

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Курсовая работа часть 1

Номер Варианта: 29

Выполнил: Бурейко Роман Олегович 412902

Группа: р3115

ФИО преподавателя: Поляков Владимир Иванович

Функция  $f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$  принимает значение 1 при  $2 \leq |x_2 x_3 x_4 - x_5 x_1| \leq 4$  и неопределенное значение при  $x_2 x_3 x_4 = 1$

## Таблица истинности

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_2 x_3 x_4$	$x_5 x_1$	$x_2 x_3 x_4$	$f$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	2	0	1
2	0	0	0	1	0	1	0	1	d
3	0	0	0	1	1	1	2	1	d
4	0	0	1	0	0	2	0	2	1
5	0	0	1	0	1	2	2	2	0
6	0	0	1	1	0	3	0	3	1
7	0	0	1	1	1	3	2	3	0
8	0	1	0	0	0	4	0	4	1
9	0	1	0	0	1	4	2	4	1
10	0	1	0	1	0	5	0	5	0
11	0	1	0	1	1	5	2	5	1
12	0	1	1	0	0	6	0	6	0
13	0	1	1	0	1	6	2	6	1
14	0	1	1	1	0	7	0	7	0
15	0	1	1	1	1	7	2	7	0
16	1	0	0	0	0	0	1	0	0
17	1	0	0	0	1	0	3	0	1
18	1	0	0	1	0	1	1	1	d
19	1	0	0	1	1	1	3	1	d
20	1	0	1	0	0	2	1	2	0
21	1	0	1	0	1	2	3	2	0
22	1	0	1	1	0	3	1	3	1
23	1	0	1	1	1	3	3	3	0
24	1	1	0	0	0	4	1	4	1
25	1	1	0	0	1	4	3	4	0
26	1	1	0	1	0	5	1	5	1
27	1	1	0	1	1	5	3	5	1
28	1	1	1	0	0	6	1	6	0
29	1	1	1	0	1	6	3	6	1
30	1	1	1	1	0	7	1	7	0
31	1	1	1	1	1	7	3	7	1

## Аналитический вид

### Каноническая ДНФ:

$$f = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} \overline{x_5} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 x_4 \overline{x_5} \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 \vee \overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_4} x_5 \vee x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 \vee x_1 \overline{x_2} x_3 x_4 \overline{x_5} \vee x_1 x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \vee x_1 x_2 \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} \vee x_1 x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 \vee x_1 x_2 x_3 \overline{x_4} x_5 \vee x_1 x_2 x_3 x_4 x_5$$

### Каноническая КНФ:

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

# Минимизация булевой функции методом Квайна–Мак-Класки

## Кубы различной размерности и простые импликанты

$K^0(f)$			$K^1(f)$			$K^2(f)$			$Z(f)$
$m_1$	00001	✓	$m_2-m_3$	0001X	✓	$m_1-m_3-m_9-m_{11}$	0X0X1		001X0
$m_4$	00100	✓	$m_1-m_3$	000X1	✓	$m_2-m_3-m_{18}-m_{19}$	X001X		0100X
$m_8$	01000	✓	$m_4-m_6$	001X0		$m_1-m_3-m_{17}-m_{19}$	X00X1		X1000
$m_2$	00010	✓	$m_2-m_6$	00X10	✓	$m_2-m_6-m_{18}-m_{22}$	X0X10		01X01
$m_6$	00110	✓	$m_8-m_9$	0100X		$m_{18}-m_{19}-m_{26}-m_{27}$	1X01X		110X0
$m_9$	01001	✓	$m_1-m_9$	0X001	✓	$m_3-m_{11}-m_{19}-m_{27}$	XX011		X1101
$m_{17}$	10001	✓	$m_1-m_{17}$	X0001	✓				111X1
$m_{24}$	11000	✓	$m_2-m_{18}$	X0010	✓				11X11
$m_3$	00011	✓	$m_8-m_{24}$	X1000					0X0X1
$m_{18}$	10010	✓	$m_9-m_{11}$	010X1	✓				X001X
$m_{11}$	01011	✓	$m_9-m_{13}$	01X01					X00X1
$m_{13}$	01101	✓	$m_3-m_{11}$	0X011	✓				X0X10
$m_{22}$	10110	✓	$m_{18}-m_{19}$	1001X	✓				1X01X
$m_{26}$	11010	✓	$m_{17}-m_{19}$	100X1	✓				XX011
$m_{19}$	10011	✓	$m_{18}-m_{22}$	10X10	✓				
$m_{27}$	11011	✓	$m_{24}-m_{26}$	110X0					
$m_{29}$	11101	✓	$m_{18}-m_{26}$	1X010	✓				
$m_{31}$	11111	✓	$m_3-m_{19}$	X0011	✓				
			$m_6-m_{22}$	X0110	✓				
			$m_{26}-m_{27}$	1101X	✓				
			$m_{19}-m_{27}$	1X011	✓				
			$m_{11}-m_{27}$	X1011	✓				
			$m_{13}-m_{29}$	X1101					
			$m_{29}-m_{31}$	111X1					
			$m_{27}-m_{31}$	11X11					

## Таблица импликант

Вычеркнем строки, соответствующие существенным импликантам (это те, которые покрывают вершины, не покрытые другими импликантами), а также столбцы, соответствующие вершинам, покрываемым существенными импликантами. Затем вычеркнем импликанты, не покрывающие ни одной вершины.

Простые импликанты		0-кубы														
		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
		0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
		0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
		1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
		1	4	6	8	9	11	13	17	22	24	26	27	29	31	
	001X0		X	X												
A	0100X				X	X										
B	X1000				X						X					
C	01X01					X		X								
D	110X0										X	X				
E	X1101							X						X		
F	111X1													X	X	
G	11X11												X		X	
H	0X0X1	X				X	X									
	X001X															
	X00X1	X							X							
	X0X10			X						X						
I	1X01X											X	X			
J	XX011						X						X			

Ядро покрытия:

$$T = \left\{ \begin{array}{l} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \end{array} \right\}$$

Получим следующую упрощенную импликантную таблицу:

Простые импликанты		0-кубы									
		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
		0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
		0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
		8	9	11	13	24	26	27	29	31	
A	0100X	X	X								
B	X1000	X				X					
C	01X01		X		X						
D	110X0					X	X				
E	X1101				X				X		
F	111X1								X	X	
G	11X11							X		X	
H	0X0X1		X	X							
I	1X01X						X	X			
J	XX011			X				X			

Метод Петрика:

Запишем булево выражение, определяющее условие покрытия всех вершин:

$$Y = (A \vee B) (A \vee C \vee H) (H \vee J) (C \vee E) (B \vee D) (D \vee I) (G \vee I \vee J) (E \vee F) (F \vee G)$$

Приведем выражение в ДНФ:

$$Y = ACDFJ \vee ADEFJ \vee ADEGH \vee ADEGJ \vee BCDFJ \vee BCFHI \vee BCFIJ \vee BDEGH \vee BEFHI \vee BEGHI \vee ABEFIJ \vee ABEGIJ \vee ACDFGH \vee ACDFHI \vee ADEFHI \vee BCDEGJ \vee BCDFGH \vee BCEGIJ \vee BDEFHJ$$

Возможны следующие покрытия:

$$C_1 = \left\{ \begin{array}{l} T \\ A \\ C \\ D \\ F \\ J \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ 01X01 \\ 110X0 \\ 111X1 \\ XX011 \end{array} \right\}$$

$$C_2 = \left\{ \begin{array}{l} T \\ A \\ D \\ E \\ F \\ J \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ 110X0 \\ X1101 \\ 111X1 \\ XX011 \end{array} \right\}$$

$$C_3 = \left\{ \begin{array}{l} T \\ A \\ D \\ E \\ G \\ H \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ 110X0 \\ X1101 \\ 11X11 \\ 0X0X1 \end{array} \right\}$$

$$S_1^a = 29$$

$$S_1^b = 37$$

$$S_2^a = 29$$

$$S_2^b = 37$$

$$S_3^a = 29$$

$$S_3^b = 37$$

$$C_4 = \left\{ \begin{matrix} T \\ A \\ D \\ E \\ G \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ 110X0 \\ X1101 \\ 11X11 \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$S_4^a = 29 \\ S_4^b = 37$$

$$C_5 = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ C \\ D \\ F \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ 110X0 \\ 111X1 \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$S_5^a = 29 \\ S_5^b = 37$$

$$C_6 = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ C \\ F \\ H \\ I \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ 111X1 \\ 0X0X1 \\ 1X01X \end{matrix} \right\}$$

$$S_6^a = 28 \\ S_6^b = 36$$

$$C_7 = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ C \\ F \\ I \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ 111X1 \\ 1X01X \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$S_7^a = 28 \\ S_7^b = 36$$

$$C_8 = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ D \\ E \\ G \\ H \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 110X0 \\ X1101 \\ 11X11 \\ 0X0X1 \end{matrix} \right\}$$

$$S_8^a = 29 \\ S_8^b = 37$$

$$C_9 = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ E \\ F \\ H \\ I \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ X1101 \\ 111X1 \\ 0X0X1 \\ 1X01X \end{matrix} \right\}$$

$$S_9^a = 28 \\ S_9^b = 36$$

$$C_{10} = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ E \\ G \\ H \\ I \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ X1101 \\ 11X11 \\ 0X0X1 \\ 1X01X \end{matrix} \right\}$$

$$S_{10}^a = 28 \\ S_{10}^b = 36$$

$$C_{11} = \left\{ \begin{matrix} T \\ A \\ B \\ E \\ F \\ I \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ X1000 \\ X1101 \\ 111X1 \\ 1X01X \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$S_{11}^a = 32 \\ S_{11}^b = 41$$

$$C_{12} = \left\{ \begin{matrix} T \\ A \\ B \\ E \\ G \\ I \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ X1000 \\ X1101 \\ 11X11 \\ 1X01X \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$S_{12}^a = 32 \\ S_{12}^b = 41$$

$$C_{13} = \left\{ \begin{matrix} T \\ A \\ C \\ D \\ F \\ G \\ H \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ 01X01 \\ 110X0 \\ 111X1 \\ 11X11 \\ 0X0X1 \end{matrix} \right\}$$

$$S_{13}^a = 33 \\ S_{13}^b = 42$$

$$C_{14} = \left\{ \begin{matrix} T \\ A \\ C \\ D \\ F \\ H \\ I \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ 01X01 \\ 110X0 \\ 111X1 \\ 0X0X1 \\ 1X01X \end{matrix} \right\}$$

$$S_{14}^a = 32 \\ S_{14}^b = 41$$

$$C_{15} = \left\{ \begin{matrix} T \\ A \\ D \\ E \\ F \\ H \\ I \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ 0100X \\ 110X0 \\ X1101 \\ 111X1 \\ 0X0X1 \\ 1X01X \end{matrix} \right\}$$

$$S_{15}^a = 32 \\ S_{15}^b = 41$$

$$C_{16} = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ C \\ D \\ E \\ G \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ 110X0 \\ X1101 \\ 11X11 \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$S_{16}^a = 33 \\ S_{16}^b = 42$$

$$C_{17} = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ C \\ D \\ F \\ G \\ H \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ 110X0 \\ 111X1 \\ 11X11 \\ 0X0X1 \end{matrix} \right\}$$

$$S_{17}^a = 33 \\ S_{17}^b = 42$$

$$C_{18} = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ C \\ E \\ G \\ I \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ X1101 \\ 11X11 \\ 1X01X \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$S_{18}^a = 32 \\ S_{18}^b = 41$$

$$C_{19} = \left\{ \begin{matrix} T \\ B \\ D \\ E \\ F \\ H \\ J \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 110X0 \\ X1101 \\ 111X1 \\ 0X0X1 \\ XX011 \end{matrix} \right\}$$

$$\begin{aligned} S_{19}^a &= 32 \\ S_{19}^b &= 41 \end{aligned}$$

Рассмотрим следующее минимальное покрытие:

$$C_{\min} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ 111X1 \\ 0X0X1 \\ 1X01X \end{matrix} \right\}$$

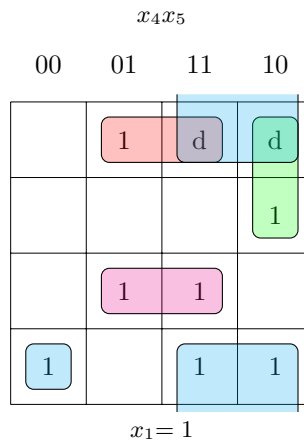
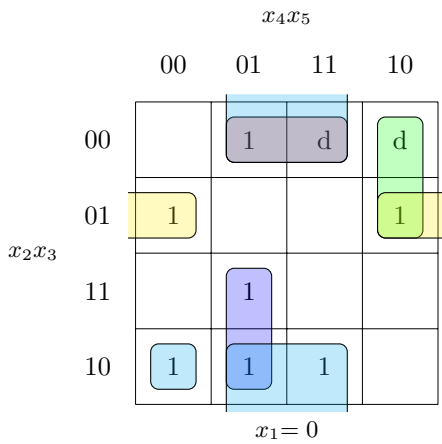
$$\begin{aligned} S^a &= 28 \\ S^b &= 36 \end{aligned}$$

Этому покрытию соответствует следующая МДНФ:

$$f = \overline{x_2} \overline{x_3} x_5 \vee \overline{x_2} x_4 \overline{x_5} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_5} \vee x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_4} x_5 \vee x_1 x_2 x_3 x_5 \vee \overline{x_1} \overline{x_3} x_5 \vee x_1 \overline{x_3} x_4$$

## Минимизация булевой функции на картах Карно

### Определение МДНФ



$$C_{\min} = \left\{ \begin{matrix} X00X1 \\ X0X10 \\ 001X0 \\ X1000 \\ 01X01 \\ 111X1 \\ 0X0X1 \\ 1X01X \end{matrix} \right\}$$

$$\begin{aligned} S^a &= 28 \\ S^b &= 36 \end{aligned}$$

$$f = \overline{x_2} \overline{x_3} x_5 \vee \overline{x_2} x_4 \overline{x_5} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_5} \vee x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_4} x_5 \vee x_1 x_2 x_3 x_5 \vee \overline{x_1} \overline{x_3} x_5 \vee x_1 \overline{x_3} x_4$$

## Определение МКНФ

		$x_4x_5$			
		00	01	11	10
$x_2x_3$	00	0		d	d
	01		0	0	
	11	0		0	0
	10				0
		$x_1 = 0$			
		$x_4x_5$			
		00	01	11	10
$x_2x_3$	00	0		d	d
	01	0	0	0	
	11	0			0
	10		0		
		$x_1 = 1$			

$$C_{\min} = \left\{ \begin{array}{l} X00X0 \\ X01X1 \\ X11X0 \\ 0X010 \\ 10X00 \\ 0111X \\ 11001 \end{array} \right\}$$

$$S^a = 26$$

$$S^b = 33$$

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

## Преобразование минимальных форм булевой функции

### Факторизация и декомпозиция МДНФ

$$f = \overline{x_2} \overline{x_3} x_5 \vee \overline{x_2} x_4 \overline{x_5} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_5} \vee x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \vee \overline{x_1} x_2 \overline{x_4} x_5 \vee x_1 x_2 x_3 x_5 \vee \overline{x_1} \overline{x_3} x_5 \vee x_1 \overline{x_3} x_4 \quad S_Q = 36 \quad \tau = 2$$

$$f = x_2 \overline{x_4} (\overline{x_3} \overline{x_5} \vee \overline{x_1} x_5) \vee \overline{x_2} \overline{x_5} (x_4 \vee \overline{x_1} x_3) \vee \overline{x_3} x_5 (\overline{x_1} \vee \overline{x_2}) \vee x_1 \overline{x_3} x_4 \vee x_1 x_2 x_3 x_5 \quad S_Q = 33 \quad \tau = 4$$

$$\varphi = x_1 x_2$$

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

$$f = x_2 \overline{x_4} (\overline{x_3} \overline{x_5} \vee \overline{x_1} x_5) \vee \overline{x_2} \overline{x_5} (x_4 \vee \overline{x_1} x_3) \vee \overline{x_3} x_5 \overline{\varphi} \vee x_1 \overline{x_3} x_4 \vee \varphi x_3 x_5 \quad S_Q = 33 \quad \tau = 4$$

Декомпозиция нецелесообразна

$$f = x_2 x_5 (\overline{x_1} \overline{x_4} \vee x_1 x_3) \vee \overline{x_2} \overline{x_5} (x_4 \vee \overline{x_1} x_3) \vee \overline{x_3} x_5 (\overline{x_1} \vee \overline{x_2}) \vee x_1 \overline{x_3} x_4 \vee x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \quad S_Q = 33 \quad \tau = 4$$

### Факторизация и декомпозиция МКНФ

$$f = (x_2 \vee x_3 \vee x_5) (x_2 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_5}) (\overline{x_2} \vee \overline{x_3} \vee x_5) (x_1 \vee x_3 \vee \overline{x_4} \vee x_5) (\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_4 \vee x_5) \\ (x_1 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_4}) (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee x_3 \vee x_4 \vee \overline{x_5}) \quad S_Q = 33 \quad \tau = 2$$

Декомпозиция невозможна

$$f = (x_2 \vee x_5 \vee x_3 (\overline{x_1} \vee x_4)) (\overline{x_2} \vee \overline{x_3} \vee x_5 (x_1 \vee \overline{x_4})) (x_2 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_5}) (x_1 \vee x_3 \vee \overline{x_4} \vee x_5) \\ (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee x_3 \vee x_4 \vee \overline{x_5}) \quad S_Q = 31 \quad \tau = 4$$

## Синтез комбинационных схем

Будем анализировать схемы на следующих наборах аргументов:

$$f([x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 0]) = 0 \\ f([x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 0, x_5 = 1]) = 0 \\ f([x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 1]) = 1 \\ f([x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 0, x_5 = 0]) = 1$$

## Булев базис

Схема по упрощенной МДНФ:

$$f = x_2 x_5 (\overline{x_1} \overline{x_4} \vee x_1 x_3) \vee \overline{x_2} \overline{x_5} (x_4 \vee \overline{x_1} x_3) \vee \overline{x_3} x_5 (\overline{x_1} \vee \overline{x_2}) \vee x_1 \overline{x_3} x_4 \vee x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \quad (S_Q = 33, \tau = 4)$$

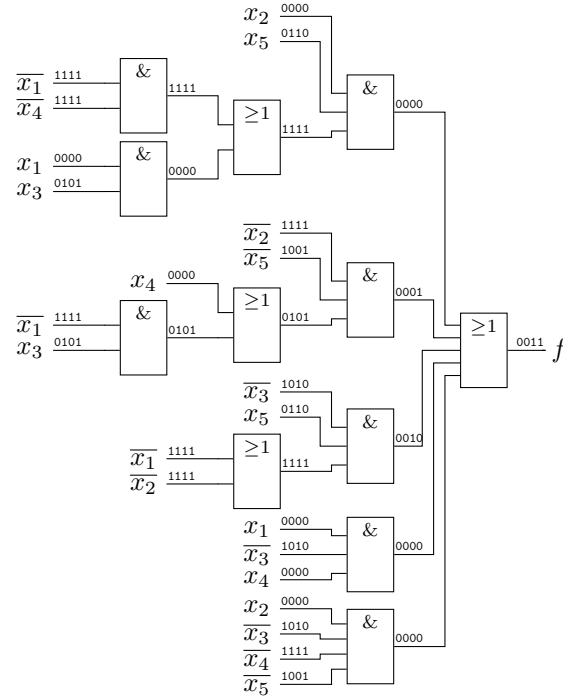
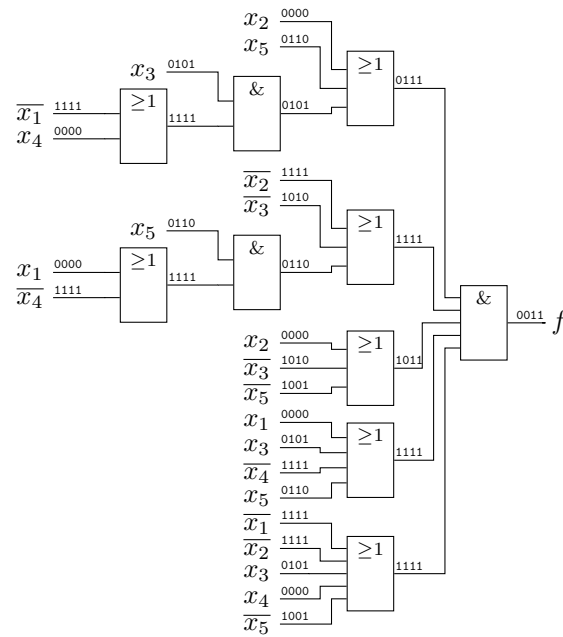


Схема по упрощенной МКНФ:

$$f = (x_2 \vee x_5 \vee x_3 (\overline{x_1} \vee x_4)) (\overline{x_2} \vee \overline{x_3} \vee x_5 (x_1 \vee \overline{x_4})) (x_2 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_5}) (x_1 \vee x_3 \vee \overline{x_4} \vee x_5) (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee x_3 \vee x_4 \vee \overline{x_5}) \quad (S_Q = 31, \tau = 4)$$





## Сокращенный булев базис (И, НЕ)

Схема по упрощенной МДНФ в базисе И, НЕ:

$$f = \overline{\overline{\overline{\overline{\overline{x_2} \overline{x_5} \overline{x_4} \overline{x_1} \overline{x_3} \overline{x_5} \overline{\varphi} \overline{x_1} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{\varphi} \overline{x_3} \overline{x_5}}}}}}}} \quad (S_Q = 42, \tau = 8)$$

$$\varphi = x_1 x_2$$

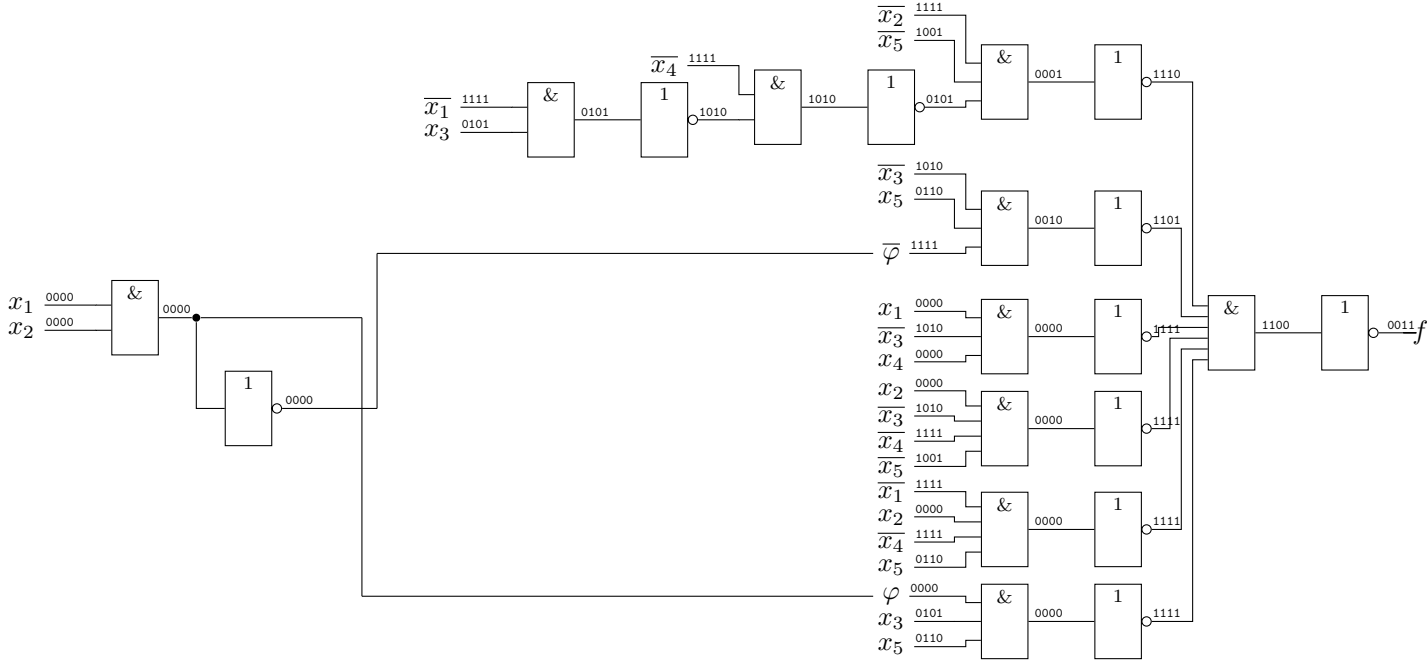
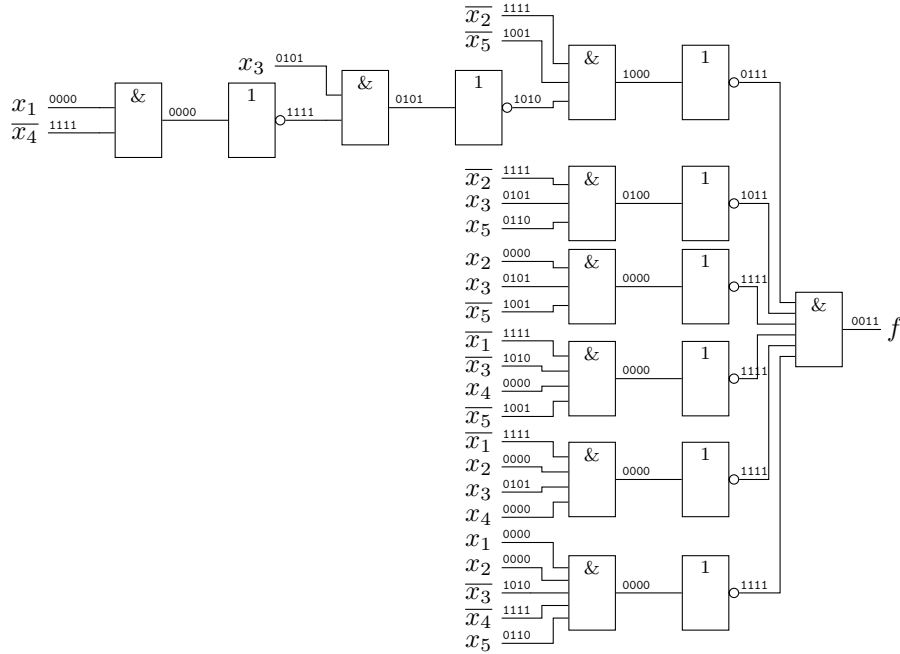


Схема по упрощенной МКНФ в базисе И, НЕ:

$$f = \overline{\overline{\overline{\overline{\overline{x_2} \overline{x_5} \overline{x_3} \overline{x_1} \overline{x_4} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_5} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_5} \overline{x_1} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5}}}}}}}} \quad (S_Q = 40, \tau = 7)$$



## Универсальный базис (И-НЕ, 2 входа)

Схема по упрощенной МДНФ в базисе И-НЕ с ограничением на число входов:

$$f = x_2 \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_5} \overline{x_1} x_5 x_1 \overline{x_3} x_5 \overline{x_3} x_5 \overline{x_1} x_2 \overline{x_1} x_4 \overline{x_2} \overline{x_5} \overline{x_4} \overline{x_1} x_3 \quad (S_Q = 44, \tau = 8)$$

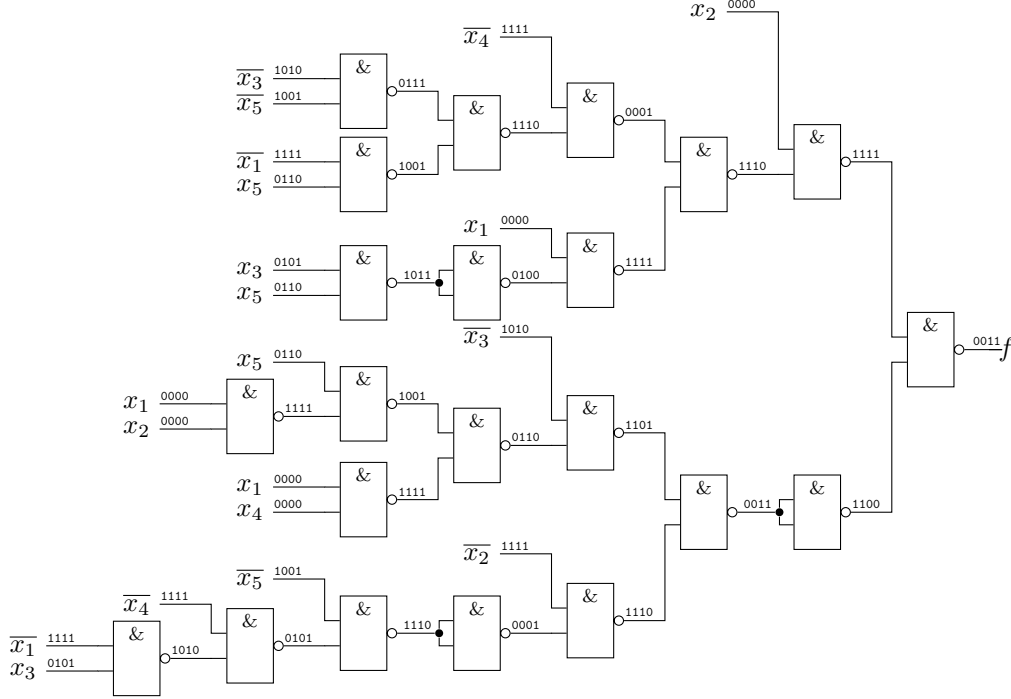


Схема по упрощенной МКНФ в базисе И-НЕ с ограничением на число входов:

$$f = x_3 x_2 x_5 \overline{x_1} x_4 \overline{x_2} x_5 \overline{x_3} x_5 x_2 \overline{x_1} x_4 x_1 \overline{x_4} \overline{x_2} \overline{x_5} x_2 \overline{x_3} x_5 \quad (S_Q = 46, \tau = 11)$$

