НИУ ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Курсовая работа №1    
по дисциплине “Дискретная математика”

"Синтез комбинационных схем"    
Вариант №27

Выполнила:

Студентка группы P3110

Бегинина Анастасия Алексеевна   
Преподаватель:

Поляков Владимир Иванович

Санкт-Петербург

2021

Оглавление

[Задание для варианта 27 3](#_Toc89472478)

[Решение 4](#_Toc89472479)

[1. Составление таблицы истинности: 4](#_Toc89472480)

[2. Представление булевой функции в аналитическом виде 5](#_Toc89472481)

[3. Минимизация булевой функции методом Квайна-Мак-Класки 6](#_Toc89472482)

[4. Минимальное покрытие 8](#_Toc89472483)

[5. Минимизация булевой функции на картах Карно. Определение МДНФ 8](#_Toc89472484)

[6. Определение МКНФ 9](#_Toc89472485)

[7. Преобразование минимальных форм булевой функции 9](#_Toc89472486)

[7. Синтез комбинационных схем в булевом базисе 11](#_Toc89472487)

[8. Синтез комбинационных схем в универсальных базисах 13](#_Toc89472488)

[9. Синтез комбинационной схемы в сокращенном булевом базисе 15](#_Toc89472489)

[10. Построение схемы в универсальном базисе с учетом заданного коэффициента объединения по входам 16](#_Toc89472490)

# Задание для варианта 27

Построить комбинационные схемы в различных базисах, реализующие не полностью определенную булеву функцию

***(***которая принимает значение 1 и неопределенное значение на наборах, для которых **= 0**.

1. Составить таблицу истинности заданной булевой функции.
2. Представить булеву функцию в аналитическом виде с помощью КДНФ и ККНФ.
3. Найти МДНФ и/или МКНФ методом Квайна – Мак-Класки.
4. Найти МДНФ и МКНФ на картах Карно.
5. Преобразовать МДНФ и МКНФ к форме, обеспечивающей минимум цены схемы.
6. По полученной форме построить комбинационную схему в булевом базисе. Определить задержку схемы.
7. Построить схемы с минимальной̆ ценой̆ в универсальных базисах и сокращенных булевых базисах. Определить задержку каждой из схем.
8. Построить схему в базисе Жегалкина. Определить цену и задержку.
9. Построить схему в универсальном базисе с учетом заданного коэффициента объединения по входам. Определить цену и задержку схемы.
10. Выполнить анализ построенных схем, определив их реакцию на заданные комбинации входных сигналов.

# Решение

## 1. Составление таблицы истинности:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | X1X2X3X4X5 | X4X5 | (X4X5)10 | X1X2X3 | (X1X2X3)10 | |+ | | f |
| 0 | 0 0 0 0 0 | 0 0 | 0 | 0 0 0 | 0 | 0 | d |
| 1 | 0 0 0 0 1 | 0 1 | 1 | 0 0 0 | 0 | 1 | d |
| 2 | 0 0 0 1 0 | 1 0 | 2 | 0 0 0 | 0 | 2 | d |
| 3 | 0 0 0 1 1 | 1 1 | 3 | 0 0 0 | 0 | 3 | d |
| 4 | 0 0 1 0 0 | 0 0 | 0 | 0 0 1 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 0 1 0 1 | 0 1 | 1 | 0 0 1 | 1 | 2 | 1 |
| 6 | 0 0 1 1 0 | 1 0 | 2 | 0 0 1 | 1 | 3 | 0 |
| 7 | 0 0 1 1 1 | 1 1 | 3 | 0 0 1 | 1 | 4 | 0 |
| 8 | 0 1 0 0 0 | 0 0 | 0 | 0 1 0 | 2 | 2 | 1 |
| 9 | 0 1 0 0 1 | 0 1 | 1 | 0 1 0 | 2 | 3 | 0 |
| 10 | 0 1 0 1 0 | 1 0 | 2 | 0 1 0 | 2 | 4 | 0 |
| 11 | 0 1 0 1 1 | 1 1 | 3 | 0 1 0 | 2 | 5 | 1 |
| 12 | 0 1 1 0 0 | 0 0 | 0 | 0 1 1 | 3 | 3 | 0 |
| 13 | 0 1 1 0 1 | 0 1 | 1 | 0 1 1 | 3 | 4 | 0 |
| 14 | 0 1 1 1 0 | 1 0 | 2 | 0 1 1 | 3 | 5 | 1 |
| 15 | 0 1 1 1 1 | 1 1 | 3 | 0 1 1 | 3 | 6 | 0 |
| 16 | 1 0 0 0 0 | 0 0 | 0 | 1 0 0 | 4 | 4 | 0 |
| 17 | 1 0 0 0 1 | 0 1 | 1 | 1 0 0 | 4 | 5 | 1 |
| 18 | 1 0 0 1 0 | 1 0 | 2 | 1 0 0 | 4 | 6 | 0 |
| 19 | 1 0 0 1 1 | 1 1 | 3 | 1 0 0 | 4 | 7 | 0 |
| 20 | 1 0 1 0 0 | 0 0 | 0 | 1 0 1 | 5 | 5 | 1 |
| 21 | 1 0 1 0 1 | 0 1 | 1 | 1 0 1 | 5 | 6 | 0 |
| 22 | 1 0 1 1 0 | 1 0 | 2 | 1 0 1 | 5 | 7 | 0 |
| 23 | 1 0 1 1 1 | 1 1 | 3 | 1 0 1 | 5 | 8 | 1 |
| 24 | 1 1 0 0 0 | 0 0 | 0 | 1 1 0 | 6 | 6 | 0 |
| 25 | 1 1 0 0 1 | 0 1 | 1 | 1 1 0 | 6 | 7 | 0 |
| 26 | 1 1 0 1 0 | 1 0 | 2 | 1 1 0 | 6 | 8 | 1 |
| 27 | 1 1 0 1 1 | 1 1 | 3 | 1 1 0 | 6 | 9 | 0 |
| 28 | 1 1 1 0 0 | 0 0 | 0 | 1 1 1 | 7 | 7 | 0 |
| 29 | 1 1 1 0 1 | 0 1 | 1 | 1 1 1 | 7 | 8 | 1 |
| 30 | 1 1 1 1 0 | 1 0 | 2 | 1 1 1 | 7 | 9 | 0 |
| 31 | 1 1 1 1 1 | 1 1 | 3 | 1 1 1 | 7 | 10 | 1 |

## 2. Представление булевой функции в аналитическом виде

**КДНФ**:

**ККНФ**:

## 3. Минимизация булевой функции методом Квайна-Мак-Класки

Нахождение простых импликант (максимальных кубов):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **K0 U N(f)** | **K1(f)** | **K2(f)** | **Z(f)** |
| 1. 00000 ✓ | **1. 0X000 (1–2)** | **1. 000XX (2–4) (3–5)** | **1. 000XX** |
| 2. 01000 ✓ | 2. 0000X (1–3) ✓ |  | **2. 0X000** |
| 3. 00001 ✓ | 3. 000X0 (1–4) ✓ |  | **3. 00X01** |
| 4. 00010 ✓ | 4. 0001X (4–5) ✓ |  | **4. X0001** |
| 5. 00011 ✓ | 5. 000X1 (3–5) ✓ |  | **5. 0X011** |
| 6. 00101 ✓ | **6. 00X01 (3–6)** |  | **6. 1X111** |
| 7. 10001 ✓ | **7. X0001 (3–7)** |  | **7. 111X1** |
| **8. 10100** | **8. 0X011 (5–9)** |  | **8. 10100** |
| 9. 01011 ✓ | **9. 1X111 (12–14)** |  | **9. 01110** |
| **10. 01110** | **10. 111X1 (13–14)** |  | **10. 11010** |
| **11. 11010** |  |  |  |
| 12. 10111 ✓ |  |  |  |
| 13. 11101 ✓ |  |  |  |
| 14. 11111 ✓ |  |  |  |

Импликантная таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Простые импликанты  (максимальные кубы) | | 0-кубы | | | | | | | | | | |
| 0  0  1  0  1 | 0  1  0  0  0 | 0  1  0  1  1 | 0  1  1  1  0 | 1  0  0  0  1 | 1  0  1  0  0 | 1  0  1  1  1 | 1  1  0  1  0 | 1  1  1  0  1 | 1  1  1  1  1 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 000XX |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 0X000 |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 00X01 | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | X0001 |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |
| 5 | 0X011 |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 1X111 |  |  |  |  |  |  | \* |  |  | \* |
| 7 | 111X1 |  |  |  |  |  |  |  |  | \* | \* |
| 8 | 10100 |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| 9 | 01110 |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 11010 |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |

Все простые импликанты – существенные.

Следовательно, возможен единственный вариант покрытия:

;

## 4. Минимальное покрытие

Покрытие также является минимальным покрытием функции:

Этому покрытию соответствует МДНФ следующего вида:

## 5. Минимизация булевой функции на картах Карно. Определение МДНФ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | x1x2 |  |  |  |  |  |  | x1x2 |  |  |  |  |
| x3x4 |  | 00 | 01 | 11 | 10 |  | x3x4 |  | 00 | 01 | 11 | 10 |
|  | 00 | d | 1 |  |  |  |  | 00 | d |  |  | 1 |
|  | 01 | d |  | 1 |  |  |  | 01 | d | 1 |  |  |
|  | 11 |  | 1 |  |  |  |  | 11 |  |  | 1 | 1 |
|  | 10 |  |  |  | 1 |  |  | 10 | 1 |  | 1 |  |
|  |  | x5=0 | | |  |  |  |  | x5=1 | | |  |

Получаем

МДНФ имеет следующий вид:

## 6. Определение МКНФ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | x1x2 |  |  |  |  |  |  | x1x2 |  |  |  |  |
| x3x4 |  | 00 | 01 | 11 | 10 |  | x3x4 |  | 00 | 01 | 11 | 10 |
|  | 00 | d |  | 0 | 0 |  |  | 00 | d | 0 | 0 |  |
|  | 01 | d | 0 |  | 0 |  |  | 01 | d |  | 0 | 0 |
|  | 11 | 0 |  | 0 | 0 |  |  | 11 | 0 | 0 |  |  |
|  | 10 | 0 | 0 |  |  |  |  | 10 |  | 0 |  | 0 |
|  |  | x5=0 | | |  |  |  |  | x5=1 | | |  |

Получаем

МКНФ имеет следующий вид:

## 7. Преобразование минимальных форм булевой функции

Факторное преобразование **Для МДНФ**:

SQ=52

SQ=3 + 3 + 2 + 2 + 7 + 2 + 3 + 3 + 2 + 4 + 3 = 34

 Декомпозиция. Найдем вспомогательную функцию:

SQ=3 + 2 + 3 + 8 + 2 + 3 + 3 + 2 + 3 + 3 = 32, но вместе с учетом затрат на вспомогательную функцию и ее инверсию, SQ = 35

Факторное преобразование **Для МКНФ**:

SQ= 11 + 44 = 55

SQ= 9 + 45 = 54

Декомпозиция. Найдем вспомогательную функцию:

SQ= 9 + 42 = 51, но вместе с учетом затрат на вспомогательную функцию и ее инверсию, SQ = 54

## 7. Синтез комбинационных схем в булевом базисе

С парафазными входами:

A picture containing chart

Description automatically generated

С однофазными входами:

Chart

Description automatically generated

## 8. Синтез комбинационных схем в универсальных базисах

Базис ИЛИ-НЕ:

A picture containing graphical user interface

Description automatically generated

Базис И-НЕ:

С использованием МДНФ, т.к. цена схемы меньше

A picture containing chart

Description automatically generated

## 9. Синтез комбинационной схемы в сокращенном булевом базисе

Базис ИЛИ, НЕ

Chart

Description automatically generated

## 10. Построение схемы в универсальном базисе с учетом заданного коэффициента объединения по входам

Базис И-НЕ

Qr code

Description automatically generated

**Анализ построенных схем:**

На наборе 00000 функция принимает значение 0, а на наборе 11111 – значение 1. На всех схемах указана их реакция на эти наборы