



2.5. Счетчики

2.5.1. Определение и классификация счетчиков

Определение. Мы называем счетчиком электронное устройство, на выходе которого получается двоичный код, определяемый количеством импульсов, подаваемых на вход.

Счетчики можно классифицировать по:

- направление счета** - суммирующее (сложение), обратное (вычитание) и обратимое;
- режим счета** - двоичный, двоично-целый, режим постоянного счета и режим произвольного счета;
- метод передачи данных между бистабильными устройствами** - последовательная передача, ускоренная параллельная передача, комбинированная передача и циклическая передача;
- процесс смены состояний бистабильности** - синхронной и асинхронной. Счетчики имеют следующие основные параметры:

a) модуль счета - определяется количеством импульсов N_{max} , которые может считать счетчик;

b) скорость работы - измеряется в операциях в секунду и зависит от максимально возможной частоты сенсорного сигнала, используемого регистром;

c) время реакции - интервал времени от момента подачи импульса на вход счетчика до момента установления устойчивого состояния на всех выходах счетчика ($\Delta t_{reac} = 1/f_{max}$);

d) электрические параметры - величина напряжения, сила тока, потребляемая электрическая энергия и т.д.

2.5.2. Суммарный асинхронный счетчик

На рис. 2.26 показана принципиальная схема асинхронного суммирующего счетчика третьего порядка, построенного из бистабилей D-типа с цепью обратной связи (выходы Q бистабилей B0 и B1 подключены к входам следующих бистабилей).

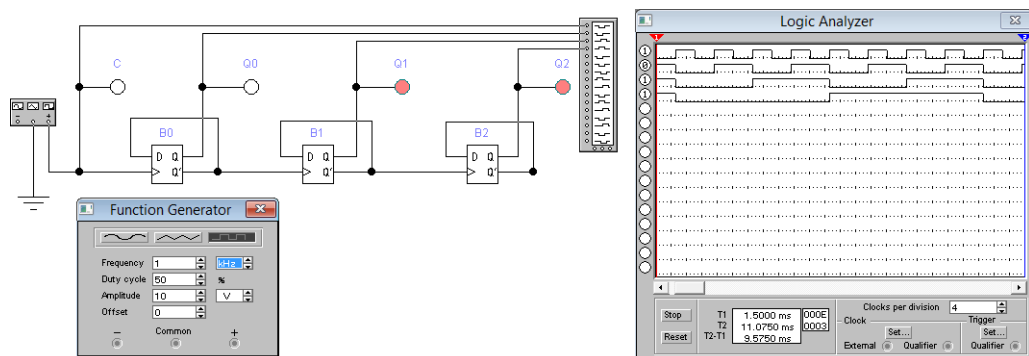


Рис. 2.26. Схема подключения суммирующего счетчика третьего порядка.

На рис. 2.26 приведены следующие обозначения:

- C - канал, через который подается сигнал касания;
- 2 $Q Q_1 Q_0$ - выходы счетчика (шина данных) для представления данных в прямом двоичном коде.

Следует отметить, что нумерация бистабильных счетчиков в схеме последовательного типа начинается с младшего бита, а для регистров последовательного типа - со старшего бита.

Принцип работы измерителя. Состояния бистабильных устройств изменяются в

соответствии с передним фронтом импульса, подаваемого на их входы, когда значение импульса изменяется от 0 до 1. Согласно электрической схеме, состояния бистабильного устройства В0 изменяются при подаче импульсов от генератора,

состояния бистабильного В1 изменяются с частотой в 2 раза меньшей при подаче импульсов с выхода Q бистабильного В0, а состояния бистабильного В2 изменяются с частотой в 4 раза меньшей при подаче импульсов с выхода Q бистабильного В1 (см. временные диаграммы на рис. 2.26).

Пусть время распространения сигнала от входа С до выхода Q^0 бистабильного устройства В0 составляет Δt_0 , а время распространения сигнала через бистабильность В1 составляет Δt_1 . Из этого следует, что передний фронт сигнала Q^0 не совпадает по времени с передним фронтом сигнала С или запаздывает на Δt_0 и поэтому бистабильное устройство В1 переключает свое состояние за интервал времени Δt_0 . Соответственно, передний фронт сигнала Q^1 не совпадает по времени с передним фронтом сигнала С или запаздывает на $\Delta t_0 + \Delta t_1$ и поэтому бистабильная система В2 переключает свое состояние за интервал времени $\Delta t_0 + \Delta t_1$.

Это показывает, что бистабильные счетчики последовательного типа, управляемые разными сигналами, могут менять свои состояния синхронно с сигналом касания, подаваемым на вход С бистабильного счетчика В0. По этой причине такие счетчики называются асинхронными.

Согласно временным графикам на рис. 2.26 таблица истинности суммирующего счетчика заполнена (см. табл. 2.10). Состояния $Q_2 Q_1 Q_0$ принимаются после каждого сенсорного импульса С.

Таблица 2.10. Таблица истинности суммирующего счетчика третьего порядка

Нет. д/о	С	Q_2	Q_1	Q_0	Q^2	Q^1	Q^0
0	0→1	0	0	0	1	1	1
1	0→1	0	0	1	1	1	0
2	0→1	0	1	0	1	0	1
3	0→1	0	1	1	1	0	0
4	0→1	1	0	0	0	1	1
5	0→1	1	0	1	0	1	0
6	0→1	1	1	0	0	0	1
7	0→1	1	1	1	0	0	0
8	0→1	0	0	0	1	1	1

Из таблицы истинности видно, что максимальное число, представленное счетчиком, равно $N_{max} = 1112$ и на выходах $Q^2 Q^1 Q^0$ счетчика идет обратный отсчет.

Асинхронные счетчики с высоким порядком N_{max} имеют низкую относительную рабочую скорость. Уникальный

Преимуществом асинхронных счетчиков является простота электрической схемы.

2.5.3. Асинхронный счетчик с обратным отсчетом

На рис. 2.27 показана принципиальная схема асинхронного счетчика обратного отсчета третьего порядка, построенного на бистабилах D-типа с цепью обратной связи (выходы Q бистабилей В0 и В1 соединены со входами следующих бистабилей).

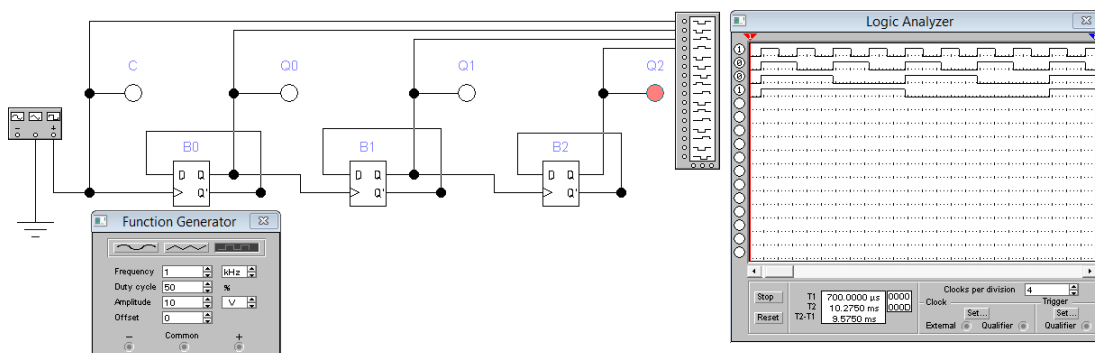


Рис. 2.27. Схема подключения суммирующего счетчика третьего порядка.

На рис. 2.27 приведены следующие обозначения:

- с) С - канал, через который подается сигнал касания;
- д) 2 $Q_2 Q_1 Q_0$ - выходы счетчика (шина данных) для представления данных в прямом двоичном коде.

Принцип работы измерителя. Состояния бистабильных устройств изменяются в соответствии с передним фронтом импульса, подаваемого на их входы, когда значение импульса изменяется от 0 до 1. По электрической схеме состояния бистабильного В0 изменяются при подаче импульсов от генератора, состояния бистабильного В1 изменяются с частотой в 2 раза меньше при подаче импульсов с выхода Q бистабильного В1, а состояния бистабильного В2 изменяются с частотой в 4 раза меньше при подаче импульсов с выхода Q бистабильного В1 (см. временные диаграммы на рис. 2.27).

По временным графикам на рис. 2.27 заполняется таблица истинности счетчика обратного отсчета (см. табл. 2.11). Состояния $Q_2 Q_1 Q_0$ принимаются после каждого импульса касания С.

Таблица 2.11. Таблица истинности счетчика обратного отсчета третьего порядка

Нет. д/о	С	Q_2	Q_1	Q_0	\bar{Q}_2	\bar{Q}_1	\bar{Q}_0
0	0→1	1	1	1	0	0	0
1	0→1	1	1	0	0	0	1
2	0→1	1	0	1	0	1	0
3	0→1	1	0	0	0	1	1
4	0→1	0	1	1	1	0	0
5	0→1	0	1	0	1	0	1
6	0→1	0	0	1	1	1	0
7	0→1	0	0	0	1	1	1
8	0→1	1	1	1	0	0	0

Из таблицы истинности видно, что максимальное число, предъявляемое счетчиком, равно $N_{max} = 1112$ и на выходах $\bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0$ счетчика осуществляется прямой

2.5.4. Реверсивный асинхронный счетчик

На рис. 2.28 показана принципиальная схема асинхронного реверсивного счетчика третьего порядка, построенного из бистабилей D-типа с цепью обратной связи.

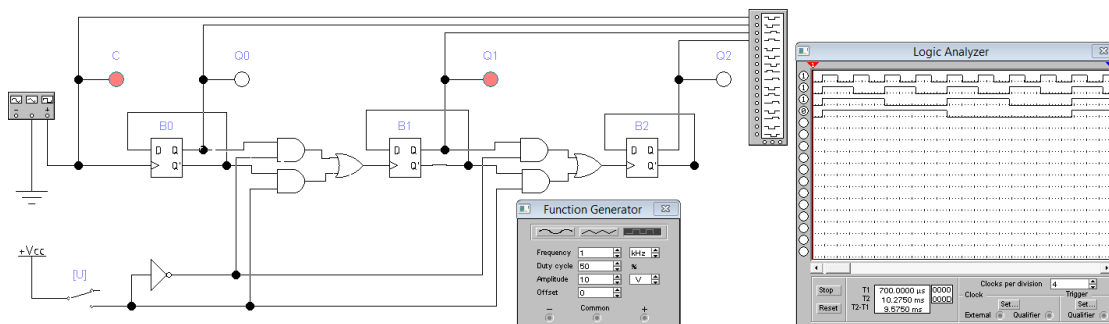
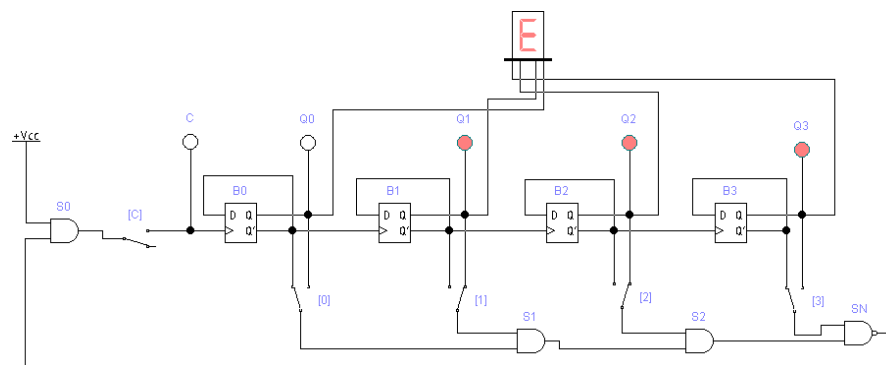


Рис. 2.28. Схема подключения реверсивного счетчика третьего порядка.

В схеме подключения, показанной на рис. 2.28, выходы Q , \bar{Q} бистабилей В0 и В1 соединены со входами бистабилей В1 и В2 с помощью портов, построенных из элемента NU,

Пусть $U = 0$ (выключатель отключен). В этом случае выходы Q бистабилей $B0$ и $B1$ соединены со входами бистабилей $B1$ и $B2$. Счетчик работает как асинхронный счетчик обратного отсчета (см. параграф 2.5.3).

На рис. 2.29 показана принципиальная схема асинхронного счетчика с переменным режимом счета $M < N_{max}$ (для данного счетчика $N_{max} = 11112$) четвертого порядка, построенного из бистабильных счетчиков D-типа с цепью обратной связи. Значение режима счета M зависит от состояния переключателей 3, 2, 1 и 0 (вкл/выкл).



- a) С - переключатель, используемый для подачи импульсов на вход измерителя;
- b) 3, 2, 1 и 0 - переключатели, используемые для подключения выходов Q , \bar{Q} бистабильных элементов B0, B1, B2 и B3 к входам логических элементов S1(AND), S2(AND), SN(AND-NU);
- c) S0 - элемент AND, который передает на вход С измерителя сигнал, полученный в результате логического перемножения сигналов $+V_{cc}$ и SN:
 - если $SN = 1$, то $+V_{cc} \times SN = +V_{cc}$ и на вход счетчика подается импульс или счетчик считает;
 - если $SN = 0$, то $+V_{cc} \times SN = 0$ и на вход счетчика импульс не подается или счетчик приостанавливается;
- d) $3Q2Q1Q0$ - выходы счетчика.

$$= (Q_0 \text{ sau } Q^0) \times (Q_1 \text{ sau } Q^1) \times (Q_2 \text{ sau } Q^2) \times (Q_3$$

Например, $M = 10112 = 1110$. В этом случае для SN мы получаем следующую

формулу

$$SN = (Q_0) \times (Q_1) \times (Q^2) \times (Q_3).$$

В соответствии с этой формулой переключатели 3, 2, 1 и 0 должны быть подключены к выходам

3 Q , Q^2 , Q_1 и Q_0 соответственно.

В зависимости от размера М-режима и конфигурации соединений между выходами счетчика

и переключателями 3, 2, 1 и 0 можно назвать схему, показанную на рис. 2.29:

- $M = 1001_2 = 9_{10}$ - бинарно-звездный счетчик (может считать до 9);
- M фиксированный, где $M < N_{max}$ и $M \neq 1001_2$ - счетчик режима постоянного счета;
- значение модуля $M < N_{max}$ может принимать различные значения в соответствии с программой, которая может изменять состояния переключателей 3, 2, 1 и 0 - счетчик с произвольным режимом счета.

2.5.6. Синхронный счетчик

В разделе 2.5.2 упоминалось, что асинхронные счетчики с N_{max} высокого порядка имеют относительно низкую рабочую скорость. Для того чтобы увеличить рабочую скорость счетчиков, были разработаны синхронные счетчики. В качестве примера на рис. 2.30 показана электрическая схема синхронного счетчика, построенного из бистабильных устройств типа JK.

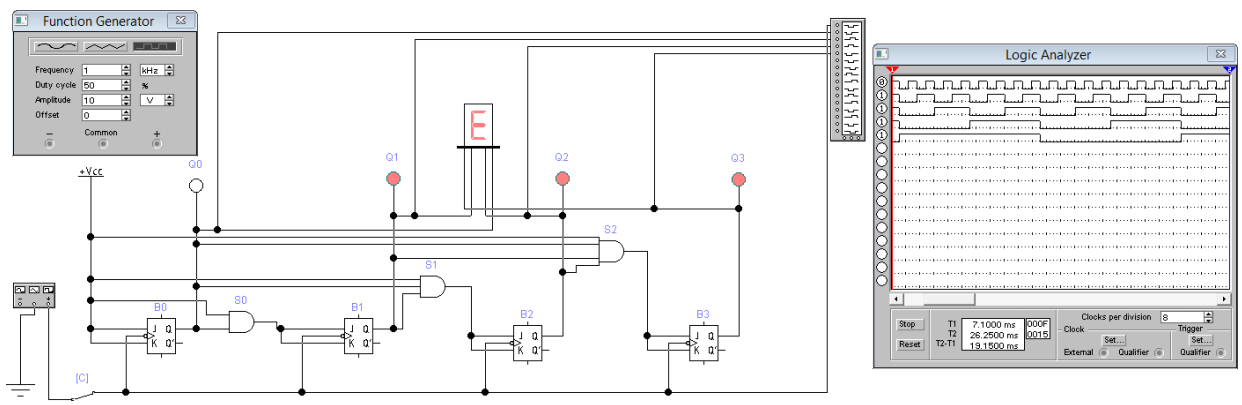


Рис. 2.30. Схема подключения синхронного счетчика.

В схеме на рис. 2.30 все бистаблизаторы изменяют состояние в один и тот же момент времени, потому что сигнал касания C , излучаемый генератором, подается одновременно на все входы C бистаблизаторов. Разрешение на изменение состояния бистабильных устройств $B3$, $B2$, $B1$ формируется логическими элементами И ($S2 = 1$, $S1 = 1$, $S0 = 1$).

Например, бистабильное устройство $B3$ изменит состояние на выходах Q_3 , Q^3 после заднего фронта сигнала касания C ($1 \rightarrow 0$), только если $S2 = S1 \times S0 \times (+V_{cc}) = 1$.