САНКТ-ПЕТЕРГБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

**Курсовая работа**

***«Синтез комбинационных схем»***

*Вариант 25*

Выполнил:

студент 1-го курса

группы 1125

Припадчев Артём

Проверил: Раков С.В.

Санкт-Петербург, 2013

**Синтез комбинационных схем,**

**реализующих заданную функцию**

|  |  |
| --- | --- |
| **Условие, при котором f = 1** | **Условие, при котором f = d** |
| 1 < |x1x2x5 – x3x4| ≤ 4 | |x1x2x5 – x3x4| = 2 |

**Составление таблицы истинности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N** | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X1X2X5 | (X1X2X5)10 | X3X4 | (X3X4)10 | |-| | f |
| **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **000** | **0** | **00** | **0** | **0** | **0** |
| **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **001** | **1** | **00** | **0** | **1** | **0** |
| **2** | **0** | **0** | **0** | **1** | **0** | **000** | **0** | **01** | **1** | **1** | **0** |
| **3** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **001** | **1** | **01** | **1** | **0** | **0** |
| **4** | **0** | **0** | **1** | **0** | **0** | **000** | **0** | **10** | **2** | **2** | **d** |
| **5** | **0** | **0** | **1** | **0** | **1** | **001** | **1** | **10** | **2** | **1** | **0** |
| **6** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **000** | **0** | **11** | **3** | **3** | **1** |
| **7** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **001** | **1** | **11** | **3** | **2** | **d** |
| **8** | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **010** | **2** | **00** | **0** | **2** | **d** |
| **9** | **0** | **1** | **0** | **0** | **1** | **011** | **3** | **00** | **0** | **3** | **1** |
| **10** | **0** | **1** | **0** | **1** | **0** | **010** | **2** | **01** | **1** | **1** | **0** |
| **11** | **0** | **1** | **0** | **1** | **1** | **011** | **3** | **01** | **1** | **2** | **d** |
| **12** | **0** | **1** | **1** | **0** | **0** | **010** | **2** | **10** | **2** | **0** | **0** |
| **13** | **0** | **1** | **1** | **0** | **1** | **011** | **3** | **10** | **2** | **1** | **0** |
| **14** | **0** | **1** | **1** | **1** | **0** | **010** | **2** | **11** | **3** | **1** | **0** |
| **15** | **0** | **1** | **1** | **1** | **1** | **011** | **3** | **11** | **3** | **0** | **0** |
| **16** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **100** | **4** | **00** | **0** | **4** | **1** |
| **17** | **1** | **0** | **0** | **0** | **1** | **101** | **5** | **00** | **0** | **5** | **0** |
| **18** | **1** | **0** | **0** | **1** | **0** | **100** | **4** | **01** | **1** | **3** | **1** |
| **19** | **1** | **0** | **0** | **1** | **1** | **101** | **5** | **01** | **1** | **4** | **1** |
| **20** | **1** | **0** | **1** | **0** | **0** | **100** | **4** | **10** | **2** | **2** | **d** |
| **21** | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | **101** | **5** | **10** | **2** | **3** | **1** |
| **22** | **1** | **0** | **1** | **1** | **0** | **100** | **4** | **11** | **3** | **1** | **0** |
| **23** | **1** | **0** | **1** | **1** | **1** | **101** | **5** | **11** | **3** | **2** | **d** |
| **24** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **110** | **6** | **00** | **0** | **6** | **0** |
| **25** | **1** | **1** | **0** | **0** | **1** | **111** | **7** | **00** | **0** | **7** | **0** |
| **26** | **1** | **1** | **0** | **1** | **0** | **110** | **6** | **01** | **1** | **5** | **0** |
| **27** | **1** | **1** | **0** | **1** | **1** | **111** | **7** | **01** | **1** | **6** | **0** |
| **28** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **110** | **6** | **10** | **2** | **4** | **1** |
| **29** | **1** | **1** | **1** | **0** | **1** | **111** | **7** | **10** | **2** | **5** | **0** |
| **30** | **1** | **1** | **1** | **1** | **0** | **110** | **6** | **11** | **3** | **3** | **1** |
| **31** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **111** | **7** | **11** | **3** | **4** | **1** |

**Представление булевой функции в аналитическом виде**

КДНФ: ∨

ККНФ: ()()()

()(()

() ()()

()() ()

() (()

() ()

**Минимизация булевой функции методом Квайна-Мак-Класки**

*Нахождение простых импликант (максимальных кубов)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **K0(f) ∪ N(f)** | **K1(f)** | **Z(f)** |
| 1. 00100 | 1. 001x0 (1-2) | 1) 001x0 |
| 1. 00110 | 2) x0100 (1-10) | 2) x0100 |
| 1. 00111 | 3) 0011x (2-3) | 3) 0011x |
| 1. 01000 | 4) x0111 (3-12) | 4) x0111 |
| 1. 01001 | 5) 0100x (4-5) | 5) 0100x |
| 1. 01011 | 6) 010x1 (5-6) | 6) 010x1 |
| 1. 10000 | 7) 100x0 (7-8) | 7) 100x0 |
| 1. 10010 | 8) 10x00 (7-10) | 8) 10x00 |
| 1. 10011 | 9) 1001x (8-9) | 9) 1001x |
| 10) 10100 | 10) 10x11 (9-12) | 10) 10x11 |
| 11) 10101 | 11) 1010x (10-11) | 11) 1010x |
| 12) 10111 | 12) 1x100 (10-13) | 12) 1x100 |
| 13) 11100 | 13) 101x1 (11-12) | 13) 101x1 |
| 14) 11110 | 14) 1x111 (12-15) | 14) 1x111 |
| 15) 11111 | 15) 111x0 (13-14) | 15) 111x0 |
|  | 16) 1111x (14-15) | 16) 1111x |

*Составление импликантной таблицы*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Простые  импликанты  (максимальные  кубы) | 0 - кубы | | | | | | | | |
| 00110 | 01001 | 10000 | 10010 | 10011 | 10101 | 11100 | 11110 | 11111 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 001x0 | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| x0100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0011x | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| x0111 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0100x |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 010x1 |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 100x0 |  |  | \* | \* |  |  |  |  |  |
| 10x00 |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| 1001x |  |  |  | \* | \* |  |  |  |  |
| 10x11 |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| 1010x |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x100 |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| 101x1 |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x111 |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| 111x0 |  |  |  |  |  |  | \* | \* |  |
| 1111x |  |  |  |  |  |  |  | \* | \* |

*Определение существенных импликант*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Простые  импликанты  (максимальные  кубы) | | 0 - кубы | | | | | | | | |
| 00110 | 01001 | 10000 | 10010 | 10011 | 10101 | 11100 | 11110 | 11111 |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i |
| 001x0 | A | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0011x | B | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0100x | C |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 010x1 | D |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 100x0 | E |  |  | \* | \* |  |  |  |  |  |
| 10x00 | F |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| 1001x | G |  |  |  | \* | \* |  |  |  |  |
| 10x11 | H |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| 1010x | I |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x100 | J |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| 101x1 | K |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x111 | L |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| 111x0 | M |  |  |  |  |  |  | \* | \* |  |
| 1111x | N |  |  |  |  |  |  |  | \* | \* |

Дальнейшее упрощение таблицы невозможно, ядро покрытия нулевое.

*Определение максимального покрытия*

*Метод Петрика.*

Выпишем булево выражение Y, определяющее условие покрытия всех 0-кубов (существенных вершин), не покрываемых существенными импликантами.

Y = (A∨B)(C∨D)(E∨F)(E∨G)(G∨H)(I∨K)(J∨M)(M∨N)(L∨N)

В ходе упрощения функции получаем множество покрытий и все из них минимальные.

Возможны следующие варианты покрытия:

С1 =(Sa1 = 28, Sb1 = 35); С2 =(Sa2 = 28, Sb2 = 35);

С3 =(Sa3 = 28, Sb3 = 35); С4 =(Sa4 = 28, Sb4 = 35);

Таким образом минимальное покрытие функции - С1 (выбрано одно покрытие, т.к. после черновых расчетов оно оказалось оптимальным)

; Sa = 28; Sb = 35

Покрытию С1 соответствует МДНФ следующего вида:

F1 =

Можно отметить, что число букв (аргументов булевой функции и их

отрицаний) в МДНФ совпадает с ценой покрытия *Sa*, а суммарное число

букв и число термов совпадает с ценой покрытия *Sb* .

**Минимизация булевой функции на картах Карно**

*Определение МДНФ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X3X4X5  X1X2 | 000 | 001 | 011 | 010 |  | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 |  |  |  |  |  | 1 | d |  | d |
| 01 | d | 1 | d |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  | 1 |
| 10 | 1 |  | 1 | 1 |  |  | d | 1 | d |

S1 =

S2 =

S3 =

S4 =

S5 =

S6 =

S7 =

Тогда, МДНФ:

F =

Сmin(f)=; Sa = 28; Sb = 35

Можно отметить, что цена покрытия, определенная методом Квайна-Мак-Класки и цена покрытия по картам Карно получилась одинакова, т.к. цена минимального покрытия не зависит от метода его нахождения.

*Определение МКНФ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X3X4X5  X1X2 | 000 | 001 | 011 | 010 |  | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | d | 0 | d |
| 01 | d |  | d | 0 |  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  | 0 |  |
| 10 |  | 0 |  |  |  | 0 | d |  | d |

S1 =

S2 =

S3 =

S4 =

S5 =

S6 =

S7 =

Тогда, МКНФ:

F =

Сmin()= Для которого Sa = 24, Sb = 31

*Преобразования минимальных форм булевой функции*

Факторное преобразование для МДНФ

F =

(Sq = 35)

F=

(Sq = 33)

F=

(Sq = 33)

Факторное преобразование для МКНФ

F =

(Sq = 31)

F =

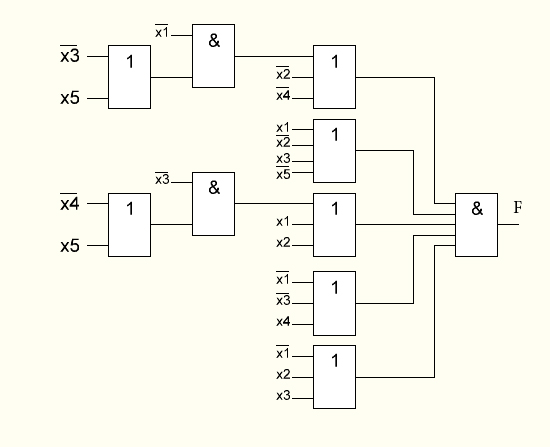
(Sq = 29)

*Синтез комбинационных схем в булевом базисе*

F =

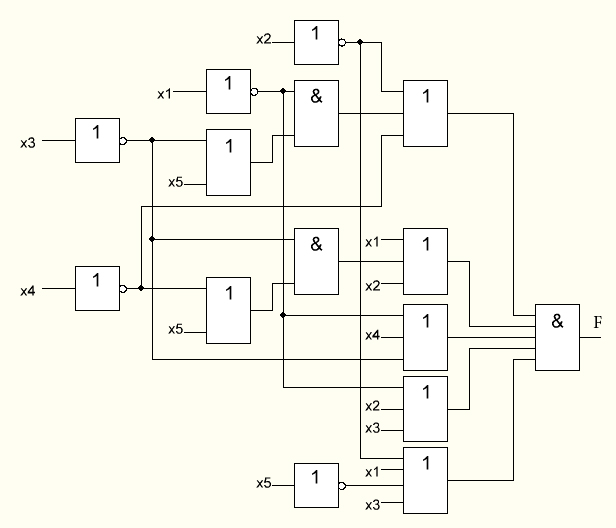
(Sq = 29)

*Булевый базис с парафазными входами:*



Задержка схемы с парафазными входами T = 4t, цена схемы Sq = 29

*Булев базис с однофазными входами:*



Задержка схемы с однофазными входами T = 5t, цена схемы Sq = 34

**Замечание**

В качестве исходной аналитической формы, по которой построена схема с однофазными входами выбрана та же форма что и для схемы с парафазными входами. В этой форме все входные переменные используются в инверсном виде. Тем самым в схему потребуется дополнительно включить пять входных инверторов, в результате чего цена схемы увеличилась на пять.