**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ **«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. Г. ШУХОВА»**

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

**Дисциплина: Теория цифровых автоматов**

**Тема: Синтез и анализ комбинационных схем с одним**

**выходом в базисе И-ИЛИ-НЕ**

Выполнил: ст. группы ВТ-31

Ковалев П.А.

Проверил: Рязанов Юрий Дмитриевич

**Белгород 2019**

**Цель работы:** научиться строить эффективные по быстродействию и затратам оборудования комбинационные схемы.

**Вариант 18**

**0<|x1x2x4-x3x5|<=2**

**Ход выполнения работы**

1. Составить таблицу истинности заданной булевой функции. Булева функция здесь задана условием, зависящим от значений аргументов булевой функции. Значение булевой функции на наборе аргументов равно значению условия на этом наборе аргументов. В условии значение аргумента отождествляется с двоичной цифрой, а последовательность аргументов — с двоичным числом.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | *0<|x1x2x4-x3x5|<=2* |  |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0<|000-00|<=2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0<|000-01|<=2 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0<|001-00|<=2 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0<|001-01|<=2 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0<|000-10|<=2 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0<|000-11|<=2 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0<|001-10|<=2 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0<|001-11|<=2 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0<|010-00|<=2 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0<|010-01|<=2 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0<|011-00|<=2 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0<|011-01|<=2 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0<|010-10|<=2 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0<|010-11|<=2 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0<|011-10|<=2 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0<|011-11|<=2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0<|100-00|<=2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0<|100-01|<=2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0<|101-00|<=2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0<|101-01|<=2 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0<|100-10|<=2 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0<|100-11|<=2 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0<|101-10|<=2 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0<|101-11|<=2 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0<|110-00|<=2 | 0 |
|  |  |  |  |  | *0<|x1x2x4-x3x5|<=2* |  |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0<|110-01|<=2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0<|111-00|<=2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0<|110-11|<=2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0<|110-10|<=2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0<|110-11|<=2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0<|111-10|<=2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0<|111-11|<=2 | 0 |

1. Получить минимальную дизъюнктивную нормальную форму булевой функции.

СДНФ:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 00001+  00010+  00100+  01000+ | 00110+  01001+  10100+ | 00111+  01011+  01101+  01110+  10101+ | 10111+ |  |
|  | 0-001  00-10  001-0  -0100  0100- | 0011-  0-110  010-1  01-01  1010- | -0111  101-1 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 00001 | 00010 | 00100 | 01000 | 00110 | 01001 | 10100 | 00111 | 01011 | 01101 | 01110 | 10101 | 10111 |
| 0-001 | + |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-10 |  | + |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 001-0 |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -0100 |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |
| 0100- |  |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |
| 0011- |  |  |  |  | + |  |  | + |  |  |  |  |  |
| 0-110 |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | + |  |  |
| 010-1 |  |  |  |  |  | + |  |  | + |  |  |  |  |
| 01-01 |  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  |
| 1010- |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  | + |  |
| -0111 |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  | + |
| 101-1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |

Ядро Квайна покрывает все столбцы.

Минимальная ДНФ:

1. Применить факторизационный метод синтеза многоярусной комбинационной схемы в базисе И-ИЛИ-НЕ с двухвходовыми элементами И и ИЛИ по минимальной дизъюнктивной нормальной форме булевой функции.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|  | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

1. Получить минимальную конъюнктивную нормальную форму булевой функции.

СКНФ:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 00000+ | 00001+  00010+ | 00110+  00011+  01001+  01010+  10001+  10010+ | 00111+  01011+  01101+  01110+  10011+  10110+  11001+  11010+ | 01111+  10111+  11011+  11110+ | 11111+ |
| 0000-  000-0 | 0-001+  -0001  00-10+  0-010+  -0010+ | 0011-+  0-110+  010-1+  01-01  0101-  01-10+  -1010+  100-1  1-001+  1-010+  10-10+  0-011+  00-11+  -0011+ | 0-111+  -0111+  -1011+  011-1+  -1110+  1-011+  10-11+  1011-+  1-110+  11-10+ | -1111+  1-111+  11-11+  1111-+ |  |
|  | --001+  0--10+  --010+ | -011-+  0-11-+  --110+  01--1  -1-10+  1-0-1  -101-+  -1-10+  10-1-+  1--10+  0--11+  --011+  -0-11+ | --111+  -1-11+  -111-+  1-11-+  11-1-+  1--11+ |  |  |
|  | ---10 | --11-  -1-1-  1--1-  --0-1  0--1- |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0000- | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 000-0 | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -0001 |  | + |  |  |  |  |  | + |  |  |  |
| 01-01 |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |
| 0101- |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  | + |
| 100-1 |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |
| 01--1 |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  | + |
| 1-0-1 |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |
| ---10 |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |
| --11- |  |  |  | + |  |  |  |  |  | + |  |
| -1-1- |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |
| 1--1- |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |
| --0-1 |  | + |  |  | + | + |  | + |  |  | + |
| 0--1- |  | + |  |  | + |  | + |  |  | + | + |
|  | 00000 | 00001 | 00010 | 00110 | 00011 | 01001 | 01010 | 10001 | 10010 | 00111 | 01011 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0000- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 000-0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | -0001 |
| + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 01-01 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0101- |
|  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  | 100-1 |
| + |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  | 01--1 |
|  |  | + |  | + |  |  |  | + |  |  | 1-0-1 |
|  | + |  | + |  | + |  |  |  | + |  | ---10 |
|  | + |  | + |  |  | + | + |  | + | + | --11- |
|  | + |  |  |  | + | + |  | + | + | + | -1-1- |
|  |  | + | + |  | + |  | + | + | + | + | 1--1- |
|  |  | + |  | + |  |  |  | + |  |  | --0-1 |
|  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0--1- |
| 01101 | 01110 | 10011 | 10110 | 11001 | 11010 | 01111 | 10111 | 11011 | 11110 | 11111 |  |

Ядро Квайна содержит все простые импликанты.

Минимальная КНФ:

1. Применить факторизационный метод синтеза многоярусной комбинационной схемы в базисе И-ИЛИ-НЕ с двухвходовыми элементами И и ИЛИ по минимальной конъюнктивной нормальной форме булевой функции.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
|  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|  | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |



1. Написать программы, моделирующие работу схем, полученных в пунктах 3 и 5, на всех входных наборах и строящие таблицу истинности каждой схемы. Сравнить полученные таблицы истинности с таблицей истинности исходной функции.
2. Сравнить полученные в пунктах 3 и 5 схемы по Квайну и побыстродействию.

ДНФ:

КНФ:

*Приложение*

*#include <iostream>*

*#include <vector>*

*using namespace std;*

*bool NextSet(int \*a, int n, int m) {*

*int j = m - 1;*

*while (j >= 0 && a[j] == n) j--;*

*if (j < 0) return false;*

*if (a[j] >= n)*

*j--;*

*a[j]++;*

*if (j == m - 1) return true;*

*for (int k = j + 1; k < m; k++)*

*a[k] = 0;*

*return true;*

*}*

*void Print(int \*a, int n) {*

*static int num = 1;*

*cout.width(3);*

*for (int i = 0; i < n; i++)*

*cout << a[i] <<"";*

*}*

*bool gun(int \*a, int n) {*

*Print(a, n);*

*bool x1=a[0],x2=a[1],x3=a[2],x4=a[3],x5=a[4];*

*// КНФ*

*bool z1 = x2 or !x5;*

*bool u1 = x3 or z1;*

*bool u2 = !x1 or z1;*

*bool u3 = x2 or !x4;*

*bool u4 = x3 or !x4;*

*bool u5 =!x1 or !x5;*

*bool u6 =!x1 or !x4;*

*printf((((u3 and u4) and (u5 and u6)) and (u1 and u2))? "> 1" : "> 0 ");*

*puts("");*

*return ((((u3 and u4) and (u5 and u6)) and (u1 and u2)));*

*// ДНФ*

*bool z1 = !x1 and x3;*

*bool z2 = x2 and !x5;*

*bool u1 = !x4 and !x5;*

*bool u2 = !x4 and z1;*

*bool u3 = z1 and z2;*

*bool u4 = x2 and !x4;*

*printf((((u1 or u4) or (u2 or u3)))? "> 1" : "> 0 ");*

*puts("");*

*return (((u1 or u4) or (u2 or u3)));*

*}*

*int main() {*

*vector<vector<int>\*>\* list = new vector<vector<int>\*>();*

*int \*tmp;*

*int n = 1, m = 5, \*a = new int[m];*

*for (int i = 0; i < m; i++) a[i] = 0;*

*int i=0;*

*gun(a,m);*

*while (NextSet(a, n, m)) {*

*gun(a,m);*

*}*

*return 0;*

*}*