

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных
систем

Лабораторная работа №6
по дисциплине: Теория цифровых автоматов
тема: «Синтез и анализ многовыходных комбинационных схем
в базисе И-ИЛИ-НЕ с учетом неопределенностей»

Выполнил: ст. группы ВТ-32
Воскобойников И. С.
Проверил: Рязанов Ю. Д,

Белгород 2020 г.

Цель работы: научиться строить эффективные по быстродействию и затратам оборудования многовыходные комбинационные схемы с учетом неопределенностей.

Задание

1. Составить таблицу истинности системы частично определенных булевых функций, которая состоит из трех функций $f_1(X)$, $f_2(X)$ и $f_3(X)$, где $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$. Булева функция $f_i(X)$ для k -го варианта определена на тех наборах, на которых функция $g_{k+3}(X)$ принимает истинное значение, и равна значению функции $g_{k+i-1}(X)$, где $g_j(X)$ — булева функция, представленная в таблице 1 (см. лабораторную работу № 1) в строке j . Для составления таблицы истинности рекомендуется написать программу.
2. Решить задачу минимизации системы частично определенных булевых функций $f_1(X)$, $f_2(X)$ и $f_3(X)$ в классе дизъюнктивных нормальных форм.
3. Написать программу, строящую таблицу истинности системы булевых функций, полученной при выполнении п. 2. Сравнить полученную таблицу с таблицей истинности исходной частично определенной системы булевых функций.
4. Применить факторизационный метод синтеза многоярусной комбинационной схемы в базисе И-ИЛИ-НЕ с двухвходовыми элементами И и ИЛИ по минимальной системе дизъюнктивных нормальных форм булевых функций, полученной при выполнении п. 2.
5. Написать программу, моделирующую работу схемы, полученной в п. 4, на всех входных наборах и строящую таблицу истинности схемы. Сравнить эту таблицу истинности с таблицами истинности, полученными при выполнении пунктов 1 и 3.
6. Сравнить исходные системы булевых функций в лабораторных работах № 5 и № 6. Сравнить схемы, полученные при выполнении лабораторных работ № 5 и № 6, по Квайну и по быстродействию.

1. Составить таблицу истинности системы частично определенных булевых функций, которая состоит из трех функций $f_1(X)$, $f_2(X)$ и $f_3(X)$, где $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$. Булева функция $f_i(X)$ для k -го варианта определена на тех наборах, на которых функция $g_{k+3}(X)$ принимает истинное значение, и равна значению функции $g_{k+1-1}(X)$, где $g_j(X)$ — булева функция, представленная в таблице 1 (см. лабораторную работу № 1) в строке j . Для составления таблицы истинности рекомендуется написать программу.

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	f_1	f_2	f_3
0	0	0	0	0	-	-	-
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	-	-	-
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	1	-	-	-
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	-	-	-
0	1	0	1	1	1	1	0
0	1	1	0	0	-	-	-
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	-	-	-
1	0	0	0	0	-	-	-
1	0	0	0	1	-	-	-
1	0	0	1	0	-	-	-
1	0	0	1	1	-	-	-
1	0	1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	-	-	-
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	-	-	-
1	1	0	0	1	-	-	-
1	1	0	1	0	-	-	-
1	1	0	1	1	-	-	-
1	1	1	0	0	-	-	-
1	1	1	0	1	-	-	-
1	1	1	1	0	-	-	-
1	1	1	1	1	-	-	-

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	f_1	f_2	f_3
1	0	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	1	1
4	0	0	1	1	0	0	1	0
5	0	0	1	1	1	0	1	0
6	0	1	0	0	0	0	1	0
7	0	1	0	0	1	0	1	0
8	0	1	0	1	1	1	1	0
9	0	1	1	0	1	0	0	1
10	0	1	1	1	0	1	0	1
11	1	0	1	0	0	1	1	1
12	1	0	1	0	1	0	1	1
13	1	0	1	1	1	1	1	0

2. Решить задачу минимизации системы частично определенных булевых функций $f_1(X)$, $f_2(X)$ и $f_3(X)$ в классе дизъюнктивных нормальных форм

Для 1:					
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
0	0	1	0	0	(2,3)
0	0	1	1	0	(2)
0	0	1	1	1	(2)
0	1	0	0	0	(2)
0	1	0	0	1	(2)
0	1	0	1	1	(1,2)
0	1	1	0	1	(3)
0	1	1	1	0	(1,3)
1	0	1	0	0	(1,2,3)
1	0	1	0	1	(2,3)
1	0	1	1	1	(1,2)

Для 0:					
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
0	0	0	0	1	(1,2,3)
0	0	0	1	0	(1,2,3)
0	0	1	0	0	(1)
0	0	1	1	0	(1,3)
0	0	1	1	1	(1,3)
0	1	0	0	0	(1,3)
0	1	0	0	1	(1,3)
0	1	0	1	1	(3)
0	1	1	0	1	(1,2)
0	1	1	1	0	(2)
1	0	1	0	1	(1)
1	0	1	1	1	(3)

00100(2,3)+	0010-(2,3)+	0--00(2,3)	-01--(2)
00110(2)+	00-00(2,3)+	-0-00(2,3)	---11(2)
00111(2)+	0-100(2,3)+	--100(2,3)	-10--(2)
01000(2)+	-0100(2,3)+	-010-(2,3)	---00(2)
01001(2)+	0011-(2)+	001--(2)+	-11--(3)
01011(1,2)+	001-0(2)+	-011-(2)+	--10-(3)
01101(3)+	-0110(2)+	-01-0(2)+	1---0(1,2,3)
01110(1,3)+	001-1(2)+	-01-1(2)+	1--0-(2,3)
10101(2,3)+	00-11(2)+	0--11(2)+	1--1-(1,2)
10111(1,2)+	0-111(2)+	-0-11(2)+	
	-0111(2)+	--111(2)+	
	0100-(2)+	010--(2)+	
	010-0(2)+	-100-(2)+	
	01-00(2)+	-10-0(2)+	
	0-000(2)+	-1-00(2)+	
	-1000(2)+	--000(2)+	
	010-1(2)+	-10-1(2)+	
	-1001(2)+	01-1-(1,2)	
	0101-(1,2)+	-101-(1,2)	
	01-11(1,2)+	-1-11(1,2)	
	0-011(1,2)+	--011(1,2)	
	-1011(1,2)+	011--(3)+	
	0110-(3)+	0-10-(3)+	
	011-1(3)+	-110-(3)+	
	0111-(1,3)+	-111-(1,3)	
	011-0(1,3)+	-11-0(1,3)	
	01-10(1,3)+	-1-10(1,3)	
	-1110(1,3)+	10--0(1,2,3)+	
	101-0(1,2,3)+	1-1-0(1,2,3)+	
	10-00(1,2,3)+	1--00(1,2,3)+	
	1-100(1,2,3)+	10-0-(2,3)+	
	1010-(2,3)+	1-10-(2,3)+	
	10-01(2,3)+	1--01(2,3)+	
	1-101(2,3)+	10-1-(1,2)+	
	-0101(2,3)+	1-11-(1,2)+	
	1011-(1,2)+	1--11(1,2)+	
	10-11(1,2)+		
	1-111(1,2)+		

	f_1				f_2									f_3				
	01011	01110	10100	10111	00100	00110	00111	01000	01001	01011	10100	10101	10111	00100	01101	01110	10100	10101
0--00(2,3)					+			+						+				
-0-00(2,3)					+						+			+			+	
--100(2,3)					+						+			+			+	
-010-(2,3)					+						+	+		+			+	+
-101-(1,2)	+									+								
-1-11(1,2)	+									+								
--011(1,2)	+									+								
-111-(1,3)		+														+		
-11-0(1,3)		+														+		
-1-10(1,3)		+														+		
-01--(2)					+	+	+				+	+	+					
---11(2)							+			+			+					
-10--(2)								+	+	+								
---00(2)					+			+			+							
-11--(3)															+	+		
--10-(3)														+	+		+	+
1---0(1,2,3)			+								+						+	
1--0-(2,3)											+	+					+	+
1--1-(1,2)				+									+					

$$f_1 = x_2 x_4 x_5 \vee x_2 x_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_5 \vee x_1 x_4$$

$$f_2 = \bar{x}_2 x_3 \vee x_2 \bar{x}_3$$

$$f_3 = x_3 \bar{x}_4 \vee x_2 x_3 x_4$$

3. Написать программу, строящую таблицу истинности системы булевых функций, полученной при выполнении п. 2. Сравнить полученную таблицу с таблицей истинности исходной частично определенной системы булевых функций.

```
void task3(bool x1, bool x2, bool x3, bool x4, bool x5)
{
    bool f1 = x2&&x4&&x5 || x2&&x3&&x4 || x1&&!x5 || x1&&x4,
    f2 = !x2&&x3 || x2&&!x3,
    f3 = x3&&!x4 || x2&&x3&&x4;

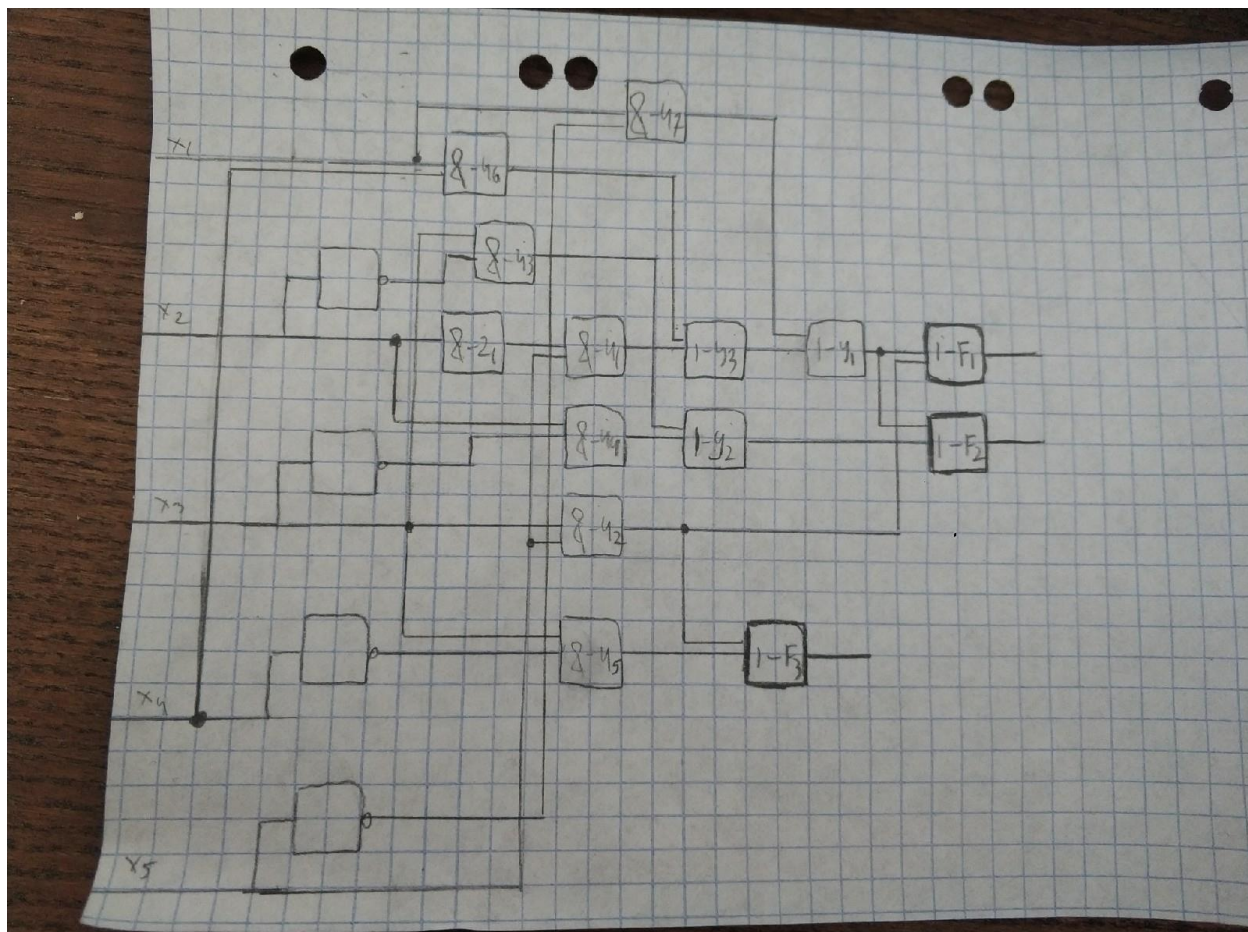
    cout << "\t" << "          " << f1 << "    " << f2 << "    " << f3 << "";
}
```

x1	x2	x3	x4	x5	Task 2:	f1	f2	f3	f_1	f_2	f_3
0	0	0	0	0		0	0	0	-	-	-
0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1		0	0	0	-	-	-
0	0	1	0	0		0	1	1	0	1	1
0	0	1	0	1		0	1	1	-	-	-
0	0	1	1	0		0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1		0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0		0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1		0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0		0	1	0	-	-	-
0	1	0	1	1		1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0		0	0	1	-	-	-
0	1	1	0	1		0	0	1	0	0	1
0	1	1	1	0		1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1		1	0	1	-	-	-
1	0	0	0	0		1	0	0	-	-	-
1	0	0	0	1		0	0	0	-	-	-
1	0	0	1	0		1	0	0	-	-	-
1	0	0	1	1		1	0	0	-	-	-
1	0	1	0	0		1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1		0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0		1	1	0	-	-	-
1	0	1	1	1		1	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1		1	1	0	-	-	-
1	1	0	0	0		1	1	0	-	-	-
1	1	0	0	1		0	1	0	-	-	-
1	1	0	1	0		1	1	0	-	-	-
1	1	0	1	1		1	1	0	-	-	-
1	1	1	0	0		1	0	1	-	-	-
1	1	1	0	1		0	0	1	-	-	-
1	1	1	1	0		1	0	1	-	-	-
1	1	1	1	1		1	0	1	-	-	-

4. Применить факторизационный метод синтеза многоярусной комбинационной схемы в базисе И-ИЛИ-НЕ с двухвходовыми элементами И и ИЛИ по минимальной системе дизъюнктивных нормальных форм булевых функций, полученной при выполнении п. 2.

	x_1	$\overline{x_1}$	x_2	$\overline{x_2}$	x_3	$\overline{x_3}$	x_4	$\overline{x_4}$	x_5	$\overline{x_5}$	z_1
u_1	0	0	1*	0	0	0	1*	0	1	0	1
u_2	0	0	1*	0	1	0	1*	0	0	0	1
u_3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
u_4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
u_5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
u_6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
u_7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
z_1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0

	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	y_1	y_2	y_3
f_1	1*	1	0	0	0	1*	1*	1	0	0
f_2	1*	0	1*	1*	0	1*	1*	1	1	0
f_3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
y_1	1*	0	0	0	0	1*	1	0	0	1
y_2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
y_3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0



5. Написать программу, моделирующую работу схемы, полученной в п. 4, на всех входных наборах и строящую таблицу истинности схемы. Сравнить эту таблицу истинности с таблицами истинности, полученными при выполнении пунктов 1 и 3.

```
void task5(bool x1, bool x2, bool x3, bool x4, bool x5)
{
    bool z1 = x2 && x4;

    bool u1 = x5 && z1,
        u2 = x3 && z1,
        u3 = !x2 && x3,
        u4 = x2 && !x3,
        u5 = x3 && !x4,
        u6 = x1 && x4,
        u7 = x2 && x4;

    bool y2 = u3 || u4,
        y3 = u1 || u6,
        y1 = u7 || y3;

    bool f1 = u2 || y1,
        f2 = y1 || y2,
        f3 = u2 || u5;
}
```

```

    cout << "\t" << "      " << f1 << "      " << f2 << "      " << f3 << "\n";
}

```

x1	x2	x3	x4	x5	Task 4:f1	f2	f3	x1	x2	x3	x4	x5	Task 2:f1	f2	f3	f_1	f_2	f_3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	-	-	-
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	-	-	-
0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	-	-	-
0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	-	-	-
0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	-	-	-
0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	-	-	-
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-	-	-
1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-	-	-
1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	-	-	-
1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	-	-	-
1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-	-	-
1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	-	-	-
1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	-	-	-
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	-	-	-
1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	-	-	-
1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	-	-	-
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	-	-	-
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	-	-	-
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	-	-	-

6. Сравнить исходные системы булевых функций в лабораторных работах № 5 и № 6. Сравнить схемы, полученные при выполнении лабораторных работ № 5 и № 6, по Квайну и по быстродействию.

	Лаб 5		Лаб 6	
	Сложность по Квайну	Сложность по быстродействию	Сложность по Квайну	Сложность по быстродействию
Пунт 3	77	5	-	-
Пункт 5	71	5	-	-
Пункт 4	-	-	32	5