

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»
КАФЕДРА РАДИОФИЗИКИ

ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВОЙ СХЕМОТЕХНИКИ

**Исследование схем с использованием платформы
National Instruments ELVIS II**

**Методические указания
к лабораторной работе**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2016

Введение

Целью данной лабораторной работы является исследование простейших логических схем, реализованных с использованием микросхем транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).

Для успешного выполнения работы обязательна предварительная подготовка, в ходе которой необходимо ознакомиться с особенностями строения и применения логических микросхем ТТЛ, изучить принципы работы, таблицы истинности и таблицы переходов базовых логических элементов, триггеров, счетчиков, дешифраторов и других цифровых схем малой степени интеграции.

В процессе выполнения работы в лаборатории студенты учатся собирать простейшие цифровые электронные устройства и измерять их характеристики применяя измерительный комплекс на основе платформы ELVIS II компании National Instruments.

После завершения измерений студенты оформляют отчет о проделанной работе, в котором приводятся используемые справочные данные, режимы измерений и полученные результаты, а также их анализ.

Пункты программы работы (абзацы, начинающие новый пункт отмечены буквами «а)», «б)», «в)» ...) необходимо выполнять последовательно, четко соблюдая указанные требования. Перед выполнением очередного пункта программы работы, следует внимательно прочитать этот пункт до конца. В ходе измерений получаемые результаты заносятся в протокол, а также сохраняются в виде файлов с изображением показаний панелей виртуальных приборов и файлов с измеренными числовыми данными. Часть пунктов программы работы целесообразно выполнять в ходе подготовки отчета, поэтому при выполнении измерений в лаборатории их рекомендуется пропустить (такие пункты отмечены пояснением "ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА").

Программа работы составлена с учетом того, что студенты предварительно должны быть ознакомлены с общими принципами функционирования платформы ELVIS II, структурой панелей макетной платы и основами использования линейки стандартных виртуальных приборов National Instruments для измерений с платформой ELVIS II.

При выполнении работы в лаборатории нужно строго соблюдать правила техники безопасности.

Запрещается запускать на компьютере какие-либо программы и открывать какие-либо папки, кроме указанных в описании лабораторной работы (или с разрешения преподавателя).

При сомнении в корректности работы аппаратуры, правильности получаемых результатов, при появлении окон с сообщениями и предупреждениями о проблемах работы компьютера и ПО, предупреждений антивирусных программ и т.п. ситуаций следует незамедлительно обратиться к преподавателю. При этом, при появлении окон виртуальных приборов

платформы ELVIS с сообщениями и предупреждениями, следует внимательно прочитать сообщения, проверить, включено ли питание макетной платы ELVIS II, перезапустить программы виртуальных приборов, исключив при этом одновременный запуск несовместимых между собой приборов. В случае появления повторных сообщений об ошибках необходимо выключить питание макетной платы и обратиться за помощью к преподавателю.

Обязательным условием допуска студентов к выполнению работы является предварительная подготовка, которая выполняется самостоятельно до начала занятий. Каждый студент должен быть готов представить результаты подготовки в форме конспекта (требования к содержанию конспекта более подробно описаны в разделе 1) и сделать краткое сообщение по изученному материалу.

Раздел 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА

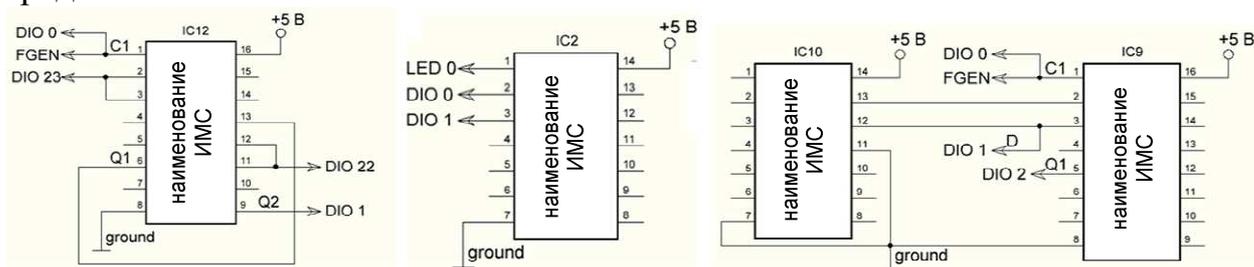
1.1. Общие замечания по подготовке к работе

Для подготовки к работе необходимо пользоваться справочной литературой и учебными пособиями, рекомендованными студентам при изучении курсов по цифровой электронике. В случае использования в качестве источника справочной информации материалов, представленных в сети Интернет, рекомендуется их тщательно проверять и сравнивать значения, полученные из различных источников.

Следует иметь в виду, что в литературе часто приводятся принципиальные схемы, на которых для упрощения не показаны цепи питания и общие шины. При этом подразумевается обязательное подключение выводов питания и общих выводов всех микросхем к соответствующим выводам макетной платы.

В ходе предварительной подготовки необходимо выполнить следующее.

1. Изучить особенности базовых логических элементов ТТЛ логики, их передаточные характеристики, значения входных и выходных напряжений, соответствующие уровням логического нуля и единицы, особенности подачи входных сигналов и подключения выходов различного типа.
2. Изучить материалы по принципам работы виртуальных измерительных приборов, используемых для управления аппаратными средствами NI ELVIS II в настоящей работе, уметь выбрать необходимые режимы и задавать параметры измерений.
3. Найти в справочной литературе конкретные логические микросхемы, которые будут исследоваться в ходе работы (перечень указан ниже), выписать их ключевые параметры и цоколевку.
4. Записать в конспект стандартные таблицы истинности базовых логических элементов, таблицы/графы переходов для последовательностных элементов, зарисовать временные зависимости сигналов, иллюстрирующие работу используемых в работе логических микросхем и рассматриваемых в работе устройств.
5. Нарисовать полные принципиальные схемы, для *каждого* пункта программы работы, в котором предусмотрено установка на монтажной плате той или иной микросхемы (микросхем) с коммутацией выводов и подачей сигналов для изучения работы электронного устройства. На схемах указать обозначения и номера выводов микросхем, подключения всех выводов, в том числе указав подключение цепей питания. Ниже приведены вид представления схем:



Кроме того, желательно для каждой из схем представить также логическую диаграмму, на которой показаны задействованные логические элементы, и соединения между ними и подключения к внешним устройствам на макетной плате, а на выводах логических элементов должны быть указаны номера выводов микросхемы (в случае, если задействована не одна микросхема – на логической диаграмме нужно сгруппировать элементы так, что бы можно было выделить группы элементов, относящиеся к той или иной микросхеме).

Для каждой составленной схемы (с логической диаграммой) должно быть пояснено использование входов/выходов DIO, приведенные на схеме (какие входы/выходы DIO выбираются как выходы цифрового источника – ВП digital writer или как входы индикатора – ВП digital reader). Функциональные входы и выходы собираемых и исследуемых электронных устройств следует обозначить соответствующими символами (S , R , Q_i , C , D и т.д.). Студент должен уметь четко объяснить как составлена такая схема, почему выводы соединены указанным образом, как и посредством какого ВП на входы микросхемы, каким образом и посредством каких элементов будут определяться логические уровни сигнала на выходе микросхем.

1.2. Используемые при измерениях виртуальные приборы

В настоящей работе используются следующие виртуальные приборы, запускаемые из программы *NI ELVISmx Instrument Launcher*:

- Генератор стандартных сигналов (Function Generator), [1, *стр. 17-21*];
- Осциллограф (Oscilloscope) [1, *стр. 80-86*];
- Цифровой ввод / Цифровой вывод (Digital Reader / Digital Writer) [1, *стр. 69-73*].
- Прибор для наблюдения цифровых сигналов (Digital Waveform Viewer), см. Приложение 1.

1.3. Используемые микросхемы и их подключение

В работе используются следующие микросхемы ТТЛ серии K155 (KM155) или ТТЛШ серии K531:

- K155ЛА3 – четыре элемента 2И-НЕ;
- K155ЛЕ1 – четыре элемента 2ИЛИ-НЕ;
- K155ЛП5 – четыре двухвходовых элемента «исключающее ИЛИ»;
- K531ТВ9 – сдвоенный JK-триггер;
- K155ИЕ6 – двоично-десятичный четырехразрядный счетчик;
- K155ЛА3 – дешифратор на 10 выходов с открытым коллектором;
- K155СП1 – схема сравнения двух четырехразрядных двоичных чисел.

Все микросхемы припаяны на печатные платы, каждая из которых имеет два ряда жестких выводов с шагом 2.5 мм для установки на макетную плату NI ELVIS II.

Прежде чем проводить измерения необходимо идентифицировать микросхемы, входящие в состав лабораторного комплекта, и определить расположение и назначение выводов. Все используемые в данной работе микросхемы конструктивно выполнены в корпусах DIP 14 (рис. 1, а) или DIP 16 (рис. 1, б), имеющие, соответственно, по 14 или по 16 выводов. На корпусах микросхем имеется «ключ» в виде выемки, расположенный около первого вывода (как на рис. 1, а) микросхемы или со стороны первого и последнего выводов (как на рис. 1, б). Выводы необходимо отсчитывать против часовой стрелки, начиная от первого, смотря на микросхему сверху. Номера крайних выводов также подписаны на печатной плате.

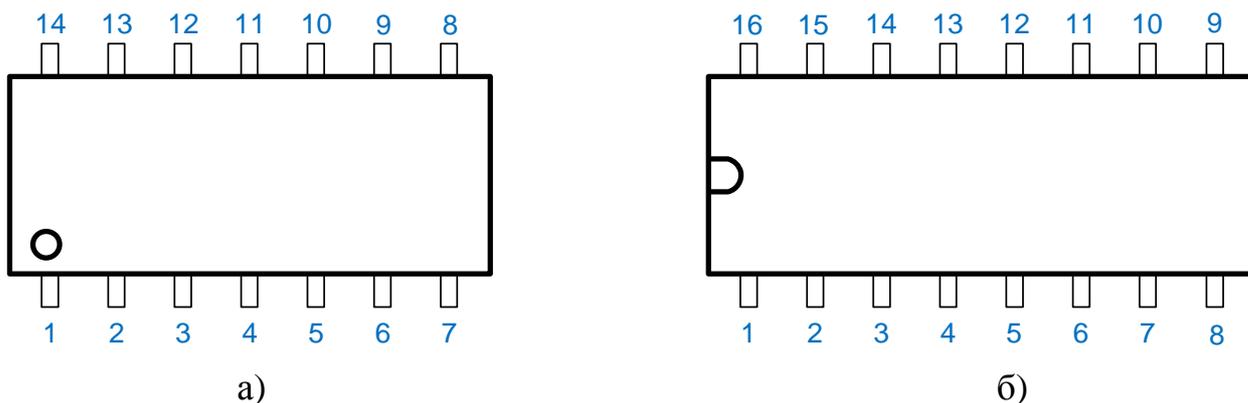


Рис. 1. Расположение выводов интегральных микросхем в корпусе DIP.

При установке микросхем на макетной плате их следует располагать по возможности ближе к правому краю платы. Это позволит уменьшить длину проводников, соединяющих выводы микросхем, с используемыми входами/выходами DIO 0 – DIO 23 и LED 0 – LED 7 платы расширения платформы ELVIS.

Для подключения к цепям питания и общему проводу можно использовать контакты +5V и GROUND, расположенные в правом нижнем углу макетной платы. При сборке сложных схем, содержащих несколько микросхем, удобно подключить питание к вертикально соединенным отверстиям макетной платы, отмеченным красной полоской и знаком «+», общий провод подключить к аналогичной полоске, отмеченной синей линией и знаком «-», а уже к ним при помощи проводников подключать соответствующие выводы микросхем, резисторов и других элементов схемы.

Для подачи **уровня логического нуля** можно подключить вход микросхемы ТТЛ к общему проводу или **использовать прибор цифрового вывода Digital Writer**.

Для подачи **уровня логической единицы** можно подключить вход микросхемы ТТЛ к цепи питания +5 В через резистор сопротивлением 1 – 2 кОм (до 10 – 20 входов к одному резистору) или **использовать прибор цифрового вывода Digital Writer**.

Для регистрации логического уровня на выводе микросхемы следует **использовать прибор Digital Reader** или подключить анализируемый сигнал к одному из входов светодиодов LED 0 – LED 7. Катоды светодиодов

подключены к общему проводу платы, а аноды – к выводам через добавочные резисторы 220 Ом, что позволяет непосредственно подавать сигналы с выходов микросхем ТТЛ на входы LED 0 – LED 7 и свечение светодиода сигнализирует о наличии уровня логической единицы. Можно одновременно использовать оба варианта индикации выходного сигнала.

Перед установкой микросхем на макетную плату, сборкой любой схемы и внесением в неё изменений необходимо выключать питание макетной платы выключателем, расположенным в правом верхнем углу рабочей станции NI ELVIS II. Включать питание можно только после подключения всех используемых входов микросхем, полной сборки схемы и ее проверки.

! Особое внимание при сборке схем следует обращать на **правильность подачи напряжения питания** на выводы микросхемы.

У используемых в работе микросхем в корпусе DIP 14:

- к общему проводу подключается вывод 7,
- к шине питания +5 В подключается вывод 14.

У микросхем в корпусе DIP 16:

- к общему проводу подключается вывод 8,
- к шине питания +5 В подключается вывод 16.

Раздел 2. ПРОГРАММА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Изучение работы логических элементов

Для изучения работы простейших логических элементов (вентилей) «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ» и «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» используются микросхемы К155ЛА3, К155ЛЕ1 и К155ЛП5 (КМ155ЛП5), содержащие по четыре базовых логических элемента. Схемы соответствия выводов вентиля и выводов микросхем приведены на рисунке 2.

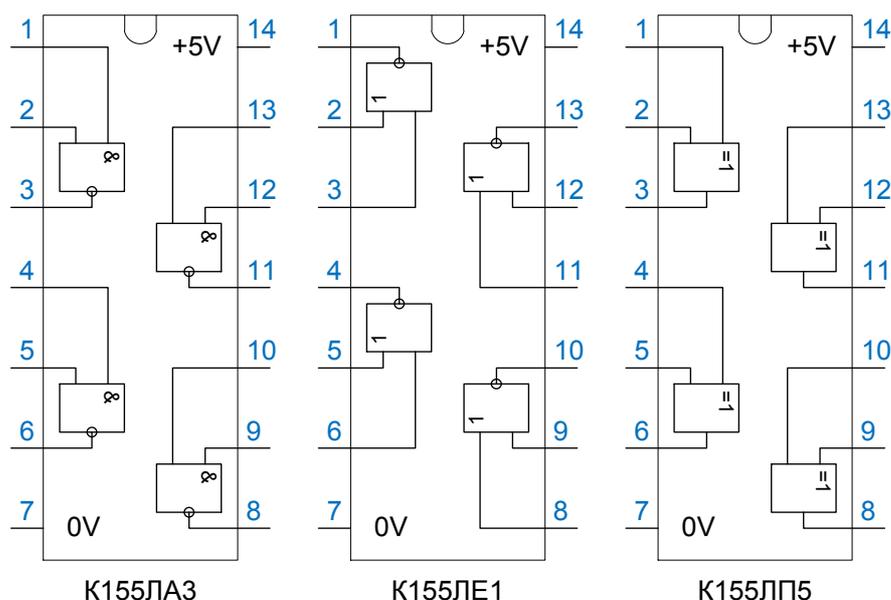


Рис. 2. Микросхемы К155(КМ155) ЛА3, ЛЕ1, ЛП5.

а) Сборка схемы для изучения работы элемента «И-НЕ»

Установите на макетной плате микросхему с элементами И-НЕ, подключите выводы питания.

Подсоедините входы элемента И-НЕ (любого) к выходам прибора Digital Writer.

Подсоедините выход выбранного элемента И-НЕ к входу прибора Digital Reader или к одному из входов светодиодов LED 0 – LED 7 (можно одновременно использовать оба варианта индикации).

Для оперативной сборки схемы следует руководствоваться принципиальной схемой, начерченной в ходе предварительной подготовки (см. раздел 1).

б) Определения правил работы вентиля «И-НЕ»

Подавая все возможные комбинации логических нулей и единиц на входы выбранного вентиля И-НЕ зафиксируйте соответствующие логические значения на выходе вентиля.

Так же зафиксируйте значение выходного сигнала в случаях, когда один или оба входа логического элемента не подключены ни к какому источнику сигнала.

Результаты указанных измерений запишите в протокол, заполнив соответствующий столбец Таблицы 1.

в) Изучение работы вентиля «ИЛИ-НЕ»

Повторите действия, указанные в п. а) и б) для вентиля ИЛИ-НЕ, выбрав соответствующую микросхему.

г) Изучение работы вентиляей «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ»

Повторите действия, указанные в п. а) и б) для вентиля ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, выбрав соответствующую микросхему.

д) ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА. Проанализируйте полученные результаты.

Полученные в ходе измерений данные сравните с таблицей истинности логического элемента И-НЕ, ИЛИ-НЕ, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.

Исходя из полученных результатов измерений, определите, как данные микросхемы интерпретируют информационный уровень входного сигнала в том случае, когда вход ни к чему не подключен.

Таблица 1

Уровни, подаваемые на входы		Уровни, наблюдаемые на выходе		
x_2	x_1	Вентиль МС K155ЛА3	Вентиль МС K155ЛЕ1	Вентиль МС K155ЛП5
0	1			
0	1			
1	0			
1	1			
0	не подкл.			
1	не подкл.			
не подкл.	0			
не подкл.	1			
не подкл.	не подкл.			

2.2. Изучение работы простейших схем RS-триггера

В данной части изучаются простейшие варианты схемы RS-триггера, представленные на рисунке 3. Схема на рисунке 3 слева соответствует обычному варианту RS-триггера (с прямыми входами), которая собирается с использованием вентиляей микросхемы K155ЛЕ1. Схема на рисунке 3 справа соответствует варианту RS-триггера с инверсными входами и собирается на вентилях микросхемы K155ЛА3.

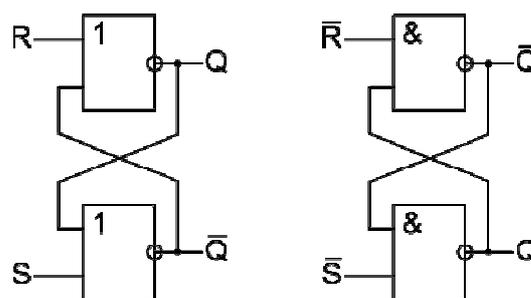


Рис. 3. Схемы RS-триггеров на элементах 2ИЛИ-НЕ и 2И-НЕ.

а) Сборка схемы RS-триггера.

Используя логические элементы ИЛИ-НЕ, входящие в состав микросхем K155ЛЕ1 соберите RS-триггер (схема на рис. 3 слева).

Подсоедините входы триггера к прибору Digital Writer.

Подсоедините выходы триггера ко входам прибора Digital Reader или к одному из входов светодиодов LED 0 – LED 7 (можно одновременно использовать оба варианта индикации).

Для оперативной сборки схемы следует руководствоваться принципиальной схемой, начерченной согласно рис. 3 и цоколевке микросхемы К155ЛА3 в ходе предварительной подготовки (см. раздел 1).

б) Изучение правил работы схемы в штатном режиме.

Переключая комбинации сигналов на входах триггера изучите закономерности в переключении состояний триггера.

Следует убедиться в соблюдении режима "хранения" состояния триггера при входных сигналах с уровнем нуля и зафиксировать изменение выходных сигналов триггера в следующих случаях:

- при подаче единицы только на вход R , затем только на вход S для нулевого исходного состояния триггера (рисунок 4 а и б соответственно),
- аналогично для единичного исходного состояния триггера (рисунок 4 в и г соответственно).

В результате таких измерений следует заполнить ячейки Таблицы 2, указав в ячейках значения Q^+ на которое меняется исходное значение Q после подачи соответствующей комбинации входных сигналов. Следует обратить внимание, действительно ли на выходах наблюдаются инверсные комбинации значений сигналов.

в) Изучение реакции схемы на запрещенную комбинацию входных сигналов.

Зафиксируйте выходные сигналы схемы при подаче на входы запрещенной для RS -триггера комбинации $R=S=1$, а также определите какое состояние триггера устанавливается при выходе схемы из запрещенной комбинации в режим $R=S=0$ для разной очередности переключения входов (рисунок 4 д и е).

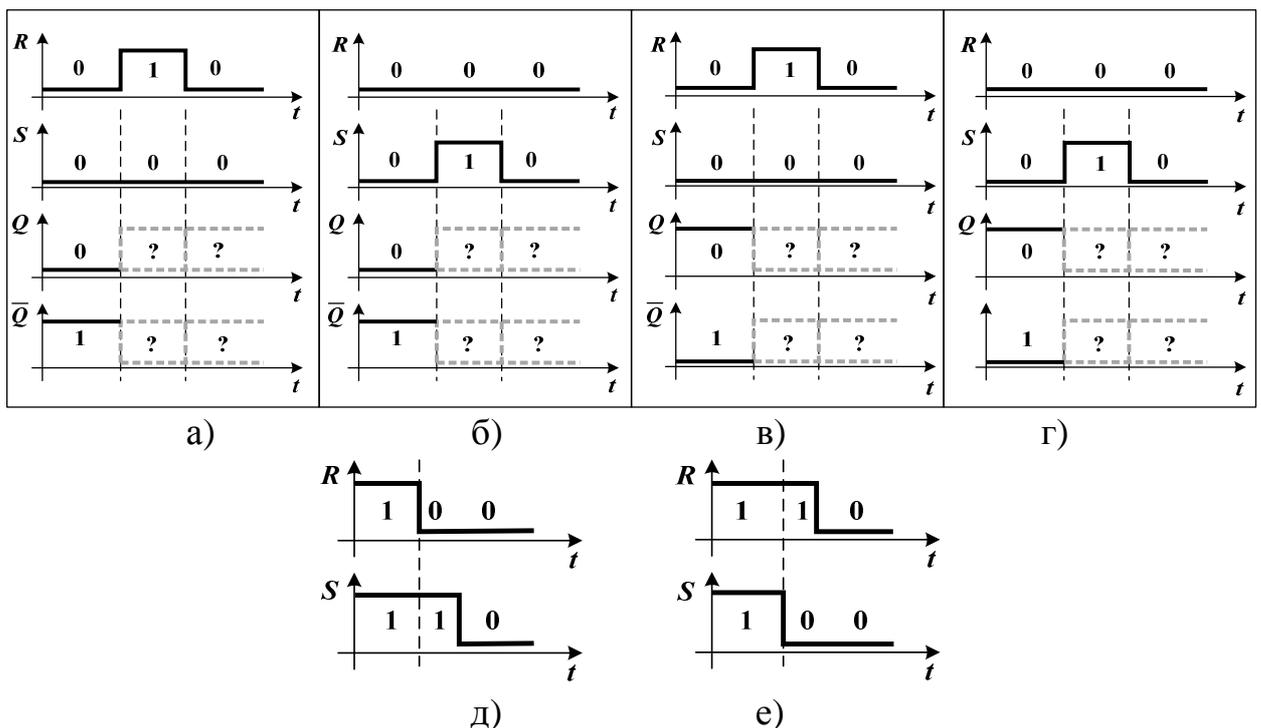


Рисунок 4. Изменения сигналов в схемах RS триггера, которые следует рассмотреть при анализе работы схем.

- а), б) – рассмотрение управляющих комбинаций $RS = 10$, и $RS = 01$ при $Q = 0$;
 в), г) – рассмотрение комбинаций $RS = 10$, и $RS = 01$ при $Q = 1$;
 д), е) – изменения входных сигналов при рассмотрении запрещенной комбинации $RS = 11$.

г) Изучение схемы RS-триггера с инверсными входами.

Повторите все измерения, приведенные в п. а) – в) для схемы триггера с инверсными входами (схема на рис. 3, справа).

д) **ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА.** Анализ результатов.

Для каждой из изученных схем по заполненной в результате измерений Таблице 2, составьте граф переходов каждой схемы и сравните их со стандартной таблицей и графом переходов RS-триггера.

Охарактеризуйте реакцию схемы на запрещенную комбинацию.

Таблица 2.

		Управляющая комбинация RS			
		00	01	10	11
Q	0	Q^+	Q^+	Q^+	запрещенная комбинация
	1	Q^+	Q^+	Q^+	

2.3. Изучение работы схем на основе JK-триггеров

Для изучения схем на основе JK-триггеров предусмотрена микросхема К531ТВ9, в состав которой входят два идентичных триггера, имеющих инверсные асинхронные входы установки и сброса R и S, входы J и K, а также тактовый вход C (рис. 5).

Микросхема позволяет реализовать и исследовать схемы триггеров разного типа. Для демонстрации JK-триггера следует использовать штатный режим работы одного из триггеров микросхемы. RS-триггер формируется с использованием асинхронных входов установки JK-триггера. Триггеры D и T типа формируются путем коммутаций входов JK-триггера (при необходимости используйте логические элементы микросхем К155ЛА3, ЛЕ1, ЛП5).

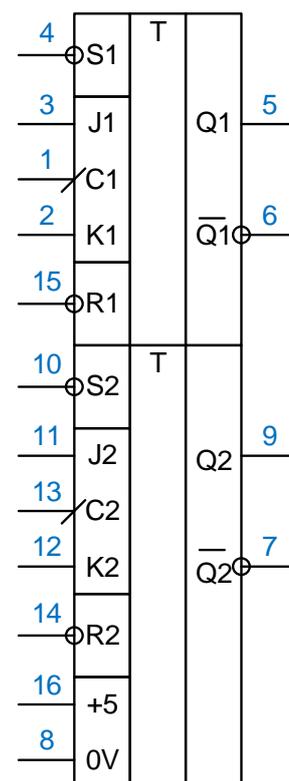


Рис. 5.
Микросхема
К531ТВ9

а) Изучение работы микросхемы в режиме асинхронного RS-триггера.

Соберите схему для изучения данного режима работы (необходимо использовать принципиальную схему, нарисованную в ходе предварительной подготовке к работе).

Рассмотрите все те же переключения, что и в предыдущем пункте и зафиксируйте результаты в соответствующей таблице. Обратите внимание, при каком переходе на тактовом входе C (при фронте или при срезе) происходит переключение триггера

б) Изучение работы микросхемы в режиме JK-триггера.

Соберите схему для изучения работы JK триггера (необходимо использовать принципиальную схему, нарисованную в ходе предварительной подготовке к работе).

Установите желаемую комбинацию значений на входах триггера и посмотрите, как изменяются выходные сигналы триггера после переключения сигнала тактового входа

в значение 1 и обратно, рисунок 6. Таким образом изучите реакцию триггера на все комбинации входных сигналов при каждом из двух исходных состояний триггера (всего 8 вариантов) и заполните таблицу 3. Обратите внимание, при каком переходе на тактовом входе C (при фронте или при срезе) происходит переключение триггера

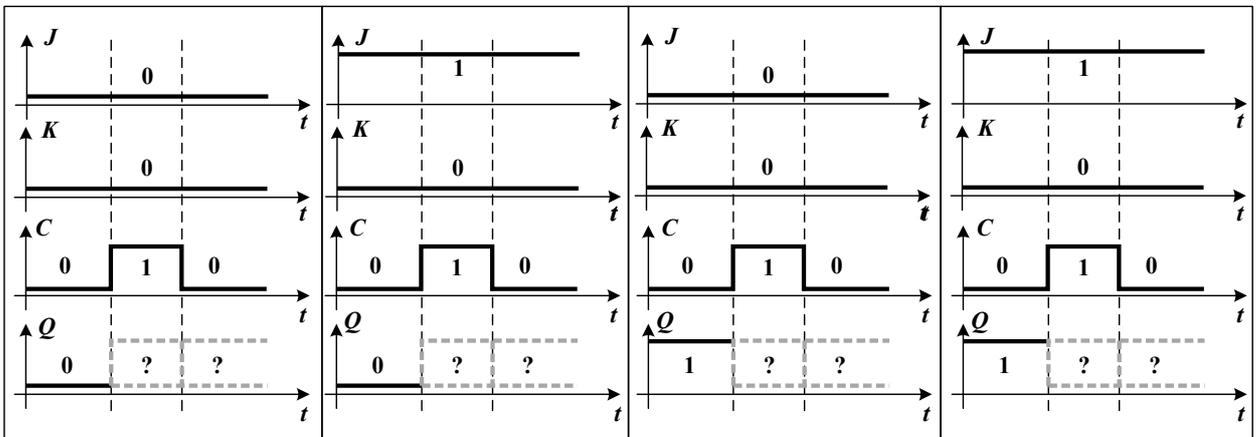


Рисунок 6. Изменения сигналов в схеме тактируемого JK -триггера, которые следует рассмотреть при анализе работы схемы (показаны 4 варианта исходных комбинаций JK и Q из восьми возможных).

в) Изучение работы микросхемы в режиме Т-триггера.

Соберите схему для изучения работы микросхемы в режиме Т-триггера сделав соответствующие коммутации на входах микросхемы (необходимо использовать принципиальную схему, нарисованную в ходе предварительной подготовки к работе). Установите желаемое значение на входе триггера и посмотрите, как изменяются выходные сигналы триггера после переключения сигнала тактового входа в значение 1 и обратно (рисунок 7). Таким образом изучите реакцию триггера на все возможные варианты входного сигнала при каждом из двух исходных состояний триггера (всего 4 варианта) и заполните таблицу 4. Обратите внимание, при каком переходе на тактовом входе C (при фронте или при срезе) происходит переключение триггера

г) Изучение работы микросхемы в режиме D-триггера.

Соберите схему для изучения работы микросхемы в режиме D-триггера используя логические элементы микросхем К155ЛА3 или ЛЕ1 (необходимо использовать принципиальную схему, нарисованную в ходе предварительной подготовки к работе). Установите желаемое значение на входе триггера и посмотрите, как изменяются выходные сигналы триггера после переключения сигнала тактового входа в значение 1 и обратно (рис. 7). Таким образом изучите реакцию триггера на все возможные варианты входного сигнала при каждом из двух исходных состояний триггера (всего 4 варианта) и заполните таблицу 4. Обратите внимание, при каком переходе на тактовом входе C (при фронте или при срезе) происходит переключение триггера.

Таблица 3.

		сигналы JK			
		00	01	10	11
Q	0	Q^+	Q^+	Q^+	Q^+
	1	Q^+	Q^+	Q^+	Q^+

Таблица 4.

		сигнал T/D	
		00	01
Q	0	Q^+	Q^+
	1	Q^+	Q^+

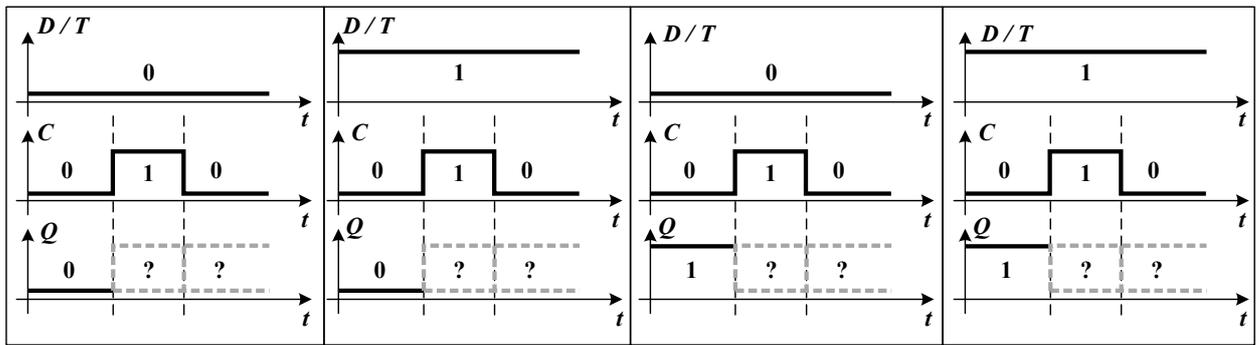


Рисунок 7. Изменения сигналов в схемах тактируемых триггеров D и T типа, которые следует рассмотреть при анализе работы схем.

д) ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА. Анализ результатов.

По полученным результатам составьте таблицы переходов и графы переходов для схем триггеров сравните со стандартными. Какие значения (комбинации значений) входных сигналов соответствуют режиму "хранения состояния". Отметьте, при каком переходе на тактовом входе C (при фронте или при срезе) происходит переключение триггера.

е) Изучение простейших схем деления частоты на 2.

На основе микросхемы K531TB9 соберите делитель частоты на 2.

Для проверки/демонстрации реализации деления частоты на 2 зафиксируйте временные диаграммы входных и выходных сигналов делителя.

Для получения временных диаграмм в качестве источника импульсов следует использовать генератор (ВП "Function Generator") в режиме прямоугольных импульсов (необходимо установить размах импульсов " V_{pp} " 4 В и смещение "DC Offset" равное 2 В). При этом посредством осциллографа (ВП "Oscilloscope") следует зарегистрировать осциллограммы с входными импульсами некоторой частоты f_0 и выходными импульсами с частотой $f_0/2$, выбрав временной масштаб таким образом, чтобы наглядно продемонстрировать деление частоты и видеть моменты переключения выходного сигнала.

Сохраните файл с изображением осциллограммы.

ж) Изучение простейших схем деления частоты на 4.

На основе микросхемы K531TB9 соберите делитель частоты на 4.

Для проверки/демонстрации реализации деления частоты на 4 зафиксируйте временные диаграммы входных и выходных сигналов делителя, так же, как и в предыдущем пункте.

Сохраните файл с изображением осциллограммы, демонстрирующей деление частоты на 4.

2.4. Изучение работы реверсивного счетчика

В данной части исследуется работа двоично-десятичного реверсивного счетчика K155IE6, имеющий два отдельных входа подачи импульсов для счета в сторону увеличения и уменьшения, вход сброса R , входы предварительной установки $D1 - D4$ (рис. 8).

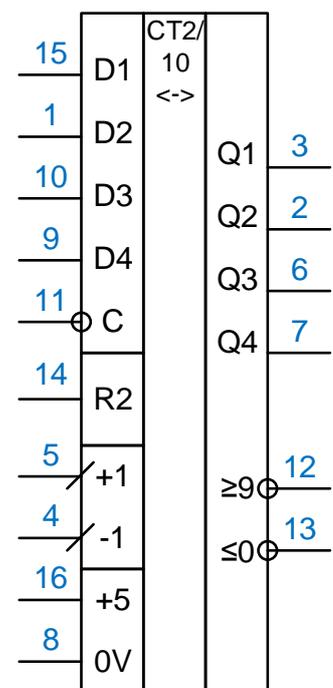


Рис. 8. Микросхема K155IE6

Необходимо исследовать работу реверсивного счетчика в следующих режимах: предварительной установки, счета в сторону увеличения и счета в сторону уменьшения.

а) Изучение режима установки счетчика

Установите микросхему на монтажной плате и произведите подключения, необходимые для изучения ее работы.

Задайте желаемую комбинацию на входах D1 – D4.

Подав соответствующий сигнал на вход разрешения установки С зафиксируйте, какие уровни формируются на выходах счетчика.

Обратите внимание, при каком переходе на тактовом входе С (при фронте или при срезе) происходит переключение триггера

б) Изучение режима работы с увеличением результата счета.

Зарегистрируйте временные диаграммы работы счетчика.

Поскольку ВП «oscilloscope» позволяет отображать только два канала, в этом случае для регистрации сигналов следует использовать виртуальный прибор для наблюдения цифровых сигналов «Digital Waveform Viewer», который позволяет регистрировать до 8 сигналов. Этот прибор кратко описан в Приложении 1 к данному описанию.

Сохраните файл с изображением осциллограммы ВП «Digital Waveform Viewer», демонстрирующей режим счета.

в) Изучение режима работы с уменьшением результата счета.

Зарегистрируйте временные диаграммы работы счетчика в режиме уменьшения результата счета с использованием ВП «Digital Waveform Viewer».

Сохраните файл с изображением осциллограммы, демонстрирующей режим счета.

г) Изучение схемы счетчика с измененным модулем счета.

Для формирования счетчика с измененным модулем счета (выберите модуль счета самостоятельно) следует использовать базовые логические элементы, входящие в состав микросхем К155ЛА3, ЛЕ1, ЛП5.

Соберите схему счетчика с измененным модулем счета. Для оперативной сборки схемы следует руководствоваться принципиальной схемой, начерченной в ходе предварительной подготовки (см. раздел 1).

Зарегистрируйте временные диаграммы работы счетчика в режиме увеличения результата счета с использованием ВП «Digital Waveform Viewer».

Сохраните файл с изображением осциллограммы, демонстрирующей режим счета.

д) ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА. Анализ полученных результатов.

По полученным временным диаграммам поясните выполнение требуемого режима счета (определите последовательность изменения двоичных чисел, соответствующих логическим уровням выходных сигналов счетчика).

Обратите внимание, при каких переходах (фронт или срез) сигнала происходит переключение счетчика, начальная установка и сброс показаний. Какие при этом должны быть уровни сигналов на других управляющих входах.

Поясните, для чего предназначены выходы ≥ 9 и ≤ 0 (выводы 12 и 13) и как их необходимо использовать?

2.5. Изучение работы дешифратора

В данном пункте исследуется работа дешифратора К155ИЕ6 (рис. 7).

Так как дешифратор имеет выходы с открытым коллектором, для обеспечения высокого уровня напряжения на выходах необходимо подключать между ними и источником питания +5 В нагрузочные резисторы сопротивлением 820 Ом – 3,3 кОм. Иначе на выходах всегда будут низкие уровни напряжения.

Составьте таблицу истинности для дешифратора. В качестве входных можно использовать как сигналы, подаваемые с виртуального прибора цифрового вывода Digital Writer, так и с выходов счетчика, установленного в заданное число.

ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА. Сопоставьте полученную таблицу истинности со стандартной таблицей истинности дешифратора.

Подключите дешифратор к выходам счетчика и исследуйте его работу при подаче на вход счетчика последовательности импульсов. В режиме счета импульсов зарегистрируйте временные диаграммы работы счетчика и нескольких выходов дешифратора.

Измените модуль счета двоично-десятичного счетчика при помощи дешифратора.

2.6. Изучение схемы сравнения двух двоичных чисел

В данном пункте исследуется действие схемы сравнения двух четырехразрядных двоичных чисел К155СП1 (рис. 8).

Подключите входы схемы сравнения к выходам виртуального прибора цифрового вывода Digital Writer, выходы к светодиодам LED 0 – LED 2 или к входам прибора цифрового ввода Digital Reader.

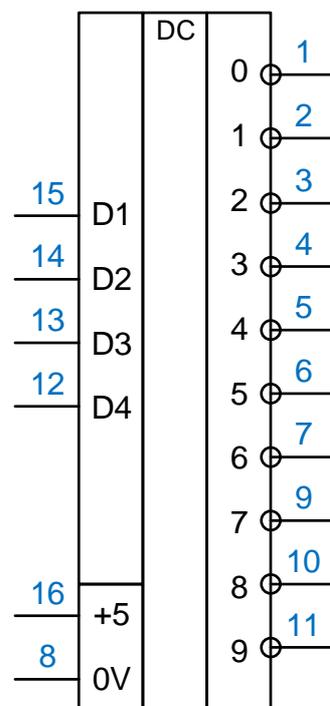


Рис. 7. Микросхема

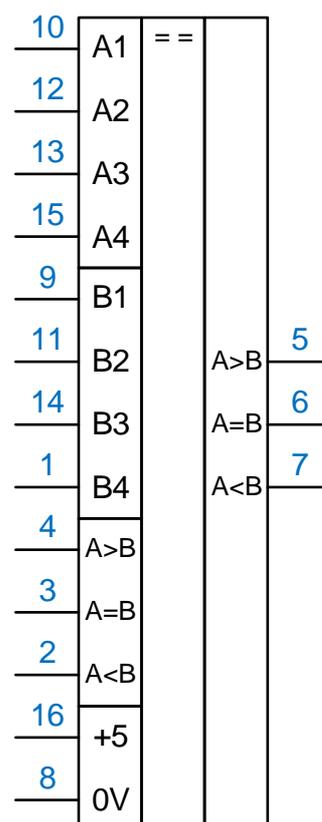


Рис. 8. Микросхема К155СП1

* Поясните, для чего предназначены входы $A > B$, $A < B$, $A = B$ (выводы 2, 3, 4) и как их необходимо использовать?

Составьте таблицу истинности при нескольких значениях входных чисел $A > B$, $A < B$, $A = B$ и различных комбинациях значений на входах $A > B$, $A < B$, $A = B$ (выводы 2, 3, 4). Обратите внимание, какие значения присутствуют на выходах схемы сравнения при одновременной подаче на выходы 2, 3, 4 всех нулей или всех единиц.

* Убедитесь в правильности работы схемы сравнения.

По окончании работы закройте все открытые программы, выключите питание макетной платы и платформы ELVIS II, перенесите все полученные результаты на съемный носитель (флешку) и завершите работу Windows, кратковременно нажав выключатель питания компьютера.

После корректного завершения работы Windows выключите питание лабораторной установки выключателем сетевого фильтра, расположенного на рабочем столе или под столом.

Раздел 3. УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА

Литература

1. NI ELVIS II Учебный курс. National Instruments Россия, СНГ и Балтия, 2009.
2. У. Титце, К. Шенк. Полупроводниковая схемотехника. 12-е издание. Том I Москва, ДМК Пресс. 2008.
3. У. Титце, К. Шенк. Полупроводниковая схемотехника. 12-е издание. Том II. Москва, ДМК Пресс. 2007.
4. В.С. Гутников, В.В. Лопатин, А.И. Недашковский. Электронные устройства информационно-измерительной техники. Ленинград, Ленинградский ордена Ленина политехнический институт им. М.И.Калинина. 1984.
5. Бойт К. Цифровая схемотехника. – М.: Техносфера, 2007. – 472 с.
6. Букреев И.Н., Горячев В.И., Мансуров Б.М. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. – М.: Техносфера, 2009. – 712 стр.
7. Лехин С.Н. Схемотехника ЭВМ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 672 с., ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Входящий в состав приборов NI ELVIS II осциллограф (oscilloscope) позволяет одновременно наблюдать зависимость от времени не более двух сигналов. При необходимости получения временных диаграмм большего количества сигналов следует использовать виртуальный прибор для наблюдения цифровых сигналов Digital Waveform Viewer, лицевая панель которого приведена на рисунке .

Прибор Digital Waveform Viewer позволяет одновременно наблюдать и регистрировать зависимости от времени до восьми цифровых сигналов, подаваемых на DIO 0 – DIO 7, а также аналогового сигнала, подаваемого на один из входов ai0 – ai15, расположенных в левой верхней части макетной платы NI ELVIS II. Для синхронизации временной диаграммы может использоваться как аналоговый, так и цифровой сигналы.

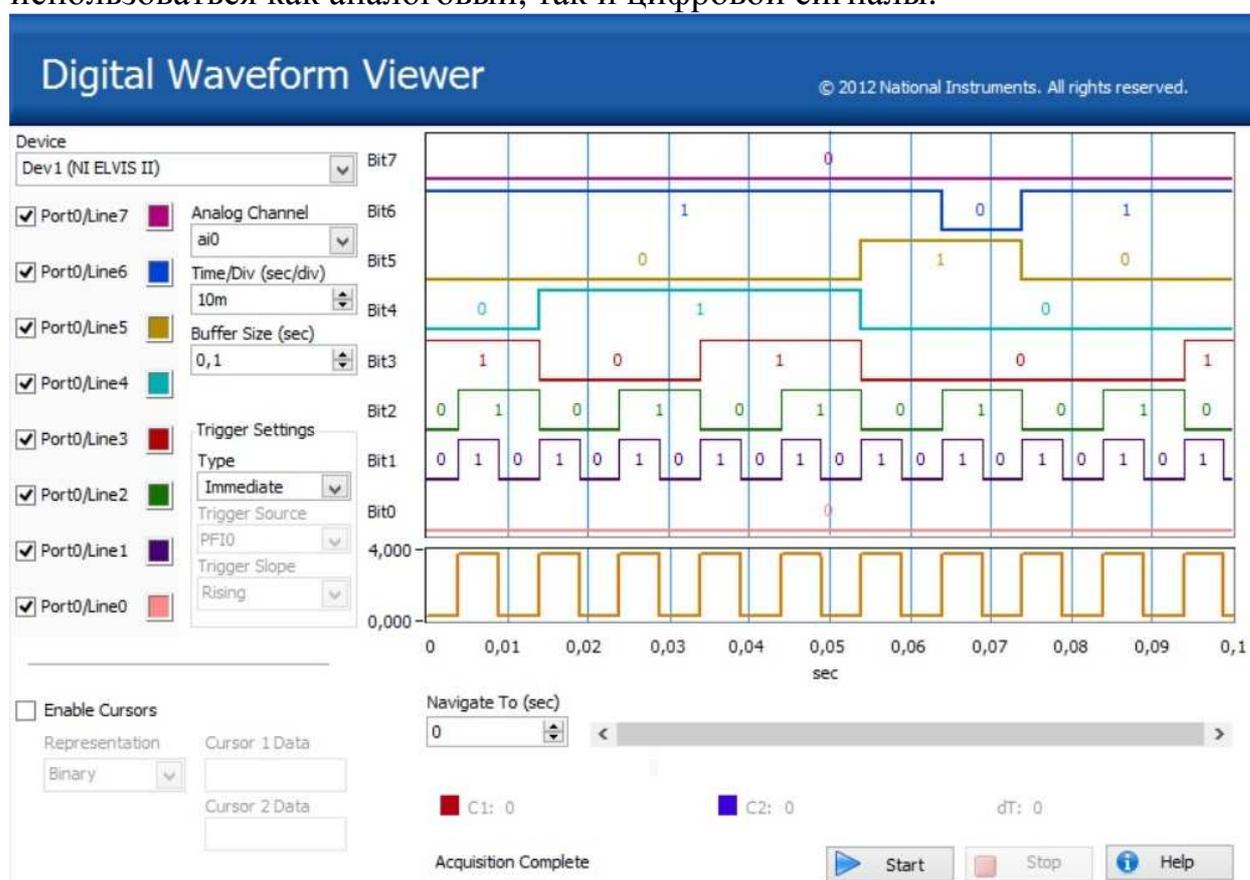


Рис. 5. Лицевая панель виртуального прибора для наблюдения цифровых сигналов.