Контрольная работа. Синтез недвоичных счетчиков.

Счетчики – конечные автоматы, служащие для счета импульсов. Наиболее удобная основа построения – триггеры переключательного типа: T-триггеры, JK-триггеры. Импульсы подаются на вход синхронизации. Состояние счетчика снимается с выходов разрядных триггеров. Каждое последующее состояние счетчика на единицу отличается от предыдущего.

 Классификация счетчиков.

По порядку счета:

* суммирующие (каждое последующее состояние на единицу больше предыдущего);
* вычитающие (каждое последующее состояние на единицу меньше предыдущего);
* реверсивные (при подаче управляющего сигнала функционируют как вычитающие, при снятии управления, как суммирующие).

По способу подачи синхроимпульсов на разрядные триггеры:

* асинхронные (синхроимпульс подается на каждый последующий триггер с выхода предыдущего разряда);
* синхронные (синхроимпульс подается одновременно на все триггеры с единого входа синхронизации).

По коэффициенту счета K (количеству возможных состояний в цикле счета)

* двоичные (K=2n, где n – количество разрядных триггеров);
* недвоичные (K2n).

Счетчики являются конечными автоматами, преобразующими информацию, поэтому построение таких устройств сводится к задаче построения связей между триггерами. Эти цепи связей и будут обеспечивать переходы счетчика.

В синхронных счетчиках импульс синхронизации подается одновременно на все триггеры, связи устанавливаются с выходов на информационные входы. Для синтеза таких счетчиков используются JK-триггеры, т.к. они имеют возможность переключения при J=K=1.

Синтез.

*Суммирующий счетчик.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | Q2n-1 | Q1n-1 | Q0n-1 | Q2n | Q1n | Q0n |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |

Обратимся к таблице переходов суммирующего счетчика .

Переключение триггера нулевого разряда Q0 происходит по каждому синхроимпульсу, т.е. на входы J0 и K0 должна постоянно подаваться «1». Переключение триггера первого разряда Q1 происходит на 2, 4, 6 и 8 строках таблицы. При этом предыдущее состояние нулевого разряда Q0n-1 всегда равно «1». Следовательно, на J1 и K1 должно подаваться состояние триггера предыдущего разряда Q0. Переключение триггера второго разряда Q2 происходит на 4 и 8 строках таблицы. При этом состояние Q0n-1 и Q1n-1 на этих строках равно «1». Следовательно, на J2 и K2 подается логическое произведение Q0 Q1. Схема синхронного суммирующего счетчика.



Если продолжить разрядность счетчика, то можно заметить, что переключение каждого следующего разряда происходит после того, как все предыдущие обращаются в «1». Значит, на Ji Ki связь строится через логическое произведение Q0 Q1  Qi-1. Схемы многоразрядных счетчиков строятся каскадами во избежание громоздких конъюнкций в связях.

Вычитающий счетчик.

Если обратиться к таблице переключений вычитающего счетчика и проанализировать предыдущие варианты синтеза, то можно сразу обратить внимание на то, что переключение каждого последующего триггера вычитающего счетчика происходит в тот момент, к которому предыдущие разряды были обращены в «0». Значит, обратные связи будут строиться аналогично связям в суммирующем счетчике, но с инверсных выходов.

Ji=Ki= Q0 Q1  Qi-1  или

Ji=Ki= Q0 Q1  Qi-1 ;

Схема трехразрядного вычитающего счетчика.

Q 2

Q 1

C

K0

J0

C

K1

J1

C

K2

J2

1

Q 0

1

1

Недвоичные счетчики.

Все рассмотренные выше счетчики – двоичные, цикл их счета имеет коэффициент k=2n. Счетчики, имеющие в цикле счета не все состояния, возможно устанавливать в начальное состояние асинхронным способом, используя установочные входы, или синхронным способом, используя связи выходов разрядных триггеров с информационными входами.

 Рассмотрим на примере синтез недвоичных счетчиков с асинхронной установкой. В качестве параметров задается порядок счета, одно из состояний и коэффициент счета, или оба состояния – начальное и конечное. Необходимо синтезировать синхронный суммирующий счетчик с состоянием «2» и конечным состоянием «6».

Этапы синтеза.

1. По наибольшему состоянию в цикле счета определяем количество разрядов. В нашем случае Qкон=6=110b, т.е. необходимы три разрядных триггера.
2. Определяем вид связей между триггерами. По заданию счетчик синхронный суммирующий, т.е. связи строятся от прямых выходов предыдущих разрядов.
3. Определяем установку начального состояния. Каждый JK-триггер имеет установочные входы S и R. Определяем, на какой из входов подается установка в каждом разрядном триггере. По заданию Qнач.=2=010b, т.е. необходимо установить в «0» нулевой и второй разряды и в «1» - первый разряд. Установочный сигнал уровня «0» подаем на R0, S1, R2.
4. Определяем схему получения установочного сигнала. Установочный сигнал формируется из состояния, следующего за конечным. В нашем случае Qкон.=6, Qкон.+1=7. Вместо «7» счетчик устанавливается в «2». 7=111b. Схема получения установочного «0».

 &

Q2

Q1

Q0

Схема трехразрядного недвоичного суммирующего синхронного счетчика с Qнач.=2 и Qкон.=6.

Q 0

Q 2

Q 1

C

K0

J0

C

K1

J1

C

K2

J2

&

&

S0

“1”

S1

“1”

“1”

S2

R0

R1

R2

SYNC

Синтез счетчика с синхронной установкой. В этом случае синтез недвоичного счетчика производится по методу синтеза конечного автомата с произвольной сменой состояний.

Такие устройства также строятся на основе JK-триггеров. Связи строятся на каждый J и K вход в соответствии с таблицей функционирования. В качестве примера рассмотрим синтез конечного автомата со следующей сменой состояний: 3,0,4,1,5,2. Для построения связей запишем таблицу переходов (а), и таблицу воздействий на входы для осуществления этих переходов (б).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q2n-1 | Q1n-1 | Q0n-1 | Q2n | Q1n | Q0n | J2n | K2n | J1n | K1n | J0n | K0n |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ф | Ф | 1 | Ф | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | Ф | 0 | Ф | 0 | Ф |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Ф | 1 | 0 | Ф | 1 | Ф |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | Ф | 0 | Ф | Ф | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | Ф | 1 | 1 | Ф | Ф | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | Ф | Ф | 0 | 1 | Ф |

а

б

а – таблица переходов.

б – таблица воздействий.

При формировании таблицы «б» опираемся на таблицу функционирования JK-триггера.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| K n | J n | Q n |
| 0 | 0 | Q n-1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | Q n-1 |

 Определяем, какие сигналы надо подать на соответствующие входы J и K, чтобы осуществился искомый переход. Например, рассмотрим первую строку таблицы. Второй разряд остается в «0» ( Q2n-1 =0; Q2n =0). Для этого в соответствии с таблицей функционирования подаем J2 =0, K2 = (безразлично). Первый разряд переходит из «1» в «0» (Q1n-1 =1; Q1n =0); в соответствии с таблицей подаем J1 =, K1 =1. Нулевой разряд переходит из «1» в «0» (Q0n-1 =1; Q0n =0); также подаем J0 =, K0 =1. После составления таблицы записываем формулы для связей.  можно принимать как за «0», так и за «1». Для записи выражений для K1n и J2n сравнивались соответствующие столбцы таблицы «б» со столбцами Q0n-1 и Q1n-1 . В столбце K2n отсутствуют «0», поэтому запишем K2n=1. Далее по таблице «б» запишем

J2n =Q1n-1;

K1n = Q0n-1;

J1n = Q2n-1Q1n-1 Q0n-1()= Q2n-1Q1n-1Q0n-1 = Q2n-1 Q0n-1;

K0n = J0n =( Q0n-1 Q1n-1 Q2n-1)(Q0n-1 Q1n-1 Q2n-1) = Q1n-1 Q2n-1;

Для выведения формул связей можно воспользоваться методом карт Карно. Построим схему искомого конечного автомата

Q 2

C

K0

J0

C

K1

J1

C

K2

J2

1

Q0

“1”

&

Q1

Q 2

SYNC

1. Задание.
2. По изложенной методике выполнить синтез недвоичного счетчика с асинхронной установкой и синхронной установкой. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки.
3. Суммирующий счетчик. Счет от 5 до 12.
4. Вычитающий счетчик. Счет от 13 до 6.
5. Суммирующий счетчик. Счет от 4 до 10.
6. Суммирующий счетчик. Счет от 7 до 15.
7. Вычитающий счетчик. Счет от 14 до 7.
8. Вычитающий счетчик. Счет от 12 до 3.
9. Суммирующий счетчик. Счет от 3 до 11.
10. Суммирующий счетчик. Счет от 6 до 13.
11. Вычитающий счетчик. Счет от 11 до 4.
12. Вычитающий счетчик. Счет от 10 до 1.

Литература.

1. 1. Е.П.Угрюмов. Цифровая схемотехника. - СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000.