**Внимание, Студент!!! При синтезе ТУ в таблицах внутренних состояний позднее была обнаружена ошибка - два поля были заполнены неверно! Советую вникнуть во всё самому и исправить со всеми вытекающими последствиями(в результате могут измениться уравнения и схема регистра). Мне уже просто лень исправлять т.к. всё равно работу сдал ☺**

**Содержание:**

Задание на курсовое проектирование………………………………………………стр.2

Проектирование синхронного сдвигающего регистра на JK-триггере…………..стр.3

Синтез триггерного устройства…………………………………………………….стр.8

ЗАДАНИЕ

На курсовое проектирование по дисциплине «Организация ЭВМ и систем»

 Спроектировать схему заказной ИС, выполняющую функцию восьмиразрядного синхронного сдвигающего регистра на JK-триггере.

 Синтезировать триггерное устройство в соответствии с выбранным типом триггера.

*1.Проектирование синхронного сдвигающего регистра на JK-триггере*

Выбор типа выполняемой регистром операции осуществляется с помощью сигналов управления, количество которых определяется по формуле y = ]logK[ , где К – количество выполняемых операций.

 В данном случае необходимо обеспечить выполнение двух операций:

* сдвиг влево на 3 разряда
* сдвиг вправо на 3 разряда

Следовательно, требуется один управляющий сигнал у.

На каждый из 8 разрядов проектируемого регистра необходимо по одному триггеру.

Описание всего регистра можно свести к описанию поведения одного i-го разряда этого регистра в следствии регулярности его структуры. Состояние этого разряда в последующий момент времени полностью определяется состоянием разрядов i-3 и i+3, а также значением управляющего сигнала у.

 При у = 1 выполняется сдвиг влево i-3, а при у = 0 сдвиг вправо i+3.

i+3

i+2

i+1

i

i-1

i-2

i-3

Описание поведения i-го разряда регистра обычно представляется в виде таблицы, в левой части которой расположены все возможные состояния сигналов, влияющие на поведение i-го разряда, а в правой части – состояние i-го разряда после выполнения операции сдвига и тип перехода, который при этом должен осуществить выходной сигнал i-го разряда.

 Условные обозначения возможных типов переходов переменной Qi представлены в таблице 1:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Значение в момент времени t | Значение в момент времени t+1 | Тип перехода | Условное обозначение перехода Qi |
| 0 | 0 | 0 -> 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 -> 1 |  |
| 1 | 0 | 1 -> 0 |  |
| 1 | 1 | 1 -> 1 | 1 |

Описание поведения i-го разряда представим в виде таблицы 2:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер состояния | Моменты времени | Тип переходаQi |
| t | t+1 |
| y | **Qi-3** | **Qi** | **Qi+3** | **Qi** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

В данной таблице тип перехода Qi определячется значениями Qi в моменты времени t и t+1. Данные таблицы №2 позволяют представить описание работы регистра в виде карты Карно для четырёх переменных:

 Qi

 у·Qi-3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Qi· Qi+3 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 |  | 0 |
| 01 |  |  |  | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 1 |  |
| 10 |  |  | 1 |  |

Поскольку типы переходов выходного сигнала триггера полностью определяются значениями выходных сигналов, то, подставив вместо типов переходов от Qi значения входных сигналов можно построить карту Карно, описывающую логику формирования входных сигналов триггера, который выполняет функции i-го разряда проектируемого регистра согласно таблице 3:

|  |  |
| --- | --- |
| Qi | JKTУ |
| J | K |
| 0 | 0 | X |
| 1 | X | 0 |
|  | 1 | X |
|  | X | 1 |

Использование различных типов триггеров приводит к формированию отличающихся друг от друга карт Карно, описывающих входные сигналы этих триггеров. В нашем случае рассмотрим схемную реализацию на базе JK-триггерного устройства. В результате замены типов переходов Qi на соответствующие значения входных сигналов получаем карты Карно, описывающие поведение входных сигналов JK-триггера.

 Ji

у·Qi-3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Qi· Qi+3 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| 01 | **1** | **1** | **1** | 0 |
| 11 | **X** | **X** | **X** | X |
| 10 | X | X | **X** | X |

 Ki

 у·Qi-3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Qi· Qi+3 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | **X** | **X** | X | **X** |
| 01 | X | X | X | **X** |
| 11 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| 10 | **1** | **1** | 0 | **1** |

 \_

Ji = y · Qi+3 + y · Qi-3

 \_\_ \_ \_\_

Ki = y · Qi-3 + y · Qi+3

 \_ \_\_\_ \_ \_\_\_

Ji+Ki = y · Qi+3 + y · Qi-3 + y · Qi-3 + y · Qi+3 = 1

 Переводим Ji = y · Qi+3  · y · Qi-3

 \_\_ \_ \_\_\_

 Ki = y · Qi-3 · y · Qi+3

 \_

 Ki = Ji

Схема имеет вид:



Чтобы получить выражение, описывающее логику формирования сигналов на входе триггера, используем уравнение: Ji = y · Qi+3 + y · Qi-3 , где i = 1..8, причем если результат подстановки i окажется меньше или равным нулю, то к результату следует прибавить максимальное (в данном случае 8) количество разрядов в проектируемом регистре, если же результат окажется больше максимального количества разрядов (т.е. 8), то из него следует вычесть это максимальное число.

 \_

J1 = y·Q4+ y·Q6

J2 = y·Q5+ y·Q7

J3 = y·Q6+ y·Q8

J4 = y·Q7 + y·Q1

J5 = y·Q8+ y·Q2

J6 = y·Q1+ y·Q3

J7 = y·Q2+ y·Q4

J8 = y·Q3 + y·Q5

Схема сдвигающего регистра, построенного по полученным выражениям выглядит следующим образом:



*2.Синтез триггерного устройства.*

 Исходными данными для проектирования являются функция внешних переходов триггера и условия переключения выходного сигнала триггера по отношению к синхросигналу С.

Таблица внешних переходов JK-триггера:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| K | J | Q | Qn+1 | Qi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |  |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |  |
| 1 | 1 | 0 | X | X |
| 1 | 1 | 1 | X | X |

 Определим ограничения на изменения входных сигналов С, J, K.

* при изменении С, сигналы J и K не должны меняться
* при С=1, сигналы J и K не могут изменяться одновременно
* при С=0, никакие ограничения на изменение J и K не накладываются
* одновременное изменение С, J и K не допустимо.

Описание работы триггера представим в виде таблицы внутренних состояний JK-триггера:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № состояния | Состояния входных сигналов C, J, K | Q |
|  | **000** | **001** | **011** | **010** | **110** | **111** | **101** | **100** | 0 |
| **1** | (1) | 2 | 3 | 4 | - | - | - | 8 | 0 |
| **2** | 1 | (2) | 3 | 4 | - | - | 7 | - | 0 |
| **3** | 1 | 2 | (3) | 4 | - | 6 | - | - | 0 |
| **4** | 1 | 2 | 3 | (4) | 5 | - | - | - | 0 |
| **5** | - | - | - | 4 | (5) | - | - | - | 0 |
| **6** | - | - | 3 | - | - | (6) | - | - | 0 |
| **7** | 1 | 2 | - | - | - | - | (7) | - | 0 |
| **8** | 1 | - | - | - | - | - | - | (8) | 0 |
| **9** | (9) | 10 | 11 | 12 | - | - | - | 16 | 1 |
| **10** | 9 | (10) | 11 | 12 | - | - | 15 | - | 1 |
| **11** | 9 | 10 | (11) | 12 | - | 14 | - | - | 1 |
| **12** | 9 | 10 | 11 | (12) | 13 | - | - | - | 1 |
| **13** | - | - | - | 12 | (13) | - | - | - | 1 |
| **14** | - | - | 3 | - | - | (14) | - | - | 1 |
| **15** | - | 10 | - | - | - | - | (15) | - | 1 |
| **16** | 1 | - | - | - | - | - | - | (16) | 1 |

Минимизированная таблица внутренних состояний и переходов JK-триггера:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № состояния | Состояния входных сигналов C, J, K | Q |
|  | **000** | **001** | **011** | **010** | **110** | **111** | **101** | **100** |  |
| **1,2,3,4,7,8** | (1) | (2) | (3) | (4) | 5 | 6 | (7) | (8) | 0 |
| **5,6** | - | - | 3 | 4 | (5) | (6) | - | - | 0 |
| **9,10,11,12,13,16** | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | 14 | 15 | (16) | 1 |
| **14,15** | - | 2 | 3 | - | - | (14) | (15) | - | 1 |

Повторно минимизированная таблица внутренних состояний и переходов JK-триггера имеет вид:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № состояния | Состояния входных сигналов C, J, K | Q |
|  | **000** | **001** | **011** | **010** | **110** | **111** | **101** | **100** |  |
| **1** | (1) | (1) | (1) | (1) | 2 | 2 | (1) | (1) | 0 |
| **2** | - | - | 3 | 3 | (2) | (2) | - | - | 0 |
| **3** | (3) | (3) | (3) | (3) | (3) | 4 | 4 | (3) | 1 |
| **4** | - | 1 | 1 | - | - | (4) | (4) | - | 1 |

В соответствии с графом заполняем двойную карту Карно:



 CJK

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  y1y2 | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 01 | 00 | 00 |
| 01 | -- | -- | 11 | 11 | 01 | 01 | -- | -- |
| 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 11 |
| 10 | -- | 00 | 00 | -- | -- | 10 | 10 | -- |

Отсюда, получаем две карты Карно и уравнения для y1 и y2:

 CJK

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  y1y2 | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | X | X | **1** | **1** | 0 | 0 | X | X |
| 11 | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| 10 | X | 0 | 0 | X | X | **1** | **1** | X |

y1 = y1·y2 + y1·C·K + y2·C·J

 CJK

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  y1y2 | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 |
| 01 | X | X | **1** | **1** | **1** | **1** | X | X |
| 11 | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | 0 | 0 | **1** |
| 10 | X | 0 | 0 | X | X | 0 | 0 | X |

 \_ \_ \_ \_ \_ \_

y2 = y1·C·J + y1·y2·J·K + y1·y2·J + y1·J·K

Схема JK-триггерного устройства имеет вид: