Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра вычислительных машин, систем и сетей

Дисциплина: Арифметические и логические основы

цифровых устройств

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И. В. Лукьянова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

на тему

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СУММАТОРА-

УМНОЖИТЕЛЯ ДВОИЧНО-ЧЕТВЕРИЧНЫХ ЧИСЕЛ

БГУИР КР 1-40 02 01 420 ПЗ

Студент А. Г. Слинько

(гр. 250504)

Руководитель И. В. Лукьянова

МИНСК 2023

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

цифровых устройств

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Б. В. Никульшин

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_г.

ЗАДАНИЕ

по курсовой работе студента

Слинько Артёма Геннадьевича

1. Тема работы: «Проектирование и логический синтез сумматора- умножителя двоично-десятичных чисел»
2. Срок сдачи студентом законченной работы: до 20 мая 2023г.
3. Исходные данные к работе:
   1. Исходные сомножители: Мн = 52,95; Мт = 17,65;
   2. Алгоритм умножения: В;
   3. Метод умножения: умножение закодированного двоично-четверичного множимого на два разряда двоичного множителя одновременно в дополнительных кодах;
   4. Коды четверичных цифр множимого для перехода к двоично- четверичной системе кодирования: 04 – 10, 14 – 11, 24 – 00, 34 – 01;
   5. Тип синтезируемого умножителя: 1;
   6. Логический базис для реализации ОЧУ: И, НЕ; метод минимизации – карты Карно-Вейча.
   7. Логический базис для реализации ОЧС: И, ИЛИ, НЕ; метод минимизации – Алгоритм Рота.
4. 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.

1. Перечень графического материала:
   1. Умножитель-сумматор 1 типа. Схема электрическая структурная.
   2. Однозарядный четверичный умножитель. Схема электричская

функциональная.

* 1. Одноразрядный четверичный сумматор. Схема электрическая функциональная.
  2. Преобразователь множителя. Схема электрическая функциональная.
  3. Однозарядный четверичный сумматор. Реализация на мультиплексорах. Схема электрическая функциональная.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапов курсовой работы | Объём этапа, % | Срок выполнения этапа | Примечания |
| Разработка алгоритма умножения | 10 | 10.02-20.02 |  |
| 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 чертежей |
| Синтез комбинационных схем устройств на основе мультиплексоров | 10 | 01.05-15.05 | С выполнением чертежа |
| Завершение оформления пояснительной записки | 20 | 15.05-20.05 |  |

Дата выдачи задания: 10 февраля 2023г.

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_И. В. Лукьянова

ЗАДАНИЕ ПРИНЯЛ К ИСПОЛНЕНИЮ \_\_\_\_\_\_\_\_\_А. Г. Слинько

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ ............................................................................................................

1. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УМНОЖЕНИЯ ..............................................

2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СУММАТОРА-УМНОЖИ-ТЕЛЯ………………………………………………………………………….......

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

3.1. Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя.............................................................................................................

3.2. Логический синтез одноразрядного четверичного сумматора................................................................................................................

3.3. Логический синтез преобразователя множителя .........................................

4. СИНТЕЗ КОМБИНАЦИОННЫХ СХЕМ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ

МУЛЬТИПЛЕКСОРОВ ...................................................................................

5. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТКИ .................................................... ЗАКЛЮЧЕНИЕ .................................................................................................... СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ...................................................................................

ПРИЛОЖЕНИЕ А Сумматор-умножитель первого типа. Схема электрическая структурная .................................................................................

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Одноразрядный четверичный умножитель. Схема электрическая функциональная...........................................................................

ПРИЛОЖЕНИЕ В Одноразрядный четверичный сумматор. Схема электрическая функциональная..........................................................................

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Преобразователь множителя. Схема электрическая функциональная...............................……………………………………………..

ПРИЛОЖЕНИЕ Д Одноразрядный четверичный сумматор. Реализация на мультиплексорах. Схема электрическая функциональная…………………….

ПРИЛОЖЕНИЕ Е Ведомость документов ...…………………………………

**ВВЕДЕНИЕ**

Курсовое проектирование является обязательным элементом подготовки специалиста с высшим образованием и одной из форм текущей аттестации студента по учебной дисциплине. Для студентов это первая работа такого рода и объёма. Она содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований по дисциплине “Арифметические и логические основы вычислительной техники”, включает совокупность аналитических, расчётных, экспериментальных заданий и предполагает выполнение конструкторских работ и разработку графической документации.

Целью данной курсовой работы является проектирование такого цифрового устройства, как двоично-четверичный сумматор-умножитель (СУ). Сумматор является одним из центральных узлов арифметико-логического устройства (АЛУ) вычислительной машины, поэтому глубокое понимание принципов его работы критически важно для современного инженера. Для того чтобы спроектировать данное устройство, необходимо пройти несколько последовательных этапов разработки:

* Разработка алгоритма умножения чисел, по которому работает СУ
* Разработка структурной схемы СУ
* Разработка функциональной схемы основных узлов структурной схемы СУ
* Оценка результатов проделанной работы
* Оформление документации по проделанной работе

В ходе выполнения курсовой работы автором были пройдены все эти этапы. В настоящей пояснительной записке изложено краткое описание процесса проектирования и приведена разработанная автором графическая документация по структурной схеме и функциональным схемам основных её узлов.

**1 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УМНОЖЕНИЯ**

1. Перевод сомножителей из десятичной системы счисления в четверичную.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| \_ 52 | 4 |  |  |  |  | 0,95 |
| 52 | \_ 13 | 4 |  |  | \* | 4 |
| 0 | 12 | 3 |  |  |  | 3,80 |
|  | 1 |  |  |  | \* | 4 |
|  |  |  |  |  | \* | 3,20  4 |
|  |  |  |  |  |  | 0,80 |

Мн4 = 310,330.

В соответствии с заданной кодировкой множимого:

Мн2/4 = 011110,010110

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| \_ 17 | 4 |  |  |  |  |  | 0,65 |
| 16 | 4 | 4 |  |  |  | \* | 4 |
| 1 | 4 | 1 |  |  |  |  | 2,60 |
|  | 0 |  |  |  |  | \* | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  | 2,40 |
|  |  |  |  |  |  | \* | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  | 1,60 |

Мт4 = 101,221.

В соответствии с заданной кодировкой множителя:

Мт2/4 = 010001,101001

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

Мн = 0,310330 РМн = 0.1001 +0310

Мт = 0,101221 РМт = 0.0011 +0310

Мн = 0,011110010110 РМн = 0.1001 +0310

Мт = 0,010001101001 РМт = 0.0011 +0310

Порядок произведения:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РМн | = | 0.1001 | 034 |
| РМт | = | 0.0011 | 034 |
| РМн∙Мт | = | 0.1100 | 124 |
|  |  |  |  |

Знак произведения определяется суммой по модулю два знаков

сомножителей:

зн Мн ⊕ зн Мт = 0 ⊕ 0 = 0.

При умножении чисел в дополнительных кодах диада 11(34) заменяется на триаду , диада 10(24) заменяется на триаду Преобразованный множитель имеет вид М = .

Перемножение мантисс по алгоритму «В» представлено в таблице 1.1

Таблица 1.1 — Перемножение мантисс

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Четверичная С/С** | | **Двоично-четверичная С/C** | | **Комментарии** |
| **1** | | **2** | | **3** |
| 0. | 000000 000000 | 10. | 101010101010 101010101010 | ∑0ч |
| 0. | 000000 310330 | 10. | 101010101010 011110010110 | П1ч = Мн |
| 0.  0. | 000000 310330  000003 103300 | 10.  10. | 101010101010 011110010110  101010101001 111001011010 | ∑1ч  ∑1ч \* 41 |
| 0. | 000000 000000 | 10. | 101010101010 101010101010 | П2ч = 0 |
| 0.  0. | 000003 103300  000031 033000 | 10.  10. | 101010101001 111001011010  101010100111 100101101010 | ∑2ч  ∑2ч \* 41 |
| 0. | 000001 221320 | 10. | 101010101011 000011010010 | П3ч = 2Мн |
| 0.  0. | 000032 320320  000323 203200 | 10.  10. | 101010100100 010010010010  101010010001 001001001010 | ∑3ч  ∑3ч \* 41 |
| 3. | 333333 023010 | 01. | 010101010101 100001101110 | П4ч = [-Мн]д |
| 0.  0. | 000322 232210  003222 322100 | 10.  10. | 101010010000 000100001110  101001000000 010000111010 | ∑4ч  ∑4ч \* 41 |
| 3. | 333332 112020 | 01. | 010101010100 111100100010 | П5ч = [-2Мн]д |
| 0.  0. | 003221 100120  032211 001200 | 10.  10. | 101001000011 111010110010  100100001111 101011001010 | ∑5ч  ∑5ч \* 41 |
| 0. | 000000 310330 | 10. | 101010101010 011110010110 | П6ч = Мн |
| 0. | 032211 312130 | 10. | 100100001111 011100110110 | ∑6ч |

После окончания умножения необходимо оценить погрешность вычислений. Для этого полученное произведение (Мн4 ∙ Мт4 = 0,032211 312130 , РМн ∙ Мт = 6) приводится к нулевому порядку, а затем переводится в десятичную систему счисления:

Мн4 ∙ Мт4 = 32211,312130 РМн ∙ Мт = 0;

Мн10 ∙ Мт10 = 933,8505.

Результат прямого перемножения операндов дает следующее:

Мн10 ∙ Мт10 = 52,95\*17,65 = 934,5675.

Абсолютная погрешность:

Δ = 934,5675 – 933,8505 = 0,717.

Относительная погрешность:

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**

*Если устройство работает как сумматор* (на входе Mul/sum – «1»), то оба слагаемых последовательно (за два такта) заносятся в регистр множимого, а на управляющий вход формирователя дополнительного кода (ФДК) *F2* поступает «1» (рисунок 2.1).

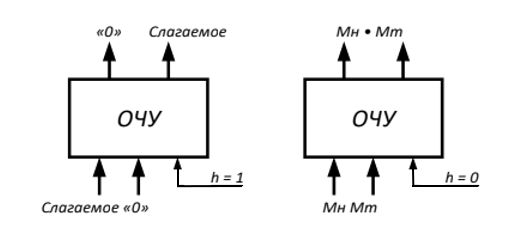


Рисунок 2.1 – Режимы работы ОЧУ

Одноразрядный четверичный сумматор предназначен для сложения двух двоично-четверичных цифр, подаваемых на его входы (рисунок 2.2).

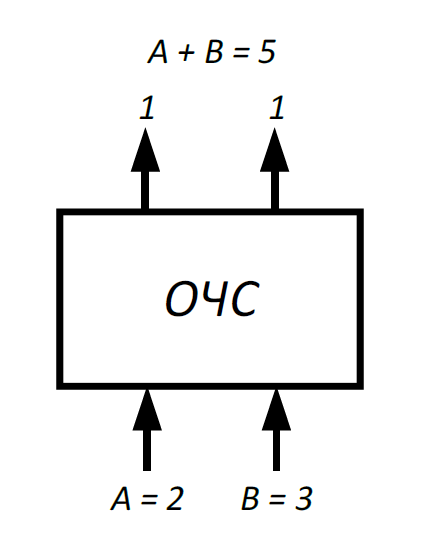


Рисунок 2.2 – Одноразрядный четверичный сумматор

Структурная схема сумматора-умножителя приведена в приложении А.

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

**3.1 Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя**

Одноразрядный четверичный умножитель – это комбинационное устройство, имеющее 5 двоичных входов (2 разряда из регистра Мн, 2 разряда из регистра Мт и управляющий вход h) и 4 двоичных выхода.

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

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

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

Управляющий вход *h* определяет тип операции:

«0» – умножение закодированных цифр, поступивших на информационные входы;

«1» – вывод на выходы без изменения значения разрядов, поступивших из регистра множимого.

В таблице 3.1.1 выделено восемь безразличных наборов, т.к. на входы ОЧУ из разрядов множителя не может поступить код «11».

Таблица 3.1.1 — Таблица истинности ОЧУ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Мн** | | **Мт** | | **Упр.** | **Старшие**  **разряды** | | **Младшие**  **разряды** | | **Пример операции в четверичной с/с** |
| ***x1*** | ***x2*** | ***y1*** | ***y2*** | ***h*** | ***P1*** | ***P2*** | ***P3*** | ***P4*** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2\*0=00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | Выход – код «02» |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2\*1=02 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | Выход – код «02» |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2\*2=10 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | Выход – код «02» |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | x | x | x | x | 2\*3=12 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x | Выход – код «02» |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3\*0=00 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Выход – код «03» |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3\*1=03 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Выход – код «03» |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3\*2=12 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Выход – код «03» |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | x | x | x | x | 3\*3=21 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x | Выход – код «03» |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0\*0=00 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | Выход – код «00» |

Продолжение таблицы 3.1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0\*1=00 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | Выход – код «00» |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0\*2=00 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | Выход – код «00» |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | x | x | x | x | 0\*3=00 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x | Выход – код «00» |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1\*0=00 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | Выход – код «01» |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1\*1=01 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | Выход – код «01» |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1\*2=02 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | Выход – код «01» |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | x | x | x | x | 1\*3=03 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x | Выход – код «01» |

Минимизацию функций *Р* проведем с помощью карт Вейча. В рисунках 3.1.2 – 3.1.5 символом «х» отмечены наборы, на которых функция может принимать произвольное значение (безразличные наборы).

**Минимизация функции *Р*1:**

Для функции *Р*1 заполненная карта приведена на рисунке 3.1.2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | x1 | | | | | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
| y1 |  | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |  | | |  | | | |
|  | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | |  | | | y2 | | |
|  |  | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |  | | |
|  |  | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | | x2 | | | | | | | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | | h | | | |  | |  | | h | | | |  | |  | | |  | | |

Рисунок 3.1.2 — Минимизация функции *Р*1 картой Вейча

Следовательно:

*P*1min = 1

Запишем результат в базисе И, НЕ:

*P*1min =

**Минимизация функции *Р*2:**

Для функции *Р*2 заполненная карта приведена на рисунке 3.1.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | x1 | | | | | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
| y1 |  | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | | 0 | | 1 | |  | | |  | | | |
|  | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | |  | | | y2 | | |
|  |  | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |  | | |
|  |  | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | | x2 | | | | | | | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | | h | | | |  | |  | | h | | | |  | |  | | |  | | |

Рисунок 3.1.3 — Минимизация функции *Р*2 картой Вейча

Следовательно:

*P*2min = y1

Запишем результат в базисе И, НЕ:

*P*2min = y1

Эффективность минимизации:

*K* = = 3,4

**Минимизация функции *Р*3:**

Для функции *Р*3 заполненная карта приведена на рисунке 3.1.4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | x1 | | | | | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
| y1 |  | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 1 | |  | | |  | | | |
|  | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | |  | | | y2 | | |
|  |  | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |  | | |
|  |  | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | 0 | | 1 | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | | x2 | | | | | | | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | | h | | | |  | |  | | h | | | |  | |  | | |  | | |

Рисунок 3.1.4 — Минимизация функции *Р*3 картой Вейча

Следовательно:

*P*3min = + x1h+ x1 +

Запишем результат в базисе И, НЕ:

*P*3min =

Эффективность минимизации:

*K* = = 4,9

**Минимизация функции *Р*4:**

Для функции *Р*4 заполненная карта приведена на рисунке 3.1.5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | x1 | | | | | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
| y1 |  | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | | 0 | |  | | |  | | | |
|  | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | | x | |  | | | y2 | | |
|  |  | | 0 | | 0 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | 0 | |  | | |
|  |  | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | | 0 | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | | x2 | | | | | | | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | | h | | | |  | |  | | h | | | |  | |  | | |  | | |

Рисунок 3.1.5 — Минимизация функции *Р*4 картой Вейча

Следовательно:

*P*4min = x2h + x2y2

Запишем результат в базисе И, НЕ:

*P*4min =

Эффективность минимизации:

*K* = = 8,8

Функциональная схема ОЧУ приведена в приложении Б.

**3.2 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.

Принцип работы ОЧС представлен с помощью таблицы истинности (таблица 3.2.1)

Кодировка слагаемых обоих разрядов: 0 – 10, 1 – 11, 2 – 00, 3 – 01;

Так как ОЧС синтезируется для схемы первого типа, то в таблице истинности необходимо выделить 16 безразличных наборов, т. к. со старших выходов ОЧУ не могут прийти коды «2» и «3».

Таблица 3.2.1 — Таблица истинности ОЧС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***а1*** | ***а2*** | ***b1*** | ***b2*** | ***p*** | ***П*** | ***S1*** | ***S2*** | ***Пример операции в четверичной с/с*** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | 2+2+0=10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | x | 2+2+1=11 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | x | x | 2+3+0=11 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | 2+3+1=12 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2+0+0=02 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2+0+1=03 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2+1+0=03 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2+1+1=10 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | 3+2+0=11 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | x | x | 3+2+1=12 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | x | x | x | 3+3+0=12 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | 3+3+1=13 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3+0+0=03 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3+0+1=10 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3+1+0=10 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3+1+1=11 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | 0+2+0=02 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | x | 0+2+1=03 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | x | x | 0+3+0=03 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | 0+3+1=10 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0+0+0=00 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0+0+1=01 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0+1+0=01 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0+1+1=02 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | 1+2+0=03 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | x | x | 1+2+1=10 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | x | x | x | 1+3+0 =10 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | 1+3+1=11 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1+0+0=01 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1+0+1=02 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1+1+0=02 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1+1+1=03 |

**Минимизация функции *П*:**

Для функции *П* заполненная карта приведена на рисунке 3.2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a1a2 | b1b2П |  | | | | | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  |  | 000 | | 001 | | 011 | | 010 | | 110 | | 111 | | 101 | | 100 | |  | | |  | | |
|  | 00 | | x | | x | | x | | x | | 0 | | 1 | | 0 | | 0 | |  | | |  | | | |
| 01 | | x | | x | | x | | x | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | |  | | |  | | |
|  | 11 | | x | | x | | x | | x | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |  | | |
|  | 10 | | x | | x | | x | | x | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | | | | | | | |  | |  | |  | | |  | | |

Рисунок 3.2.2 — Минимизация функции *П* картой Карно

Следовательно:

*П*min = 1 + 1a2b2 + 1

Запишем результат в базисе И, ИЛИ, НЕ:

*П*min = 1 + 1a2b2 + 1

Эффективность минимизации:

*K* = = 2,2

**Минимизация функции *S1*:**

Определим множество единичных кубов:

и множество безразличных кубов:

На рисунке 3.2.3 приведена карта Карно для минимизации множества N.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a1a2 | b1b2П |  | | | | | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  |  | 000 | | 001 | | 011 | | 010 | | 110 | | 111 | | 101 | | 100 | |  | | |  | | |
|  | 00 | | x | | x | | x | | x | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | | |
| 01 | | x | | x | | x | | x | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  | 11 | | x | | x | | x | | x | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  | 10 | | x | | x | | x | | x | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | | | | | | | |  | |  | |  | | |  | | |

Рисунок 3.2.3 – Карта Карно для минимизации множества N

Следовательно:

Сформируем множество С0 = L ⋃ N:

C0 = {00111, 01101, 01110, 01111, 10100, 10101, 10110, 11100, }

Первым этапом алгоритма Рота является нахождение множества простых импликант.

Для реализации этого этапа будем использовать операцию умножения (\*) над множествами *С0, С1* и т. д., пока в результате операции будут образовываться новые кубы большей размерности.

Первый шаг умножения (С0\*С0) приведён в таблице 3.2.4

Таблица 3.2.4 – Поиск простых импликант (С0\*С0)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C0\*C0 | 00111 | 01101 | 01110 | 01111 | 10100 | 10101 | 10110 | 11100 | xx0xx |
| 00111 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01101 |  | - |  |  |  |  |  |  |  |
| 01110 |  |  | - |  |  |  |  |  |  |
| 01111 | 0y111 | 011y1 | 0111y | - |  |  |  |  |  |
| 10100 |  |  |  |  | - |  |  |  |  |
| 10101 |  |  |  |  | 1010y | - |  |  |  |
| 10110 |  |  |  |  | 101y0 |  | - |  |  |
| 11100 |  |  |  |  | 1y100 |  |  | - |  |
| xx0xx | 00y11 | 01y01 | 01y10 | 01y11 | 10y00 | 10y01 | 10y10 | 11y00 | - |
| A1 | 0x111 00x11 | 011x1 01x01 | 0111x 01x10 | 01x11 | 1010x 101x0 1x100 10x00 | 10x01 | 10x10 | 11x00 | Ø |

В результате этой операции сформируется новое множество кубов:

С1 = {0x111, 00x11, 011x1, 01x01, 0111x , 01x10, 01x11, 1010x, 101x0, 1x100, 10x00, 10x01, 10x10, 11x00, xx0xx}

Множество Z0 кубов, не участвовавших в образовании новых кубов, пустое.

В таблице 3.2.5 приведён следующий шаг поиска простых импликант с помощью операции С1\*С1.

Таблица 3.2.5 – Поиск простых импликант (С1\*С1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C1\*C1 | 0x111 | 00x11 | 011x1 | 01x01 | 0111x | 01x10 | 01x11 | 1010x | 101x0 | 1x100 | 10x00 | 10x01 | 10x10 | 11x00 | xx0xx |
| 0x111 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00x11 |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 011x1 |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01x01 |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0111x |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01x10 |  |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01x11 |  | 0yx11 |  | 01xy1 |  | 01x1y | - |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1010x |  |  |  |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |
| 101x0 |  |  |  |  |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |
| 1x100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |
| 10x00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - |  |  |  |  |
| 10x01 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10x0y | - |  |  |  |
| 10x10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10xy0 |  | - |  |  |
| 11x00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1yx00 |  |  | - |  |
| xx0xx | 0xy11 |  | 01yx1 |  | 01y1x |  |  | 10y0x | 10yx0 | 1xy00 |  |  |  |  | - |
| A2 | 0xx11 | 0xx11 | 01xx1 | 01xx1 | 01x1x | 01x1x | Ø | 10x0x | 10xx0 | 1xx00 | 10x0x 10xx0 1xx00 | Ø | Ø | Ø | Ø |

В результате образовалось множество С*2* кубов второй размерности:

С2 = {0xx11, 01xx1, 01x1x, 10x0x, 10xx0, 1xx00, xx0xx}

Множество *Z*1 кубов, не участвовавших в образовании новых кубов, пустое.

В таблице 3.2.6 приведён следующий шаг поиска простых импликант с помощью операции С2\*С2.

Таблица 3.2.6 – Поиск простых импликант (С2\*С2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C2\*C2 | 0xx11 | 01xx1 | 01x1x | 10x0x | 10xx0 | 1xx00 | xx0xx |
| 0xx11 | - |  |  |  |  |  |  |
| 01xx1 |  | - |  |  |  |  |  |
| 01x1x |  |  | - |  |  |  |  |
| 10x0x |  |  |  | - |  |  |  |
| 10xx0 |  |  |  |  | - |  |  |
| 1xx00 |  |  |  |  |  | - |  |
| xx0xx |  |  |  |  |  |  | - |
| A3 | Ø | Ø | Ø | Ø | Ø | Ø | Ø |

Новых кубов (третьей размерности) не образовалось.

На этом заканчивается этап поиска простых импликант. Множество простых импликант:

Z = Z0 ⋃ Z1 ⋃ Z2 = {0xx11, 01xx1, 01x1x, 10x0x, 10xx0, 1xx00, xx0xx}

Поиск L-экстремалей на множестве простых импликант (таблица 3.2.7).

Таблица 3.2.7 – Поиск L-экстремалей

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| z#(Z-z) | 0xx11 | 01xx1 | 01x1x | 10x0x | 10xx0 | 1xx00 |
| 0xx11 | - | zzz0z  01x01 | zzzz0  01x10 | yzzy0  10x0x | yzz0y  10xx0 | yzzyy  1xx00 |
| 01xx1 | z0zzz  00x11 | - | zzzzy  01x10 | yyzz0  10x0x | yyzzy  10xx0 | y0zzy  1xx00 |
| 01x1x | zyzzz  00x11 | zzzyz  01x01 | - | yyzyz  10x0x | yyz0z  10xx0 | y0zyz  1xx00 |
| 10x0x | yzzyz  00x11 | yyzzz  01x01 | yyzyz  01x10 | - | zzz1z  10x10 | z1zzz  11x00 |
| 10xx0 | yzzzy  00x11 | yyzzy  01x01 | yyzzz  01x10 | zzzz1  10x01 | - | zyzzz  11x00 |
| 1xx00 | yzzyy  00x11 | yzzzy  01x01 | yzzyz  01x10 | zzzzy  10x01 | zzzyz  10x10 | - |
| Остаток | 00x11 | 01x01 | 01x10 | 10x01 | 10x10 | 11x00 |

В таблице 3.2.7 из каждой простой импликанты поочерёдно вычитаются все остальные простые импликанты *z#(Z-z)*.

Множество L-экстремалей E = {0xx11, 01xx1, 01x1x, 10x0x, 10xx0, 1xx00}.

Необходимо проверить, нет ли среди полученных L-экстремалей таких, которые стали L-экстремалями за счёт безразличных кубов (таблица 3.2.8).

Таблица 3.2.8 – Проверка L-экстремалей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *z#(Z-z) ∩ L* | 00111 | 01101 | 01110 | 01111 | 10100 | 10101 | 10110 | 11100 |
| 00x11 | 00111 |  |  |  |  |  |  |  |
| 01x01 |  | 01101 |  |  |  |  |  |  |
| 01x10 |  |  | 01110 |  |  |  |  |  |
| 10x01 |  |  |  |  |  | 10101 |  |  |
| 10x10 |  |  |  |  |  |  | 10110 |  |
| 11x00 |  |  |  |  |  |  |  | 11100 |

По результатам таблицы 3.2.8:

E = {0xx11, 01xx1, 01x1x , 10x0x, 10xx0, 1xx00}.

Далее необходимо проанализировать, какие из исходных единичных кубов (множество L) не покрыты найденными L-экстремалями (таблица 3.2.9).

Таблица 3.2.9 – Поиск непокрытых исходных наборов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *L # E* | 00111 | 01101 | 01110 | 01111 | 10100 | 10101 | 10110 | 11100 |
| 0xx11 | zzzzz  Ø | zzzyz  01101 | zzzzy  01110 | zzzzz  Ø | yzzyy  10100 | yzzyz  10101 | yzzzy  10110 | yzzyy  11100 |
| 01xx1 |  | zzzzz  Ø | zzzzy  01110 |  | yyzzy  10100 | yyzzz  10101 | yyzzy  10110 | yzzzy  11100 |
| 01x1x |  |  | zzzzz  Ø |  | yyzyz  10100 | yyzzz  10101 | yyzzz  10110 | yzzyz  11100 |
| 10xx0 |  |  |  |  | zzzzz  Ø | zzzzy  10101 | zzzzz  Ø | zyzzz  11100 |
| 1xx00 |  |  |  |  |  | zzzzy  10101 |  | zzzzz  Ø |
| 10x0x |  |  |  |  |  | zzzzz  Ø |  |  |

Из таблицы 3.2.9 следует, что L-экстремалями покрыты все единичные кубы. Поиск минимального покрытия завершён.

Следовательно:

*S*1min = 1b2p + 1a2p + 1a2b2 + a12 + a12 + a122

Запишем результат в базисе И, ИЛИ, НЕ:

*S*1min = 1b2p + 1a2p + 1a2b2 + a12 + a12 + a122

Эффективность минимизации:

*K* = = 1,9

**Минимизация функции *S2*:**

Для функции *S2* заполненная карта приведена на рисунке 3.2.10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a1a2 | b1b2П |  | | | | | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  |  | 000 | | 001 | | 011 | | 010 | | 110 | | 111 | | 101 | | 100 | |  | | |  | | |
|  | 00 | | x | | x | | x | | x | | 1 | | 0 | | 1 | | 0 | |  | | |  | | | |
| 01 | | x | | x | | x | | x | | 0 | | 1 | | 0 | | 1 | |  | | |  | | |
|  | 11 | | x | | x | | x | | x | | 0 | | 1 | | 0 | | 1 | |  | | |
|  | 10 | | x | | x | | x | | x | | 1 | | 0 | | 1 | | 0 | |  | | |  | | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |

Рисунок 3.2.10 — Минимизация функции S2 картой Карно

Следовательно:

*S*2min= 22p+ a2b2+ a22 + 2b2

Запишем результат в базисе И, ИЛИ, НЕ:

*S*2min= 22p+ a2b2+ a22 + 2b2

Эффективность минимизации:

*K* = = 2,7

Функциональная схема ОЧС приведена в приложении В.

**3.3. Логический синтез преобразователя множителя**

Преобразователь множителя (ПМ) – это устройство, которое преобразовывает диады множителя в соответствии с методом умножения.

При умножении в дополнительных кодах ПМ заменяет диады 11 (34) и 10 (24) на триады и соответственно.

Таблица истинности для синтеза ПМ приведена в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Таблица истинности ПМ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Входная диада** | | **Младший разряд** | **Знак** | **Выходная диада** | |
| ***a*1** | ***a*2** | ***p*** | ***Q*** | ***S*1** | ***S*2** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 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 | 0 | 0 | 0 |

Минимизацию переключательных функций произведём с помощью карт Вейча.

**Минимизация функции *Q*:**

Для функции *Q* заполненная карта приведена на рисунке 3.3.2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | a2 | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| a1 |  | 1 | 0 | 1 | 1 |
|  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | p | |  |

Рисунок 3.3.2 – Минимизация функции Q при помощи карты Вейча

Следовательно:

Эффективность минимизации:

*K* = = 2,5

**Минимизация функции *S1*:**

Для функции *S1* Заполненная карта приведена на рисунке 3.3.3.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | *a*2 | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| *a*1 |  | 0 | 0 | 0 | 1 |
|  |  | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | *p* | |  |

Рисунок 3.3.3 – Минимизация функции S1 при помощи карты Вейча

Следовательно:

Эффективность минимизации:

*K* = = 1

**Минимизация функции *S2*:**

Для функции *S2* заполненная карта приведена на рисунке 3.3.4.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | *a*2 | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| *a*1 |  | 1 | 0 | 1 | 0 |
|  |  | 1 | 0 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | *p* | |  |

Рисунок 3.3.4 – Минимизация функции S2 при помощи карты Вейча

Следовательно:

Эффективность минимизации:

*K* = = 9,5

Функциональная схема ПМ приведена в приложении Г.

# **4. Синтез комбинационных схем устройств**

# **на основе мультиплексоров**

*Мультиплексор* – это логическая схема, которая имеет *n* информационных входов, *m* управляющих входов и один выход. При этом должно выполнятся условие .

На выход мультиплексора может быть пропущен без изменений один любой 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, подаваемым на управляющие входы.

Переключательные функции (ПФ) от пяти переменных (как, например, ОЧС) можно реализовать на мультиплексоре «один из восьми». Управляющее поле такого мультиплексора будет определяться тремя переменными, следовательно, число групп с одинаковыми значениями этих переменных будет равно восьми. Также, реализация нескольких ПФ требует для каждой ПФ отдельного мультиплексора.

Для определения управляющего поля мультиплексора возьмём переменные *a*1, *a*2 и *b*1.

Таблица истинности для синтеза ПФ ОЧС приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Таблица истинности для синтеза ПФ ОЧС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **a1** | **a2** | **b1** | **b2** | **p** | **П** | **Функция** | **S1** | **Функция** | **S2** | **Функция** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | **-** | x | **-** | x | **-** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | x |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | x | x |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | x | x |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | b**2** p | 0 | b**2** p | 0 | b2 p |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | **-** | x | **-** | x | **-** |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | x | x |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | x | x | x |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | b**2 +** p | 0 | b**2 +** p | 1 |  |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Продолжение таблицы 4.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | **-** | x | **-** | x | **-** |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | x |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | x | x |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | x | x |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | + | 0 | b2 p |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | **-** | x | **-** | x | **-** |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 1 |  |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Функциональная схема ПФ ОЧС приведена в приложении Д.

**5. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТКИ**

Формула расчёта временных затрат на умножение:

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

𝑇ПМ – время преобразования множителя;

𝑇ФДК – время формирования дополнительного кода множимого;

𝑇ОЧУ – время умножения на ОЧУ;

𝑇ОЧС – время формирования единицы переноса в ОЧС;

𝑇сдвига – время сдвига в регистрах;

m – количество разрядов множимого;

n – количество разрядов множителя;

Минимизация функций позволила в несколько раз удешевить схему сумматора-умножителя и уменьшить затраты времени на выполнение за счет уменьшения количества элементов

**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. Для минимизации функций многих переменных удобно использовать алгоритм Рота, который полностью формализует алгоритмы минимизации и делает минимизацию доступной для выполнения компьютерной программой.

Функциональные схемы были построены в различных логических базисах. Это позволило закрепить теоретические знания основных законов булевой алгебры, например, правило де Моргана.

Реализация переключательных функций на основе мультиплексоров позволила облегчить процесс минимизации этих функций и упростить функциональную схему одноразрядного четверичного сумматора.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Луцик, Ю. А. Учебное пособие по курсу «Арифметические и логические основы вычислительной техники» / Ю. А. Луцик, И. В. Лукьянова. - Минск : БГУиР, 2014. – 76с.

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

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) : справ. пособие / С. С. Борушек [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 352 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**(**обязательное**)**

Сумматор-умножитель первого типа. Схема электрическая структурная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**(**обязательное**)**

Одноразрядный четверичный умножитель. Схема электрическая функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**(**обязательное**)**

Одноразрядный четверичный сумматор. Схема электрическая функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

**(**обязательное**)**

Преобразователь множителя. Схема электрическая функциональная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

**(**обязательное**)**

Однозарядный четверичный сумматор. Схема электрическая функциональная на основе мультиплексоров

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

**(**обязательное**)**

Ведомость документов