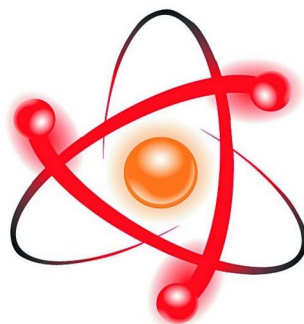


НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ



РТЦУЛ-12

**ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ МИКРОСХЕМ ДВОИЧНОГО И ДВОИЧНО-
ДЕСЯТИЧНОГО СЧЕТЧИКА.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (С
ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)**

Тула, 2011 г

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ МИКРОСХЕМ ДВОИЧНОГО И ДВОИЧНО-ДЕСЯТИЧНОГО СЧЕТЧИКА.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (С ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)

Цель работы: изучить назначение и принципы работы микросхем двоичного и десятичного счетчика.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.

Основные сведения.

Счетчик - это устройство для подсчета числа входных сигналов. Как операционный элемент счетчик реализует преобразование число- импульсного кода в позиционный по некоторому основанию системы счисления. В ЭВМ счетчики используются для образования последовательности адресов команд, для счета количества циклов выполнения операций и т. д.

С точки зрения теории автоматов, счетчик - это цифровой автомат, внутреннее состояние которого является функцией количества поступивших входных сигналов. Количество переключающих сигналов, которое надо подать на вход счетчика для того чтобы счетчик вернулся в исходное состояние, равное числу состояний счетчика, называется коэффициентом пересчета или модулем счетчика – $K_{сч}$. Счетчик называется двоичным, если $K_{сч} = 2^m$, где m - целое число, $m > 0$, и десятичным, если $K_{сч} = 10^p$, где p - целое число, $p > 0$. Счетчики чаще всего строятся на триггерах различных типов, которые являются элементарными счетчиками с модулем 2.

Состояние счетчика в любой момент времени определяется кодом Q , который зафиксирован на его триггерах. Задать правила работы счетчика - значит тем или иным способом определить функцию:

$$Q_n = f(n), \text{ при } n = 0, 1, 2 \dots K_{сч}$$

где Q_n - состояние счетчика после n -го входного переключающего сигнала, n - номер входного переключающего сигнала.

Любой счетчик с модулем $K_{сч}$ может быть использован как делитель частоты входных сигналов с коэффициентом деления $K_{сч}$.

Основным элементом при построении счетчиков являются триггерные устройства. Один триггер образует один разряд счетчика. n - триггеров образуют n - разрядный счетчик. Так как каждый триггер имеет два устойчивых состояния, то n - триггеров имеют 2^n состояний. Основным параметром любого счетчика является его емкость $K_{сч}$ (коэффициент пересчета, модуль счета).

$K_{сч} = 2^n$ - максимальное число состояний счетчика, включая нулевое состояние. Количество импульсов, которое может быть подсчитано n –

разрядным счетчиком равно $N = 2^n - 1$ (исключается нулевое состояние).

Счетчики можно классифицировать:

1. По основанию системы – двоичные и десятичные.
2. По способу организации счета – асинхронные и синхронные.
3. По направлению переходов – суммирующие, вычитающие, реверсивные.
4. По способу построения цепей сигналов переноса – с последовательным, сквозным, групповым и частично – групповым переносом.

Счетчики представляют собой более высокий, чем регистры, уровень сложности цифровых микросхем, имеющих внутреннюю память. Хотя в основе любого счетчика лежат те же самые триггеры, которые образуют и регистры, но в счетчиках триггеры соединены более сложными связями, в результате чего их функции - сложнее, и на их основе можно строить более сложные устройства, чем на регистрах. Точно так же, как и в случае регистров, внутренняя память счетчиков - оперативная, то есть ее содержимое сохраняется только до тех пор, пока включено питание схемы. С выключением питания память стирается, а при новом включении питания схемы содержимое памяти будет произвольным, случайным, зависящим только от конкретной микросхемы, то есть выходные сигналы счетчиков будут произвольными.

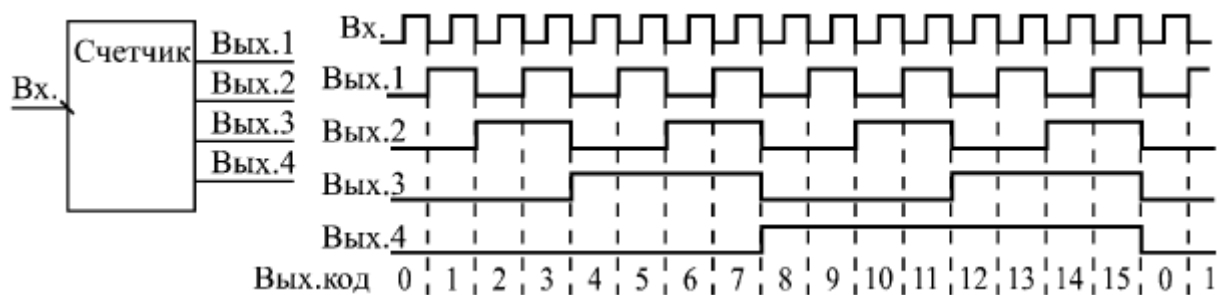


Рис. 1.1 Работа 4-разрядного двоичного счетчика

Как следует из самого названия, счетчики предназначены для счета входных импульсов. То есть с приходом каждого нового входного импульса двоичный код на выходе счетчика увеличивается (или уменьшается) на единицу. Срабатывать счетчик может по отрицательному фронту входного (тактового) сигнала (как на рисунке) или по положительному фронту. Режим счета обеспечивается использованием внутренних триггеров, работающих в счетном режиме. Выходы счетчика представляют собой как раз выходы этих триггеров. Каждый выход счетчика представляет собой разряд двоичного кода, причем разряд, переключающийся чаще других (по каждому входному импульсу), будет младшим, а разряд, переключающийся реже других, - старшим.

Счетчик может работать на увеличение выходного кода по каждому входному импульсу; это основной режим, имеющийся во всех счетчиках, он

называется режимом прямого счета. Счетчик может также работать на уменьшение выходного кода по каждому входному импульсу; это режим обратного или инверсного счета, предусмотренный в счетчиках, называемых реверсивными. Инверсный счет бывает довольно удобен в схемах, где необходимо отсчитывать заданное количество входных импульсов.

Большинство счетчиков работают в обычном двоичном коде, то есть считают от 0 до $(2^N - 1)$, где N - число разрядов выходного кода счетчика. Например, 4-разрядный счетчик в режиме прямого счета будет считать от 0 (код 0000) до 15 (код 1111), а 8-разрядный - от 0 (код 0000 0000) до 255 (код 1111 1111). После максимального значения кода счетчик по следующему входному импульсу переключается опять в 0, то есть работает по кругу. Если же счет - инверсный, то счетчик считает до нуля, а дальше переходит к максимальному коду 111...1.

Имеются также двоично-десятичные счетчики, предельный код на выходе которых не превышает максимального двоично-десятичного числа, возможного при данном количестве разрядов. Например, 4-разрядный двоично-десятичный счетчик в режиме прямого счета будет считать от 0 (код 0000) до 9 (код 1001), а затем снова от 0 до 9. А 8-разрядный двоично-десятичный счетчик будет считать от 0 (код 0000 0000) до 99 (код 1001 1001). При инверсном счете двоично-десятичные счетчики считают до нуля, а со следующим входным импульсом переходят к максимально возможному двоично-десятичному числу (то есть 9 - для 4-разрядного счетчика, 99 - для 8-разрядного счетчика). Двоично-десятичные счетчики удобны, например, при организации десятичной индикации их выходного кода. Применяются они гораздо реже обычных двоичных счетчиков.

По быстрдействию все счетчики делятся на три большие группы:

- Асинхронные счетчики (или последовательные).
- Синхронные счетчики с асинхронным переносом (или параллельные счетчики с последовательным переносом, синхронно-асинхронные счетчики).
- Синхронные счетчики (или параллельные).

Принципиальные различия между этими группами проявляются только на втором уровне представления, на уровне модели с временными задержками. Причем больше всего различия эти проявляются при каскадировании счетчиков. Наибольшим быстрдействием обладают синхронные счетчики, наименьшим - асинхронные счетчики, наиболее просто управляемые среди других. Каждая группа счетчиков имеет свои области применения.

Асинхронные (последовательные) счетчики.

Асинхронные счетчики строятся из простой цепочки JK-триггеров, каждый из которых работает в счетном режиме. Выходной сигнал каждого триггера служит входным сигналом для следующего триггера. Поэтому все разряды (выходы) асинхронного счетчика переключаются последовательно (отсюда название — последовательные счетчики), один за другим, начиная с младшего и кончая старшим. Каждый следующий разряд переключается с задержкой относительно предыдущего (рис. 1.2), то есть, вообще говоря, асинхронно, не одновременно с входным сигналом и с другими разрядами.

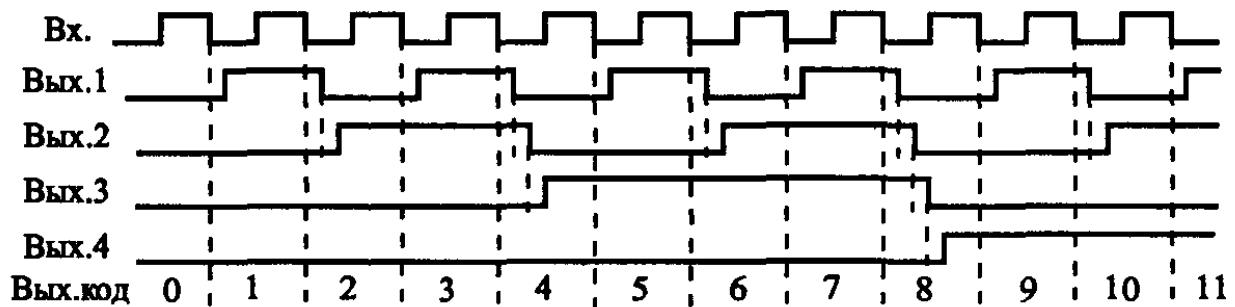


Рис. 1.2. Временная диаграмма работы 4-разрядного асинхронного счетчика.

Чем больше разрядов имеет счетчик, тем большее время ему требуется на полное переключение всех разрядов. Задержка переключения каждого разряда примерно равна задержке триггера, а полная задержка установления кода на выходе счетчика равна задержке одного разряда, умноженной на число разрядов счетчика. Легко заметить, что при периоде входного сигнала, меньшем полной задержки установления кода счетчика, правильный код на выходе счетчика просто не успеет установиться, поэтому такая ситуация не имеет смысла. Это накладывает жесткие ограничения на период (частоту) входного сигнала, причем увеличение, к примеру, вдвое количества разрядов счетчика автоматически уменьшает вдвое предельно допустимую частоту входного сигнала.

Таким образом, если нам нужен выходной код асинхронного счетчика, то есть все его выходные сигналы (разряды) одновременно, то должно выполняться следующее неравенство:

$$T > Nt_3,$$

где T — период входного сигнала, N — число разрядов счетчика, t_3 — время задержки одного разряда.

Надо еще учесть, что за период входного сигнала должно успеть сработать устройство (узел), на которое поступает выходной код счетчика, иначе счетчик просто не нужен, поэтому ограничение на частоту входного сигнала обычно бывает еще жестче.

На рис. 1.3, а изображен простейший способ включения триггеров, реализующий последовательный суммирующий счетчик. Показан трехразрядный счетчик с коэффициентом пересчета $K_{сч} = 2^3 = 8$. Следовательно, после подачи на вход восьми импульсов счетчик возвратится к исходному состоянию. Будем говорить, что подача на вход счетчика числа импульсов, превышающего $K_{сч} - 1$ (в данном примере 7), вызывает переполнение счетчика.

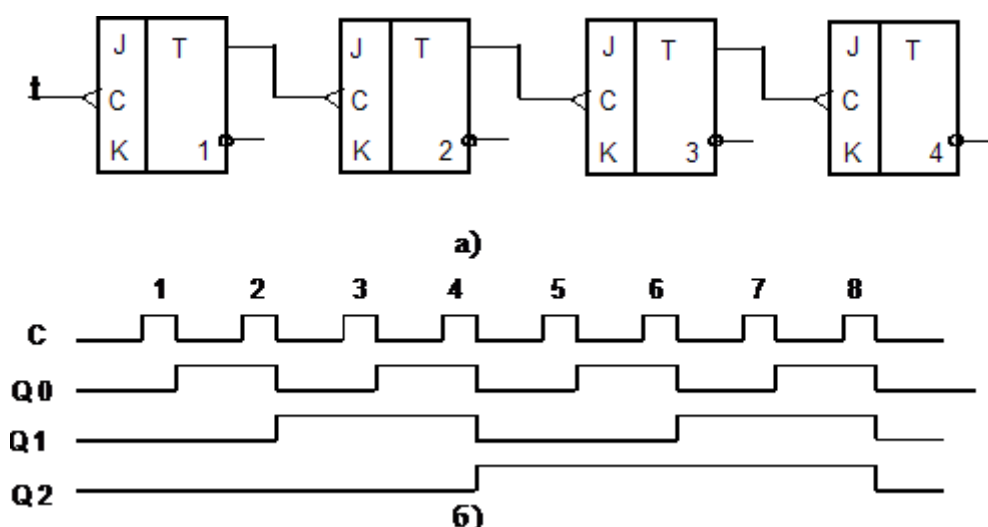


Рис. 1.3. Схема (а) и временные диаграммы (б) двоичного асинхронного суммирующего счетчика.

Последовательный характер работы является причиной двух недостатков последовательного счетчика: меньшая скорость счета по сравнению с параллельными счетчиками и возможность появления ложных сигналов на выходе схемы. Допустимая скорость счета в счетчиках обоих типов определяется максимальной скоростью переключения одного триггера.

Определяя максимальную скорость счета последовательного счетчика, следует учитывать наиболее неблагоприятный случай изменения состояния всех m триггеров. Суммарную продолжительность переходного процесса можно определить как сумму времен запаздывания отдельных элементов, соединяющих триггеры, и времен срабатывания всех триггеров. Найденное таким образом максимальное время перехода счетчика из одного состояния и другое следует считать предельным. Обычно реальное время перехода меньше предельного, так как в ряду последовательно включенных триггеров данный триггер начинает переход из одного состояния в другое еще до окончания переходного процесса в возбуждающем его элементе.

Последовательный характер переходов триггеров счетчика является источником ложных сигналов на его выходах. Например, в счетчике, ведущем счет в четырехразрядном двоичном коде с «весами» 8-4-2-1, при переходе от числа 0111 к числу 1000 на выходе появится следующая последовательность сигналов:

0111 ->0110 ->0100 ->0000 ->1000.

Это означает, что при переходе из состояния 7 в состояние 8 на выходах счетчика на короткое время появятся состояния 6; 4; 0. Эти дополнительные состояния могут вызвать неправильную работу других устройств.

В составе стандартных серий цифровых микросхем асинхронных счетчиков немного. В качестве примера на рис. 1.4. приведены три из них: четырехразрядный двоично-десятичный счетчик ИЕ2, четырехразрядный двоичный счетчик ИЕ5 и восьмиразрядный двоичный счетчик ИЕ19 (он же двоякчетырехразрядный счетчик).

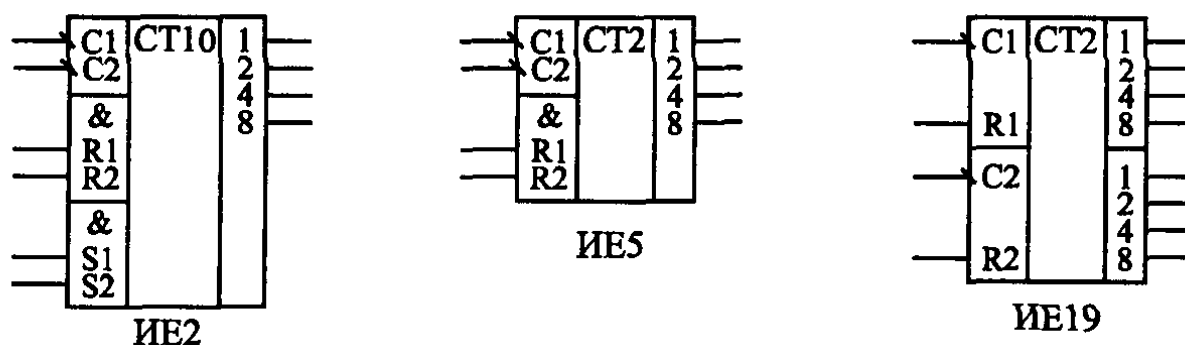


Рис. 1.4. Асинхронные счетчики стандартных серий.

У всех этих счетчиков управление работой очень простое: имеются лишь входы сброса в нуль или входы установки в 9 (только у ИЕ2). Все асинхронные счетчики работают по отрицательному фронту входного сигнала С (или, что то же самое, по заднему фронту положительного входного сигнала). У всех трех счетчиков выделены две независимые части, что увеличивает возможности их применения. При объединении этих двух частей получается счетчик максимальной разрядности. Выходы счетчиков обозначают на схемах 0, 1, 2, 3, ... (как номера разрядов выходного двоичного кода) или 1, 2, 4, 8, ... (как веса каждого разряда двоичного кода).

Счетчик ИЕ2 имеет две части: один триггер (вход С1, выход 1) и три триггера (вход С2 и выходы 2, 4, 8). Таким образом, он состоит из одноразрядного счетчика и трехразрядного счетчика. Одиночный триггер работает в обычном счетном режиме, изменяя свое состояние по каждому отрицательному фронту сигнала С1, то есть делит частоту входного сигнала на 2. Три оставшихся триггера включены таким образом, чтобы считать до 5, то есть делить входную частоту сигнала С2 на 5. После достижения кода 4 (то есть 100) на выходах 2, 4 и 8 этот трехразрядный счетчик по следующему

отрицательному фронту сигнала С2 сбрасывается в нуль. В результате при объединении выхода 1 микросхемы со входом С2 мы получаем 4-разрядный двоично-десятичный счетчик, делящий частоту входного сигнала С1 на 10, сбрасывающийся в нуль после достижения на выходах 1, 2, 4, 8 кода 9 (то есть 1001) по отрицательному фронту сигнала С1.

Счетчик ИЕ2 имеет также два входа асинхронного сброса в нуль R1 и R2, объединенных по функции И, а также два входа установки в 9 — S1 и S2, также объединенных по функции И, причем установка в 9 блокирует установку в нуль. Наличие этих входов сброса и установки позволяет строить на базе счетчика ИЕ2 делители частоты с разными коэффициентами деления. Правда, этот счетчик используется довольно редко, значительно реже, чем другие асинхронные счетчики ИЕ5 и ИЕ19.

Счетчик ИЕ5 точно так же, как и ИЕ2, имеет две части: один триггер (одноразрядный счетчик) со входом С1 и выходом 1 и три триггера (трехразрядный счетчик) со входом С2 и выходами 2, 4, 8. Оба счетчика двоичные, то есть первый считает до двух, а второй — до 8. При объединении входа С2 с выходом 1 получается 4-разрядный двоичный счетчик, считающий до 16. Счет производится по отрицательному фронту входных сигналов С1 и С2. Предусмотрена возможность сброса счетчика в нуль по сигналам R1 и R2, объединенным по функции И.

Счетчик ИЕ19 можно считать сдвоенным вариантом счетчика ИЕ5. Он включает в себя два идентичных независимых друг от друга 4-разрядных асинхронных счетчика, каждый из которых имеет свой счетный вход С и свой вход сброса R. Считают оба счетчика, входящие в микросхему, по отрицательному фронту на своих входах С1 и С2. Сбрасываются они единичными сигналами на своих входах сброса R1 и R2.

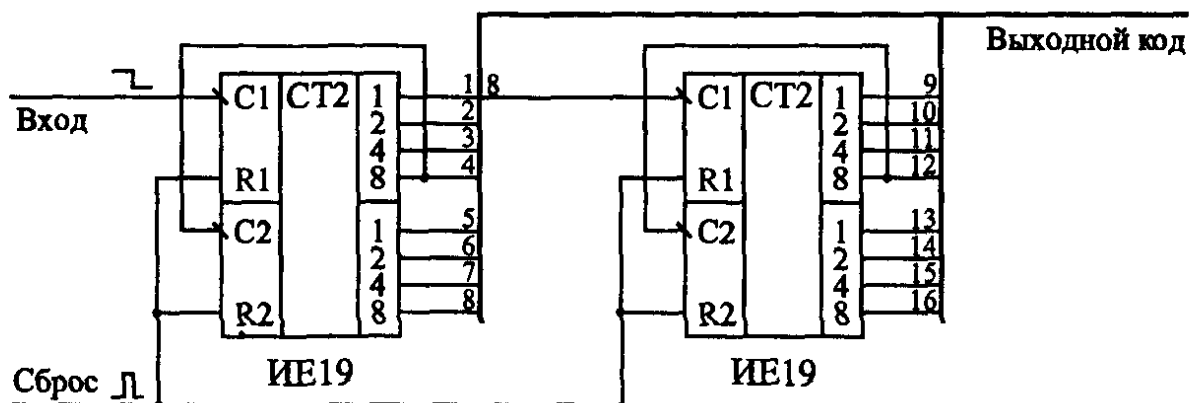


Рис. 1.5. Объединение двух счетчиков ИЕ19 для увеличения разрядности.

Счетчики, входящие в микросхему ИЕ19, можно использовать самостоятельно, но можно и объединить их для получения 8-разрядного асинхронного счетчика с выходами 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Для такого

объединения достаточно соединить выход 8 первого счетчика со счетным входом С2 второго счетчика. Если соединить два счетчика ИЕ19 (рис. 1.5), то получится уже 16-разрядный асинхронный двоичный счетчик. При этом выход 8 второго счетчика соединяется со счетным входом С1 первого счетчика. Однако и в данном случае каждый следующий разряд переключается с задержкой после переключения предыдущего.

Основное применение асинхронных счетчиков состоит в построении всевозможных делителей частоты, то есть устройств, выдающих выходной сигнал с частотой, в несколько раз меньшей, чем частота входного сигнала. В данном случае нас интересует не выходной код счетчика, то есть не все его разряды одновременно, а только один разряд, поэтому взаимные задержки отдельных разрядов не играют роли, полная задержка переключения счетчика не имеет значения. Простейший пример делителя частоты на два — это триггер в счетном режиме или счетчик, выходным сигналом которого является выход первого, младшего разряда.

Синхронные счетчики.

С целью уменьшения времени протекания переходных процессов схему, показанную на рис. 1.3, а, можно реализовать в варианте с подачей входных импульсов одновременно на все триггеры. В этом случае каждый триггер вырабатывает для всех последующих лишь сигналы управления, являющиеся логической функцией состояния счетчика и определяющие конкретные триггеры, которые изменяют состояние при данном входном импульсе. Принцип формирования этих сигналов следует из временной диаграммы на рис. 1.3, б : триггер меняет состояние при поступлении очередного счетного импульса, если все предыдущие триггеры находились в состоянии 1. Отсюда и следует схема синхронного счетчика, показанная на рис. 1.6.

Быстродействие счетчика характеризуется разрешающим временем, т.е. минимальным временным интервалом между входными сигналами, при котором счетчик еще правильно функционирует. Максимальная частота счета F_{\max} связана с разрешающим временем $T_{\text{разр}}$ простым соотношением:

$$F_{\max} = T_{\text{разр}}^{-1}.$$

Очевидно, что быстродействие синхронных счетчиков при прочих равных условиях всегда выше, чем асинхронных.

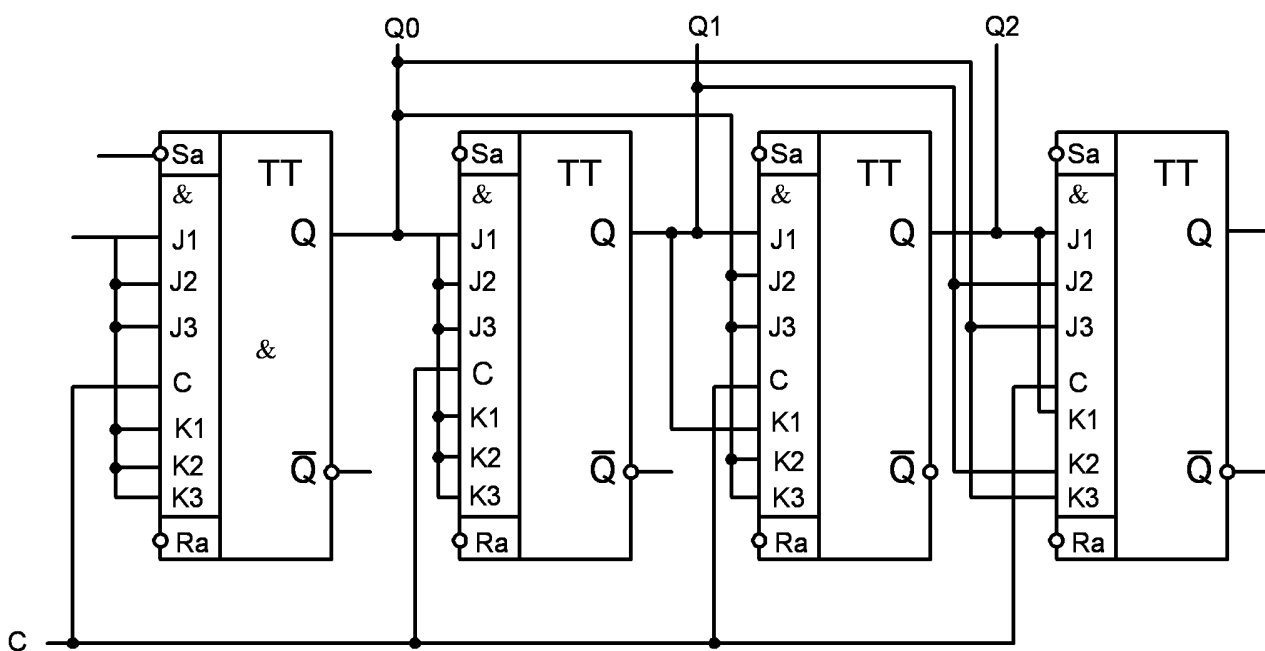


Рис. 1.6. Четырехразрядный синхронный счетчик.

Синхронные (или параллельные) счетчики представляют собой наиболее быстродействующую разновидность счетчиков. Нарращивание их разрядности при соблюдении определенных условий не приводит к увеличению полной задержки срабатывания. То есть можно считать, что именно синхронные счетчики работают как идеальные счетчики, все разряды которых срабатывают одновременно, параллельно. Задержка срабатывания счетчика в этом случае примерно равна задержке срабатывания одного триггера. Достигается такое быстродействие существенным усложнением внутренней структуры микросхемы.

Вместе с тем недостатком синхронных счетчиков является более сложное управление их работой по сравнению с асинхронными счетчиками и с синхронными счетчиками с асинхронным переносом. Поэтому синхронные счетчики целесообразно применять только в тех случаях, когда действительно требуется очень высокое быстродействие, очень высокая скорость переключения разрядов. Иначе усложнение схемы управления может быть не оправдано.

Временная диаграмма работы синхронного счетчика (рис. 1.7) отличается от временной диаграммы синхронного счетчика. Сигнал переноса CR (от английского Carry) вырабатывается в данном случае тогда, когда все выходы счетчика устанавливаются в единицу (при прямом счете) или в нуль (при обратном, инверсном счете). Входной тактовый сигнал в образовании сигнала переноса при этом не участвует.

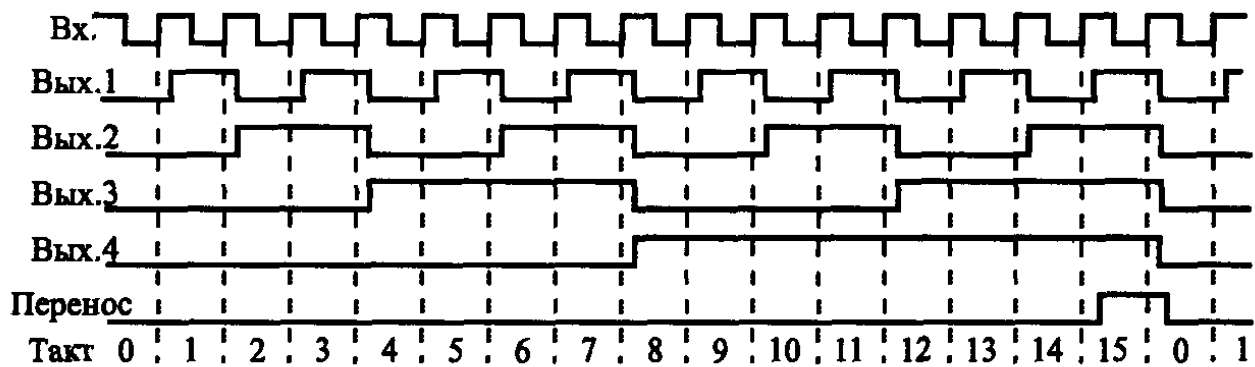


Рис. 1.7. Временная диаграмма работы синхронных двоичных счетчиков.

В стандартные серии микросхем входят несколько разновидностей синхронных (параллельных) счетчиков (рис. 1.8). Различаются они способом счета (двоичные или двоично-десятичные, реверсивные или не реверсивные), управляющими сигналами (наличием или отсутствием сигнала сброса). Все счетчики считают по положительному фронту тактового сигнала, все имеют выход переноса CR и входы расширения для каскадирования. Все счетчики имеют возможность параллельной записи информации.

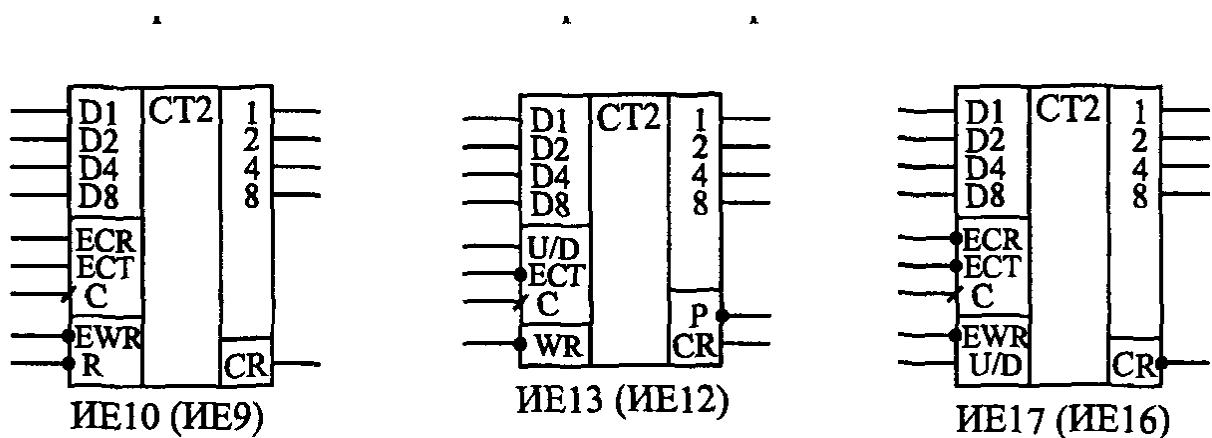


Рис. 1.8. Синхронные счетчики стандартных серий.

Счетчики ИЕ9 и ИЕ10 отличаются друг от друга только тем, что ИЕ9 — двоично-десятичный, а ИЕ10 — двоичный. Микросхемы имеют вход асинхронного сброса -R, по нулевому уровню на котором все выходы счетчика сбрасываются в нуль. Счет (только прямой) производится по положительному фронту на тактовом входе С. Параллельная запись осуществляется синхронно, по положительному фронту на тактовом входе С при установленном в нуль сигнале разрешения записи -EWR. Сигналы ECR (Enable Carry — разрешение переноса) и ECT (Enable Count — разрешение счета) используются при каскадировании микросхем. Разница между этими сигналами в том, что сигнал ECR не только запрещает счет, как сигнал ECT, но еще и запрещает выработку

сигнала переноса CR. Счет идет при единичных сигналах на обоих входах ECT и ECT и при единичном сигнале на входе -EWR. Положительный сигнал переноса CR вырабатывается при максимально возможном коде на выходах счетчика (15 для ИЕ10 и 9 для ИЕ9) и при положительном сигнале на входе ECR.

Счетчики ИЕ12 (двоично-десятичный) и ИЕ13 (двоичный) отличаются от ИЕ9 и ИЕ10 тем, что они реверсивные, то есть допускают как прямой, так и обратный счет. Кроме того, у них несколько другое управление. Считают они также по положительному фронту тактового сигнала С при нулевом уровне на входе разрешения счета ECT. Прямой счет осуществляется при нулевом уровне на входе управления U/D, обратный — при единичном уровне на входе U/D. Переключение уровней на входах U/D и ECT допускается только при положительном сигнале на тактовом входе С.

Микросхемы ИЕ16 (двоично-десятичный счетчик) и ИЕ17 (двоичный счетчик) отличаются от рассмотренных синхронной параллельной записью по фронту тактового сигнала С, возможностью прямого и обратного счета и отсутствием сигнала сброса в нуль.

Срабатывают счетчики ИЕ16 и ИЕ17 по положительному фронту тактового сигнала С. При нулевом уровне на входе разрешения записи -EWR по фронту сигнала С в счетчик записывается информация со входов данных D1, D2, D4, D8. При единичном уровне на входе -EWR по положительному фронту сигнала С происходит счет. Направление счета определяется входом U/D: при единице на этом входе счет прямой, при нуле — обратный. Имеются два входа расширения: вход разрешения счета -ECT и вход разрешения переноса -ECR. Различаются эти два входа тем, что сигнал -ECR не только запрещает счет, как сигнал -ECT, но еще и запрещает выработку сигнала переноса. Переключение уровней на входах U/D, -ECT и -ECR надо производить только при единичном уровне на тактовом входе С.

Применение счетчиков.

Счетчик событий.

События должны быть представлены импульсами с соответствующими логическими уровнями. Максимальное число событий должно быть не более $K_{сч} - 1$, иначе произойдет переполнение счетчика.

Делитель частоты импульсов.

Любой счетчик с модулем $K_{сч}$ может быть использован как делитель частоты входных сигналов с коэффициентом деления $K_{сч}$. Если частота и период импульсов на входе счетчика $F_{вх}$ и $T_{вх}$, то частота импульсов на выходе старшего триггера $F_{вых} = F_{вх} / K_{сч}$, а их период $T_{вых} = K_{сч} \cdot T_{вх}$.

Счетчик команд (СК) в процессоре ЭВМ.

В качестве СК используется двоичный счетчик, разрядность которого равна разрядности шины адреса (ША), т.к. выходы его триггеров это линии адреса соответствующего разряда. СК должен иметь возможность не только последовательного счета, но и любого изменения текущего состояния для реализации условных и безусловных переходов в исполняемой программе.

Распределители импульсов (РИ).

РИ – устройство, распределяющее поток импульсов последовательно, импульс за импульсом, по нескольким выходам. Одно из главных применений РИ – системы обегаящего контроля, где РИ управляют поочередным подключением однотипных датчиков ко входу измерителя.

РИ могут строиться по различным схемам. Чаще всего это двоичный счетчик с дешифратором (ДШ). Счетчик последовательно перебирает двоичные коды, ДШ в соответствии с ними последовательно возбуждает свои выходы. При этом нужно помнить, что ДШ будет расшифровывать не только верные, установившиеся состояния счетчика, но и неустановившиеся, ложные. В результате на выходах такого РИ кроме нормальных сигналов будут появляться короткие всплески напряжения (у ДШ с прямыми выходами) или короткие провалы до нуля (у ДШ с инверсными выходами). Эти сигналы отсутствуют при использовании синхронных счетчиков или их можно устранить, стробируя ДШ по входам разрешения и запрещая его работу на время существования ложного состояния счетчика.

Роль распределителя импульсов может выполнять и сдвиговый регистр с единственнойдвигающейся единицей.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Приборы и оборудование.

Эксперимент выполняется на комбинированном лабораторном комплексе РТЦУЛ-12К, имеющим сопряжение с ПЭВМ. Все параметры эксперимента, установленные и измеренные значения параметров выводятся в соответствующие окна программы-оболочки для работы с установкой – LabVisual 2.5 и дублируются на ЖКД LCD дисплее учебной установки.

Эксперимент состоит из двух частей. При помощи кнопок «РЕЖИМ РАБОТЫ», расположенных на передней панели лабораторного модуля имеется возможность выбрать необходимый опыт: 1) ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ДВОИЧНОГО СЧЕТЧИКА 2) ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ДЕСЯТИЧНОГО СЧЕТЧИКА.

Остановка эксперимента и выход в главное меню осуществляется с помощью кнопки «ESC» на передней панели лабораторного модуля либо кнопки «ГЛАВНОЕ МЕНЮ» в окне программы-оболочки LabVisual 2.5. Для надежного срабатывания кнопку необходимо удерживать нажатой в течение ~1 – 2 секунд.

Сигнальные светодиоды служат для индикации логического состояния входов и выходов каждой исследуемой микросхемы.

Учебная установка конструктивно состоит из БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ, имеющего выход к USB порту компьютера. Все элементы лабораторного модуля выполнены в виде единого блока и в процессе эксплуатации не требуют вмешательства пользователя.

Принципиальные электрические схемы экспериментов представлены на рис. 2.2 — 2.3.

Человек, который работает с электронной техникой, привык работать с десятичной системой счисления, поэтому возникает необходимость отображать хранящееся в счётчике число в непосредственно десятичном виде. Введением дополнительных логических связей — обратных и прямых — двоичные счетчики преобразуются в не двоичные. Наибольшее распространение получили десятичные (декадные) счетчики, работающие с $K=10$ в двоично-десятичном коде (двоичный — по коду счета, десятичный — по числу состояний). Таким образом, для построения десятичного счетчика на выход двоичного счетчика необходимо установить элемент переводящий двоичный код в десятичный (дешифратор).

Программная часть.

Подготовка к работе.

Для сопряжения работы учебной установки с персональным компьютером используется специально разработанный протокол передачи данных LabVisual, разделяющий байты управления и байты данных. Для визуализации принятых данных служит программа-оболочка LabVisual для РТЦУЛ-12. Установка подключается к USB порту компьютера при помощи специального соединительного кабеля.

Программа LabVisual может успешно работать как на компьютерах под управлением ОС Windows так и на компьютерах под управлением ОС Linux при помощи эмулятора среды окружения VirtualBox. На прилагаемых дисках в соответствующих папках содержатся сборки программ для установки и работы в этих операционных системах.

Подробная инструкция по установке среды LabVisual 2.5 содержится в прилагаемом руководстве к программе.

В комплекте с лабораторной установкой поставляется ПЭВМ с предустановленным дистрибутивом среды LabVisual 2.5 и установленным и настроенным программным обеспечением (всё предустановленное программное обеспечение поставляется согласно лицензии GNU GPL v2 и является свободным и бесплатным, если не оговорено обратное; подробно см. п. 1.1 и пп. 4 — 5 Руководства к среде LabVisual 2.5).

После загрузки программной среды (~ 1 мин.) автоматически запуститься программа оболочка LabVisual для работы с экспериментальной установкой. Если программа не запустилась автоматически, на виртуальном рабочем столе следует дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на ярлык LabVisual. При этом должно открыться главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой (рис. 2.1). Программа LabVisual имеет интуитивно понятный, дружелюбный пользовательский интерфейс.

После включения лабораторной установки в сеть и до выполнения конфигурации USB-передатчика учебного прибора, устройство должно быть отключено от USB – порта ПК до соответствующего приглашения пользователя, высвечиваемого на LCD ЖКД дисплее:

Connecting

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства.



Рис. 2.1. Главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой РТЦУЛ-12К.

После соединения прибора с USB – портом ПК и выбора опыта, при запущенной среде LabVisual, необходимая подпрограмма для измерения должна запускаться автоматически. В зависимости от выбранного опыта внешний вид подпрограммы должен соответствовать рис. 2.2 – 2.3.

Для ознакомления с программой в отсутствии учебной установки, можно воспользоваться демонстрационным режимом. Для этого в главном окне программы, **при отключенном от USB-порта ПК приборе**, установите галочку «Демонстрационный режим» и нажмите на кнопку «Переключить». Появится меню, содержащие наименования экспериментов и позволяющее переключаться между ними для ознакомления с интерфейсом программы — оболочки.

Для выхода из демонстрационного режима, в главном окне программы снимите соответствующий флажок и нажмите кнопку «ПЕРЕКЛЮЧИТЬ».

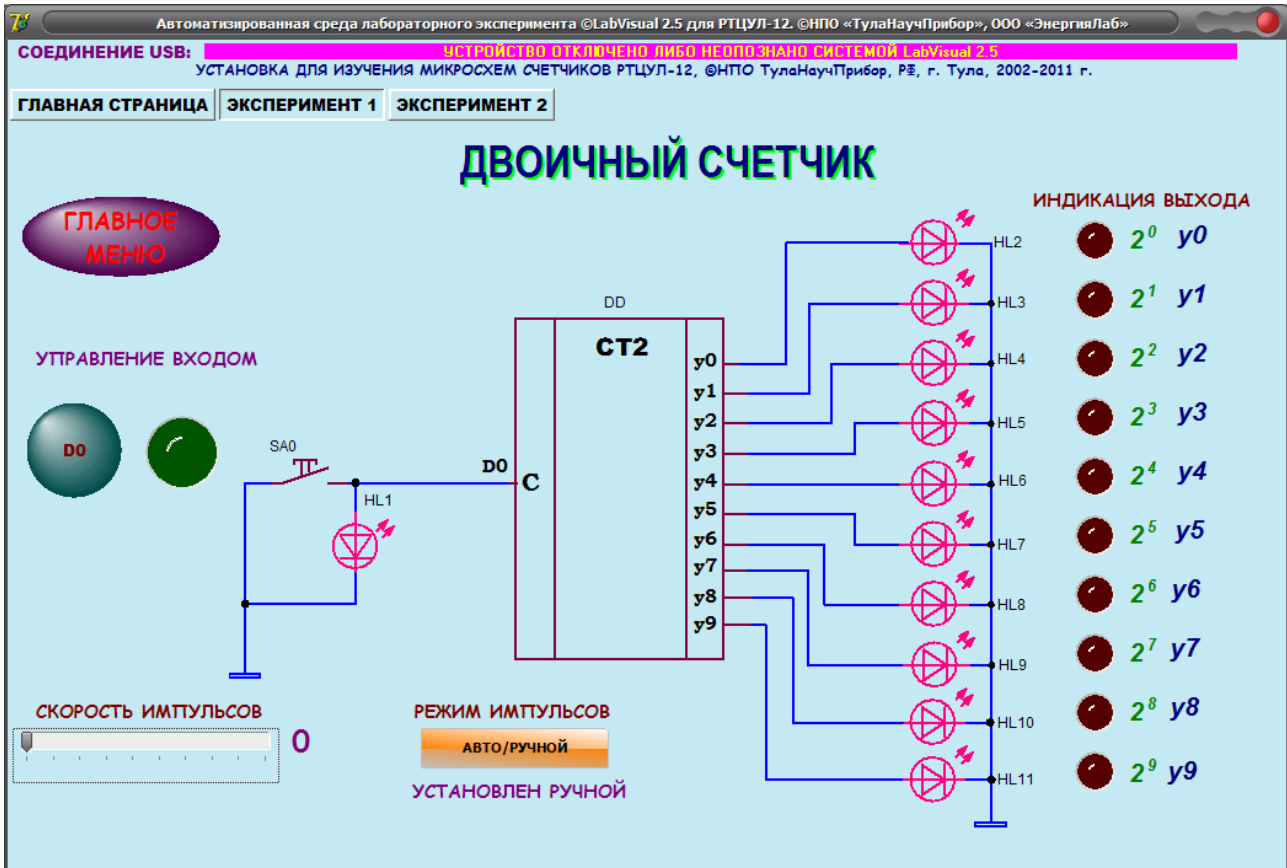


Рис. 2.2. Эксперимент по изучению микросхемы двоичного счетчика.

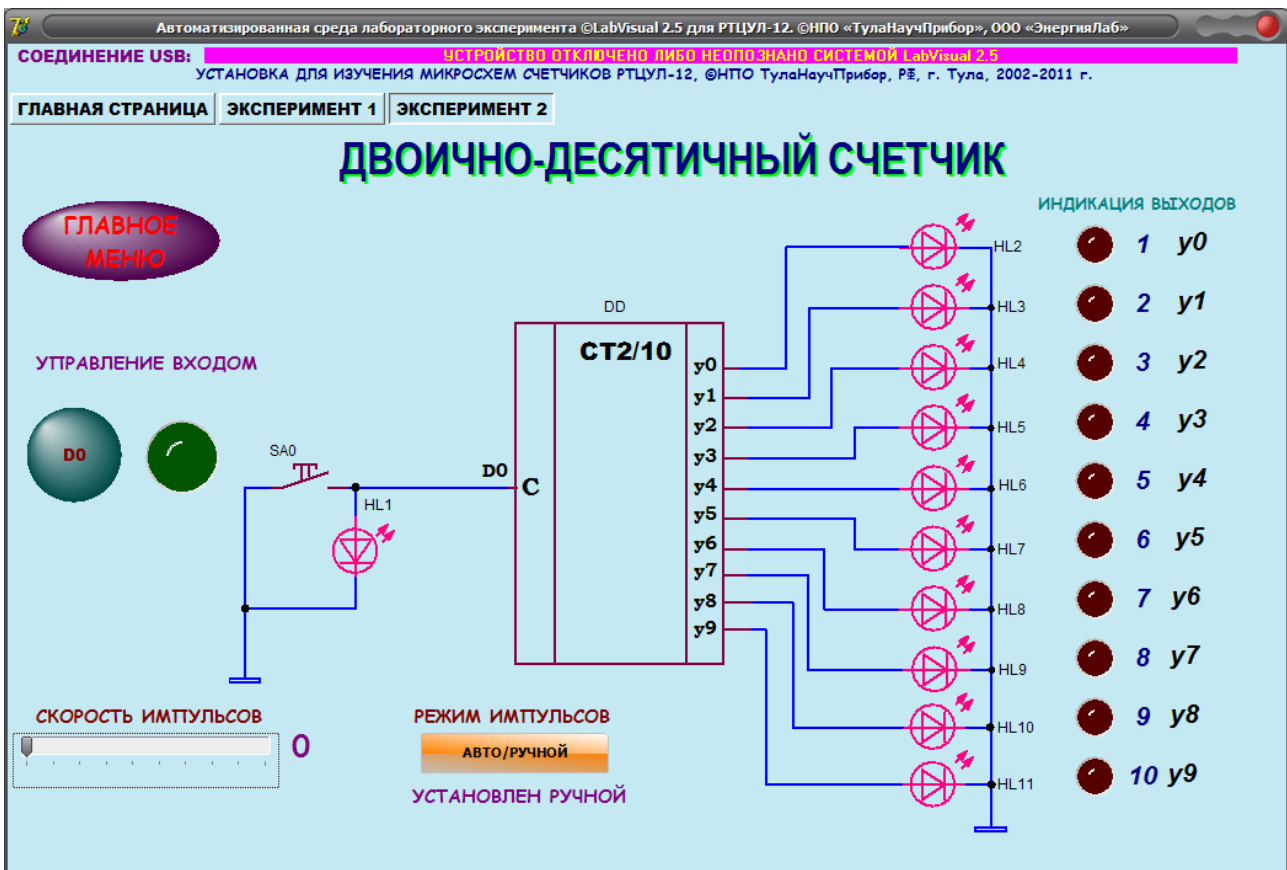


Рис. 2.3. Эксперимент по изучению микросхемы десятичного счетчика.

Демонстрационный режим доступен только в том случае, если прибор отключен от USB – порта ПК, в противном случае переключение режимов блокируется.

После запуска программы автоматически включается рабочий режим и ожидается подключение к USB-порту ПЭВМ.

В данной версии ПО, среда LabVisual позволяет управлять параметрами эксперимента и учебной установкой непосредственно из окна программы – оболочки рис. 2.2 — 2.3.

Порядок выполнения.

1. Перед включением установки в сеть проверить целостность всех соединительных сигнальных и сетевых проводов. Все работы по подключению комплекса к компьютеру следует выполнять только при отключенных от сети приборах. Разобраться с принципиальными блок-схемами опытов, в назначении кнопок, переключателей и ручек прибора. На данном шаге НЕ подключайте прибор к USB порту ПК.
2. Соединить монитор с системным блоком ПЭВМ, подключить клавиатуру и мышь к системному блоку используя стандартные провода для подключения. Подключить системный блок ПЭВМ и монитор к сети ~220 В.
3. Загрузить операционную систему согласно стандартным процедурам загрузки.
4. При необходимости, настроить компьютер для работы с учебной установкой согласно прилагаемому руководству к среде LabVisual.
5. Запустить программу LabVisual для работы с учебной установкой для данного эксперимента пользуясь ярлыком на рабочем столе либо другим способом, указанным лаборантом.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА.

6. Перед началом работы ознакомится с принципиальной схемой учебной установки, разобраться в назначении кнопок и измерительного прибора. Проверить целостность сетевого провода.
7. Включить установку в сеть ~220 В с помощью прилагаемого силового сетевого кабеля евро-стандарта. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели учебного модуля в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный индикатор «СЕТЬ».
8. Дождаться появления системного сообщения на ЖКД LCD дисплее прибора, о дальнейшем порядке действий:

Connecting

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства.

9. Дать установке прогреться в течение трех минут.
10. Приступить к эксперименту по изучению микросхемы двоичного счетчика. Для этого нажать на кнопку управления «РЕЖИМ РАБОТЫ. ДВОИЧНЫЙ» либо на соответствующую кнопку в главном окне программы LabVisual, при этом на экране ПК должна автоматически запуститься соответствующая подпрограмма для данного эксперимента рис. 2.2.
11. В ходе эксперимента следует, подавая известное число импульсов в

ручном режиме кнопкой D0 на вход С, переводить двоичный код на выходе счетчика в десятичное число, которое и будет являться числом подсчитанных счетчиком импульсов. Эту операцию можно проделать и в автоматическом режиме при установке большого периода подачи импульсов (когда импульсы на вход счетчика подаются достаточно медленно). Переключение ручного и автоматического режима подачи импульсов осуществляется кнопкой «АВТО/РУЧНОЙ» в программе, скорость подачи импульсов для автоматического режима устанавливается соответствующим бегунком «СКОРОСТЬ ИМПУЛЬСОВ». Срабатывание триггеров в исследуемом счетчике происходит по нарастанию импульсов положительной полярности, т. е. переходу из логического 0 в 1. Для сброса счетчика следует установить ручной режим работы и выйти в главное меню, нажав кнопку «ГЛАВНОЕ МЕНЮ», затем перезапустить эксперимент. При установленном автоматическом режиме подачи импульсов, следует учитывать, что обновление показаний индикаторов в окне программы-оболочки LabVisual происходит примерно ~ 1 раз в секунду, в тоже время импульсы на вход микросхемы поступают гораздо быстрее. Поэтому автоматический режим следует использовать скорее для демонстрации работы, а логические состояния выводов микросхем в данном случае наблюдать непосредственно на учебной установке.

12. Приступить к эксперименту по изучению микросхемы двоично-десятичного счетчика. Для этого нажать на кнопку управления «РЕЖИМ РАБОТЫ. ДЕСЯТИЧНЫЙ» либо на соответствующую кнопку в главном окне программы LabVisual, при этом на экране ПК должна автоматически запуститься соответствующая подпрограмма для данного эксперимента рис. 2.3
13. В ходе эксперимента следует, подавая известное число импульсов в ручном режиме кнопкой D0 на вход С, наблюдать за логическими состояниями выходов $y_0 - y_9$. Эту операцию можно проделать и в автоматическом режиме при установке большого периода подачи импульсов (когда импульсы на вход счетчика подаются достаточно медленно). Переключение ручного и автоматического режима подачи импульсов осуществляется кнопкой «АВТО/РУЧНОЙ» в программе, скорость подачи импульсов для автоматического режима устанавливается соответствующим бегунком «СКОРОСТЬ ИМПУЛЬСОВ». Срабатывание триггеров в исследуемом счетчике происходит по нарастанию импульсов положительной полярности, т. е. переходу из логического 0 в 1. Для сброса счетчика следует установить ручной режим работы и выйти в

главное меню, нажав кнопку «ГЛАВНОЕ МЕНЮ», затем перезапустить эксперимент. При установленном автоматическом режиме подачи импульсов, следует учитывать, что обновление показаний индикаторов в окне программы-оболочки LabVisual происходит примерно ~ 1 раз в секунду, в тоже время импульсы на вход микросхемы поступают гораздо быстрее. Поэтому автоматический режим следует использовать скорее для демонстрации работы, а логические состояния выводов микросхем в данном случае наблюдать непосредственно на учебной установке.

14. По окончании работы следует закрыть программу-оболочку LabVisual и все открытые подпрограммы, закрыть виртуальную среду VirtualBox (при работе в среде Linux).
15. Выключить компьютер, нажав на кнопку, находящуюся в крайнем нижнем левом углу экрана. Из доступных действий выбрать «ВЫХОД»--> «ВЫКЛЮЧИТЬ КОМПЬЮТЕР».
16. Отключить установку от сети, поставив переключатели «СЕТЬ» на панели установки в положение «выкл» и вынуть сетевые вилки из розеток.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Ефимов И. Е., Козырь И. Я.** Основы микроэлектроники — М-Связь, 1975. — 272 с.
2. **Справочник** по интегральным микросхемам/ Под ред. Б В Та-рабрина. 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Энергия, 1980. — 816 с
3. **Банк М. У.** Аналоговые интегральные схемы в радиоаппаратуре. — М.: Радио и связь, 1981. — 136 с.
4. **Полевые** транзисторы и интегральные микросхемы. Технический каталог. — М.: ЦНИИ «Электроника», 1975. — 112 с.
5. **Батушев В. А.** Электронные приборы. 2-е изд. перераб и доп — М.: Высшая школа, 1980. — 383 с.
6. **Бедрековский М. А., Волга В. В., Кручинкин Н. С.** Микропроцессоры. — М.: Радио и связь, 1981. — 94 с.
7. **Бедрековский М. А., Кручинкин Н. С., Подолян В. А.** Микропроцессоры. — М.: Радио и связь, 1981. — 72 с.
8. **Микропроцессорные БИС и микро-ЭВМ/** Под ред. А. А. Васен-кова. — М.: Сов. радио, 1980. — 280 с.
9. **Микро-ЭВМ «Электроника С-5» и их применение/** Под ред. В. М. Пролейко. — М.: Сов. радио, 1980. — 160 с.
10. **Микросхемы** и их применение. — М.: Энергия, 1978. — 248 с.
11. **Огнев И. В., Шамаев Ю. М.** Проектирование запоминающих устройств. — М.: Высшая школа, 1979. — 320 с.
12. **Прангишвили И. В.** Микропроцессоры и микро-ЭВМ. — М.: Энергия, 1979. — 232 с.
13. **Степаненко И. П.** Основы микроэлектроники. — М.: Сов. радио, 1980. — 424 с.
14. **Проектирование** мнкроэлектронных цифровых устройств/ Под ред. С. А. Майорова. — М.: Сов. радио, 1977. — 272 с.
15. **Кузнецов В.** и др. Развитие микро-ЭВМ семейства «Электроника С-5» и систем на их основе. — Электронная промышленность, 1979, № И, 12, с. 9 — 1.

**ДЛЯ СВОБОДНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»**