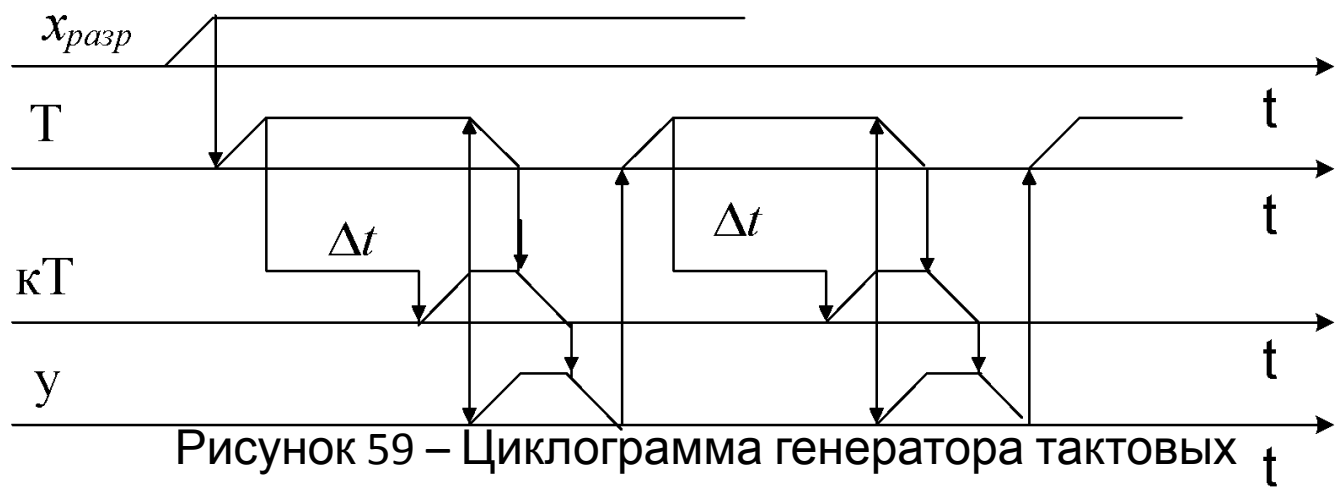


Рисунок 59 – Циклограмма генератора тактовых импульсов

2.7 Примеры проектирования дискретных устройств электроавтоматики

1) Продольно-строгальный станок.

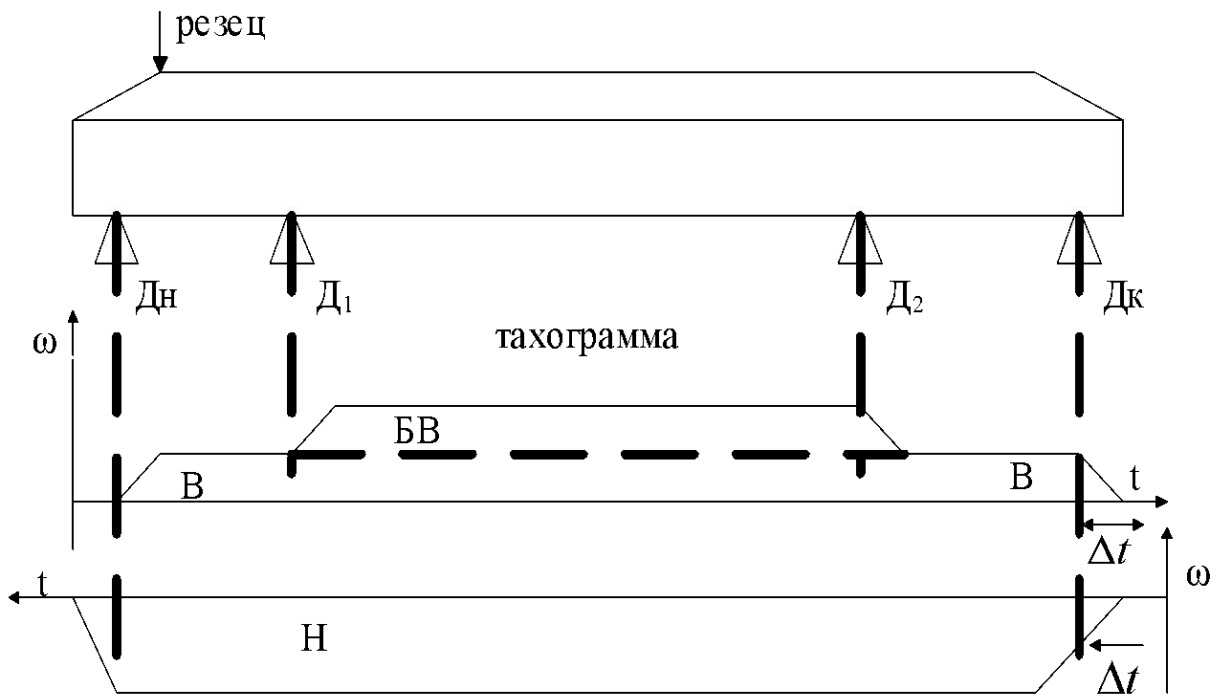


Рисунок 60 – Схема продольно-строгального станка

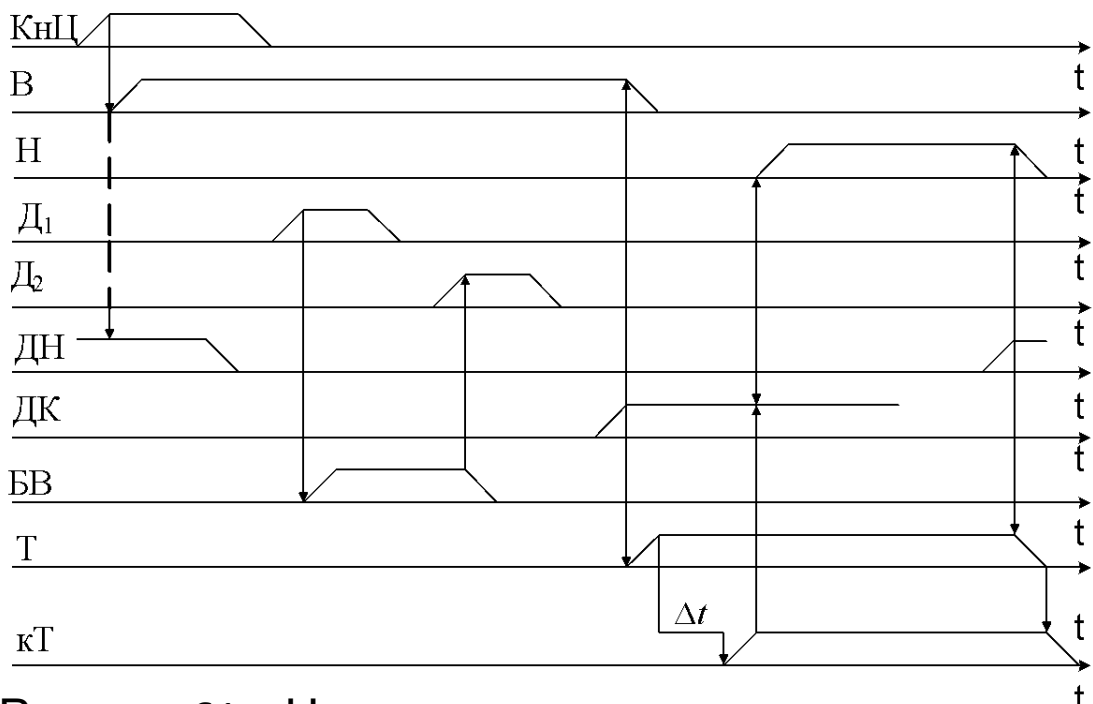


Рисунок 61 – Циклограмма продольно-строгального станка

$$B = (K_{нЦ} \cdot ДН + B + PB) \cdot \overline{ДК} \cdot \overline{К_{нС}}$$

$$БВ = (Д_1 + БВ) \cdot \overline{Д_2} \cdot \overline{К_{нС}}$$

$$H = (КТ \cdot ДК + H) \cdot ДН \cdot \overline{К_{нС}}$$

$$T = (ДК + T) \cdot \overline{ДН}$$

$$БВ = (Д1 + БВ \cdot B) \cdot \overline{Д_2}$$

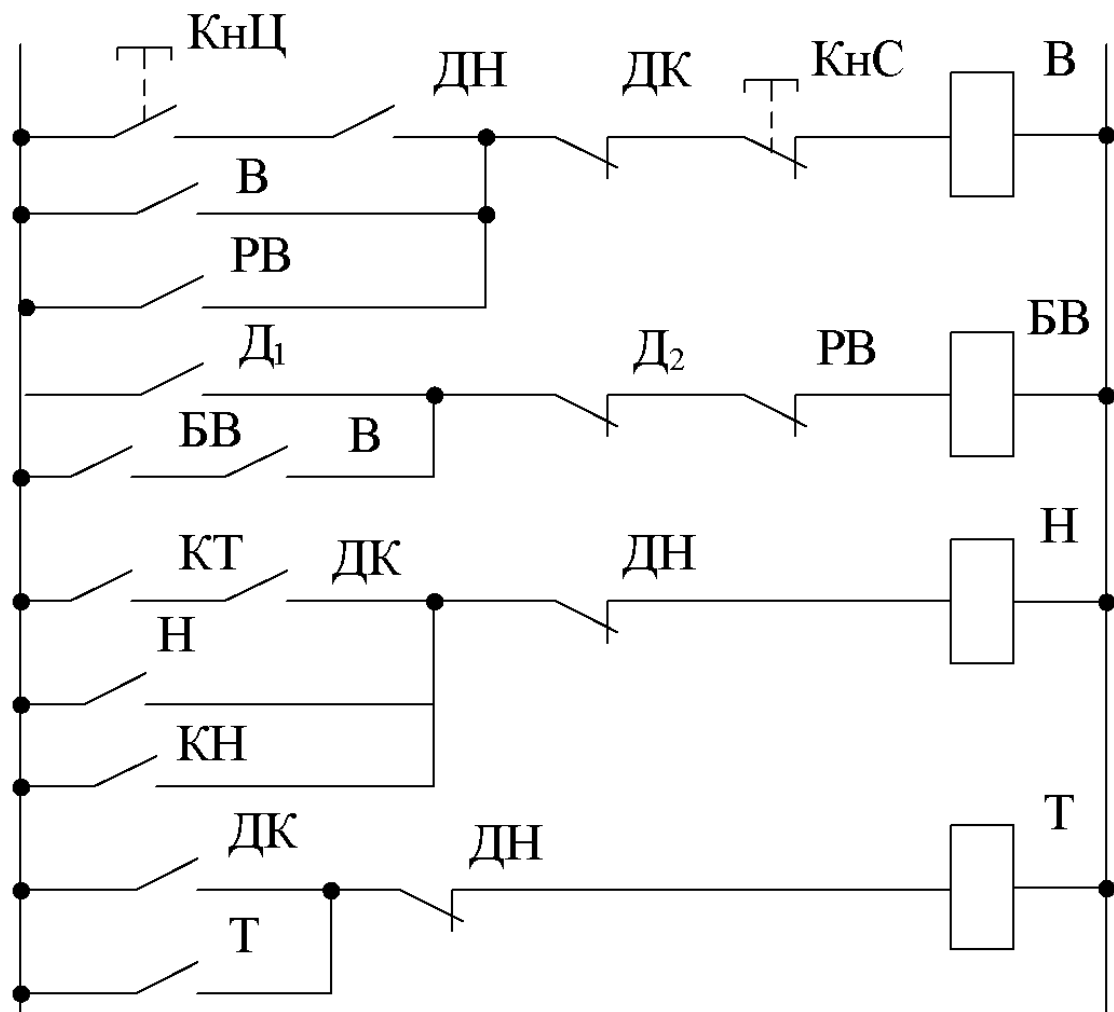


Рисунок 62 – Релейно-контакторная схема продольно – строгального станка

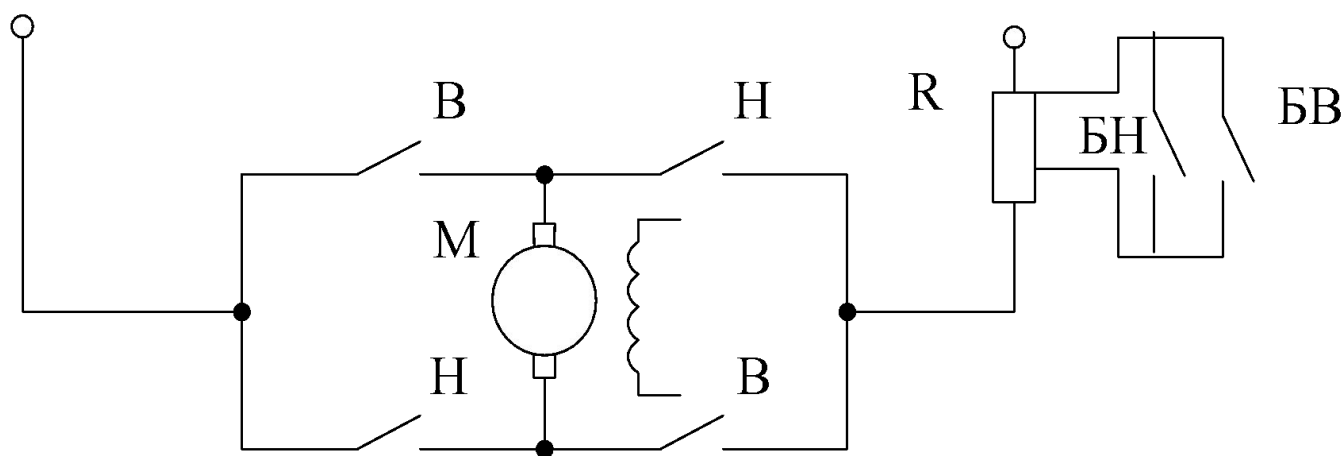


Рисунок 63

2) Автоматизация работы подъемника в горнодобывающей шахте

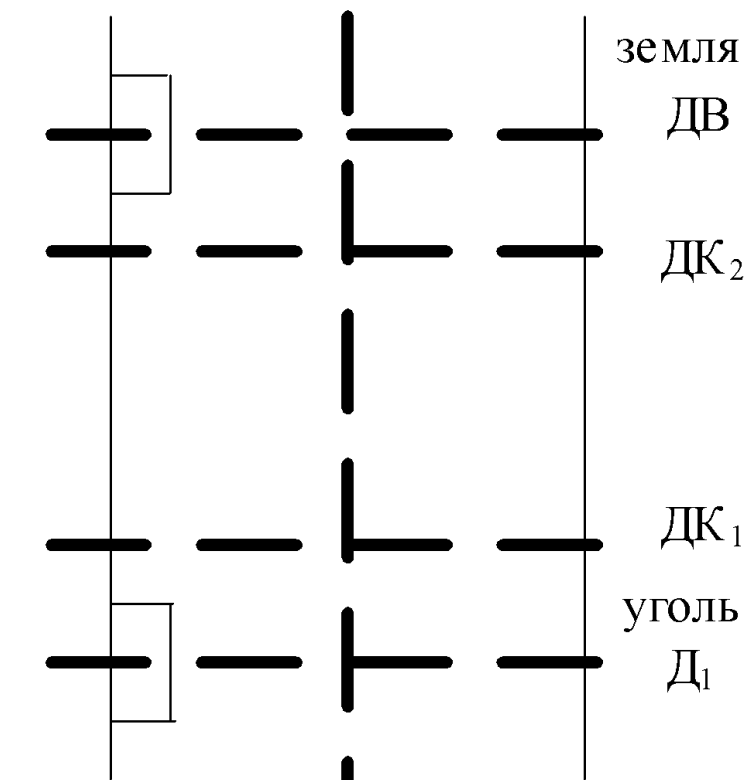


Рисунок 64 – Схема работы подъемника

$$\begin{aligned}
 P_{KHVB} &= (K_{HVB} \cdot T_{наОткр} + P_{KHVB}) \cdot \overline{Дк_2} \\
 T_{наЗакр} &= (P_{KHVB} + T_{наЗакр}) \cdot \overline{Одв} + (P_{KHVB} + T_{наЗакр}) \cdot \overline{Одв} \\
 MBV &= T_{наЗакр} \cdot \overline{ПДк_1} \cdot \overline{Дв} \cdot \overline{КНС} \cdot \overline{БВв} \cdot \overline{МВн} \cdot \overline{БВн} \\
 БВв &= \overline{ПДк_1} \cdot \overline{КНС} \cdot \overline{БВн} \cdot \overline{МВн} \cdot \overline{МВв} \\
 ПДк_1 &= (\overline{Дк_1} + \overline{ПДк_1}) \cdot \overline{Дк_2} \\
 ПДк_2 &= (\overline{Дк_2} + \overline{ПДк_1}) \cdot \overline{Дк_1} \\
 T_{наОткр} &= \overline{Дв} \cdot \overline{МВв} + \overline{Дн} \cdot \overline{МВн} + \overline{КНС} \\
 PKHVB &= (K_{HVB} \cdot KT_{наО} + PKHVB) \cdot \overline{Дк_1} \\
 Здв &= PKHVB + PKHVB \\
 Одв &= T_{наО} \\
 БВн &= \overline{ПДк_2} \cdot \overline{КНС} \cdot \overline{МВн} \cdot \overline{БВв} \cdot \overline{МВв} \\
 МВн &= T_{наЗ} \cdot \overline{ПДк_2} \cdot \overline{Дн} \cdot \overline{КНС} \cdot \overline{БВн} \cdot \overline{БВв} \cdot \overline{МВв}
 \end{aligned}$$

Рисунок 65 – Циклограмма работы продольно – строгального станка