Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Арифметические и логические основы

вычислительной техники

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю. А. Луцик

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

на тему

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СУММАТОРА-

УМНОЖИТЕЛЯ ДВОИЧНО-ЧЕТВЕРИЧНЫХ ЧИСЕЛ

БГУИР КР 1-40 02 01 126 ПЗ

Студент С. Р. Санакоев

Руководитель Ю. А. Луцик

МИНСК 2021

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Арифметические и логические основы

вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Б. В. Никульшин

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_2021г.

\*

ЗАДАНИЕ

по курсовой работе студента

Санакоева Станислава Руслановича

1. Тема работы: «Проектирование и логический синтез сумматора-умножителя двоично-четверичных чисел»
2. Срок сдачи студентом законченной работы: 20 мая;
3. Исходные данные к работе:

**3.1**Исходные сомножители: Мн=17,81; Мт=24,44;

* 1. Алгоритм умножения: В;

**3.3** Метод умножения: умножение закодированного двоично-четверичного множимого на два разряда двоичного множителя одновременно в дополнительных кодах;

**3.4** Коды четверичных цифр множимого для перехода к двоично-

четверичной системе кодирования: 04 – 01, 14 – 11, 24 – 10, 34 – 00;

**3.5** Тип синтезируемого умножителя: 2;

**3.6** Логический базис для синтеза ОЧС: НЕ, И, ИЛИ; метод минимизации – алгоритм Рота;

**3.7** Логический базис для синтеза ОЧУС: ИЛИ, СУММА ПО МОДУЛЮ 2, КОНСТАНТА 1; метод минимизации – карты Карно-Вейча;

1. Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке

вопросов):

Введение. 1. Разработка алгоритма умножения. 2. Разработка структурной

схемы сумматора-умножителя. 3. Разработка функциональных схем

основных узлов сумматора-умножителя. 4. Синтез комбинационных схем

устройств на основе мультиплексоров. 5. Оценка результатов разработки.

Заключение. Список литературы.

**5** Перечень графического материала:

**5.1** Сумматор-умножитель второго типа. Схема электрическая

структурная.

**5.2** Одноразрядный четверичный сумматор. Схема электрическая

функциональная.

**5.3** Одноразрядный четверичный умножитель-сумматор. Схема электрическая функциональная.

**5.4** Преобразователь множителя. Реализация на

мультиплексорах. Схема электрическая функциональная.

**5.5** Одноразрядный четверичный сумматор. Реализация на

мультиплексорах. Схема электрическая функциональная.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапов курсовой работы | Объем этапа,% | Срок выполнения этапа | Примечания |
| Разработка алгоритма умножения | 10 | 9.02-20.02 |  |
| Разработка структурной схемы сумматора-умножителя | 10 | 21.02-09.03 | С выполнением чертежа |
| Разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя | 50 | 10.03-30.04 | С выполнением чертежа |
| Синтез комбинационных схем устройств на основе мультиплексоров | 10 | 1.05-15.05 | С выполнением чертежа |
| Завершение оформления пояснительной записки | 20 | 15.05-21.05 |  |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Дата выдачи задания: 26 февраля 2021 г.

Руководитель Ю. А. Луцик

ЗАДАНИЕ ПРИНЯЛ К ИСПОЛНЕНИЮ \_\_\_\_\_\_\_\_\_

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение ……………………………………………………………………….5

1. Разработка алгоритма умножения ………………………………………….6

2. Разработка структурной схемы сумматора-умножителя …………………. 9

3. Разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя…………………………………………………………………... 10

3.1. Логический синтез одноразрядного четвертичного сумматора….. 10

3.2. Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя-сумматора………………………………………………………………….……. 17

4. Логический синтез одноразрядного четвертичного сумматора на

основе мультиплексора …………………..………………………………… 21

5. Логический синтез преобразователя множителя ………………………. 23

6. Оценка эффективности минимизации переключательных функций ..... 24

Заключение ………………………………………………………………….. 25

Список использованных источников ...………………………………….… 26

Приложение А ………………………………………………………………. 27

Приложение Б ………………………………………………………………..28

Приложение В ………………………………………………………………..29

Приложение Г ………………………………………………………………. 30

Приложение Д ………………………………………………………………. 31

Приложение Е ………………………………………………………………. 32

**ВВЕДЕНИЕ**

Данная курсовая работа посвящена разработке алгоритмов выполнения операций умножения и сложения. На основе полученных алгоритмов требуется разработать и синтезировать следующие устройства: одноразрядный четвертичный сумматор (ОЧС), одноразрядный четвертичный умножитель-сумматор (ОЧУС), а также переключательные функции ОЧС на мультиплексорах. Минимизация перечисленных устройств осуществляется с помощью карт Карно-Вейча и алгоритма извлечения Рота. На основе полученных данных требуется построить схемы этих устройств и проанализировать результаты (эффективность минимизации и время выполнения операций).

1. **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УМНОЖЕНИЯ**

Исходные данные:

- исходные сомножители: Мн = 17,81; Мт = 24,44;

- алгоритм умножения: В;

- метод умножения: умножение закодированного двоично-четверичного

множимого на два разряда двоичного множителя одновременно в дополнительных кодах;

- кодирование четверичных цифр множимого для перехода к двоично-

четверичной системе кодирования: 04 – 01, 14 – 11, 24 – 10, 34 – 00;

- тип синтезируемого умножителя: 2-й;

1.1. Перевод сомножителей из десятичной системы счисления в четверичную.

**Множимое**

\_ 17| 4 0,81

16 4|4 \* 4

1 4 |1 3,24

0 \* 4

0,96

\* 4

3,84

Мн4 = 101,303.

Мн2/4 = 110111,000100(в соответствии с кодировкой множимого).

**Множитель**

\_ 24| 4 0,44

24| 6|4 \* 4

0 4|1 1,76

2 \* 4

3,04

\* 4

0,16

Мт4 = 120,130.

Мт2/4 = 011000,011100.

1.2. Запишем сомножители в форме с плавающей запятой в прямом коде:

Мн = 0,110111000100 РМн = 0.0100 +0310 – закодировано по заданию,

Мт = 0,011000011100 РМт = 0.0011 +0310 – закодировано традиционно

1.3. Порядок произведения будет следующим:

РМн = 0.0100 034

РМт = 0.0011 034

РМн·Мт = 0.1110 124

Результат закодирован в соответствии с заданием на кодировку множи-

мого.

Знак произведения определяется суммой по модулю два знаков сомножи-

телей, т. е.:

зн Мн ⊕  зн Мт = 0 ⊕  0 = 0.

* 1. Преобразование множителя и перемножение мантисс.

Мт4п=2020

Мт2п=10001000

Таблица 1.4.1 – Перемножение мантисс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Четверичная с/с** | **Двоично-четверичная с/с** | **Комментарии** |
| **1** | **2** | **3** |
| 0,000000000000  0,000000203212 | 01,010101010101010101010101  01,010101010101100100101110 | ∑0  П1=Мн\*2 |
| 0,000000203212  0,000002032120  3,333333130122 | 01,010101010101100100101110  01,010101010110010010111001  00,000000000000110001111010 | ∑1  ∑1\*4  П2=Мн\*(-2) |
| 0,000001222302  0,000012223020  0,000122230200  0,000000203212 | 01,010101010111101010000110  01,010101011110101000011001  01,010101111010100001100101  01,010101010101100100101110 | ∑2  ∑2\*4(∑3)  ∑3\*4  П4 = Мн\*2 |
| 0,000123100012  0,001231000120  3,333333232031 | 01,010101111000110101011110  01,010111100011010101111001  00,000000000000100010010011 | ∑4  ∑4\*4  П5 = Мн\*(-1) |
| 0,001230232211  0,012302322110 | 01,010111100001101110101111  01,011110000110111010111101 | ∑5  ∑5\*4(∑6) |

1.5.Оценка погрешности умножения.

После окончания умножения необходимо оценить погрешность вычислений. Для этого полученное произведение ((Мн·Мт)4 = 0,012302322110, РМн·Мт=6) приводится к нулевому порядку, а затем переводится в десятичную систему

счисления:

(Мн · Мт)4 = 12302,322110 РМн · Мт = 0;

(Мн · Мт)10 = 434,9111

Результат прямого перемножения операндов даёт следующее значение:

Мн10\*Мт10=435,2764

Абсолютная погрешность:

Δ = 435,2764 – 434,9111 = 0,3653.

Относительная погрешность:

δ= Δ/(Мн\*Мт)=0,3653/434,9111=0,0008399(δ=0,08339%);

Эта погрешность получена за счёт приближённого перевода из десятичной системы счисления в четверичную обоих сомножителей, а также за счёт округления полученного результата произведения.

**2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ**

**СУММАТОРА-УМНОЖИТЕЛЯ**

Структурная схема сумматора-умножителя второго типа для алгоритма умножения «В» представлена на в приложении А.

Структурная схема второго типа строится на базе заданных узлов ОЧУС, ОЧС, формирователя дополнительного кода и регистра результата. Управление режимами работы схемы осуществляется внешним сигналом *Mul/sum,* который определяет вид текущей арифметической операции (умножение или суммирование).

Если устройство работает как сумматор, то оба слагаемых последовательно (за два такта) заносятся в регистр множимого, а на управляющий вход формирователя дополнительного кода F2 поступает «1».

Если устройство работает как умножитель, то множимое и множитель

помещаются в соответствующие регистры, а на управляющий вход ФДК F2 поступает «0».

Таблица 2.1 - Режимы работы формирователя дополнительного кода

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сигналы на входах ФДК | | Результат на выходах ФДК |
| F1 | F2 |
| 0 | 0 | Дополнительный код множимого |
| 0 | 1 | Дополнительный код слагаемого |
| 1 | 0 | Меняется знак Мн |
| 1 | 1 | Меняется знак слагаемого |

**3. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ СУММАТОРА-УМНОЖИТЕЛЯ**

**3.1. Логический синтез одноразрядного четверичного сумматора**

Одноразрядный четверичный сумматор – это комбинационное устройство, имеющее 5 двоичных входов (2 разряда одного слагаемого, 2 разряда второго слагаемого и вход переноса) и 3 двоичных выхода.

Функциональная схема реализации ОЧС приведена в приложении Б.

Принцип работы ОЧС представлен с помощью таблицы истинности (таблица 3.1.1).

Разряды обоих слагаемых закодированы: 0 – 01; 1 – 11; 2 – 10; 3 – 00.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | **p** | **П** |  |  | **Пример операции в четверичной с/с** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3+3+0=12 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3+3+1=13 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3+0+0=03 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3+0+1=10 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3+2+0=11 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3+2+1=12 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3+1+0=10 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3+1+1=11 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0+3+0=03 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0+3+1=10 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0+0+0=00 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0+0+1=01 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0+2+0=02 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0+2+1=03 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0+1+0=01 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0+1+1=02 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2+3+0=11 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2+3+1=12 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2+0+0=02 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2+0+1=03 |

Таблица 3.1.1 – Таблица истинности ОЧС

Продолжение таблицы 3.1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2+2+0=10 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2+2+1=11 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2+1+0=03 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2+1+1=10 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1+3+0=10 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1+3+1=11 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1+0+0=01 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1+0+1=02 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1+2+0=03 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1+2+1=10 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1+1+0=02 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1+1+1=03 |

Минимизацию функции *P* проведем картой Вейча:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  | 1 | 1 |  |  |
|  |  | 1 |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |
|  |  |  |  | ч |  |  |  | 1 |  |  |
|  |  | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 | 1 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | *p* | |  | | *p* | |  |  |  |

Минимизацию функции **S1** проведем алгоритмом Рота:

L = {00000,00100,00101,00111,01011,01100,01110,01111,10000,10001,10010,

10101,11001,11010,11011,11110};

N = {∅};

C0=L={00000,00100,00101,00111,01011,01100,01110,01111,10000,10001,

10010,10101,11001,11010,11011,11110};

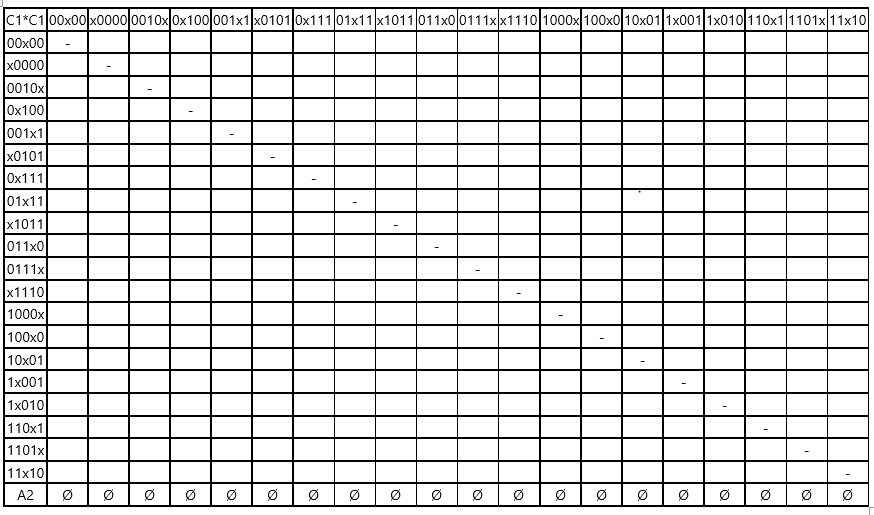
Таблица 3.1.2 – Поиск простых импликант(C0\*C0)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C0\*C0 | 00000 | 00100 | 00101 | 00111 | 01011 | 01100 | 01110 | 01111 | 10000 | 10001 | 10010 | 10101 | 11001 | 11010 | 11011 | 11110 |
| 00000 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00100 | 00y00 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00101 |  | 0010y | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00111 |  |  | 001y1 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01011 |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01100 |  | 0y100 |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01110 |  |  |  |  |  | 011y0 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01111 |  |  |  | 0y111 | 01y11 |  | 0111y | - |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10000 | y0000 |  |  |  |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |
| 10001 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1000y | - |  |  |  |  |  |  |
| 10010 |  |  |  |  |  |  |  |  | 100y0 |  | - |  |  |  |  |  |
| 10101 |  |  | y0101 |  |  |  |  |  |  | 10y01 |  | - |  |  |  |  |
| 11001 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1y001 |  |  | - |  |  |  |
| 11010 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1y010 |  |  | - |  |  |
| 11011 |  |  |  |  | y1011 |  |  |  |  |  |  |  | 110y1 | 1101y | - |  |
| 11110 |  |  |  |  |  |  | y1110 |  |  |  |  |  |  | 11y10 |  | - |
| A1 | 00x00 x0000 | 0010x 0x100 | 001x1 x0101 | 0x111 | 01x11 x1011 | 011x0 | 0111x x1110 | Ø | 1000x 100x0 | 10x01 1x001 | 1x010 | Ø | 110x1 | 1101x 11x10 | Ø | Ø |

C1 = { 00x00; x0000; 0010x; 0x100; 001x1; x0101; 0x111; 01x11; x1011; 011x0; 0111x; x1110; 1000x; 100x0; 10x01; 1x001; 1x010; 110x1; 1101x; 11x10 }

Z0= {∅ };

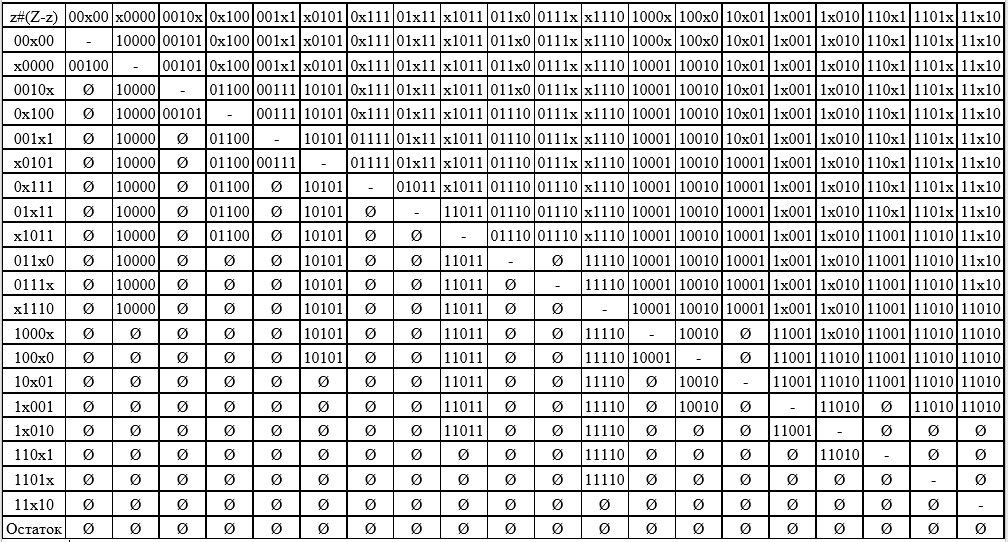
Таблица 3.1.3– Поиск простых импликант(C1\*C1)



##### A2 = { Ø }

##### Z = { 00x00; x0000; 0010x; 0x100; 001x1; x0101; 0x111; 01x11; x1011; 011x0; 0111x; x1110; 1000x; 100x0; 10x01; 1x001; 1x010; 110x1; 1101x; 11x10 }

Таблица 3.1.5-Поиск L-экстремалей



##### E = { Ø }

##### Z´ = Z - E = { 00x00; x0000; 0010x; 0x100; 001x1; x0101; 0x111; 01x11; x1011; 011x0; 0111x; x1110; 1000x; 100x0; 10x01; 1x001; 1x010; 110x1; 1101x; 11x10 }

Таблица 3.1.6-Поиск наборов из множества L, не покрытых L-экстремалями

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L#E | 00000 | 00100 | 00101 | 00111 | 01011 | 01100 | 01110 | 01111 | 10000 | 10001 | 10010 | 10101 | 11001 | 11010 | 11011 | 11110 |
| Остаток | 00000 | 00100 | 00101 | 00111 | 01011 | 01100 | 01110 | 01111 | 10000 | 10001 | 10010 | 10101 | 11001 | 11010 | 11011 | 11110 |

##### L´ = L # E = { 00000; 00100; 00101; 00111; 01011; 01100; 01110; 01111; 10000; 10001; 10010; 10101; 11001; 11010; 11011; 11110 }

={00x01, 001x1,x0001,1x001,111xx,1x11x,11xx1}

Таблица 3.1.7-Покрытие оставшихся кубов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Z´i n L´ | 00000 | 00100 | 00101 | 00111 | 01011 | 01100 | 01110 | 01111 | 10000 | 10001 | 10010 | 10101 | 11001 | 11010 | 11011 | 11110 |
| 00x00 | 00000 | 00100 | 0010y Ø | 001yy Ø | 0y0yy Ø | 0y100 Ø | 0y1y0 Ø | 0y1yy Ø | y0000 Ø | y000y Ø | y00y0 Ø | y010y Ø | yy00y Ø | yy0y0 Ø | yy0yy Ø | yy1y0 Ø |
| x0000 | 00000 | 00y00 Ø | 00y0y Ø | 00yyy Ø | 0y0yy Ø | 0yy00 Ø | 0yyy0 Ø | 0yyyy Ø | 10000 | 1000y Ø | 100y0 Ø | 10y0y Ø | 1y00y Ø | 1y0y0 Ø | 1y0yy Ø | 1yyy0 Ø |
| 0010x | 00y00 Ø | 00100 | 00101 | 001y1 Ø | 0yyy1 Ø | 0y100 Ø | 0y1y0 Ø | 0y1y1 Ø | y0y00 Ø | y0y01 Ø | y0yy0 Ø | y0101 Ø | yyy01 Ø | yyyy0 Ø | yyyy1 Ø | yy1y0 Ø |
| 0x100 | 00y00 Ø | 00100 | 0010y Ø | 001yy Ø | 01yyy Ø | 01100 | 011y0 Ø | 011yy Ø | y0y00 Ø | y0y0y Ø | y0yy0 Ø | y010y Ø | y1y0y Ø | y1yy0 Ø | y1yyy Ø | y11y0 Ø |
| 001x1 | 00y0y Ø | 0010y Ø | 00101 | 00111 | 0yy11 Ø | 0y10y Ø | 0y11y Ø | 0y111 Ø | y0y0y Ø | y0y01 Ø | y0y1y Ø | y0101 Ø | yyy01 Ø | yyy1y Ø | yyy11 Ø | yy11y Ø |
| x0101 | 00y0y Ø | 0010y Ø | 00101 | 001y1 Ø | 0yyy1 Ø | 0y10y Ø | 0y1yy Ø | 0y1y1 Ø | 10y0y Ø | 10y01 Ø | 10yyy Ø | 10101 | 1yy01 Ø | 1yyyy Ø | 1yyy1 Ø | 1y1yy Ø |
| 0x111 | 00yyy Ø | 001yy Ø | 001y1 Ø | 00111 | 01y11 Ø | 011yy Ø | 0111y Ø | 01111 | y0yyy Ø | y0yy1 Ø | y0y1y Ø | y01y1 Ø | y1yy1 Ø | y1y1y Ø | y1y11 Ø | y111y Ø |
| 01x11 | 0y0yy Ø | 0y1yy Ø | 0y1y1 Ø | 0y111 Ø | 01011 | 011yy Ø | 0111y Ø | 01111 | yy0yy Ø | yy0y1 Ø | yy01y Ø | yy1y1 Ø | y10y1 Ø | y101y Ø | y1011 Ø | y111y Ø |
| x1011 | 0y0yy Ø | 0yyyy Ø | 0yyy1 Ø | 0yy11 Ø | 01011 | 01yyy Ø | 01y1y Ø | 01y11 Ø | 1y0yy Ø | 1y0y1 Ø | 1y01y Ø | 1yyy1 Ø | 110y1 Ø | 1101y Ø | 11011 | 11y1y Ø |
| 011x0 | 0yy00 Ø | 0y100 Ø | 0y10y Ø | 0y11y Ø | 01y1y Ø | 01100 | 01110 | 0111y Ø | yyy00 Ø | yyy0y Ø | yyy10 Ø | yy10y Ø | y1y0y Ø | y1y10 Ø | y1y1y Ø | y1110 Ø |
| 0111x | 0yyy0 Ø | 0y1y0 Ø | 0y1y1 Ø | 0y111 Ø | 01y11 Ø | 011y0 Ø | 01110 | 01111 | yyyy0 Ø | yyyy1 Ø | yyy10 Ø | yy1y1 Ø | y1yy1 Ø | y1y10 Ø | y1y11 Ø | y1110 Ø |
| x1110 | 0yyy0 Ø | 0y1y0 Ø | 0y1yy Ø | 0y11y Ø | 01y1y Ø | 011y0 Ø | 01110 | 0111y Ø | 1yyy0 Ø | 1yyyy Ø | 1yy10 Ø | 1y1yy Ø | 11yyy Ø | 11y10 Ø | 11y1y Ø | 11110 |
| 1000x | y0000 Ø | y0y00 Ø | y0y01 Ø | y0yy1 Ø | yy0y1 Ø | yyy00 Ø | yyyy0 Ø | yyyy1 Ø | 10000 | 10001 | 100y0 Ø | 10y01 Ø | 1y001 Ø | 1y0y0 Ø | 1y0y1 Ø | 1yyy0 Ø |
| 100x0 | y0000 Ø | y0y00 Ø | y0y0y Ø | y0y1y Ø | yy01y Ø | yyy00 Ø | yyy10 Ø | yyy1y Ø | 10000 | 1000y Ø | 10010 | 10y0y Ø | 1y00y Ø | 1y010 Ø | 1y01y Ø | 1yy10 Ø |
| 10x01 | y000y Ø | y010y Ø | y0101 Ø | y01y1 Ø | yy0y1 Ø | yy10y Ø | yy1yy Ø | yy1y1 Ø | 1000y Ø | 10001 | 100yy Ø | 10101 | 1y001 Ø | 1y0yy Ø | 1y0y1 Ø | 1y1yy Ø |
| 1x001 | y000y Ø | y0y0y Ø | y0y01 Ø | y0yy1 Ø | y10y1 Ø | y1y0y Ø | y1yyy Ø | y1yy1 Ø | 1000y Ø | 10001 | 100yy Ø | 10y01 Ø | 11001 | 110yy Ø | 110y1 Ø | 11yyy Ø |
| 1x010 | y00y0 Ø | y0yy0 Ø | y0yyy Ø | y0y1y Ø | y101y Ø | y1yy0 Ø | y1y10 Ø | y1y1y Ø | 100y0 Ø | 100yy Ø | 10010 | 10yyy Ø | 110yy Ø | 11010 | 1101y Ø | 11y10 Ø |
| 110x1 | yy00y Ø | yyy0y Ø | yyy01 Ø | yyy11 Ø | y1011 Ø | y1y0y Ø | y1y1y Ø | y1y11 Ø | 1y00y Ø | 1y001 Ø | 1y01y Ø | 1yy01 Ø | 11001 | 1101y Ø | 11011 | 11y1y Ø |
| 1101x | yy0y0 Ø | yyyy0 Ø | yyyy1 Ø | yyy11 Ø | y1011 Ø | y1yy0 Ø | y1y10 Ø | y1y11 Ø | 1y0y0 Ø | 1y0y1 Ø | 1y010 Ø | 1yyy1 Ø | 110y1 Ø | 11010 | 11011 | 11y10 Ø |
| 11x10 | yy0y0 Ø | yy1y0 Ø | yy1yy Ø | yy11y Ø | y101y Ø | y11y0 Ø | y1110 Ø | y111y Ø | 1y0y0 Ø | 1y0yy Ø | 1y010 Ø | 1y1yy Ø | 110yy Ø | 11010 | 1101y Ø | 11110 |

##### Fmin1 = { x0000; 0x100; x0101; 0x111; x1011; x1110; 1x001; 1x010 }

##### Fmin2 = { x0000; 0x100; 001x1; 01x11; x1110; 10x01; 1x010; 110x1 }

##### Fmin3 = { 00x00; x0101; 0x111; x1011; 011x0; 100x0; 1x001; 11x10 }

##### Fmin4 = { 00x00; 001x1; 01x11; 011x0; 100x0; 10x01; 110x1; 11x10 }

Fmin днф =

Минимизацию S2 проведем картами Вейча

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |
|  |  | 1 |  |  | 1 |  | 1 | 1 |  |  |
|  |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |
|  |  | 1 |  | 1 | 1 |  | 1 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | *p* | |  | | *p* | |  |  |  |

**3.2. Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя-сумматора**

ОЧУС – это комбинационное устройство, имеющее шесть входов (два разряда из регистра множимого, два разряда из регистра множителя, вход переноса и управляющий вход h) и три выхода.

Функциональная схема реализации ОЧУС приведена в приложении В.

Принцип работы ОЧУС представлен с помощью таблицы истинности(таблица 3.2.1).

Разряды множителя закодированы: 0 – 00, 1 – 01, 2 – 10, 3 – 11.

Разряды множимого закодированы: 0 – 01, 1 – 10, 2 – 00, 3 – 11.

Таблица истинности ОЧУС(3.2.1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Пер.** | **Мн** | | **Мт** | | **Упр.** | **Перенос** | **Результат** | | **Результат операции в четверичной с/с** |
|  |  |  |  |  | ***h*** | ***P*** |  |  |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***9*** | ***9*** | ***10*** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3\*0+0 = 00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Код «03» |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3\*1+0 = 03 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | Код «03» |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3\*2+0 = 12 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Код «03» |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 3\*3+0 = 21 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «03» |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0\*0+0 = 00 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | Код «00» |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0\*1+0 = 00 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Код «00» |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0\*2+0 = 00 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | Код «00» |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 0\*3+0 = 00 |

Продолжение таблицы 3.2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «00» |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2\*0+0 = 00 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | Код «02» |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2\*1+0 = 02 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | Код «02» |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2\*2+0 = 10 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | Код «02» |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 2\*3+0 = 12 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «02» |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1\*0+0 = 00 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | Код «01» |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1\*1+0 = 01 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | Код «01» |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1\*2+0 = 02 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | Код «01» |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 1\*3+0 = 03 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «01» |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *x* | *x* | *x* | 3\*0+1 = 01 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «03» |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 3\*1+1 = 10 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «03» |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3\*2+1 = 13 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «03» |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 3\*3+1 = 22 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «03» |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | *x* | *x* | *x* | 0\*0+1 = 01 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «00» |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 0\*1+1 = 01 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «00» |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0\*2+1 = 01 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «00» |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 0\*3+1 = 01 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «00» |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | *x* | *x* | *x* | 2\*0+1 = 01 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «02» |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 2\*1+1 = 03 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «02» |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2\*2+1 = 11 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «02» |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 2\*3+1 = 13 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «02» |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | *x* | *x* | *x* | 1\*0+1 = 01 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «01» |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 1\*1+1 = 02 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «01» |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1\*2+1 = 03 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «01» |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | *x* | *x* | *x* | 1\*3+1 = 10 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *x* | *x* | *x* | Код «01» |

Минимизация выходов ОЧУC:

Минимизация функции *P* картой Карно:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 000 |  |  |  |  | \* | \* |  | 1 |
| 001 |  |  |  |  | \* | \* |  |  |
| 011 |  |  |  |  | \* | \* |  |  |
| 010 |  |  |  |  | \* | \* |  | 1 |
| 110 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | 1 |
| 111 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |
| 101 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |
| 100 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | 1 |

=

Минимизация функции картой Карно:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 000 |  |  |  |  | \* | \* |  | 1 |
| 001 |  |  |  |  | \* | \* |  |  |
| 011 |  | 1 | 1 | 1 | \* | \* | 1 | 1 |
| 010 |  | 1 | 1 | 1 | \* | \* | 1 |  |
| 110 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | 1 |
| 111 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |
| 101 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | 1 |
| 100 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |

=

+

Минимизация функции картой Карно:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 000 | 1 |  |  |  | \* | \* |  |  |
| 001 | 1 | 1 | 1 | 1 | \* | \* | 1 | 1 |
| 011 | 1 | 1 | 1 | 1 | \* | \* | 1 |  |
| 010 | 1 |  |  |  | \* | \* |  | 1 |
| 110 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |
| 111 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |
| 101 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |
| 100 | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  |

=

**4. ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОДНОРАЗРЯДНОГО ЧЕТВЕРИЧНОГО СУММАТОРА НА ОСНОВЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРА**

Мультиплексор – это логическая схема, имеющая *n* информационных входов, *m* управляющих входов и один выход.

Принцип работы мультиплексора состоит в следующем. На выход мультиплексора может быть пропущен без изменений любой (один) логический сигнал, поступающий на один из информационных входов. Порядковый номер информационного входа, значение которого в данный момент должно быть передано на выход, определяется двоичным кодом, поданным на управляющие входы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | p | 0 | b2p | 0 | b2+ |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | “0” | 1 | +b2 | 0 | b2 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Функции ОЧС зависят от пяти переменных. Удобно взять мультиплексор с тремя адресными входами, это позволит упростить одну нашу большую функцию от пяти аргументов до восьми функций от двух переменных. Функции от двух переменных достаточно просты для того, чтобы самостоятельно заметить их минимальную форму.

Синтез дополнительных логических схем для ПФ ОЧC приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1. – Таблица истинности для ОЧС на мультиплексорах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | **p** | **П** | **ВЫХОД П** |  | **ВЫХОД S1** |  | **ВЫХОД S2** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b2p+ | 1 |  | 0 | b2p |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | “1” | 1 | b2p+ | 1 | b2+ |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 1 | +b2 | 1 |  |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | b2p+ | 0 | p | 1 | + b2p |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 0 | b2+ | 1 | + b2 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 0 | b2 | 0 |  |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Продолжение схемы 4.1

**5 ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МНОЖИТЕЛЯ (ПМ)**

Преобразователь множителя (ПМ) служит для исключения из множителя диад 11, заменяя их на триады 10.

*Таблица 5.1 - Таблица истинности ПМ.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вх. диада | | Мл. бит | Зн. | Вых. диада | |
| Qn | Qn-1 | Qn-2 | P | S1 | S2 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Минимизируем выходные функции картами Карно.

*Таблица 5.2 – Минимизация функции P*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

*Таблица 5.3 – Минимизация функции*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 |  |  | 1 |  |
| 1 | 1 |  |  |  |

*Таблица 5.4 – Минимизация функции*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 |  | 1 |  | 1 |
| 1 |  | 1 |  | 1 |

Функциональная схема ПМ приведена в приложении Д.

1. **ВРЕМЕННЫЕ ЗАТРАТЫ НА УМНОЖЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНИМИЗАЦИИ**

Формула расчёта временных затрат на умножение:

Т=𝑛∗(𝑇ПМ+𝑇ФДК+m∗𝑇ОЧУC+(m+2)\*𝑇ОЧС+𝑇сдвига), где

𝑇ПМ – время преобразования множителя;

𝑇ФДК – время формирования дополнительного кода множимого;

𝑇ОЧУC – время умножения на ОЧУC;

𝑇ОЧС – время формирования единицы переноса в ОЧС;

𝑇сдвига – время сдвига частичной суммы;

n – количество разрядов множителя.

m – количество разрядов множимого

Для проведения оценки эффективности минимизации переключательных функций необходимо посчитать цену схемы до минимизации и цену схемы после минимизации. Эффективность минимизации *k* определяется как:

Таблица 6.1 – Эффективность минимизации ОЧУС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вых.  схемы | Рассчитанная цена схемы | | Эфф.  мин. k |
| До минимизации | После минимизации |
| P | с=4\*6+4+5=33 | с=8 | 4,125 |
| Q1 | с=12\*6+12+6=90 | с=28 | 3,21 |
| Q2 | с=16\*6+16+6=118 | с=27 | 4,37 |

Таблица 6.2 – Эффективность минимизации ОЧС

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вых.  схемы | Рассчитанная цена схемы | | | Эфф.  мин. k |
| До минимизации | | После минимизации |
|  | c=16\*5+16+5=101 |  | с=30 | 3,36 |
|  | c=16\*5+16+5=101 |  | с=45 | 2,24 |
|  | c=16\*5+16+5=101 |  | с=41 | 2,46 |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе выполнения курсовой работы была разработана структурная схема сумматора-умножителя второго типа, а также функциональные схемы основных узлов данного устройства. Для уменьшения стоимости логических схем были выполнены минимизации переключательных функций различными способами. Такой подход позволил выявить достоинства и недостатки этих алгоритмов.

В качестве главного достоинства минимизации картами Карно-Вейча можно выделить простоту и минимальные затраты времени. Однако применение данного способа для функций многих переменных будет затруднительно. Функциональные схемы были построены в различных логических базисах. Это позволило закрепить теоретические знания основных законов булевой алгебры, например, правило де Моргана. Также можно отметить, что необходимо сократить количество уровней в логической схеме для уменьшения времени работы данного устройства.

Реализация переключательных функций на основе мультиплексоров позволила облегчить процесс минимизации этих функций.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Луцик Ю.А., Лукьянова И.В. – Учебное пособие по курсу "Арифметические и логические основы вычислительной техники". – Минск: БГУИР, 2014 г.

Луцик Ю.А., Лукьянова И.В. – Методические указания к курсовому проекту по курсу “Арифметические и логические основы вычислительной техники”. – Мн.: БГУИР, 2004 г.

Искра, Н. А. Арифметические и логические основы вычислительной техники: пособие / Н. А. Искра, И. В. Лукьянова, Ю. А. Луцик. – Минск: БГУИР, 2016. – 75 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

*(обязательное)*

Сумматор-умножитель второго типа. Схема электрическая структурная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

*(обязательное)*

Одноразрядный четверичный сумматор.

Схема электрическая функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

*(обязательное)*

Одноразрядный четверичный умножитель-сумматор. Схема электрическая функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

*(обязательное)*

Одноразрядный четверичный сумматор.

Реализация на мультиплексорах.

Схема электрическая функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

*(обязательное)*

Преобразователь множителя.

Схема электрическая функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

*(обязательное)*

Ведомость документов