



«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики»

Мегафакультет компьютерных управлений и технологии

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Курсовая работа

по дисциплине дискретной математики:

Синтез комбинационных схем

Часть II

Работа выполнена

студентом группы Р3111

Болорболд Аригуун

Преподаватель:

Доцент Поляков Владимир Иванович

г. Санкт-Петербург

2022 год

Выполняемые операции	Число переменных		Разрядность операндов		ЗНАКИ	Использование дополнительного кода	Фиксация переноса, заёма, или переполнения	Для операции деления формирование		Запрещенная нулевая комбинация	
	Входных	Выходных	A	B				Частного	Остатка	A	B
$C = (A+B)_{\text{mod}10}$	5	5	3	2	-	-	*	-	-	-	-

1. Таблица истинности (в случае переноса устанавливается бит e).

№	a ₁	a ₂	a ₃	b ₁	b ₂	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	e
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
6	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
7	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
10	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
11	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
12	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
13	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
14	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0
15	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
16	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
18	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
19	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
20	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
21	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
22	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
23	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
24	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
25	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
26	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
27	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
28	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
29	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
30	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
31	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

В дальнейшем для наглядности биты b₁ и b₂ будут обозначаться как a₄ и a₅.

2. Минимизация булевых функций на картах Карно

$a_4 a_5$				$a_4 a_5$			
00	01	11	10	00	01	11	10
				00			
				01			
				11		1	
				10		1	1
$a_1 = 0$				$a_1 = 1$			
$a_2 a_3$				$a_2 a_3$			

$$C_1 = a_1 a_2 a_4 \bar{a}_5 \vee a_1 a_2 a_3 \bar{a}_4 a_5 \vee a_1 a_2 \bar{a}_3 a_4 \vee a_1 \bar{a}_2 a_3 a_4 a_5 \quad (S_Q = 22)$$

$a_4 a_5$				$a_4 a_5$			
00	01	11	10	00	01	11	10
				00	1	1	1
		1		01	1	1	1
	1	1	1	11	1		
		1	1	10	1	1	
$a_1 = 0$				$a_1 = 1$			
$a_2 a_3$				$a_2 a_3$			

$$C_2 = \bar{a}_1 \bar{a}_4 a_5 \vee \bar{a}_1 a_2 a_4 \vee \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_5 \vee \bar{a}_1 \bar{a}_3 a_4 \vee \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_4 \vee \bar{a}_1 a_2 a_3 a_5 \vee \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_3 \vee \bar{a}_1 a_3 a_4 a_5 \quad (S_Q = 34)$$

$a_4 a_5$				$a_4 a_5$			
00	01	11	10	00	01	11	10
		1	1			1	1
	1		1		1		1
1		1		1			
1	1			1	1		
$a_1 = 0$				$a_1 = 1$			

$$C_3 = a_2 \overline{a_4} \overline{a_5} \vee \overline{a_2} a_4 \overline{a_5} \vee a_1 \overline{a_2} a_3 \vee a_2 \overline{a_3} \overline{a_4} \vee \overline{a_2} a_3 \overline{a_4} a_5 \vee \overline{a_2} \overline{a_3} a_4 \vee \overline{a_1} a_2 a_3 a_4 a_5 \quad (S_Q = 31)$$

$a_4 a_5$				$a_4 a_5$			
00	01	11	10	00	01	11	10
	1	1			1	1	
1			1	1			1
1			1	1			1
	1	1			1	1	
$a_1 = 0$				$a_1 = 1$			

$$C_4 = a_3 \overline{a_5} \vee \overline{a_3} a_5 \quad (S_Q = 5)$$

3. Преобразование системы булевых функций

$$\begin{cases} C_1 = a_1 a_2 a_4 \overline{a_5} \vee a_1 a_2 a_3 \overline{a_4} a_5 \vee a_1 a_2 \overline{a_3} \overline{a_4} \vee a_1 \overline{a_2} a_3 a_4 a_5 \quad (S_Q^c = 22) \\ C_2 = a_1 \overline{a_4} \overline{a_5} \vee \overline{a_1} a_2 a_4 \vee \overline{a_1} a_2 \overline{a_5} \vee a_1 \overline{a_3} \overline{a_4} \vee \overline{a_1} \overline{a_2} \overline{a_4} \vee \overline{a_1} a_2 a_3 a_5 \vee a_1 \overline{a_2} a_3 \vee \overline{a_1} a_3 a_4 a_5 \quad (S_Q^c = 34) \\ C_3 = a_2 a_4 a_5 \vee a_2 a_4 \overline{a_5} \vee a_1 a_2 a_3 \vee a_2 a_3 a_4 \vee a_2 a_3 a_4 a_5 \vee a_2 a_3 a_4 \vee a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 \quad (S_Q^c = 31) \\ C_4 = a_3 \overline{a_5} \vee \overline{a_3} a_5 \quad (S_Q^c = 5) \end{cases}$$

$$S_Q = 92$$

Проведём раздельную факторизацию системы:

$$\begin{cases} C_1 = a_1 (a_2 (a_4 (\overline{a_5} \vee \overline{a_3}) \vee a_3 \overline{a_4} a_5) \vee \overline{a_2} a_3 a_4 a_5) \quad (S_Q^c = 18) \\ C_2 = a_1 ((\overline{a_3} \vee \overline{a_5}) (\overline{a_4} \vee \overline{a_2}) \vee \overline{a_2} a_4) \vee \overline{a_1} (a_2 a_4 \vee a_3 a_5 (a_2 \vee a_4)) \quad (S_Q^c = 25) \\ C_3 = a_2 \overline{a_4} (\overline{a_5} \vee \overline{a_3}) \vee \overline{a_2} (a_4 \overline{a_5} \vee a_1 a_3 \vee \overline{a_3} a_4) \vee a_3 a_5 (\overline{a_2} \overline{a_4} \vee \overline{a_1} a_2 a_4) \quad (S_Q^c = 29) \\ C_4 = (a_3 \vee a_5) (\overline{a_3} \vee \overline{a_5}) \quad (S_Q^c = 5) \end{cases}$$

$$S_Q = 77$$

Проведём совместную декомпозицию системы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_0 = \overline{a_3} \vee \overline{a_5} \quad (S_Q^{\varphi_0} = 2) \\ \overline{\varphi_0} = a_3 a_5 \quad (S_Q^{\overline{\varphi_0}} = 2) \\ C_1 = a_1(a_2(a_4 \varphi_0 \vee \overline{a_4} \overline{\varphi_0}) \vee \overline{a_2} a_4 \overline{\varphi_0}) \quad (S_Q^{C_1} = 14) \\ C_2 = a_1((\varphi_0(\overline{a_4} \vee \overline{a_2}) \vee \overline{a_2} a_4) \vee \overline{a_1}(a_2 a_4 \vee \overline{\varphi_0}(a_2 \vee a_4))) \quad (S_Q^{C_2} = 22) \\ C_3 = a_2 \overline{a_4} \varphi_0 \vee \overline{a_2}(a_4 \varphi_0 \vee a_1 a_3) \vee \overline{\varphi_0}(\overline{a_2} a_4 \vee \overline{a_1} a_2 a_4) \quad (S_Q^{C_3} = 23) \\ C_4 = (a_3 \vee a_5) \varphi_0 \quad (S_Q^{C_4} = 5) \\ S_Q = 64 \end{array} \right.$$

Проведём совместную декомпозицию системы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_0 = \overline{a_3} \vee \overline{a_5} \\ \overline{\varphi_0} = a_3 a_5 \\ \varphi_1 = \overline{a_2} \vee \overline{a_4} \quad (S_Q^{\varphi_n} = 2) \\ \overline{\varphi_1} = a_2 a_4 \\ \varphi_2 = \overline{a_2} \vee \overline{a_4} \\ \overline{\varphi_2} = a_2 a_4 \\ C_1 = a_1(\varphi_0 \overline{\varphi_1} \vee \overline{\varphi_0} \varphi_1 \varphi_2) \quad (S_Q^{C_1} = 10) \\ C_2 = a_1(\varphi_0 \varphi_1 \vee \overline{\varphi_2}) \vee \overline{a_1}(\overline{\varphi_1} \vee \overline{\varphi_0} \varphi_2) \quad (S_Q^{C_2} = 14) \\ C_3 = a_2 \overline{a_4} \varphi_0 \vee \overline{a_2}(a_4 \varphi_0 \vee a_1 a_3) \vee \overline{\varphi_0}(\overline{\varphi_2} \vee \overline{a_1} \varphi_1) \quad (S_Q^{C_3} = 20) \\ C_4 = (a_3 \vee a_5) \varphi_0 \quad (S_Q^{C_4} = 5) \\ S_Q = 49 \end{array} \right.$$

4. Синтез многовыходной комбинационной схемы в булевом базисе (см. ниже)

5. Анализ многовыходной комбинационной схемы

	Входной набор					Выходной			
№	a ₁	a ₂	a ₃	b ₁	b ₂	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄
6	0	0	1	1	0	0	0	1	1

0 0 1 1 0
 a_1 a_2 a_3 a_4 a_5

