Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий Механики и Оптики

Курсовая работа по дискретной математике
«Синтез комбинационных схем»

Выполнил:
обучающийся P3110
Бавыкин Роман
Преподаватель:
Поляков Владимир Иванович
Вариант 4

Санкт-Петербург
2020 г.

Условия, при которых f=1	Условия, при которых f=d
$2 \le \lvert x_1x_2x_5 - x_3x_4 \rvert \le 4$	$\lvert x_1x_2x_5 - x_3x_4 \rvert = 5$

Составление таблицы истинности

N	$X_1X_2X_3X_4X_5$	$X_1X_2X_5$	$(X_1X_2X_5)_{10}$	X_3X_4	$(X_3X_4)_{10}$	|-|	f
0	0 0 0 0 0	0 0 0	0	0 0	0	0	0
1	0 0 0 0 1	0 0 1	1	0 0	0	1	0
2	0 0 0 1 0	0 0 0	0	0 1	1	1	0
3	0 0 0 1 1	0 0 1	1	0 1	1	0	0
4	0 0 1 0 0	0 0 0	0	1 0	2	2	1
5	0 0 1 0 1	0 0 1	1	1 0	2	1	0
6	0 0 1 1 0	0 0 0	0	1 1	3	3	1
7	0 0 1 1 1	0 0 1	1	1 1	3	2	1
8	0 1 0 0 0	0 1 0	2	0 0	0	2	1
9	0 1 0 0 1	0 1 1	3	0 0	0	3	1
10	0 1 0 1 0	0 1 0	2	0 1	1	1	0
11	0 1 0 1 1	0 1 1	3	0 1	1	2	1
12	0 1 1 0 0	0 1 0	2	1 0	2	0	0
13	0 1 1 0 1	0 1 1	3	1 0	2	1	0
14	0 1 1 1 0	0 1 0	2	1 1	3	1	0
15	0 1 1 1 1	0 1 1	3	1 1	3	0	0
16	1 0 0 0 0	1 0 0	4	0 0	0	4	1
17	1 0 0 0 1	1 0 1	5	0 0	0	5	d
18	1 0 0 1 0	1 0 0	4	0 1	1	3	1
19	1 0 0 1 1	1 0 1	5	0 1	1	4	1
20	1 0 1 0 0	1 0 0	4	1 0	2	2	1
21	1 0 1 0 1	1 0 1	5	1 0	2	3	1
22	1 0 1 1 0	1 0 0	4	1 1	3	1	0
23	1 0 1 1 1	1 0 1	5	1 1	3	2	1
24	1 1 0 0 0	1 1 0	6	0 0	0	6	0
25	1 1 0 0 1	1 1 1	7	0 0	0	7	0
26	1 1 0 1 0	1 1 0	6	0 1	1	5	d
27	1 1 0 1 1	1 1 1	7	0 1	1	6	0
28	1 1 1 0 0	1 1 0	6	1 0	2	4	1
29	1 1 1 0 1	1 1 1	7	1 0	2	5	d
30	1 1 1 1 0	1 1 0	6	1 1	3	3	1
31	1 1 1 1 1	1 1 1	7	1 1	3	4	1

Представить булевую функцию в аналитическом виде с помощью КДНФ и ККНФ

КДНФ:

$$f = \bar{x}_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4\bar{x}_5 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3x_4\bar{x}_5 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3x_4x_5 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4\bar{x}_5 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4x_5 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_4x_5 \vee$$
$$\vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4\bar{x}_5 \vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_3x_4\bar{x}_5 \vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_3x_4x_5 \vee x_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4\bar{x}_5 \vee x_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4x_5 \vee x_1\bar{x}_2x_3x_4x_5 \vee$$
$$\vee x_1x_2x_3\bar{x}_4\bar{x}_5 \vee x_1x_2x_3x_4\bar{x}_5 \vee x_1x_2x_3x_4x_5$$

ККНФ:

$$f = (x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee x_4 \vee x_5)(x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee x_4 \vee \bar{x}_5)(x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4 \vee x_5)(x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5)$$
$$(x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4 \vee \bar{x}_5)(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4 \vee x_5)(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4 \vee x_5)(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4 \vee \bar{x}_5)$$
$$(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4 \vee x_5)(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5)(\bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4 \vee x_5)(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4 \vee x_5)$$
$$(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4 \vee \bar{x}_5)(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5)$$

Минимизация булевой функции методом Квайна-Мак-Класки
Нахождение простых импликант (максимальных кубов):

$K^0 \cup N(f)$		**$K^1(f)$**			**$K^2(f)$**			**Z(f)**
1. 00100	v	**1. 001X0**		1-4	**1. 100XX**	4-11	5-9	**1. 100XX**
2. 01000	v	**2. X0100**		1-8	**2. 10X0X**	4-13	6-10	**2. 10X0X**
3. 10000	v	**3. 0100X**		2-5	**3. 10XX1**	9-17	10-16	**3. 10XX1**
4. 00110	v	4. 1000X	v	3-6	**4. 1X10X**	13-20	14-18	**4. 1X10X**
5. 01001	v	5. 100X0	v	3-7	**5. 1X1X1**	17-23	18-22	**5. 1X1X1**
6. 10001	v	6. 10X00	v	3-8	**6. 111XX**	20-24	21-23	**6. 111XX**
7. 10010	v	**7. 0011X**		4-9				**7. 001X0**
8. 10100	v	**8. 010X1**		5-10				**8. X0100**
9. 00111	v	9. 100X1	v	6-11				**9. 0100X**
10. 01011	v	10. 10X01	v	6-12	**K^3(f)** = ∅			**10. 0011X**
11. 10011	v	11. 1001X	v	7-11				**11. 010X1**
12. 10101	v	**12. 1X010**		7-13				**12. 1X010**
13. 11010	v	13. 1010X	v	8-12				**13. X0111**
14. 11100	v	14. 1X100	v	8-14				**14. 11X10**
15. 10111	v	**15. X0111**		9-15				
16. 11101	v	16. 10X11	v	11-15				
17. 11110	v	17. 101X1	v	12-15				
18. 11111	v	18. 1X101	v	12-16				
		19. 11X10		13-17				
		20. 1110X	v	14-16				
		21. 111X0	v	14-17				
		22. 1X111	v	15-18				
		23. 111X1	v	16-18				
		24. 1111X	v	17-18				

Импликантная таблица:

Простые импликанты (максимальные кубы)		0-кубы														
		0 0 1 0 0	0 0 1 1 0	0 0 1 1 1	0 1 0 0 0	0 1 0 0 1	0 1 0 1 1	1 0 0 0 0	1 0 0 1 0	1 0 0 1 1	1 0 1 0 0	1 0 1 0 1	1 0 1 1 1	1 1 1 0 0	1 1 1 1 0	1 1 1 1 1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	100XX							*	*	*						
2	10X0X										*	*				
3	10XX1									*		*	*			
4	1X10X										*	*				
5	1X1X1											*	*			*
6	111XX													*	*	*
7	001X0	*	*													
8	X0100	*									*					
9	0100X				*	*										
10	0011X		*	*												
11	010X1					*	*									
12	1X010								*							
13	X0111			*									*			
14	11X10														*	

Импликанты 1, 6, 9 и 11 — существенные. $T = \left\{ \begin{matrix} 100XX \\ 111XX \\ 0100X \\ 010X1 \end{matrix} \right\}$

Приведенная импликантная таблица:

Простые импликанты (максимальные кубы)		0-кубы					
		0 0 1 0 0	0 0 1 1 0	0 0 1 1 1	1 0 1 0 0	1 0 1 0 1	1 0 1 1 1
		a	b	c	d	e	f
10X0X	A				*	*	
10XX1	B					*	*
1X10X	C				*	*	
1X1X1	D					*	*
001X0	E	*	*				
X0100	F	*			*		
0011X	G		*	*			
1X010	H						
X0111	I			*			*
11X10	J						

Определение минимального покрытия. Метод Петрика:

Выпишем булево выражение Y, определяющие условие покрытия всех 0-кубов, не покрываемых сущевственными импликантами.

$$Y = (E \vee F)(E \vee G)(G \vee I)(A \vee C \vee F)(A \vee B \vee C \vee D)(B \vee D \vee I) =$$
$$= ABEG \vee ADEG \vee BCEG \vee CDEG \vee AEI \vee CEI \vee BEFI \vee DEFI \vee AFGI \vee CFGI \vee BFG \vee DFG$$

Возможны следующие варианты покрытия:

$$\mathrm{C}_1 = \begin{Bmatrix} T \\ A \\ B \\ E \\ G \end{Bmatrix}; \quad \mathrm{C}_2 = \begin{Bmatrix} T \\ A \\ D \\ E \\ G \end{Bmatrix}; \quad \mathrm{C}_3 = \begin{Bmatrix} T \\ B \\ C \\ E \\ G \end{Bmatrix}; \quad \mathrm{C}_4 = \begin{Bmatrix} T \\ C \\ D \\ E \\ G \end{Bmatrix}; \quad \mathrm{C}_5 = \begin{Bmatrix} T \\ A \\ E \\ I \end{Bmatrix}; \quad \mathrm{C}_6 = \begin{Bmatrix} T \\ C \\ E \\ I \end{Bmatrix};$$

$S_1^a = 28$ $S_2^a = 28$ $S_3^a = 28$ $S_4^a = 28$ $S_5^a = 25$ $S_6^a = 25$

S_1^b $S_2^b = 36$ $S_3^b = 36$ $S_4^b = 36$ $S_5^b = 32$ $S_6^b = 32$

$$C_7 = \begin{Bmatrix} T \\ B \\ E \\ F \\ I \end{Bmatrix}; \quad C_8 = \begin{Bmatrix} T \\ D \\ E \\ F \\ I \end{Bmatrix}; \quad C_3 = \begin{Bmatrix} T \\ B \\ C \\ E \\ G \end{Bmatrix}; \quad C_{10} = \begin{Bmatrix} T \\ C \\ F \\ G \\ I \end{Bmatrix}; \quad C_{11} = \begin{Bmatrix} T \\ B \\ F \\ G \end{Bmatrix}; \quad C_{12} = \begin{Bmatrix} T \\ D \\ F \\ G \end{Bmatrix}$$

$S_7^a = 29$ $S_7^b = 37$; $S_8^a = 29$ $S_8^b = 37$; $S_3^a = 28$ $S_3^b = 36$; $S_{10}^a = 29$ $S_{10}^b = 37$; $S_{11}^a = 25$ $S_{11}^b = 32$; $S_{12}^a = 25$ $S_{12}^b = 32$

Минимальные покрытия:

$$C_{1min}(f) = \begin{Bmatrix} 100XX \\ 111XX \\ 0100X \\ 010X1 \\ 10X0X \\ 001X0 \\ X0111 \end{Bmatrix} C_{2min}(f) = \begin{Bmatrix} 100XX \\ 111XX \\ 0100X \\ 010X1 \\ 1X10X \\ 001X0 \\ X0111 \end{Bmatrix} C_{3min}(f) = \begin{Bmatrix} 100XX \\ 111XX \\ 0100X \\ 010X1 \\ 10XX1 \\ X0100 \\ 0011X \end{Bmatrix} C_{4min}(f) = \begin{Bmatrix} 100XX \\ 111XX \\ 0100X \\ 010X1 \\ 1X1X1 \\ 001X0 \\ X0111 \end{Bmatrix}$$

$S_{min}^a = 25; S_{min}^b = 32$

Этим покрытиям соответствуют МДНФ следующего вида:

$f_1 = x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 \vee x_1x_2x_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_5 \vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_5 \vee \bar{x}_2x_3x_4x_5$

$f_2 = x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 \vee x_1x_2x_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_5 \vee x_1x_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_5 \vee \bar{x}_2x_3x_4x_5$

$f_3 = x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 \vee x_1x_2x_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_5 \vee x_1\bar{x}_2x_5 \vee \bar{x}_2x_3\bar{x}_4\bar{x}_5 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3x_4$

$f_4 = x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 \vee x_1x_2x_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_5 \vee x_1x_3x_5 \vee \bar{x}_2x_3\bar{x}_4\bar{x}_5 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3x_4$

Минимизация булевой функции на картах Карно. Определение МДНФ

x_3x_4 \ x_1x_2	00	01	11	10
00		1		1
01			d	1
11	1		1	
10	1		1	1

x_5=0

x_3x_4 \ x_1x_2	00	10	11	10
00		1		d
01		1		1
11	1		1	1
10			d	1

x_5=1

$$\text{Получаем} C_{min}(f) = \begin{Bmatrix} 100XX \\ 10XX1 \\ 111XX \\ 010X1 \\ 0011X \\ 0100X \\ X0100 \end{Bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{pmatrix} S^a = 25, S^b = 32$$

МДНФ имеет следующий вид:

$f = x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 \vee x_1\bar{x}_2x_5 \vee x_1x_2x_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_5 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3x_4 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2x_3\bar{x}_4\bar{x}_5$

Определение МКНФ:

$x_1=0$

$x_2x_3 \backslash x_4x_5$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01		0		
11	0	0	0	0
10				0

$x_1=1$

$x_2x_3 \backslash x_4x_5$	00	01	11	10
00		d		
01				0
11		d		
10	0	0	0	d

Получаем $C_{min}(\bar{f}) = \begin{Bmatrix} 000XX \\ 011XX \\ 110XX \\ 0X101 \\ 01X10 \\ 10110 \end{Bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix} S^a = 22, S^b = 28$

МКНФ имеет следующий вид:

$$f = (x_1 \vee x_2 \vee x_3) \cdot (x_1 \vee \overline{x}_2 \vee \overline{x}_3) \cdot (\overline{x}_1 \vee \overline{x}_2 \vee x_3) \cdot (x_1 \vee \overline{x}_3 \vee x_4 \vee \overline{x}_5) \cdot (x_1 \vee \overline{x}_2 \vee \overline{x}_4 \vee x_5) \cdot (\overline{x}_1 \vee x_2 \vee \overline{x}_3 \vee \overline{x}_4 \vee x_5)$$

Преобразование минимальных форм булевой функции.

Факторное преобразование для МДНФ:

$$f = x_1\overline{x}_2\overline{x}_3 \vee x_1\overline{x}_2x_5 \vee x_1x_2x_3 \vee \overline{x}_1x_2\overline{x}_3x_5 \vee \overline{x}_1\overline{x}_2x_3x_4 \vee \overline{x}_1x_2\overline{x}_3\overline{x}_4 \vee \overline{x}_2x_3\overline{x}_4\overline{x}_5$$

S_Q=32

$$f = x_1(\overline{x}_2(\overline{x}_3 \vee x_5) \vee x_2x_3) \vee \overline{x}_1(x_2\overline{x}_3(x_5 \vee \overline{x}_4) \vee \overline{x}_2x_3x_4) \vee \overline{x}_2x_3\overline{x}_4\overline{x}_5$$

S_Q=29

Декомпозиция: введем вспомогательную функцию

$\varphi = \overline{x}_3 \vee x_5 \quad \overline{\varphi} = x_3\overline{x}_5$

$$f = x_1(\overline{x}_2\varphi \vee x_2x_3) \vee \overline{x}_1(x_2\overline{x}_3(x_5 \vee \overline{x}_4) \vee \overline{x}_2x_3x_4) \vee \overline{x}_2\overline{x}_4\overline{\varphi}$$

Факторное преобразование для МКНФ:

$$f = (x_1 \vee x_2 \vee x_3) \cdot (x_1 \vee \overline{x}_2 \vee \overline{x}_3) \cdot (\overline{x}_1 \vee \overline{x}_2 \vee x_3) \cdot (x_1 \vee \overline{x}_3 \vee x_4 \vee \overline{x}_5) \cdot (x_1 \vee \overline{x}_2 \vee \overline{x}_4 \vee x_5) \cdot (\overline{x}_1 \vee x_2 \vee \overline{x}_3 \vee \overline{x}_4 \vee x_5)$$

S_Q=28

$$f = \left(x_1 \vee \overline{x}_3 \vee \overline{x}_2(x_4 \vee \overline{x}_5)\right)(x_1\overline{x}_2 \vee \overline{x}_1x_2 \vee x_3)\left(\overline{x}_4 \vee x_5 \vee (x_1 \vee \overline{x}_2)(\overline{x}_1 \vee x_2 \vee \overline{x}_3)\right)$$

S_Q=27

Декомпозиция: введём вспомогательные функции

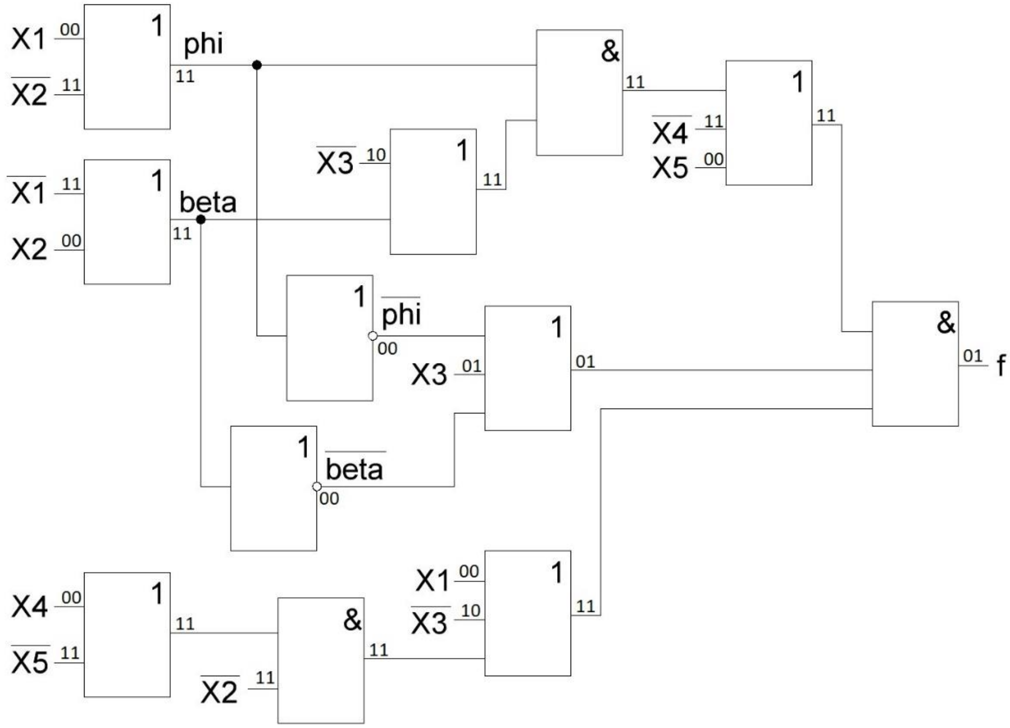
$\varphi = x_1 \vee \overline{x}_2 \quad \overline{\varphi} = \overline{x}_1x_2 \quad \beta = \overline{x}_1 \vee x_2 \quad \overline{\beta} = x_1\overline{x}_2$

$$f = \left(x_1 \vee \overline{x}_3 \vee \overline{x}_2(x_4 \vee \overline{x}_5)\right)\left(\overline{\beta} \vee \overline{\varphi} \vee x_3\right)\left(\overline{x}_4 \vee x_5 \vee \varphi(\beta \vee \overline{x}_3)\right)$$

S_Q = 26

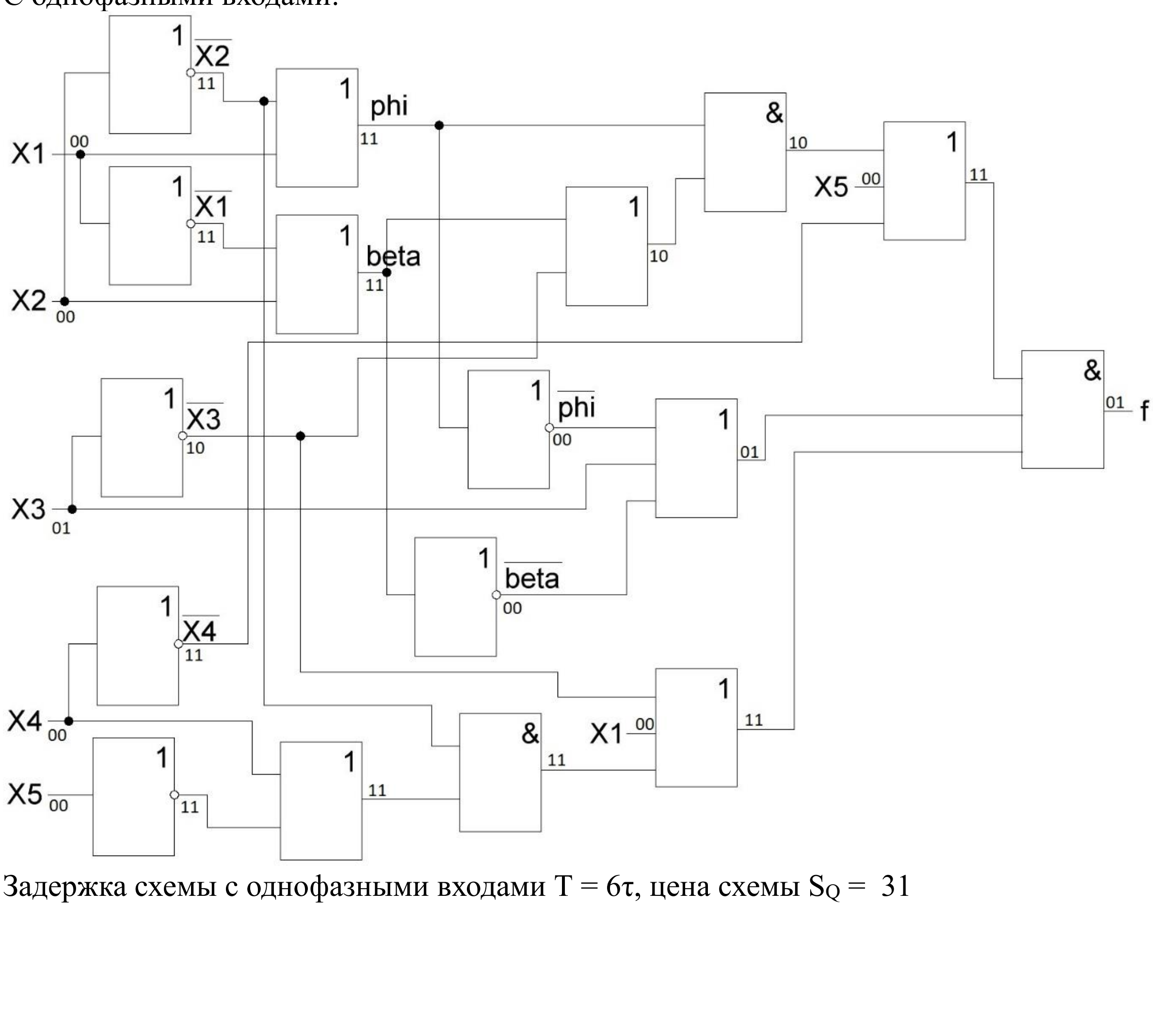
Синтез комбинационных схем в булевом базисе

С парафазными входами:



Задержка схемы с парафазными входами $T = 5\tau$, цена схемы $S_Q = 26$

С однофазными входами:



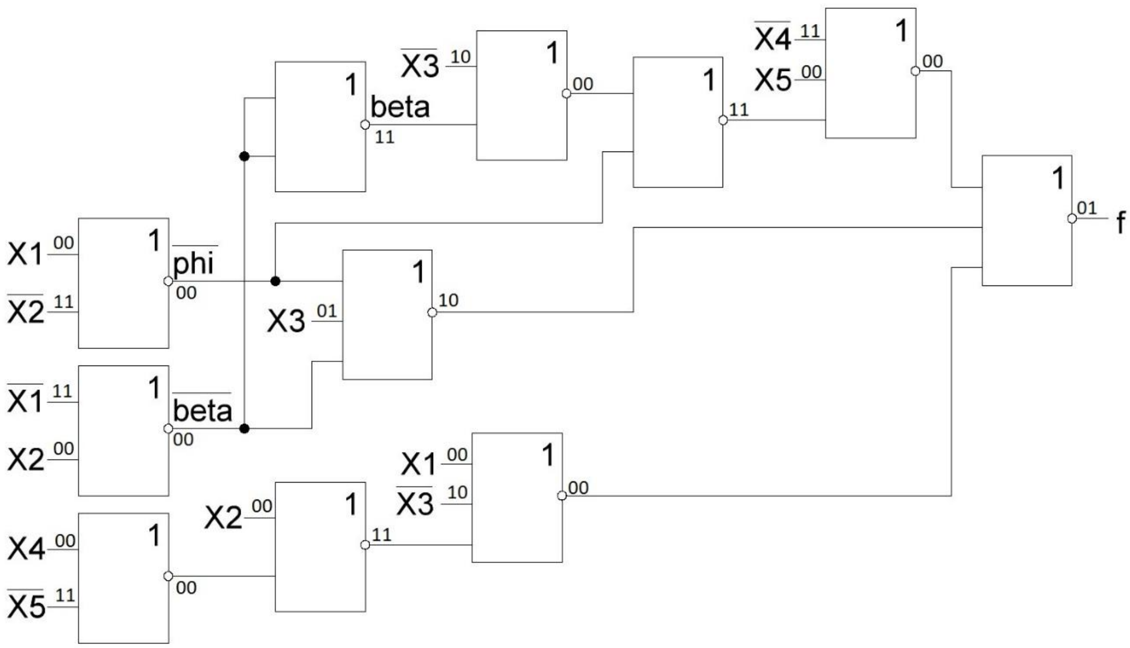
Задержка схемы с однофазными входами $T = 6\tau$, цена схемы $S_Q = 31$

Синтез комбинационных схем в универсальных базисах

Базис ИЛИ-НЕ:

$\overline{\varphi} = x_1 \downarrow \overline{x_2} \quad \overline{\beta} = \overline{x_1} \downarrow x_2$

$f = \left(x_1 \downarrow \overline{x_3} \downarrow (x_2 \downarrow (x_4 \downarrow \overline{x_5}))\right) \downarrow \left(\overline{\beta} \downarrow \overline{\varphi} \downarrow x_3\right) \downarrow \left(\overline{x_4} \downarrow x_5 \downarrow (\overline{\varphi} \downarrow (\beta \downarrow \overline{x_3}))\right)$

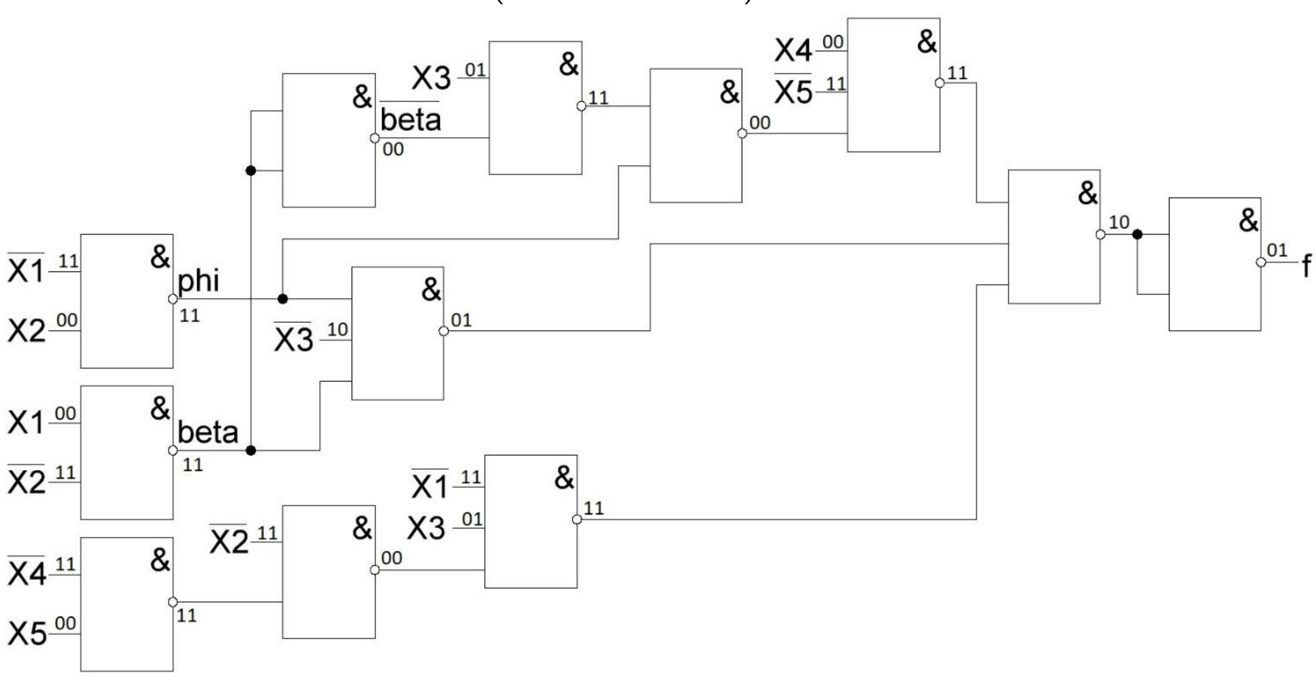


Задержка схемы T = 6τ, цена S_Q = 26

Базис И-НЕ:

$\varphi = \overline{x_1} \mid x_2 \quad \beta = x_1 \mid \overline{x_2}$

$f = \overline{\left(\overline{x_1}|\overline{x_3}|\left(\overline{x_2}|(\overline{x_4}|x_5)\right)\right) \mid (\beta|\varphi|\overline{x_3}) \mid \left(x_4|\overline{x_5}|\left(\varphi|(\overline{\beta}|x_3)\right)\right)}$



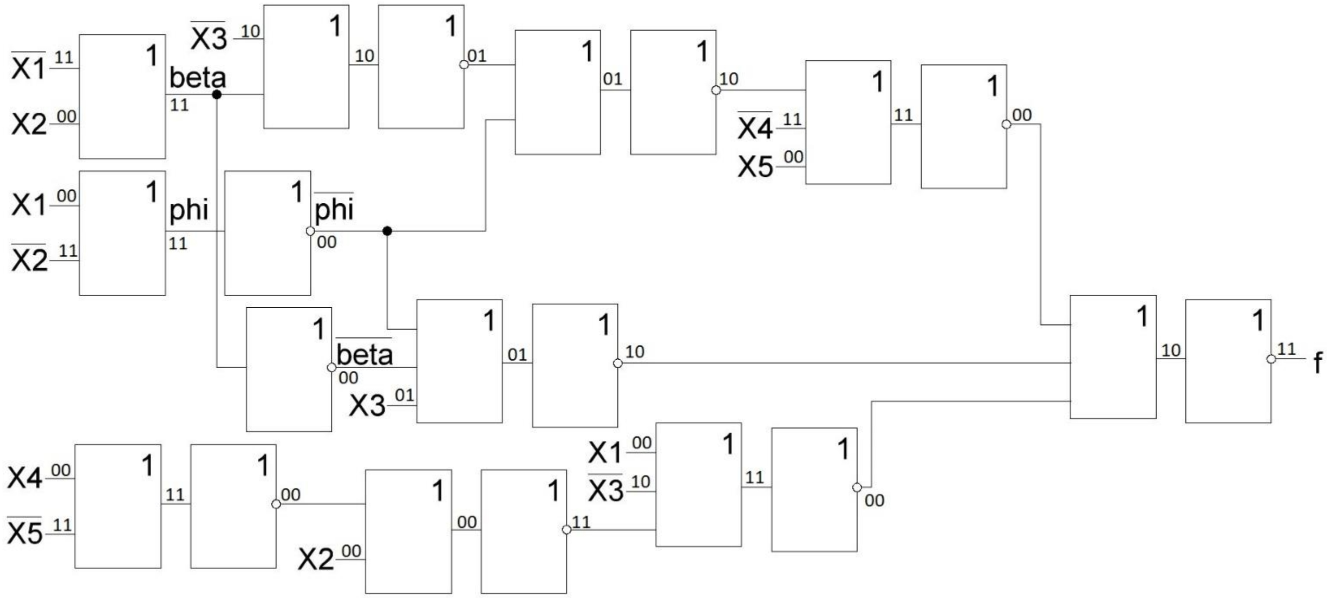
Задержка схемы T = 7τ, цена S_Q = 28

Построение схемы в сокращенных булевых базисах

Базис ИЛИ, НЕ:

$\varphi = x_1 \vee \bar{x}_2 \quad \beta = \bar{x}_1 \vee x_2$

$f = \overline{\overline{(x_1 \vee \overline{x_3} \vee \overline{(x_2 \vee \overline{(x_4 \vee \overline{x_5})})})} \vee \overline{(\bar{\beta} \vee \bar{\varphi} \vee x_3)} \vee \overline{(\overline{x_4} \vee x_5 \vee \overline{(\bar{\varphi} \vee \overline{(\beta \vee \overline{x_3})})})}}$

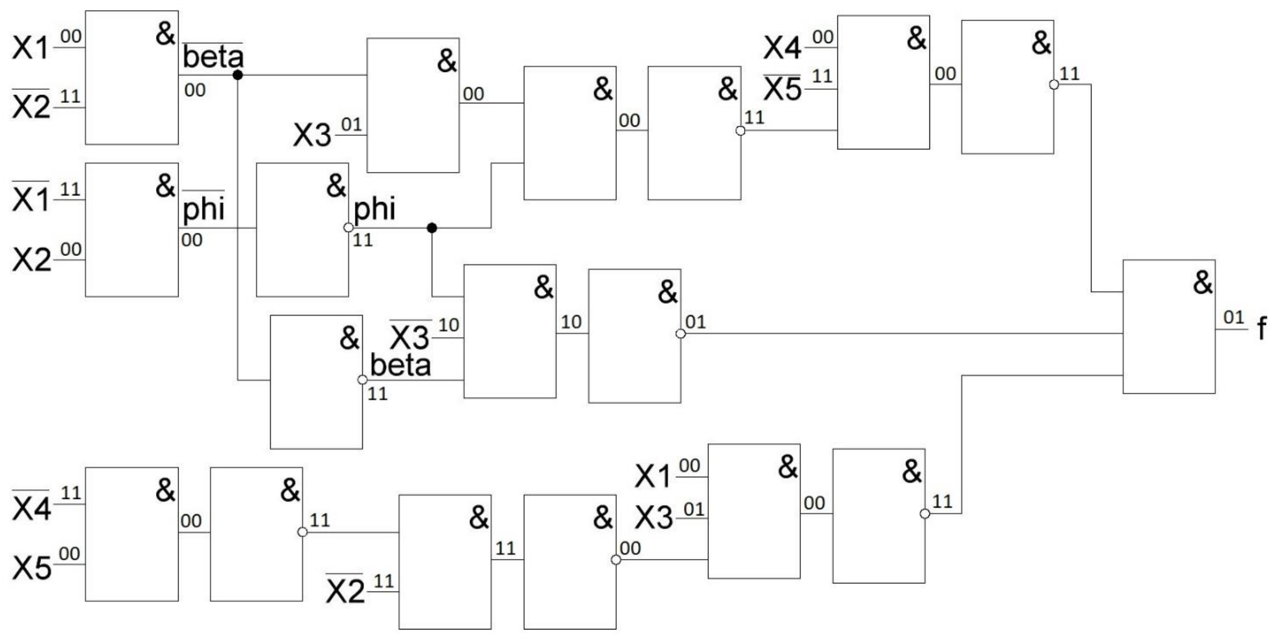


Задержка схемы T = 9τ, цена S_Q = 33

Базис И, НЕ:

$\overline{\varphi} = \bar{x}_1 \cdot x_2 \quad \overline{\beta} = x_1 \cdot \bar{x}_2$

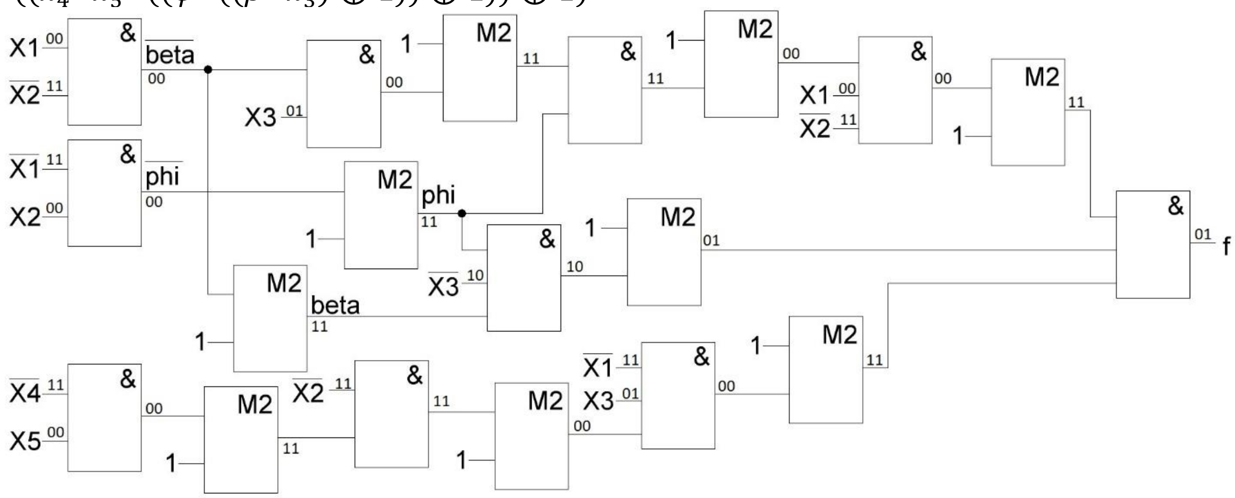
$f = \overline{(\overline{x_1} \cdot x_3 \cdot \overline{(\overline{x_2} \cdot \overline{(\overline{x_4} \cdot x_5)})})} \cdot \overline{(\beta \cdot \varphi \cdot \overline{x_3})} \cdot \overline{(x_4 \cdot \overline{x_5} \cdot \overline{(\varphi \cdot \overline{(\bar{\beta} \cdot x_3)})})}$



Задержка схемы T = 7τ, цена S_Q = 32

Построение схемы в базисе Жегалкина:

$f = ((\overline{x_1} \cdot x_3 \cdot ((\overline{x_2} \cdot ((\overline{x_4} \cdot x_5) \oplus 1)) \oplus 1)) \oplus 1) \cdot ((\beta \cdot \varphi \cdot \overline{x_3}) \oplus 1) \cdot$
$\cdot ((x_4 \cdot \overline{x_5} \cdot ((\varphi \cdot ((\bar{\beta} \cdot x_3) \oplus 1)) \oplus 1)) \oplus 1)$



Задержка схемы T = 8τ, цена $S_Q = 42$

Построение схемы в универсальном базисе с учетом заданного коэффициента объединения по входам

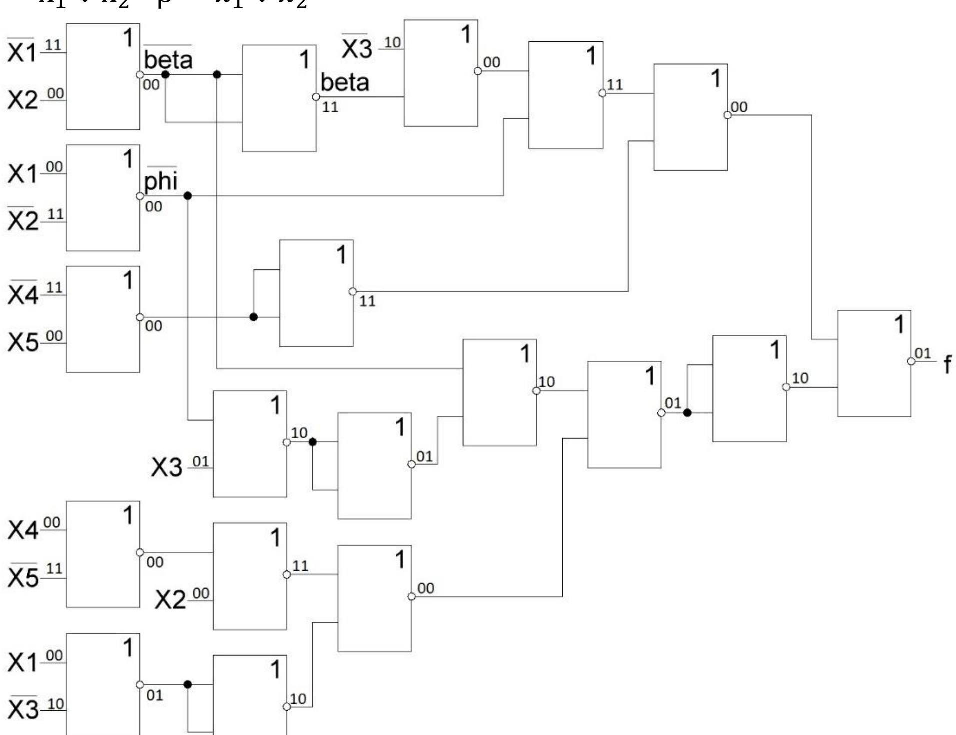
Преобразуем выражение в булевом базисе так, чтобы каждая операция была с двумя входами

$$f = \Big(\big((x_1 \vee \overline{x}_3) \vee \overline{x}_2(x_4 \vee \overline{x}_5)\big)\big(\overline{\beta} \vee (\overline{\varphi} \vee x_3)\big)\Big)\big((\overline{x}_4 \vee x_5) \vee \varphi(\beta \vee \overline{x}_3)\big)$$

Преобразуем полученное выражение к базису ИЛИ-НЕ

$$f = \overline{\Big(\Big(\overline{(x_1 \downarrow \overline{x_3})} \downarrow \big(x_2 \downarrow (x_4 \downarrow \overline{x_5})\big)\Big) \downarrow \Big(\overline{\beta} \downarrow \overline{(\overline{\varphi} \downarrow x_3)}\Big)\Big)} \downarrow \Big(\overline{(\overline{x_4} \downarrow x_5)} \downarrow \big(\overline{\varphi} \downarrow (\beta \downarrow \overline{x_3})\big)\Big)$$

$\overline{\varphi} = x_1 \downarrow \overline{x_2} \quad \overline{\beta} = \overline{x_1} \downarrow x_2$



Задержка схемы T = 7τ, цена $S_Q = 38$

Анализ построенных схем:
На наборе 00000 функция принимает значение 0, а на наборе 00100 – значение 1. На всех схемах указана их реакция на эти наборы