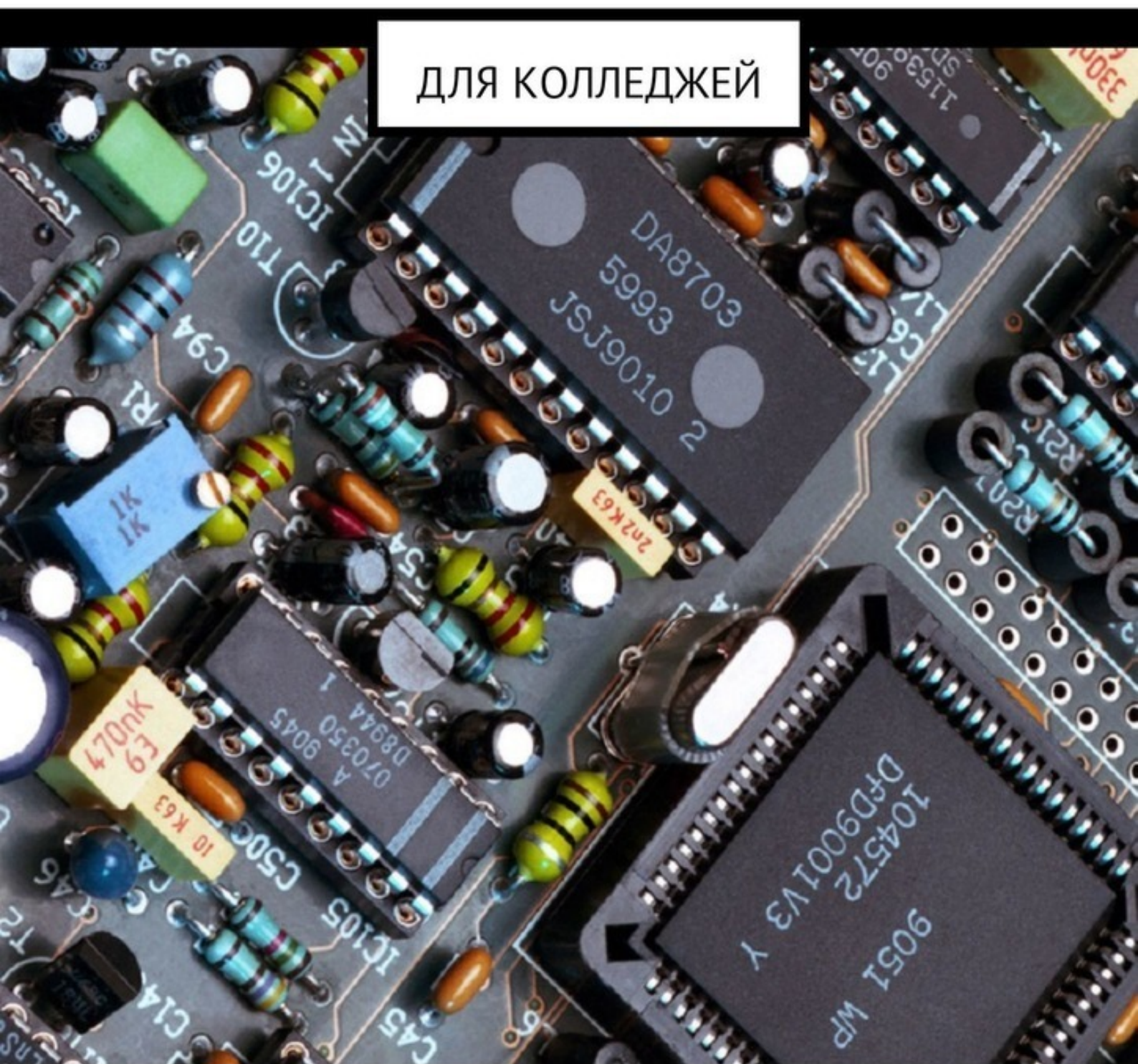


М.А. НСАНОВ

Сборник лабораторных работ по цифровым устройствам

для КОЛЛЕДЖЕЙ



М. А. Нсанов

**Сборник лабораторных
работ по цифровым
устройствам. Для колледжей**

«Издательские решения»

Нсанов М. А.

Сборник лабораторных работ по цифровым устройствам. Для колледжей / М. А. Нсанов — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-933877-8

Рассматриваются 36 лабораторных работ по исследованию работы конкретных микросхем цифровых устройств от логических элементов до счетчиков и распределителей с помощью программы Electronics Workbench. Описание почти каждой работы содержит: предварительное задание, порядок выполнения работы, пример выполнения предварительного задания и пример выполнения лабораторной работы с показом и объяснением результатов. Автор рекомендует использовать формат fb2 и читалку CoolReader.

ISBN 978-5-44-933877-8

© Нсанов М. А.

© Издательские решения

Содержание

Введение	6
Раздел 1. Логические элементы	8
Лабораторная работа №1	8
Лабораторная работа №2	23
Лабораторная работа №3	31
Лабораторная работа №4	42
Лабораторная работа №5	50
Лабораторная работа №6	62
Раздел 2. Комбинационные цифровые устройства	70
Лабораторная работа №7	70
Лабораторная работа №8	75
Конец ознакомительного фрагмента.	78

Сборник лабораторных работ по цифровым устройствам Для колледжей

М. А. Нсанов

© М. А. Нсанов, 2024

ISBN 978-5-4493-3877-8

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Введение

Если студент хочет действительно разбираться в цифровой микроэлектронике, то только теоретических знаний, полученных из учебников и лекций преподавателя, абсолютно недостаточно. Нужно не только знать теоретически, как *должно* работать цифровое устройство, но и посмотреть, как оно работает *в реальности*.

Для этого в курсе предмета «Цифровые устройства» (Цифровая микроэлектроника, Цифровая микросхемотехника) любого технического учебного заведения предусмотрено выполнение цикла лабораторных работ.

Данный Сборник лабораторных работ состоит из трех разделов:

1. Логические элементы. Здесь проводится исследование работы логических элементов и конкретных микросхем, содержащих эти логические элементы.

2. Комбинационные цифровые устройства (ЦУ). В этом разделе опять же с помощью конкретных микросхем исследуется работа устройств, которые не способны запоминать результаты выполненных операций: шифраторы, дешифраторы, сумматоры и многие другие.

3. Последовательностные ЦУ. На этом этапе выполняется исследование работы микросхем устройств, которые не только выполняют определенные операции, но и могут запоминать полученные результаты этих операций. К ним относятся: интегральные триггеры, регистры, счетчики, запоминающие устройства (ЗУ) и прочие.

Описание почти каждой лабораторной работы содержит:

– Предварительное задание, которое каждый студент должен выполнить до начала лабораторной работы.

– Порядок выполнения работы.

– Пример выполнения предварительного задания.

– Пример выполнения лабораторной работы с показом и объяснением результатов.

Здесь приведены лабораторные работы, которые выполняются на компьютерах с помощью программы **Elektroniks Workbench**. Автор в курсе, что есть более новая версия этой программы под названием **Multisim**, но ничего *принципиально* нового там нет. Поэтому перерабатывать весь огромный накопленный материал под новую версию автор не видит смысла.

Описания работ составлены с учетом того, что все студенты достаточно свободно обязаны уметь работать с компьютерной программой **Elektroniks Workbench**, так как на этой же программе выполнялись ранее лабораторные работы по электротехнике и электронике. Здесь следует иметь в виду, что указанная программа использует «Западные» стандарты (смотрите Введение из указанного в [Л1] учебника), а мы (в частности, Россия и Казахстан) применяем «восточные» стандарты.

Работы, которые выполняются на лабораторном стенде, приводить не имеет смысла, так как в учебных заведениях используются разные стенды.

Возможно, те, кто проявит интерес к данному труду, найдет (хотя бы в Интернете) нечто *отдаленно* похожее, но автор ни в коей мере не ориентировался на разработки других специалистов (хотя, конечно же, знакомился с ними), а только на наглядность и эффективность обучения студентов в отношении развития умений и навыков работы с цифровыми устройствами.

Настоящий Сборник изначально (еще во время работы автора в Алматинском колледже связи) задумывался применительно именно к специализации отрасли связи, но надеюсь, что он будет полезен при обучении студентов любых отраслей, где используется аппаратура цифровой микроэлектроники. Автор считает, что данный сборник будет особо полезен для преподавателей учебных заведений технической направленности, где изучается аппаратура цифровой микроэлектроники.

Необходимая теоретическая база для выполнения указанных здесь лабораторных работ приведена в учебнике: **Нсанов М. А. Цифровые устройства. Электронная версия, издательство Ridero, 2018 [Л1]**, который имеется в продаже на **Litres.ru, Ozon.ru, ТД «Москва» (moscowbooks.ru), Google Books (books.google.ru), Bookz.ru, Lib.aldebaran.ru, iknigi.net, Bookland.com**, на витринах мобильных приложений **Everbook, МТС, Билайн и др.** Кроме этого, студенты могут (и даже желательно) пользоваться другими учебниками и учебными пособиями по данному предмету.

Здесь приведено значительно больше лабораторных работ, чем положено по программе. Некоторые из них разработаны на перспективу, а также используются в качестве демонстрационного материала при изложении соответствующих тем.

Все приведенные здесь лабораторные работы поставлены и апробированы в течение около 20 лет в Алматинском колледже связи (АКС) и Алматинском Государственном колледже транспорта и коммуникаций (АГКТК). Оба колледжа являются старейшими и ведущими учебными заведениями Республики Казахстан соответствующего профиля и уровня, которые скоро будут праздновать свое 90-летие.

Если появятся какие-либо вопросы к автору, то можно непосредственно связаться с ним по адресу электронной почты: **murat.nsanov@gmail.com**.

Раздел 1. Логические элементы

Лабораторная работа №1 «Исследование работы ЦУ на логических элементах в статическом режиме»

Предварительное задание

Перед выполнением задания следует рассмотреть Пример 2 из §1.2 [Л1].

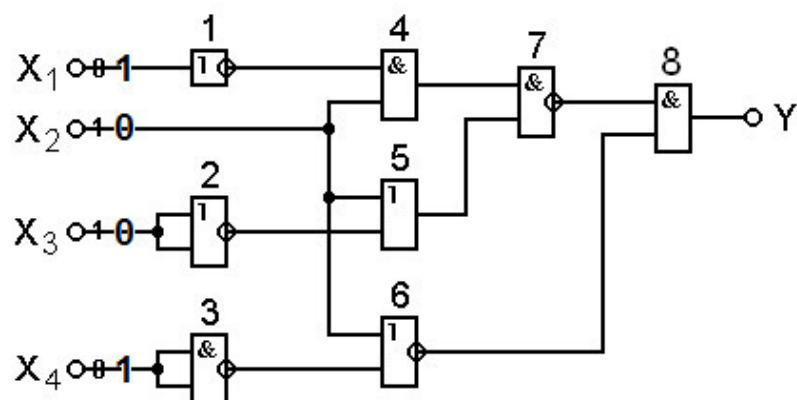
1. Записать название каждого логического элемента по их номерам в схеме.

Рядом с названием указать, какую операцию выполняет данный элемент.

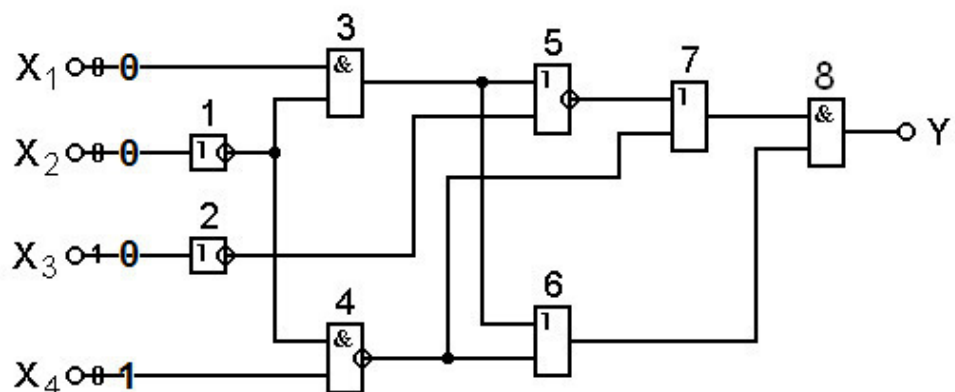
2. Выполнить анализ работы заданной в соответствии со своим вариантом схемы в статическом режиме по заданным значениям входных сигналов: указать значения сигналов на входах и выходах всех элементов.

Для входных сигналов, указанных более мелким шрифтом – карандашом, более крупным шрифтом – ручкой.

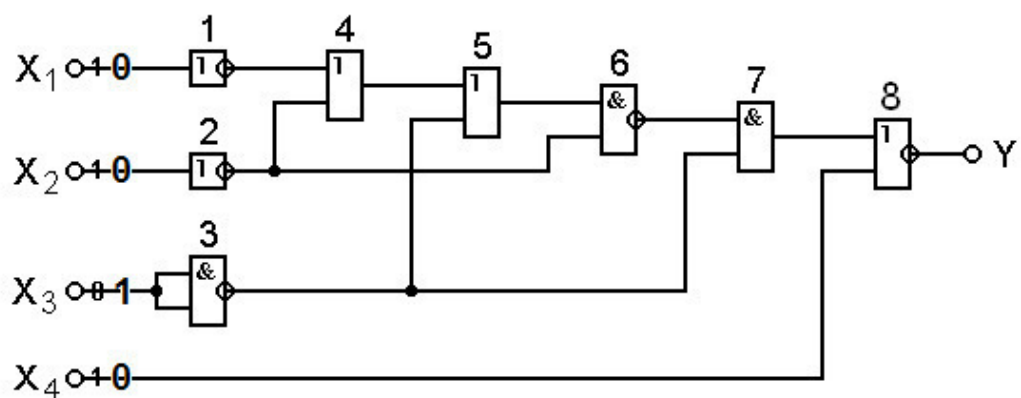
Вариант 1



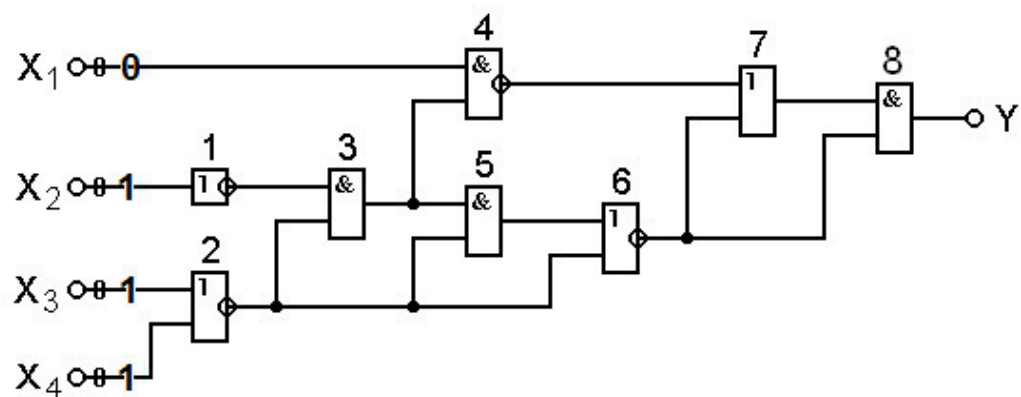
Вариант 2



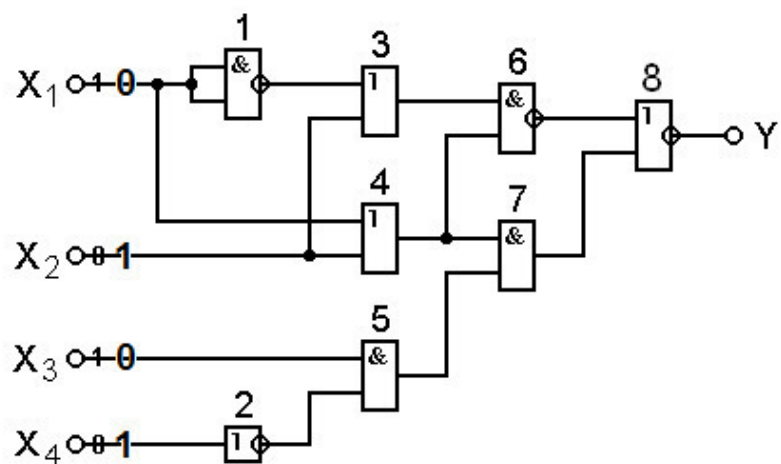
Вариант 3



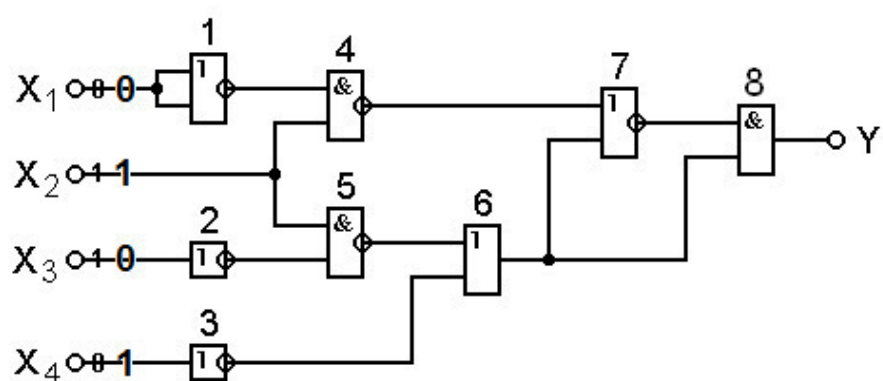
Вариант 4



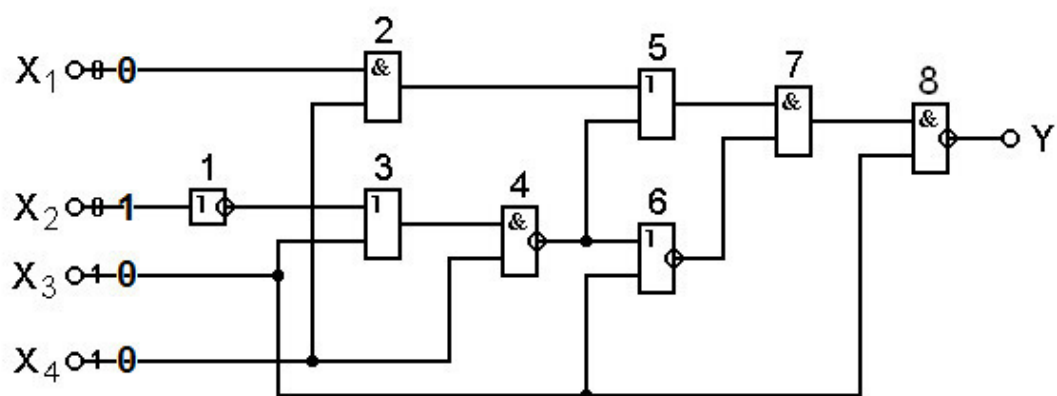
Вариант 5



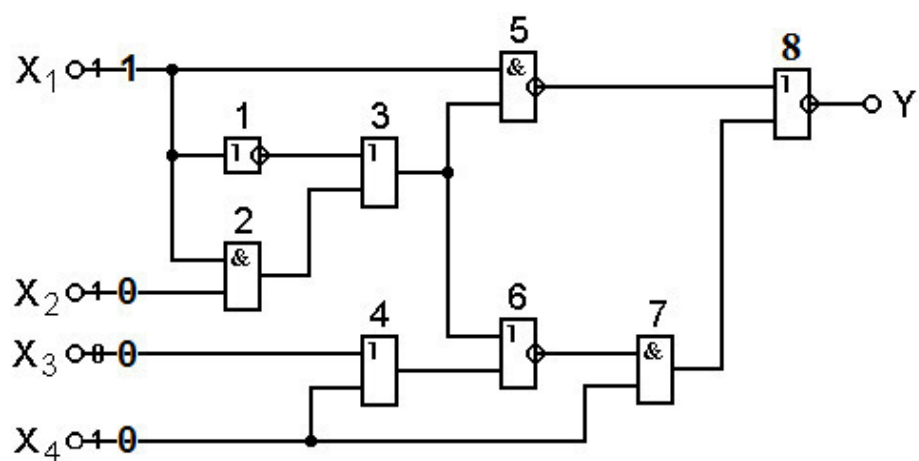
Вариант 6



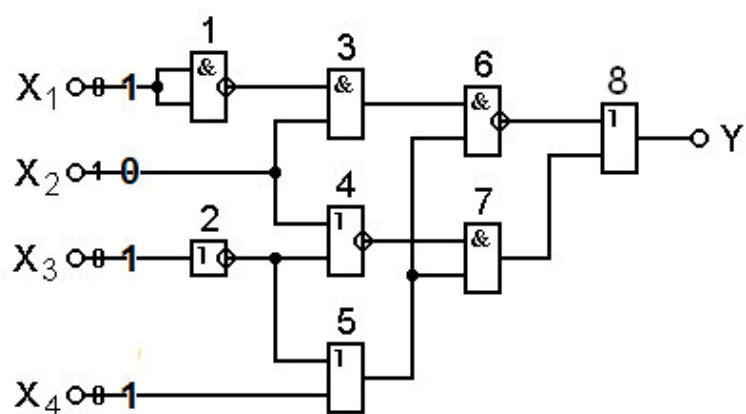
Вариант 7



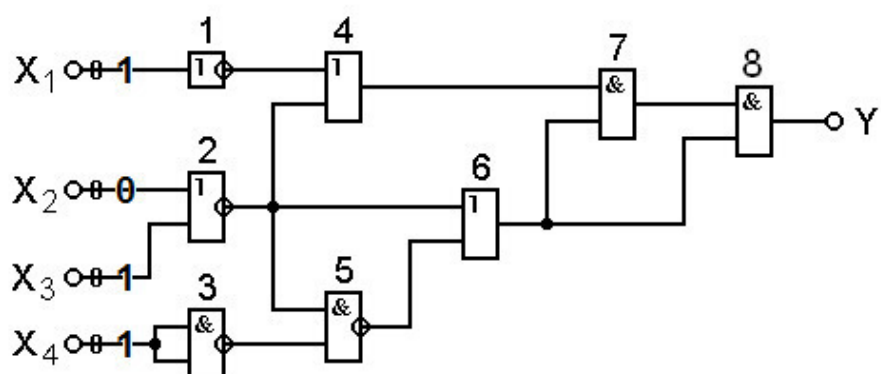
Вариант 8



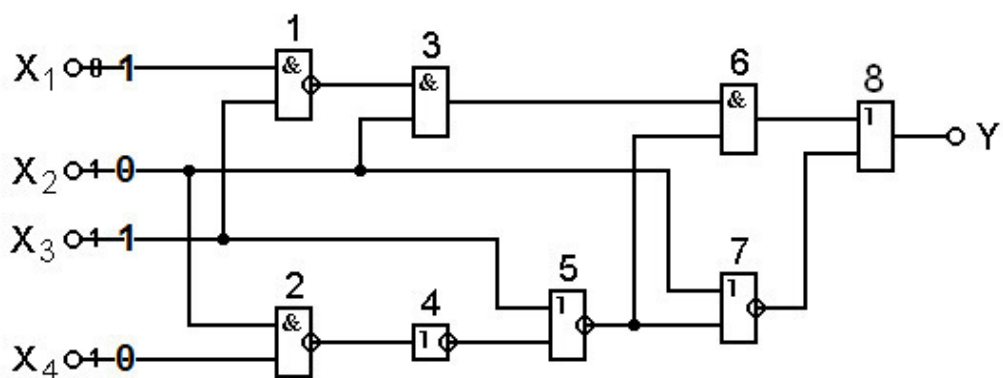
Вариант 9



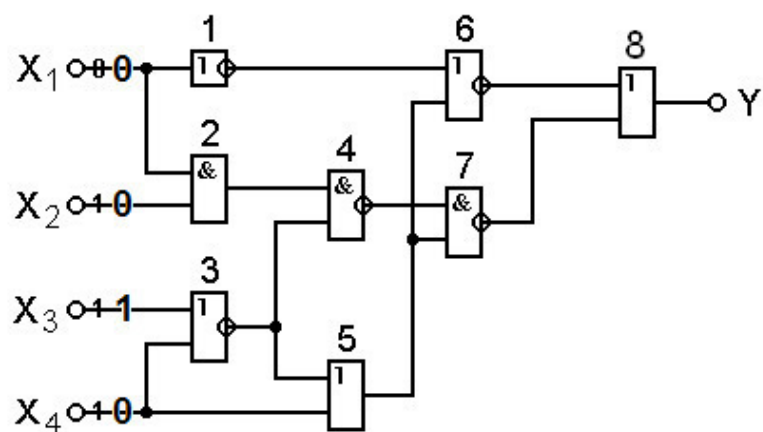
Вариант 10



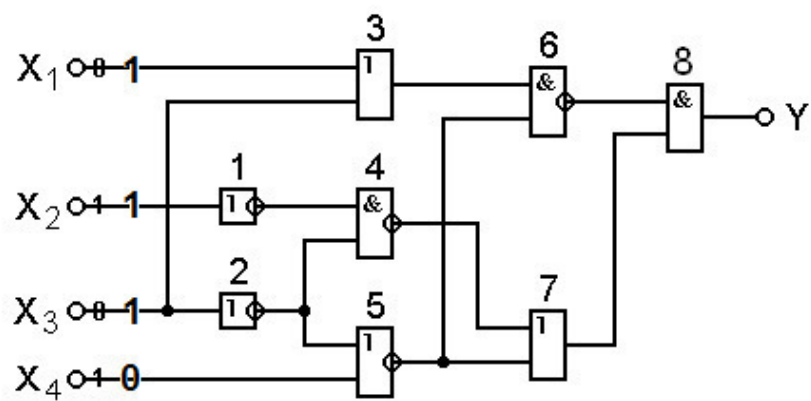
Вариант 11



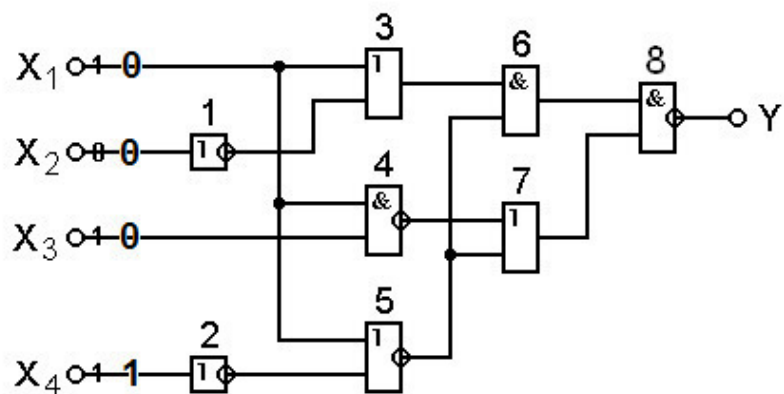
Вариант 12



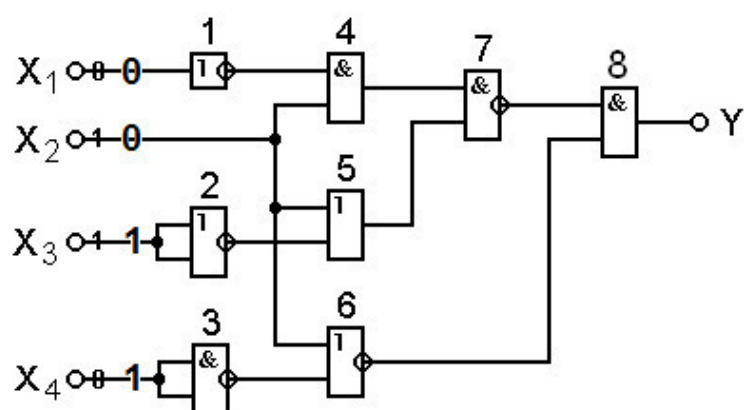
Вариант 13



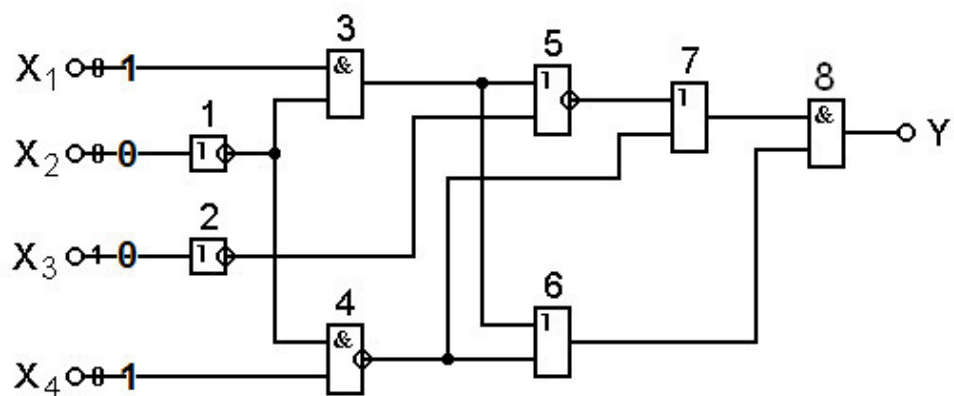
Вариант 14



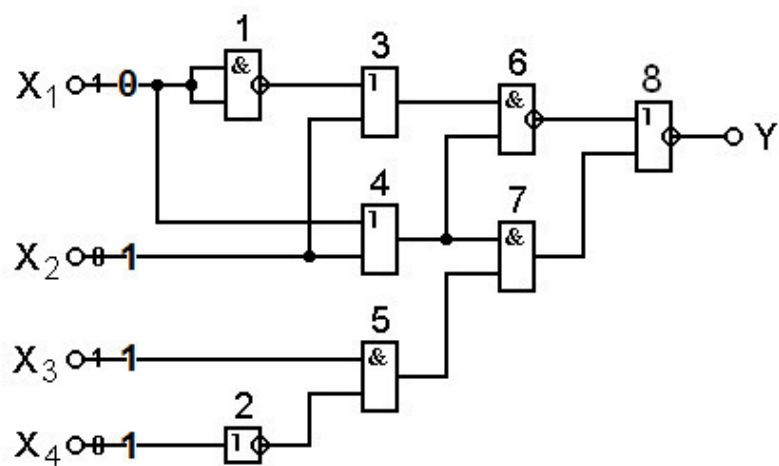
Вариант 15



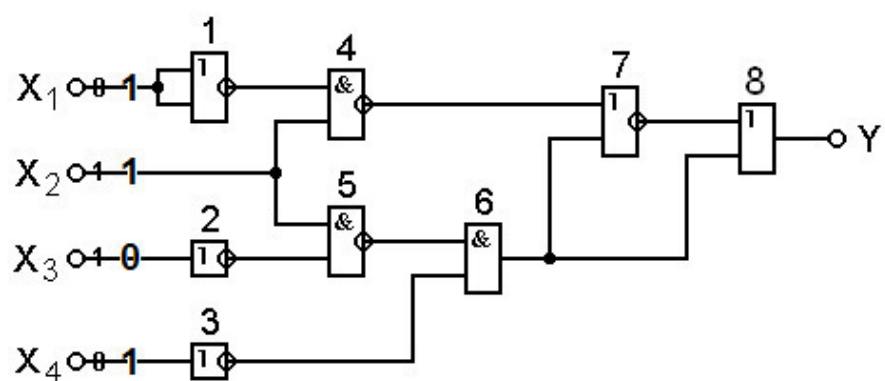
Вариант 16



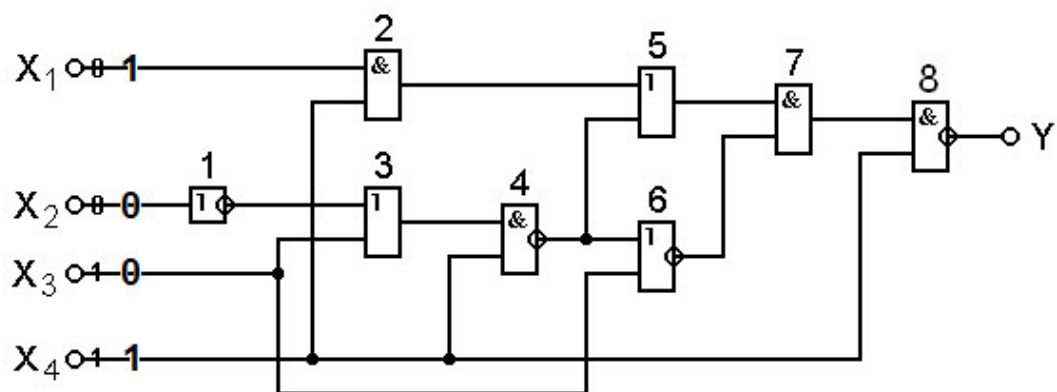
Вариант 17



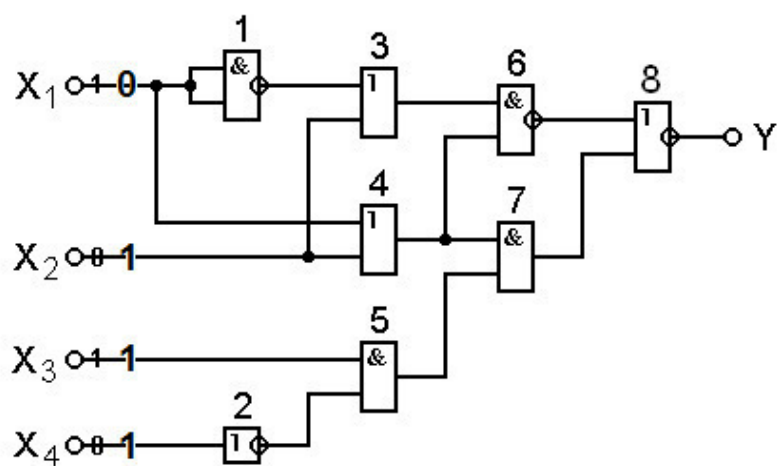
Вариант 18



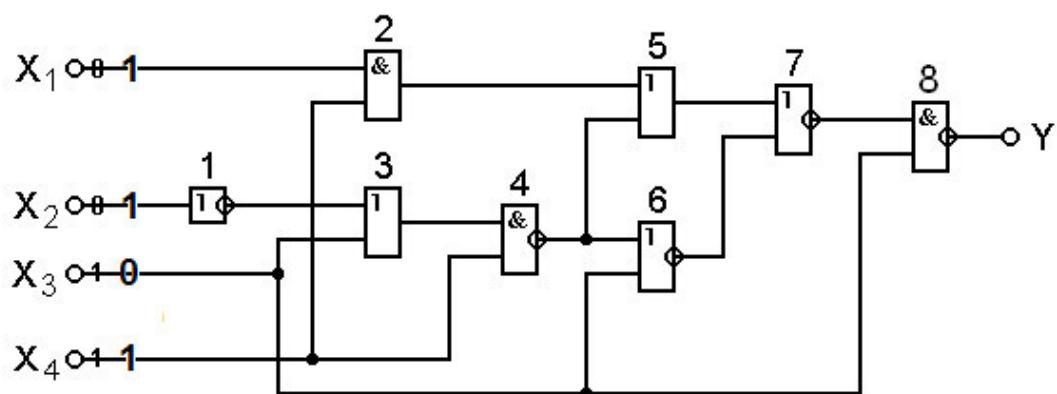
Вариант 19



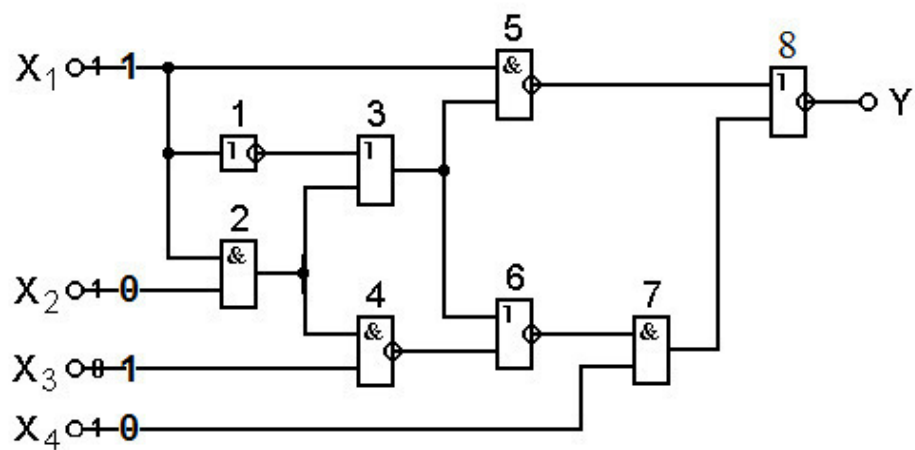
Вариант 20



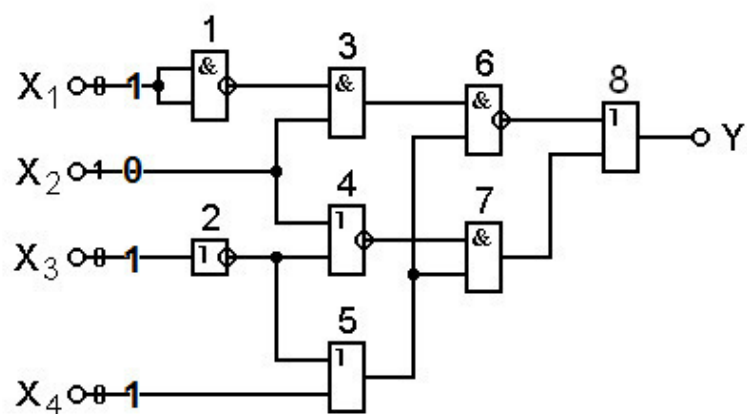
Вариант 21



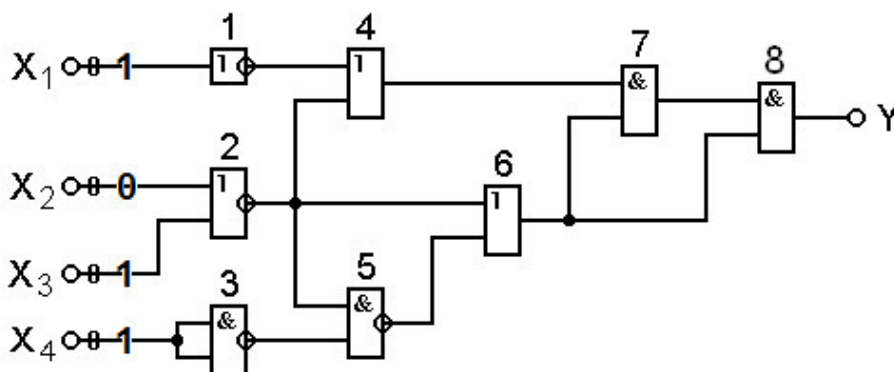
Вариант 22



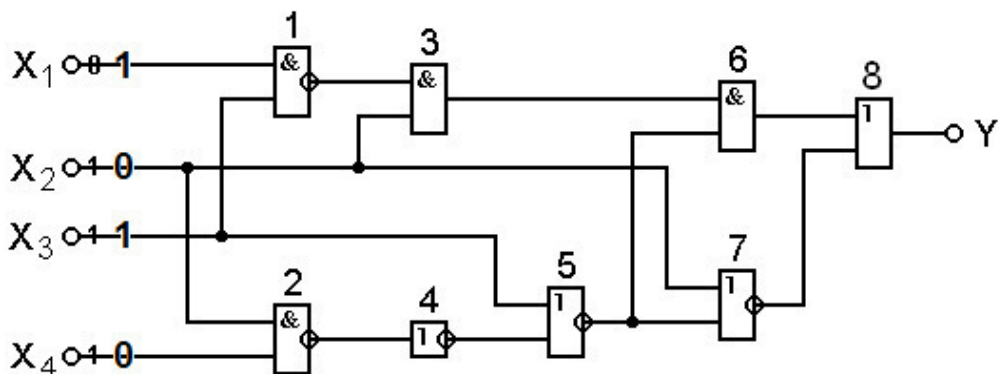
Вариант 23



Вариант 24



Вариант 25



Цели работы:

- **обучающая:** исследование работы цифрового устройства (ЦУ) на логических элементах, проверка результатов предварительного задания к данной работе;
- **воспитательная:** воспитание любви к выбранной профессии, сознательного отношения к учебе;
- **развивающая:** развитие логического мышления, памяти, способности принятия самостоятельных решений, умения делать выводы.

Литература:

1. Нсанов М. А. Цифровые устройства. Издательство Ridero, 2018.
2. Конспект.

Подготовка к работе:

1. Проработать теоретический материал [Л1, §§1.1, 1.2].
2. Знать ответы на контрольные вопросы.
3. Выполнить предварительное задание по своему варианту.

Оборудование: Персональный компьютер с программой исследования работы устройств электроники и микроэлектроники «Elektroniks Workbehch».

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «Elektroniks Workbehch».
2. Собрать схему комбинационного ЦУ *своего варианта* из предварительного задания для данной лабораторной работы.

Новые приборы и элементы, которые появляются в этой работе:

Логические элементы, изображение которых выполнено по «западному» стандарту; их можно найти при нажатии клавиши  в нижней строке верхнего меню.

 - индикатор для фиксации сигналов логического нуля и логической единицы (в последнем случае он становится красным); клавиша с красной цифрой 8 в нижней строке верхнего меню. Эти индикаторы следует поставить на входы **X1, X2, X3, X4** и выход **Y** схемы, а также на выходы *всех* элементов.



- генератор сигналов (Word Generator); последняя клавиша в нижней строке верхнего меню.

3. Развернуть панель генератора (рис.1), где нужно указывать значения сигналов, которые будут подаваться на входы ЦУ.

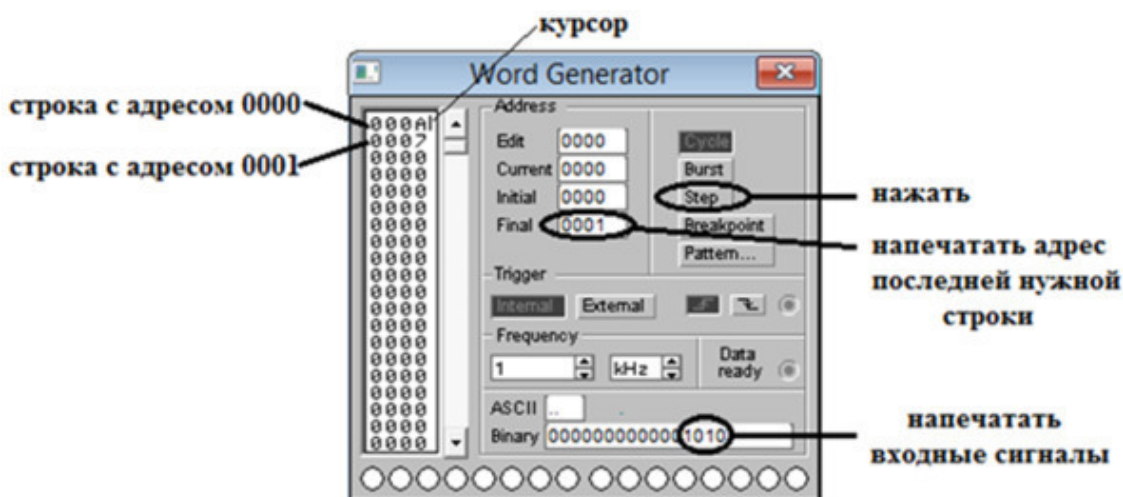


Рис.1

4. В окошке **Final** (рис.1) печатается адрес последней нужной нам строки левой колонки. В данном случае предварительное задание к этой лабораторной работе указывает два значения входных сигналов, поэтому потребуются две строки с адресами в шестнадцатиричном коде **0000** и **0001** (следующие строки имеют адреса **0002, 0003, ..., 0009, 000A, 000B, 000C** и т.д.). Следовательно, в окошке **Final** печатается адрес последней нужной сейчас строки **0001**.

5. Установить курсор на первую строку левой колонки (рис.1).

6. В окошке **Binary** (двоичный) напечатать (рис.1) 4 входных сигнала, указанных карандашом (или более мелким шрифтом в схеме задания) в пункте 2 предварительного задания к данной лабораторной работе. Эти 4 сигнала указываем в конце, так как именно последние 4 выхода генератора сигналов (смотрите рис.4) используются для подачи сигналов на входы.

Например, если заданы входные сигналы **1010**, эти сигналы и нужно печатать (как на рис.1).

7. Установить курсор на вторую строку левой колонки и в окошке **Binary** напечатать 4 входных сигнала, указанных ручкой (или более крупным шрифтом в схеме задания) в пункте 2 предварительного задания к данной лабораторной работе.

8. Нажать на клавишу **Step** (шаг) генератора сигналов. Проверить по индикаторам, подаются ли нужные сигналы на входы схемы ЦУ из пункта 2 (карандашом или более мелким шрифтом в схеме задания) предварительного задания к данной лабораторной работе. Определить по индикаторам значения сигналов на входах и выходах всех элементов. Сравнить эти значения с результатами предварительного задания для данной лабораторной работы, выполненными карандашом. Сделать вывод и показать результат преподавателю.

9. Еще раз нажать на клавишу **Step** генератора сигналов. Проверить по индикаторам, подаются ли нужные сигналы на входы схемы ЦУ из пункта 2 (ручкой или более крупным шрифтом в схеме задания) предварительного задания к данной лабораторной работе. Определить по индикаторам значения сигналов на входах и выходах всех элементов. Сравнить эти значения с результатами предварительного задания для данной лабораторной работы, выполненными ручкой. Сделать вывод и показать результат преподавателю.

Содержание отчета:

1. Номер и название работы.
2. Выполненное предварительное задание для данной лабораторной работы.

Контрольные вопросы:

- Начертить условное графическое изображение логических элементов НЕ, И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.
- Какую операцию выполняют элементы НЕ, И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ?
- Привести формулу операции логического отрицания, логического умножения, логического сложения, операции И-НЕ, операции ИЛИ-НЕ.
- Пояснить на примерах смысл логических операций НЕ, И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.

Примечание:

В дальнейшем автор для сокращения объема будет приводить только предварительное задание и порядок выполнения работы. Все остальные пункты выполняются по шаблону.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Для примера рассмотрим вариант №26 (рис.2).

Вариант 26

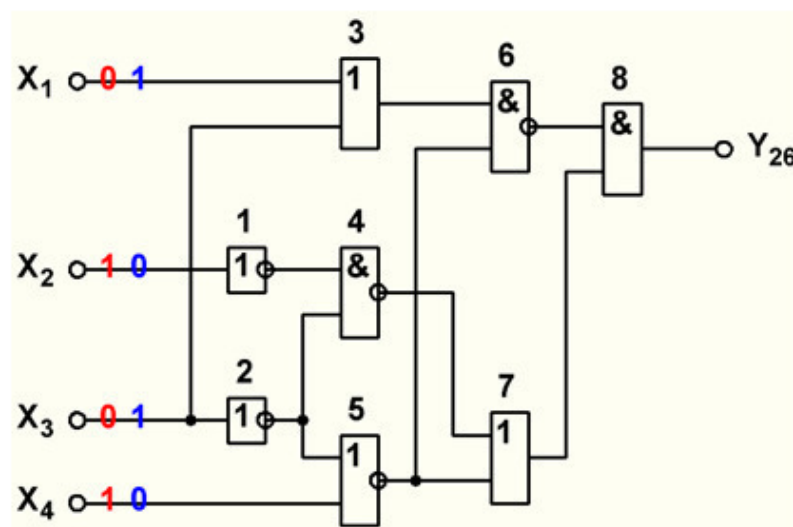


Рис.2

Здесь для наглядности входные сигналы, указанные в задании более мелким шрифтом, показаны красным цветом, более крупным – синим.

Выполнение предварительного задания

Примечание: Подробное описание решения поставленных задач приведено в Примере 2 из §1.2 [Л1].

1. Указываем название каждого элемента и выполняемые операции.

1,2 – элементы НЕ (инвертирование).

8 – элемент 2И (логическое умножение).

3,7 – элементы 2ИЛИ (логическое сложение).

4,6 – Элементы 2И-НЕ (логическое умножение с последующим инвертированием полученного результата).

5 – элемент 2ИЛИ-НЕ (логическое сложение с последующим инвертированием полученного результата).

2. Выполняем (рис.3) анализ работы схемы в статическом режиме по заданным значениям входных сигналов: указываем значения сигналов на входах и выходах всех элементов. Для входных сигналов, указанных более мелким шрифтом – красным цветом, более крупным шрифтом – синим.

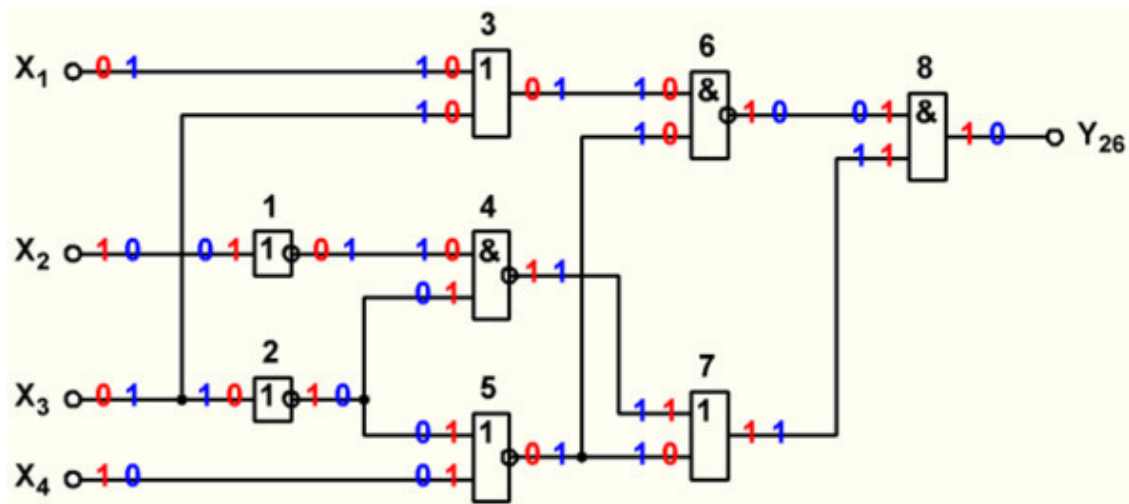


Рис.3

Выполнение лабораторной работы

1. Запускаем программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbehch**».

2. Собираем схему ЦУ нашего варианта (рис.4). Обращаем внимание, что в программе изображение элементов приведены по «западному» стандарту в отличие от схемы в задании, где изображение элементов даны по «восточному» стандарту.

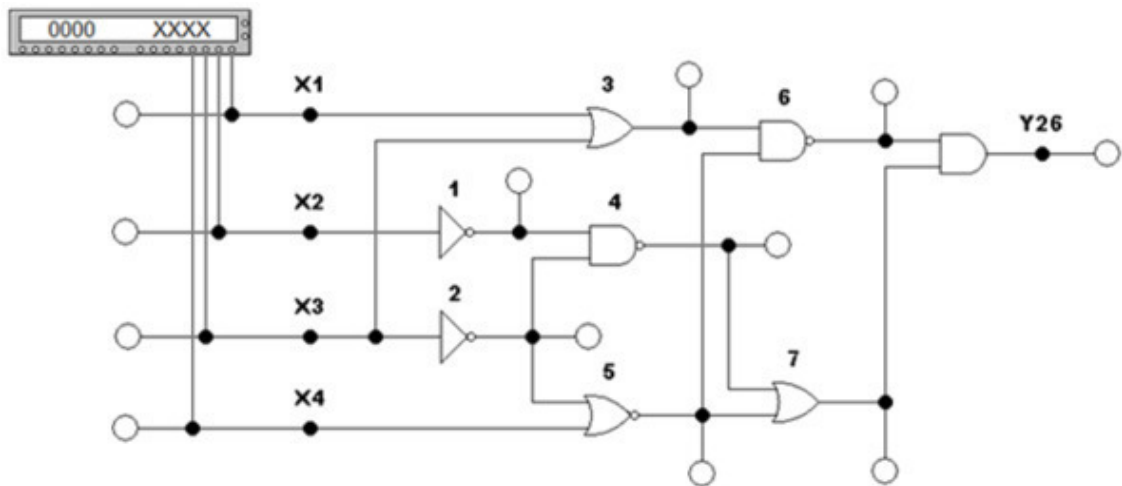


Рис.4

3. Разворачиваем панель генератора сигналов (рис.5).

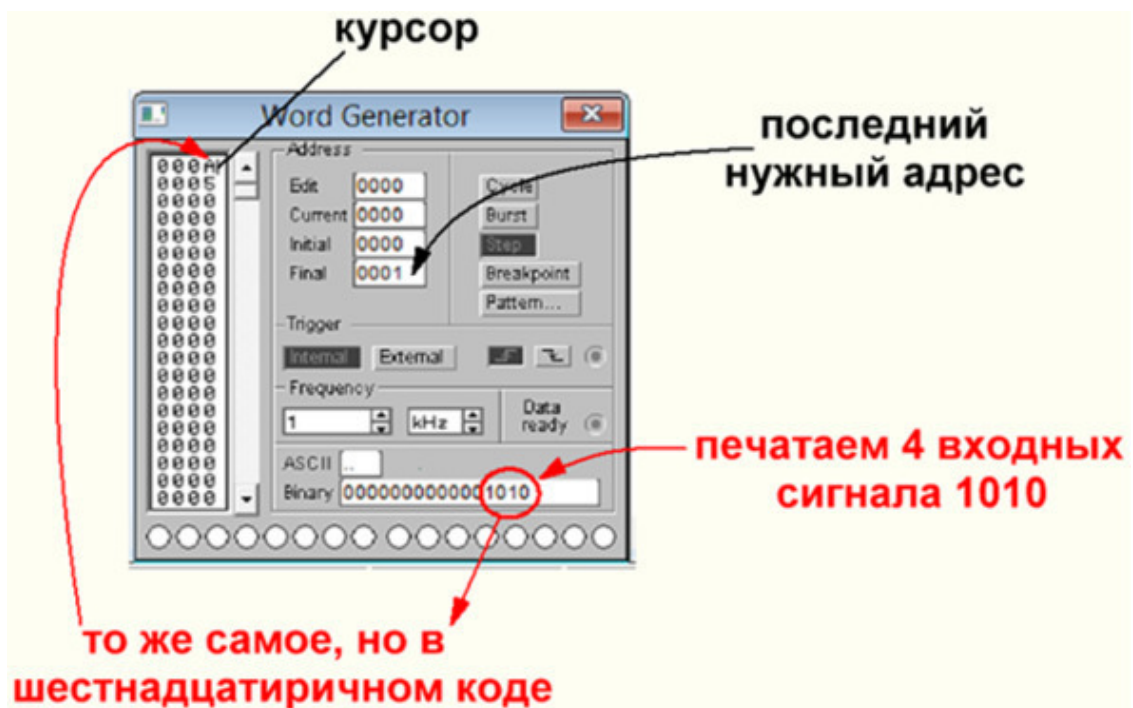


Рис.5

4. В пункте 2 предварительного задания задаются две комбинации входных сигналов: красным и синим цветом на рис.3. Поэтому в левой колонке генератора сигналов будем использовать две строки с адресами **0000** и **0001**. Последний адрес **0001** указываем в окошке **Final** генератора сигналов (рис.5).

5. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки (рис.5).

6. В окошке **Binary** (двоичный) печатаем (рис.5) 4 входных сигнала **1010**, указанных мелким шрифтом в задании или красным цветом на рис.2. Эти 4 сигнала указываем в конце, так как именно последние 4 выхода генератора сигналов (смотрите рис.4) используются для подачи сигналов на входы.

Примечание: входные сигналы можно печатать не в окошке **Binary**, а непосредственно в левой колонке генератора сигналов. Но в этом случае следует иметь в виду, что здесь информация выражается в шестнадцатиричном коде: $0000_2 = 0_{16}$, $0001_2 = 1_{16}$, $0010_2 = 2_{16}$, ..., $1010_2 = A_{16}$, ..., $1111_2 = F_{16}$.

7. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки и в окошке **Binary** печатаем (рис.6) 4 входных сигнала **0101** ($0101_2 = 5_{16}$), указанных крупным шрифтом в задании или синим цветом на рис.2.

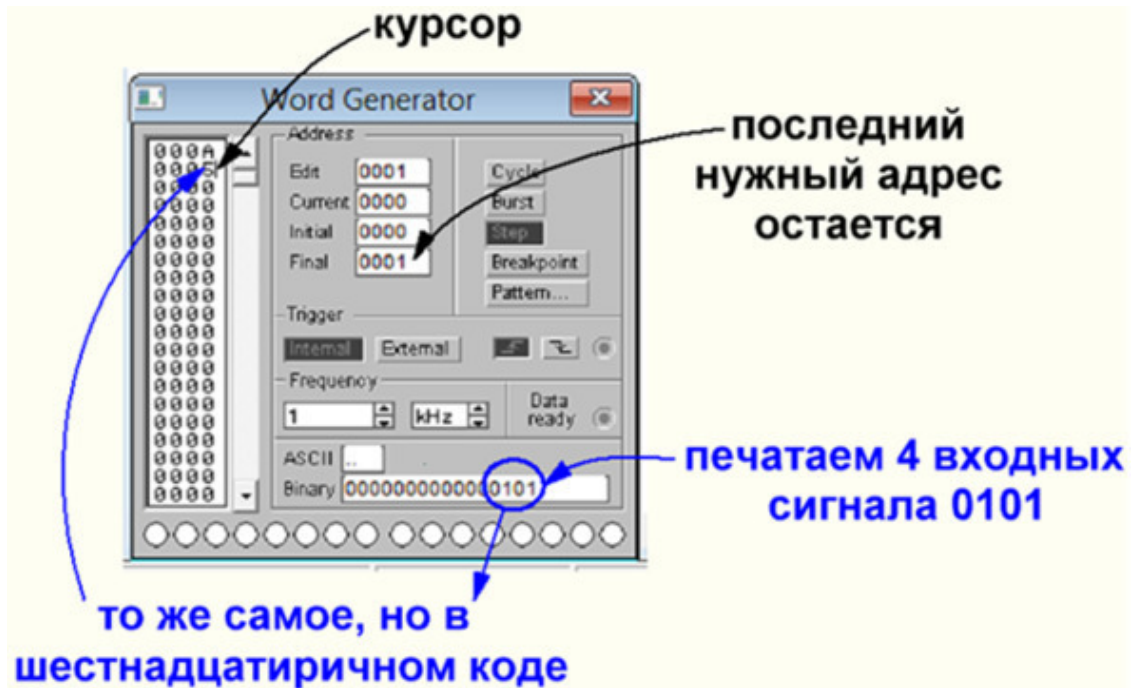


Рис.6

8. Нажимаем на клавишу **Step** (шаг) генератора сигналов и получаем результат, показанный на рис.7. Проверяем по индикаторам, подаются ли нужные сигналы на входы схемы ЦУ (мелким шрифтом в задании или красным цветом на рис.2). Определить по индикаторам значения сигналов на входах и выходах всех элементов. Сравниваем эти значения с результатами предварительного задания для данной лабораторной работы, выполненными красным цветом на рис.3. В данном случае результаты совпадают, то есть схема сработала правильно.

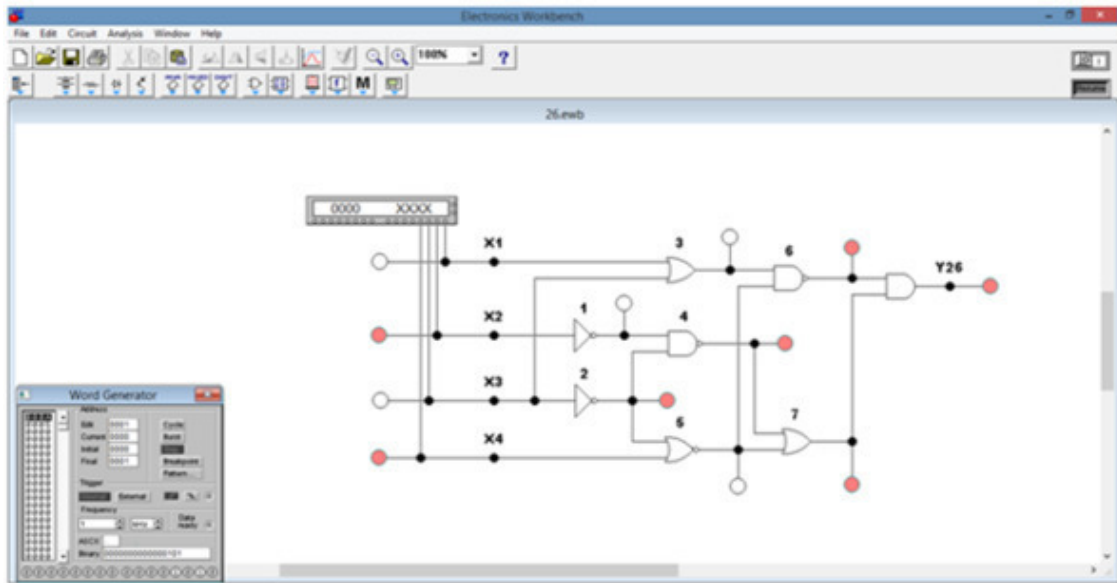


Рис.7

9. Еще раз нажимаем на клавишу **Step** генератора сигналов и получаем результат, показанный на рис.8. Проверяем по индикаторам, подаются ли нужные сигналы на входы схемы ЦУ (крупным шрифтом в задании или синим цветом на рис.2). Определить по индикаторам значения сигналов на входах и выходах всех элементов. Сравниваем эти значения с результатами предварительного задания для данной лабораторной работы, выполненными синим цветом на рис.3. В данном случае результаты тоже совпадают, то есть схема работала правильно.

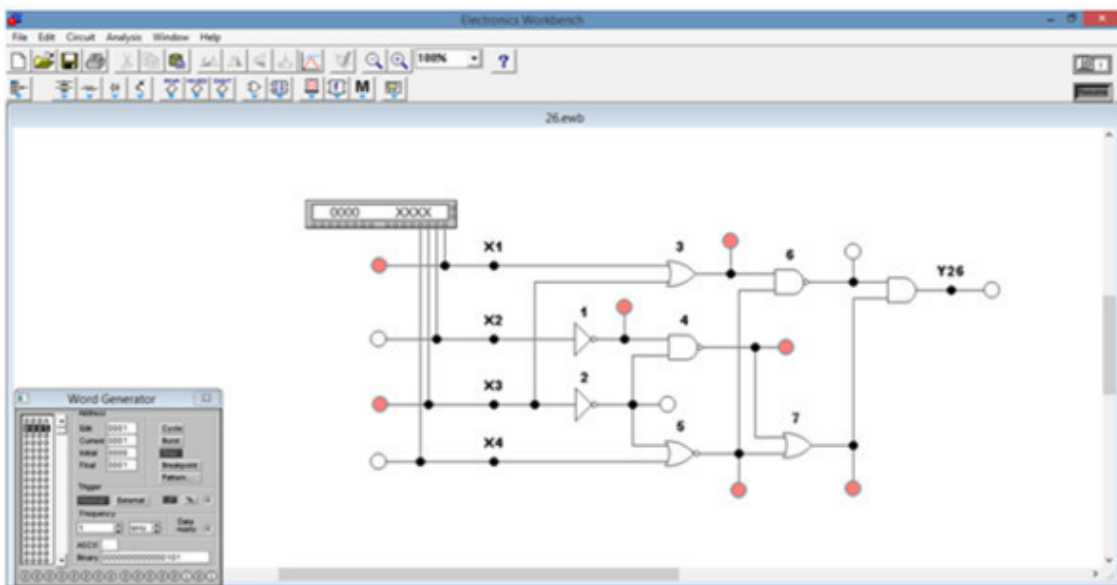


Рис.8

Лабораторная работа №2

«Исследование работы ЦУ на логических элементах в динамическом режиме»

Предварительное задание

Перед выполнением задания следует рассмотреть Пример 2 из §1.2 [Л1].

Исследовать работу схемы в динамическом режиме: построить временные диаграммы для всех элементов при заданных изменениях уровней сигналов на входах (рис.1):

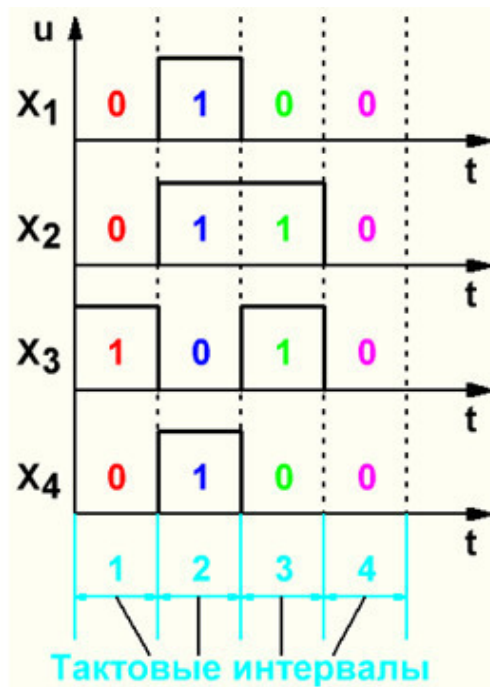


Рис.1

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbehch**».
2. Собрать схему комбинационного ЦУ *своего варианта* из предварительного задания для данной лабораторной работы.



Новый прибор, который появляется в этой работе:

- логический анализатор (по сути - 16-входовой осциллограф) для показа временных диаграмм; последняя клавиша в нижней строке верхнего меню.

3. Развернуть панель генератора сигналов (рис.2).

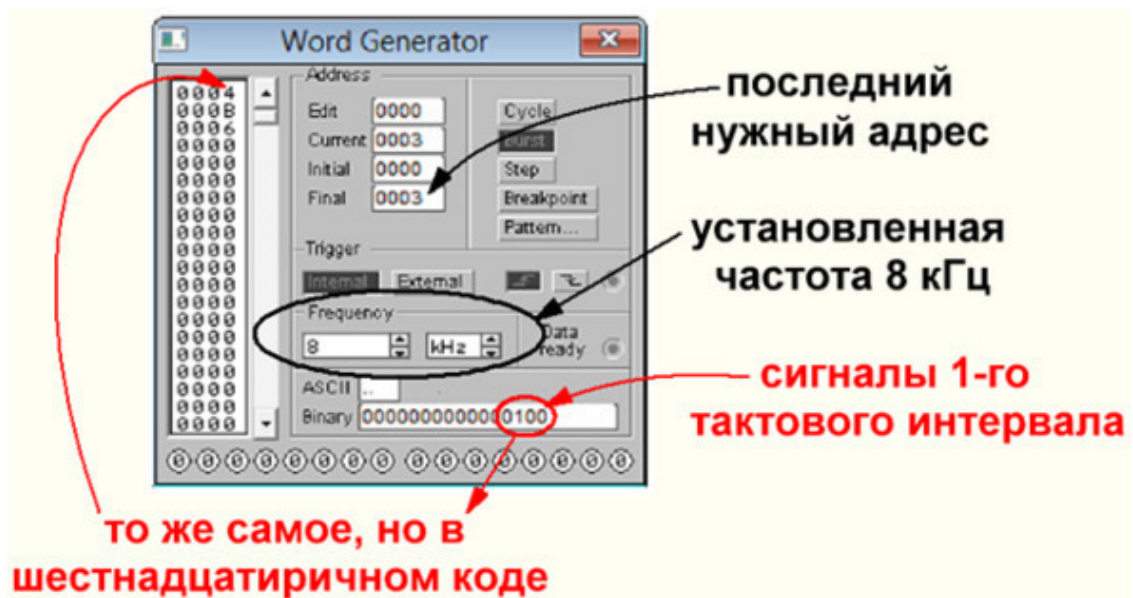


Рис.2

4. В окошках **Frequency** (частота) установить частоту изменения входных сигналов 8 кГц (рис.2).

5. Так как согласно заданию рассматриваются только 4 тактовых интервала, то мы будем использовать 4 строки левой колонки генератора сигналов с адресами **0000**, **0001**, **0010** и **0011**. Поэтому в окошке **Final** (рис.2) печатается адрес последней нужной нам строки **0011**.

6. Установить курсор на первую строку левой колонки и в окошке **Binary** напечатать (рис.2) 4 входных сигнала **0100** 1-го тактового интервала (в предварительном задании на рис.1 выделены красным цветом)

Напоминаем: входные сигналы можно печатать не в окошке **Binary**, а непосредственно в левой колонке генератора сигналов. Но в этом случае следует иметь в виду, что здесь информация выражается в шестнадцатиричном коде: $0000_2 = 0_{16}$, $0001_2 = 1_{16}$, $0010_2 = 2_{16}$, $0011_2 = 3_{16}$, $0100_2 = 4_{16}$, ..., $1111_2 = F_{16}$.

7. Аналогично установить сигналы следующих тактовых интервалов.

8. Развернуть панель логического анализатора (рис.3).

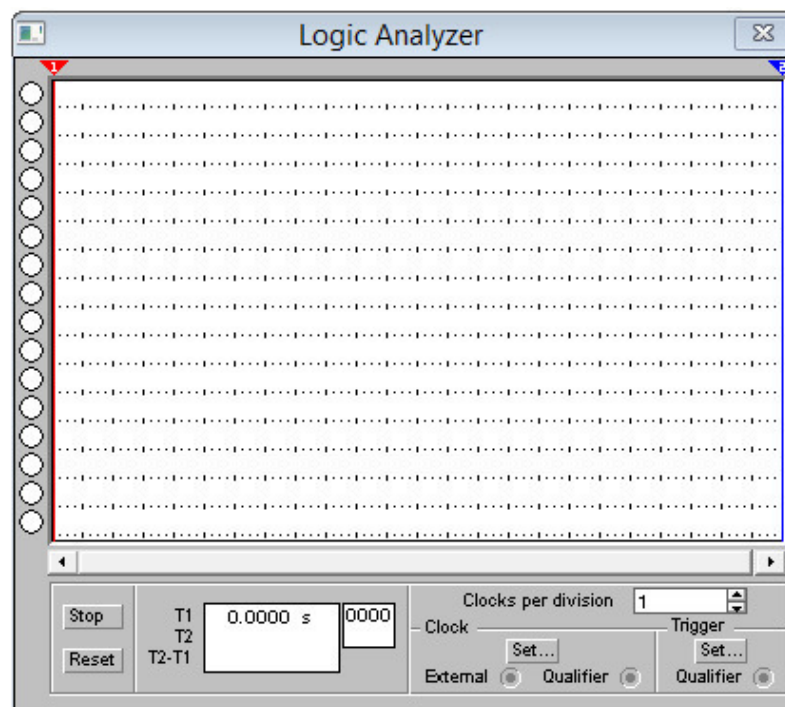


Рис.3

9. Нажать на клавишу **Burst** (взрыв) генератора сигналов. Тогда генератор последовательно, в 4 такта, выдаст 4 группы сигналов на входы схемы, и остановится. При этом логический анализатор покажет изменение сигналов на входах ЦУ и выходах всех элементов.

10. Сравнить показания логического анализатора с построенной временной диаграммой при выполнении предварительного задания и сделать вывод.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Для примера снова рассмотрим вариант №26 (Рис.4).

Вариант 26

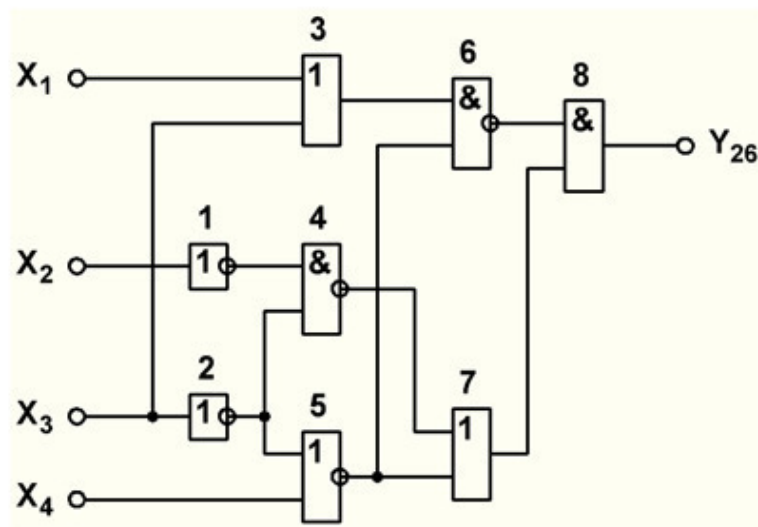


Рис.4

Выполнение предварительного задания

Исследуем работу схемы (рис.4) в динамическом режиме: построим временные диаграммы для всех элементов при предварительно заданных изменениях уровней сигналов на входах (рис.5).

Примечание: Подробное описание решения поставленной задачи приведено в Примере 2 из §1.2 [Л1].

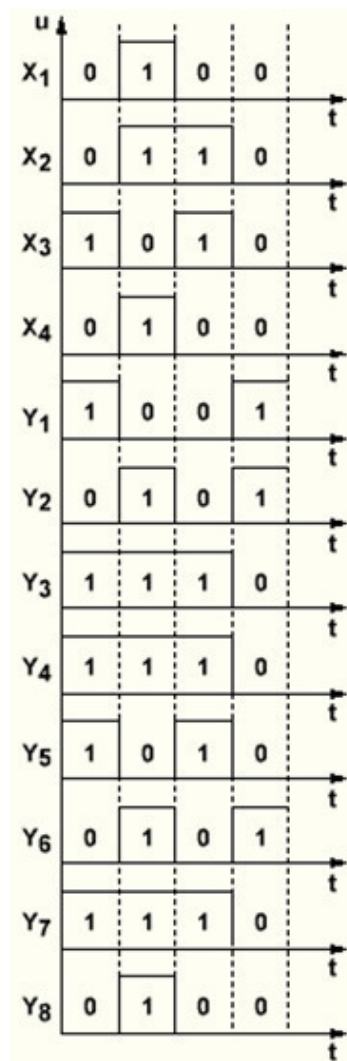


Рис.5

Выполнение лабораторной работы

1. Запускаем программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbehch**».

2. Собираем схему комбинационного ЦУ нашего 26-го варианта (рис.6) для ее исследования в динамическом режиме.

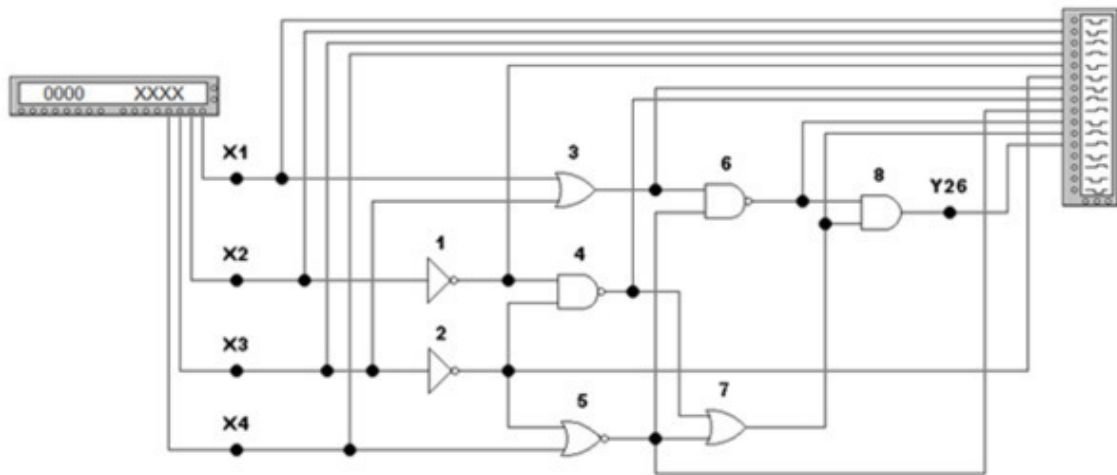


Рис.6

3. Разворачиваем панель генератора сигналов (рис.2).

4. В окошках **Frequency** (частота) устанавливаем частоту изменения входных сигналов 8 кГц (рис.2).

5. Так как согласно заданию рассматриваются только 4 тактовых интервала, то мы будем использовать 4 строки левой колонки генератора сигналов с адресами **0000**, **0001**, **0002** и **0003**. Поэтому в окошке **Final** (рис.2) печатаем адрес последней нужной нам строки **0003**.

6. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки и в окошке **Binary** печатаем (рис.2) 4 входных сигнала **0100** 1-го тактового интервала (в предварительном задании на рис.1 выделены красным цветом).

Напоминаем: входные сигналы можно печатать не в окошке **Binary**, а непосредственно в левой колонке генератора сигналов. Но в этом случае следует иметь в виду, что здесь информация выражается в шестнадцатичном коде: $0100_2 = 4_{16}$.

7. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки и в окошке **Binary** печатаем (рис.7) 4 входных сигнала **1011** 2-го тактового интервала (в предварительном задании на рис.1 выделены синим цветом). Эти же сигналы можно указать непосредственно в левой колонке в шестнадцатичном коде: $1011_2 = B_{16}$.

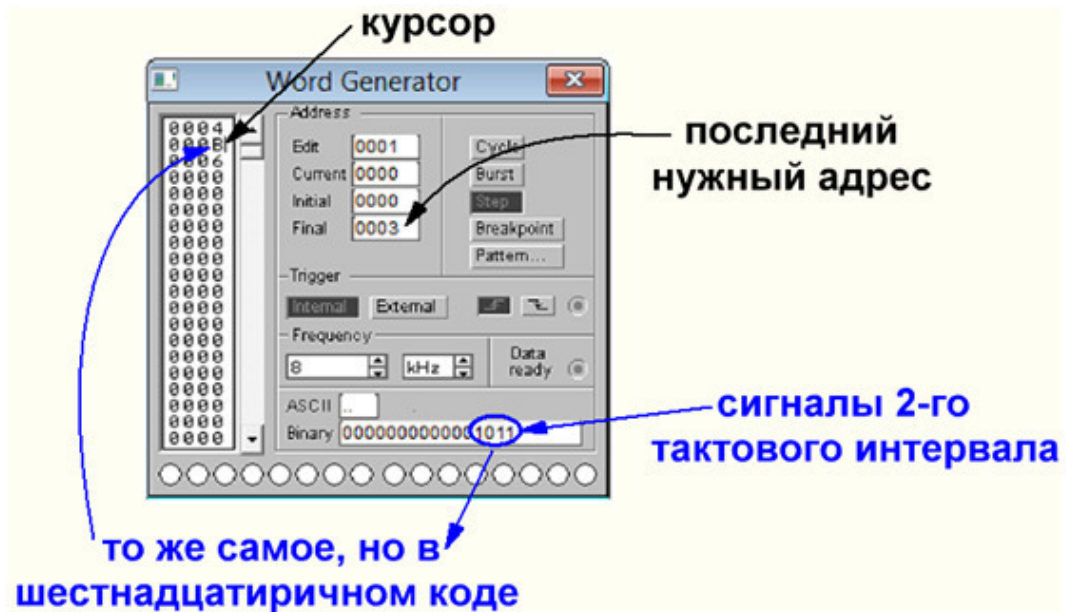


Рис.7

8. Устанавливаем курсор на третью строку левой колонки и в окошке **Binary** печатаем (рис.8) 4 входных сигнала **0110** 3-го тактового интервала (в предварительном задании на рис.1 выделены зеленым цветом). Эти же сигналы можно указать непосредственно в левой колонке в шестнадцатичном коде: $0110_2 = 6_{16}$.

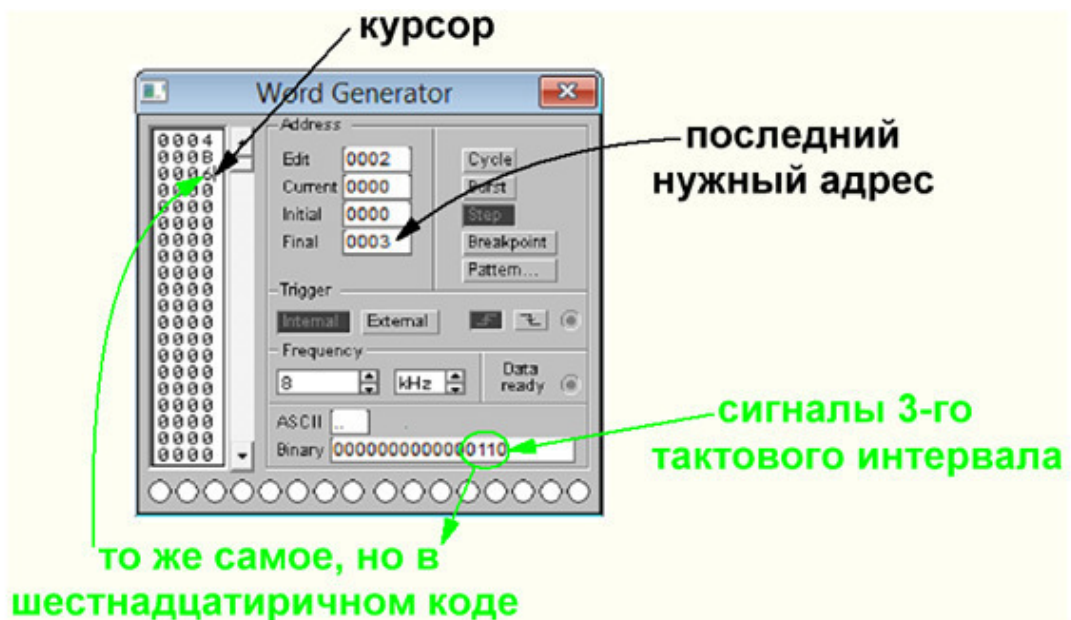


Рис.8

9. Устанавливаем курсор на четвертую строку левой колонки и в окошке **Binary** печатаем (рис.9) 4 входных сигнала **0000** 4-го тактового интервала (в предварительном задании на рис.1 выделены розовым цветом). Эти же сигналы можно указать непосредственно в левой колонке в шестнадцатичном коде: $0000_2 = 0_{16}$.

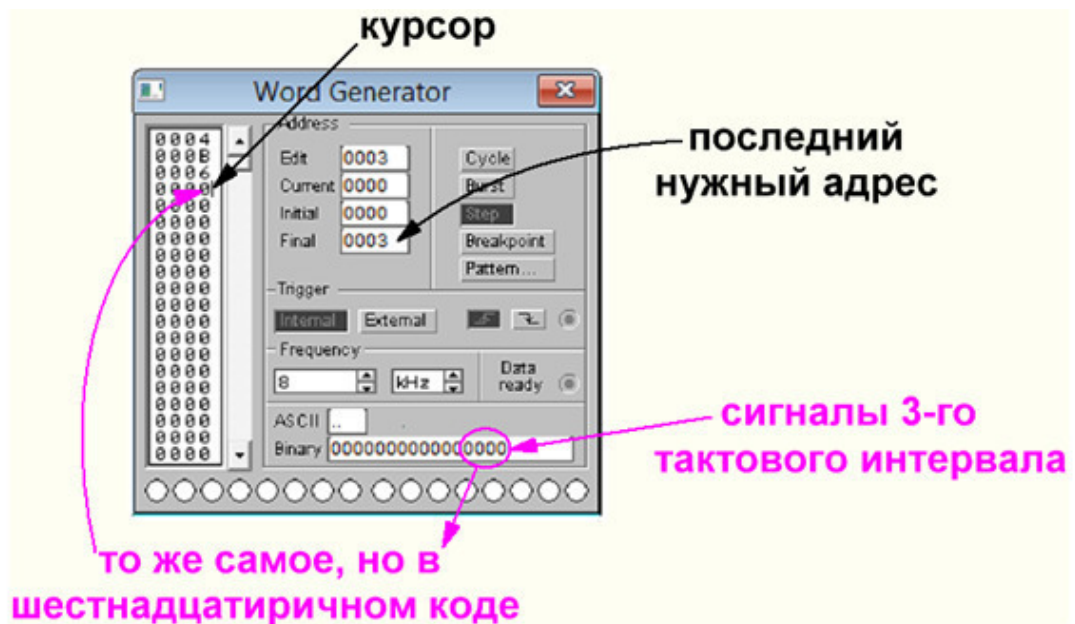


Рис.9

10. Разворачиваем панель логического анализатора (рис.3).

11. Нажимаем на клавишу **Burst** (взрыв) генератора сигналов. Тогда генератор последовательно, в 4 такта, выдаст 4 группы сигналов на входы схемы, и остановится. При этом логический анализатор покажет изменение сигналов на входах ЦУ и выходах всех элементов (рис.10).

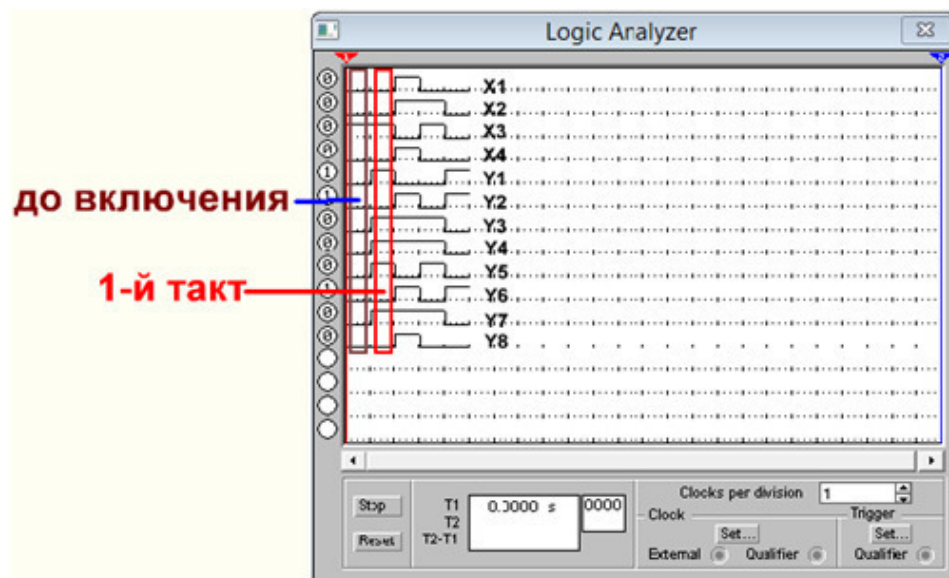


Рис.10

12. Сравниваем показания логического анализатора (рис.10) с построенной временной диаграммой (рис.5) при выполнении предварительного задания и делаем вывод: в рассмотренных 4-х тактах схема работает правильно.

Лабораторная работа №3

«Исследование работы ИМС логических элементов НЕ, И»

Предварительное задание

Перед выполнением задания следует рассмотреть Пример 1 из §1.2 [Л1].

1. Начертить в отчете микросхему КР1533ЛН1. Составить таблицу истинности элемента НЕ.
2. Начертить в отчете микросхему КР1533ЛИ1. Составить таблицу истинности элемента 2И.
3. Начертить в отчете микросхему КР1533ЛИ3. Составить таблицу истинности элемента 3И.

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «Elektroniks Workbench».
2. Собрать схему (рис.1) для исследования работы микросхемы SN74ALS04A фирмы «Texas Instruments Inc.» (русский аналог – микросхема КР1533ЛН1), содержащей 6 элементов НЕ. **Примечание:** в схеме на рис.1 используется 1-й элемент данной микросхемы. Учащиеся применяют элемент, номер которого совпадает с номером компьютера.

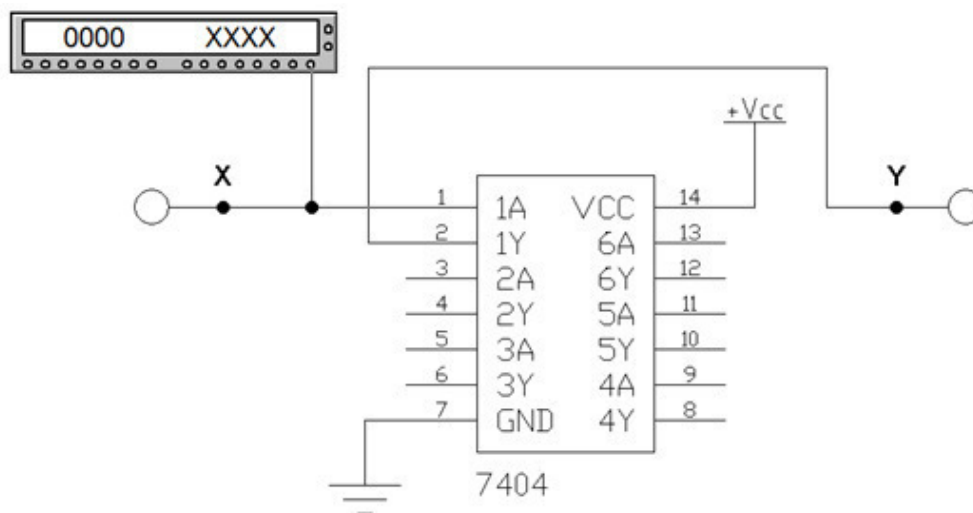
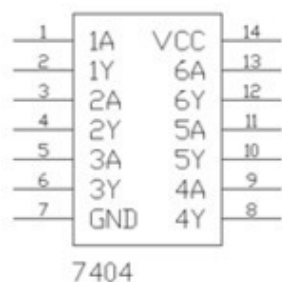


Рис.1

Новые элементы, которые появляются в этой работе:

 - источник питания микросхемы, клавиша .



- микросхема SN74ALS04A. Если нажать клавишу «Digit» (Цифровой), то появляется еще одно меню «Digital ICs» (Цифровые ИС):



Так как маркировка микросхемы SN74LS04A содержит цифры 74, то из этого меню нужно вытащить на поле значок «74xx». При этом появляется список микросхем серии «74xx», из которого нужно выбрать нужную микросхему «7404» и нажать на клавишу «Асепт» («Установить»):

3. Показать работу выбранного элемента НЕ данной микросхемы для обоих значений входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с составленной таблицей истинности. Результат показать преподавателю.

Примечания к пунктам 3, 5, 7. Напоминаем: на панели генератора сигналов в строке **Final** следует указать адрес последней строки в левой колонке (в данном случае – количество строк таблицы истинности), причем счет начинается с 0: **0000, 0001, 0002, 0003** и т. д.

Табл.1

Номер компьютера	Номер элемента
1	2
2	3
3	4
4	1
5	2
6	4

4. Собрать схему (рис.2) для исследования работы микросхемы SN74ALS08 фирмы "Texas Instruments Inc." (русский аналог - микросхема КР1533ЛИ1), содержащей 4 элемента 2И. **Примечание:** в схеме на рис.2 используется 1-й элемент данной микросхемы. Учащиеся применяют элемент, номер которого определяется по таблице 1:

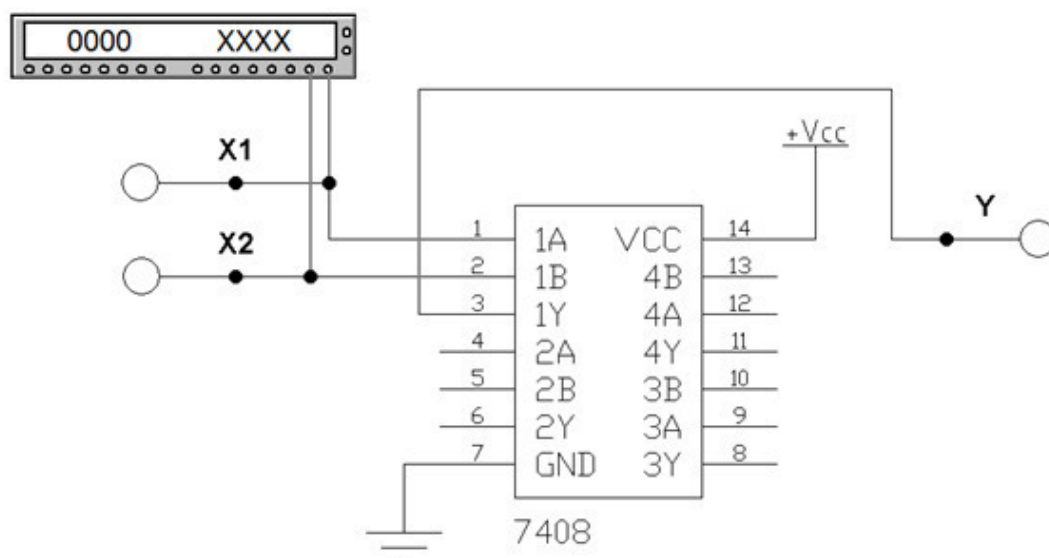


Рис.2

5. Показать работу выбранного элемента 2И данной микросхемы для всех комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с составленной таблицей истинности. Результат показать преподавателю.

Табл.2

Номер компьютера	Номер элемента
1	1
2	2
3	3
4	1
5	2
6	3

6. Собрать схему (рис.3) для исследования работы микросхемы SN74ALS15 фирмы "Texas Instruments Inc." (русский аналог - микросхема КР1533ЛИЗ), содержащей 3 элемента 3И. **Примечание:** в схеме на рис.3 используется 1-й элемент данной микросхемы. Учащиеся применяют элемент, номер которого определяется по таблице 2.

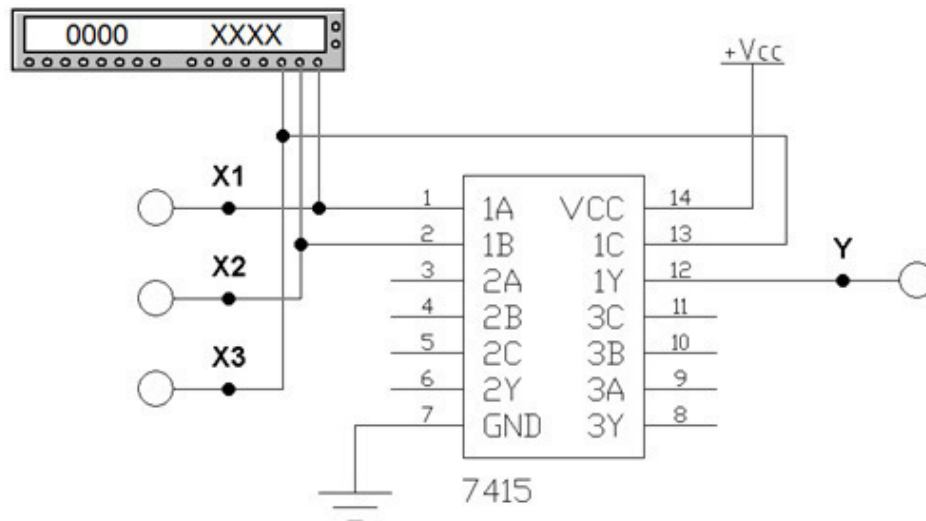


Рис.3

7. Показать работу выбранного элемента 3И данной микросхемы для всех комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с составленной таблицей истинности. Результат показать преподавателю.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Предположим для примера, что мы сидим за компьютером №1.

Выполнение предварительного задания

1. Чертим микросхему КР1533ЛН1 (рис.4). Обозначения выводов соответствует обозначениям микросхемы SN74ALS04A фирмы «Texas Instruments Inc.», которая является прямым аналогом микросхемы КР1533ЛН1 и будет исследоваться в данной лабораторной работе.
2. Составим таблицу истинности элемента НЕ (табл.3).

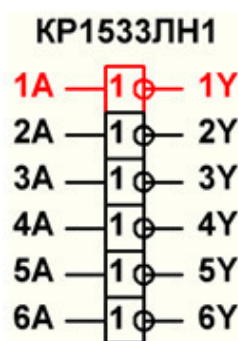


Рис.4

Табл.3

X	Y
0	1
1	0

3. Чертим микросхему КР1533ЛИ1 (рис.5).

4. Составляем таблицу истинности элемента 2И (табл.4). Этот элемент имеет 2 входа, поэтому в таблице истинности будет $2^2=4$ строки. Напомним, что элемент 2И выполняет логическое умножение 2 сигналов X1, X2 и выдает полученный результат на выходе Y.

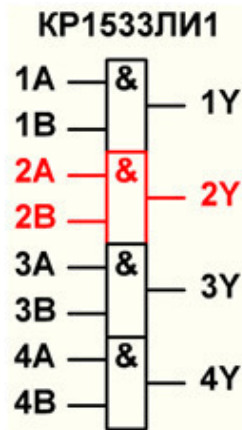


Рис.5

Табл.4

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

5. Чертим микросхему КР1533ЛИЗ (рис.6).

6. Составляем таблицу истинности элемента 3И (табл.5). Этот элемент имеет 3 входа, поэтому в таблице истинности будет $2^3=8$ строк. Напомним, что элемент 3И выполняет логическое умножение 3 сигналов X1,X2,X3 и выдает полученный результат на выходе Y.

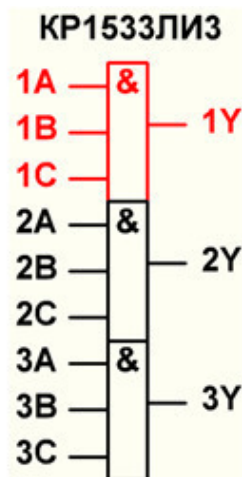


Рис.6

Табл.5

X1	X2	X3	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Выполнение лабораторной работы

1. Запускаем программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbehch**».

2. Собираем схему (рис.1) для исследования работы микросхемы SN74ALS04A фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема КР1533ЛН1), содержащей 6 элементов НЕ. Согласно пункту 2 «Порядка выполнения работы» будем использовать 1-й элемент данной микросхемы (выделен красным цветом на рис.4).

3. Разворачиваем панель генератора сигналов. Настройка генератора сигналов производится так, как подробно описано в лабораторных работах 1 и 2.

4. В составленной таблице истинности элемента НЕ имеется 2 строки, поэтому в левой колонке генератора сигналов будем использовать тоже 2 строки с адресами **0000**, **0001**. Последний нужный адрес **0001** указываем в окошке **Final** генератора сигналов.

5. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки.

6. В окошке **Binary** печатаем входной сигнал первой строки таблицы истинности: 0 ($0_2=0000_2=0_{16}$).

7. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки.

8. В окошке **Binary** печатаем входной сигнал второй строки таблицы истинности: 1 ($1_2=0001_2=1_{16}$).

9. Нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.7.

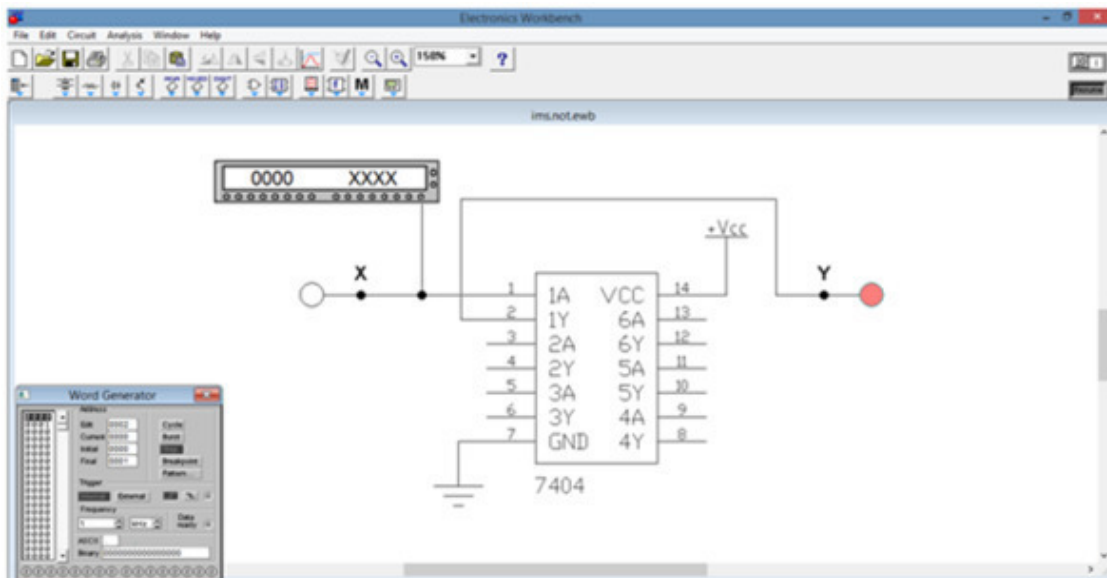


Рис.7

10. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента НЕ (табл.3). Действительно, при подаче на вход **X** ($1A$ в микросхеме SN74ALS04A) сигнала 0 на выходе **Y** ($1Y$ в микросхеме SN74ALS04A) формируется сигнал 1 .

11. Еще раз нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.8.

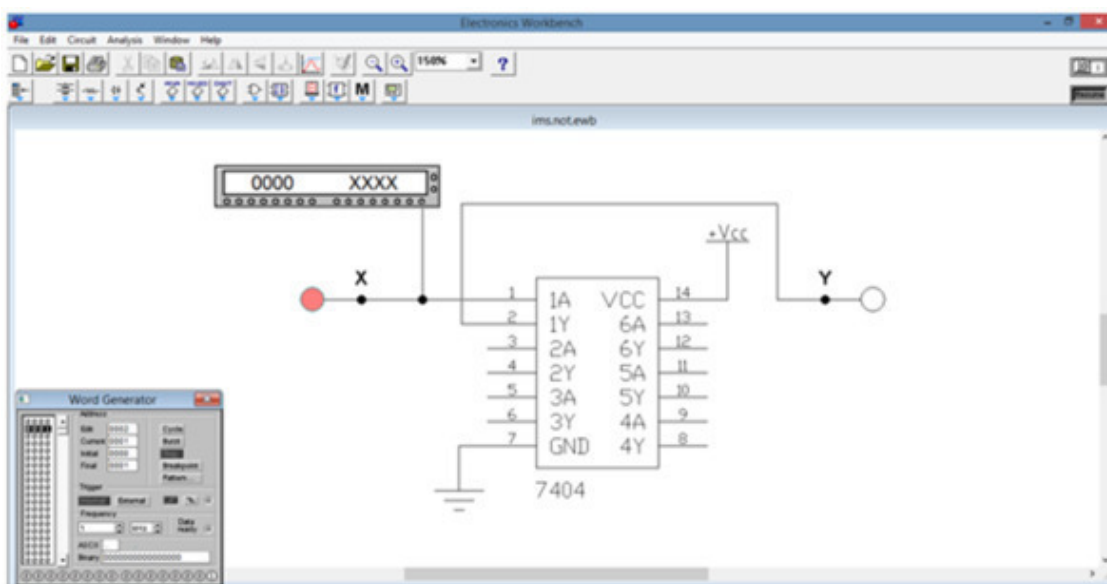


Рис.8

12. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента НЕ (табл.3). Действительно, при подаче на вход **X** (1A в микросхеме SN74ALS04A) сигнала **1** на выходе **Y** (1Y в микросхеме SN74ALS04A) формируется сигнал **0**.

13. Собираем схему (рис.9) для исследования работы микросхемы SN74ALS08 фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема КР1533ЛИ1), содержащей 4 элемента 2И. Согласно табл.1 будем использовать 2-й элемент данной микросхемы (выделен красным цветом на рис.5).

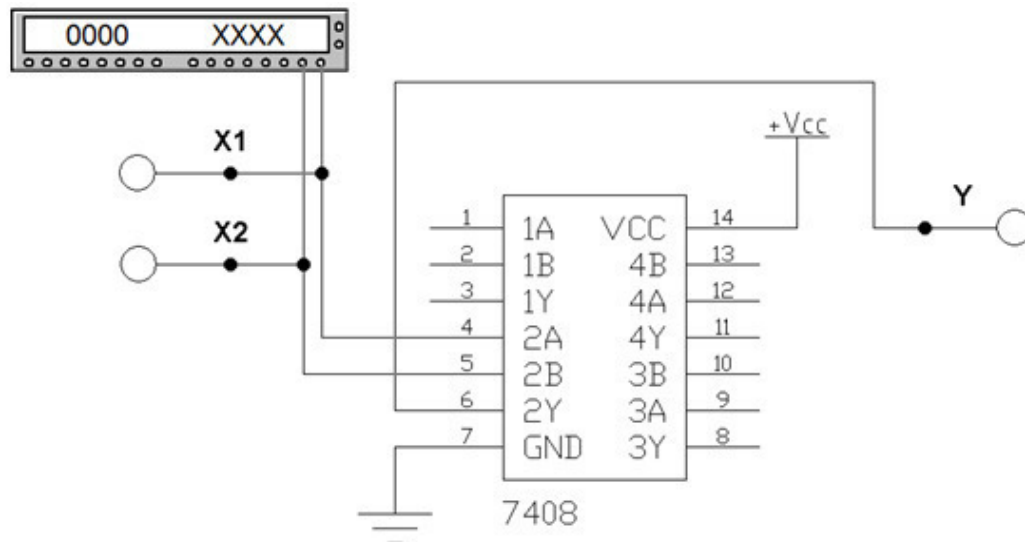


Рис.9

14. Разворачиваем панель генератора сигналов. Настройка генератора сигналов производится так, как подробно описано в лабораторных работах 1 и 2.

15. В составленной таблице истинности элемента 2И имеется 4 строки, поэтому в левой колонке генератора сигналов будем использовать тоже 4 строки с адресами **0000**, **0001**, **0002**, **0003**. Последний нужный адрес **0003** указываем в окошке **Final** генератора сигналов.

16. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки.

17. В окошке **Binary** печатаем входные сигналы первой строки таблицы истинности: **00** ($00_2 = 0000_2 = 0_{16}$).

18. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки.

19. В окошке **Binary** печатаем входные сигналы второй строки таблицы истинности: **01** ($01_2 = 0001_2 = 1_{16}$).

20. Устанавливаем курсор на третью строку левой колонки.

21. В окошке **Binary** печатаем входные сигналы третьей строки таблицы истинности: **10** ($10_2 = 0010_2 = 2_{16}$).

22. Устанавливаем курсор на четвертую строку левой колонки.

23. В окошке **Binary** печатаем входные сигналы четвертой строки таблицы истинности: **11** ($11_2 = 0011_2 = 3_{16}$).

24. Нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.10.

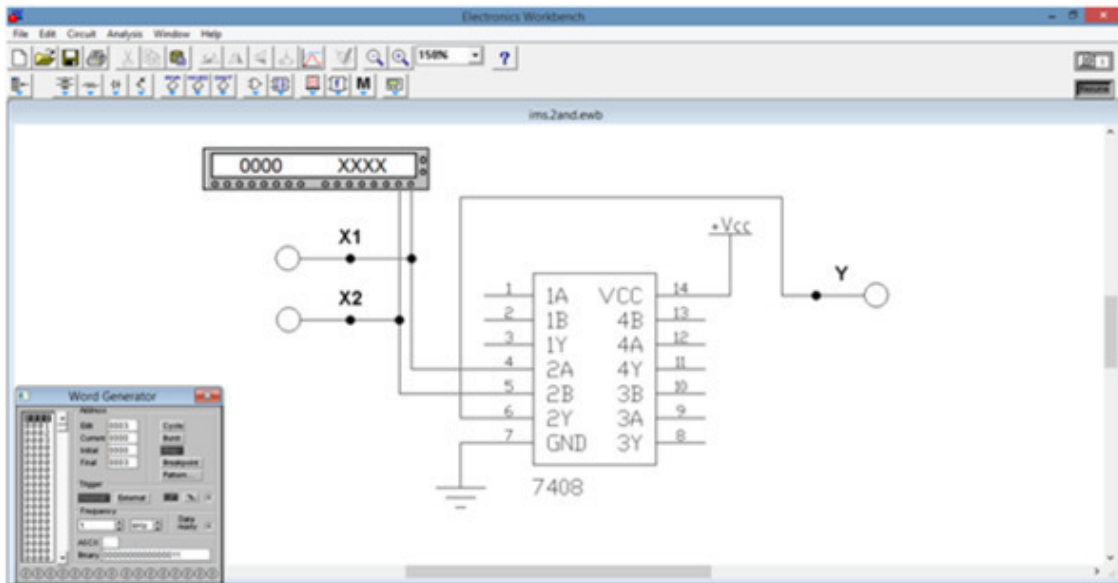


Рис.10

25. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента 2И (табл.4). Действительно, при подаче на входы **X1** (2A в микросхеме SN74ALS08) и **X2** (2B в микросхеме SN74ALS08) сигналов **0** и **0** на выходе **Y** (2Y в микросхеме SN74ALS08) формируется сигнал **0** (результат логического умножения).

26. Еще раз нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.11.

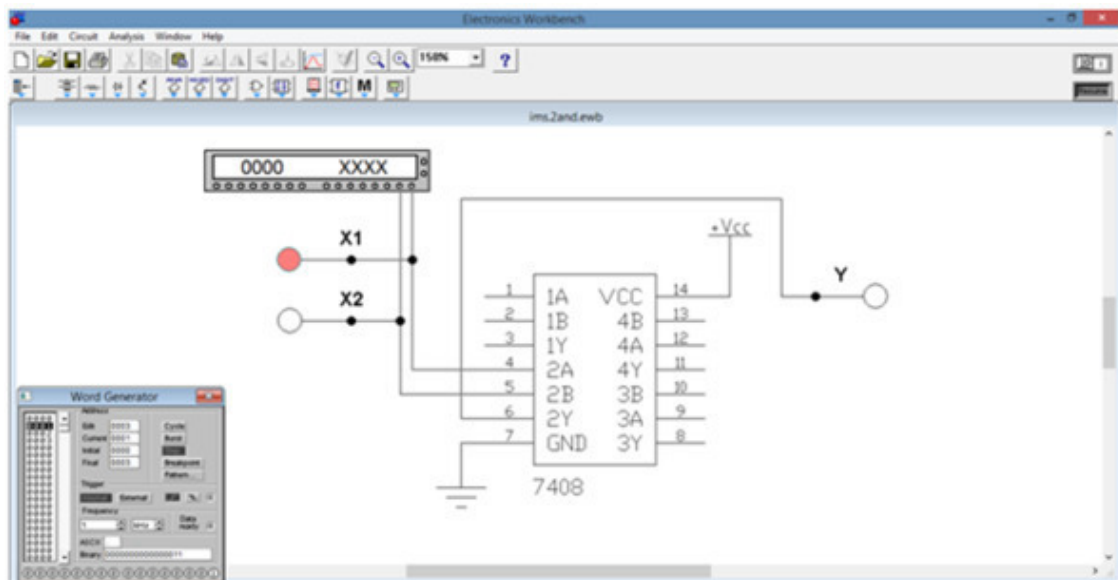


Рис.11

27. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента 2И (вторая строка табл.4). Действительно, логическое умножение сигналов **0** и **1** дает на выходе сигнал **0**.

28. В третий раз нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.12.

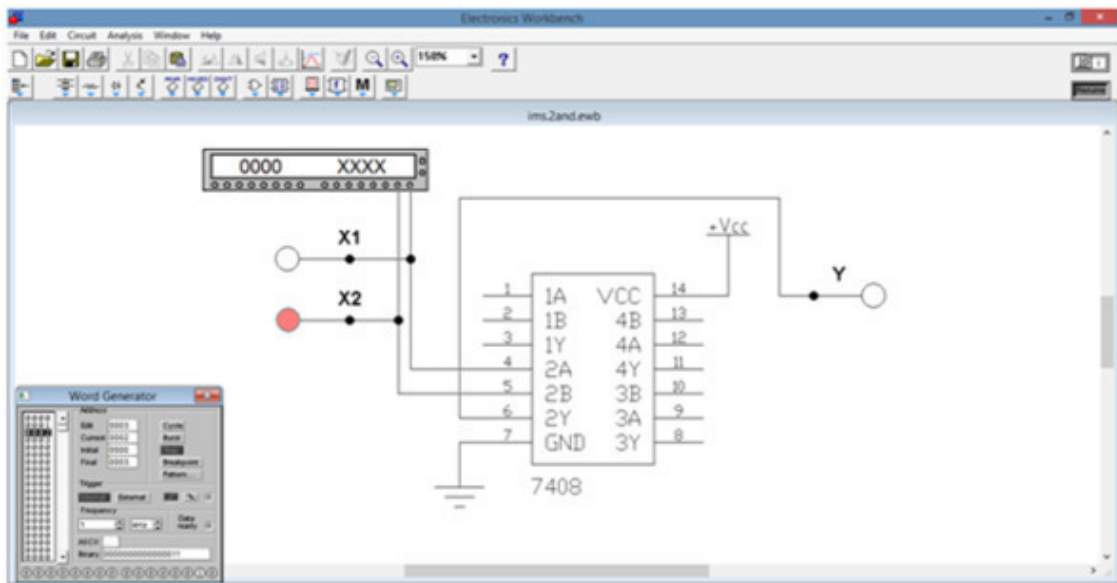


Рис.12

29. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента 2И (третья строка табл.4). Действительно, логическое умножение сигналов **1** и **0** дает на выходе сигнал **0**.

30. Последний раз нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.13.

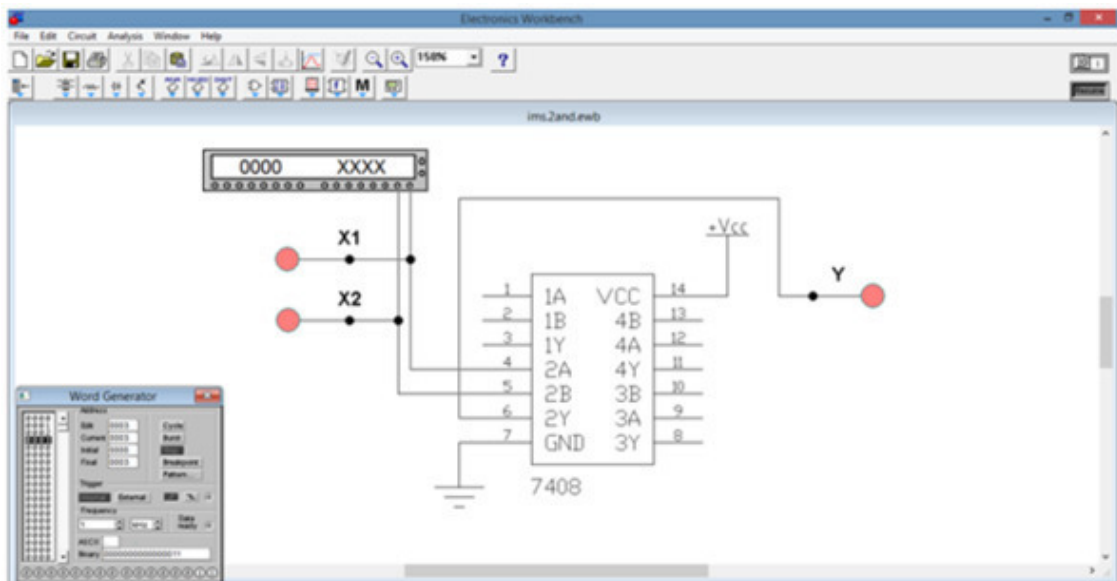


Рис.13

31. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента 2И (четвертая строка табл.4, выделена красным цветом). Действительно, только логическое умножение сигналов **1** и **1** дает на выходе сигнал **1**.

32. Собираем схему (рис.3) для исследования работы микросхемы SN74ALS15 фирмы «Texas Instruments Inc.» (русский аналог – микросхема КР1533ЛИЗ), содержащей 3 эле-

мента 3И. Согласно табл.2 будем использовать 1-й элемент данной микросхемы (выделен красным цветом на рис.6).

33. Разворачиваем панель генератора сигналов.

34. В составленной таблице истинности элемента 3И имеется 8 строк, поэтому в левой колонке генератора сигналов будем использовать тоже 8 строк с адресами **0000, 0001, ..., 0007**. Последний нужный адрес **0007** указываем в окошке **Final** генератора сигналов.

35. Дальнейшую настройку генератора сигналов производим так, как подробно описано в лабораторных работах 1 и 2, а также пунктах 16—23 данной работы. В результате генератор сигналов будет иметь вид, показанный на рис.14.

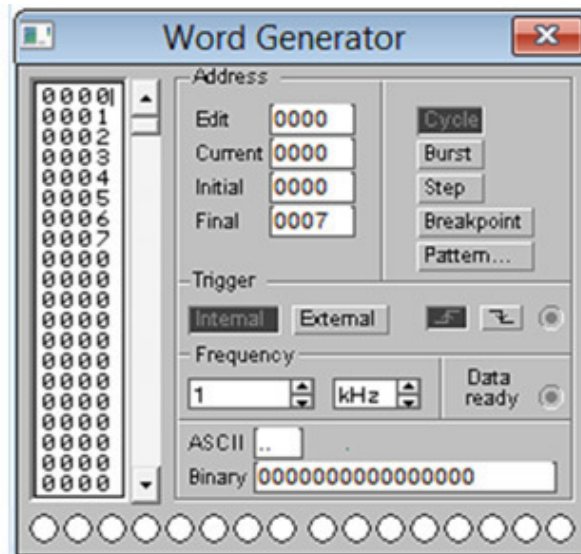


Рис.14

36. Нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.15.

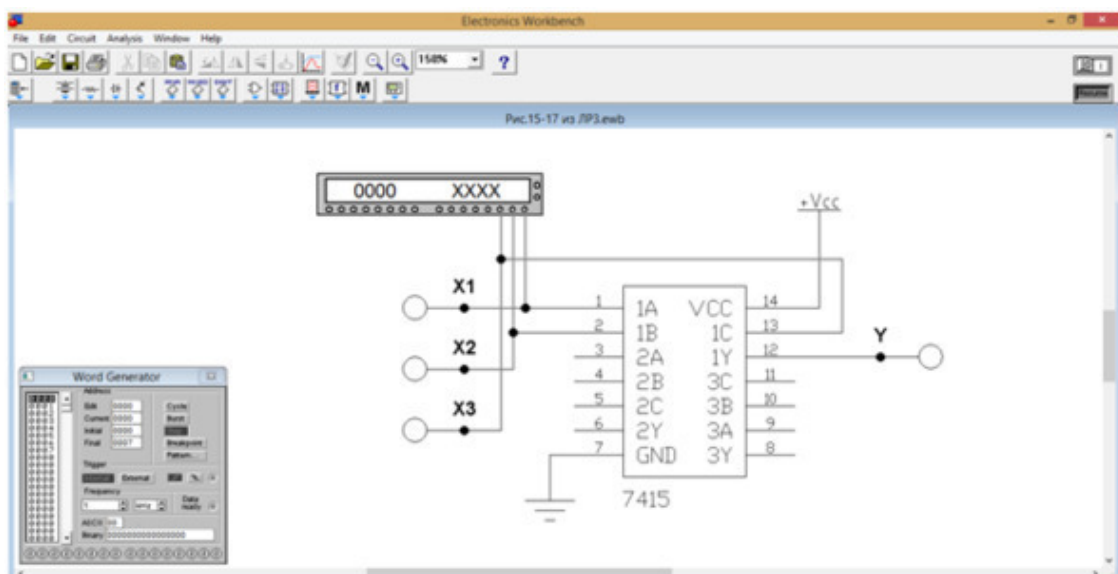


Рис.15

37. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента 3И (табл.5). Действительно, при подаче на входы **X1**, **X2** и **X3** (соответственно 1А, 1В и 1С в микросхеме SN74ALS15) сигналов **0**, **0** и **0** на выходе **Y** (1Y в микросхеме SN74ALS15) формируется сигнал **0** (результат логического умножения).

38. Еще раз нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.16.

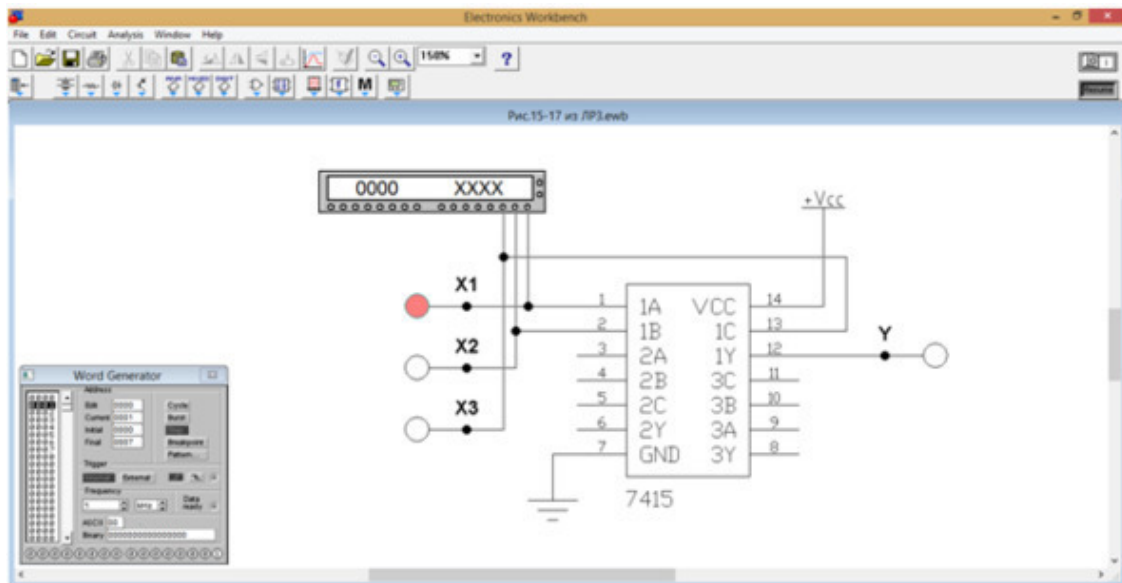


Рис.16

39. Сверяем полученный результат с таблицей истинности элемента 3И (вторая строка табл.5). Действительно, логическое умножение сигналов **0**, **0** и **1** дает на выходе сигнал **0**.

40. Аналогично проверяем остальные строки таблицы истинности и убеждаемся, что только при наличии сигналов **1**, **1** и **1** на входах элемента (в табл.5 эта строка выделена красным цветом) формируется сигнал **1** на его выходе (рис.17).

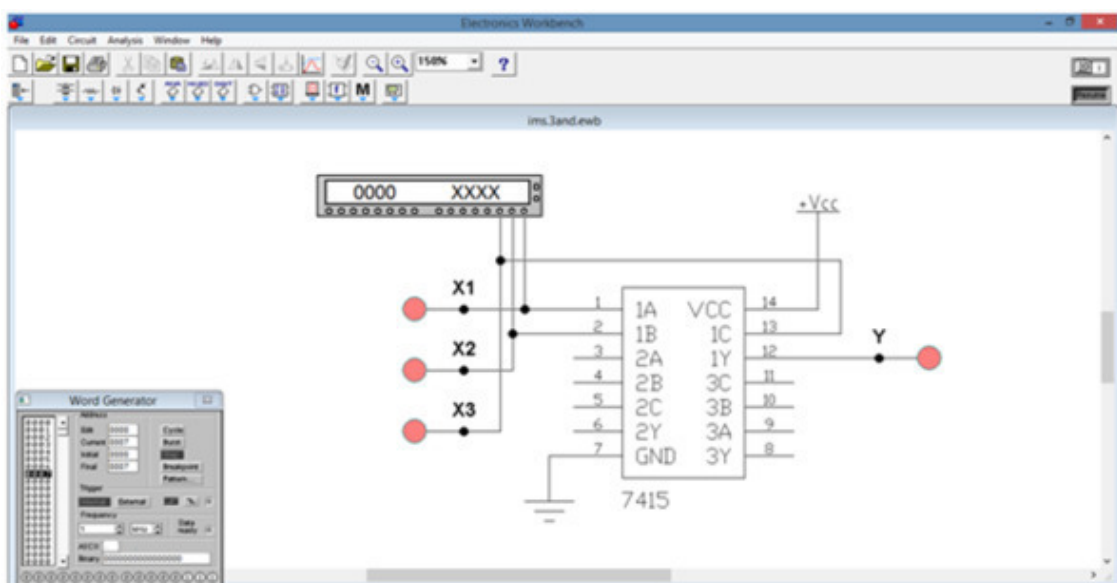


Рис.17

Лабораторная работа №4 «Исследование работы ИМС логических элементов ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ»

Предварительное задание

Перед выполнением задания следует рассмотреть Пример 1 из §1.2 [Л1].

1. Начертить в отчете микросхему КР1533ЛЛ1. Составить таблицу истинности элемента 2ИЛИ.
2. Начертить в отчете микросхему КР1533ЛА1. Составить таблицу истинности элемента 4И-НЕ.
3. Начертить в отчете микросхему КР1533ЛЕ1. Составить таблицу истинности элемента 2ИЛИ-НЕ.

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «Elektroniks Workbehch».

Табл.1

Номер компьютера	Номер элемента
1	2
2	3
3	4
4	1
5	2
6	4

2. Собрать схему (рис.1) для исследования работы микросхемы SN74ALS32A фирмы "Texas Instruments Inc." (русский аналог - микросхема КР1533ЛЛ1), содержащей 4 элемента 2ИЛИ. **Примечание:** в схеме на рис.2 используется 1-й элемент данной микросхемы. Учащиеся применяют элемент, номер которого определяется по таблице 1.

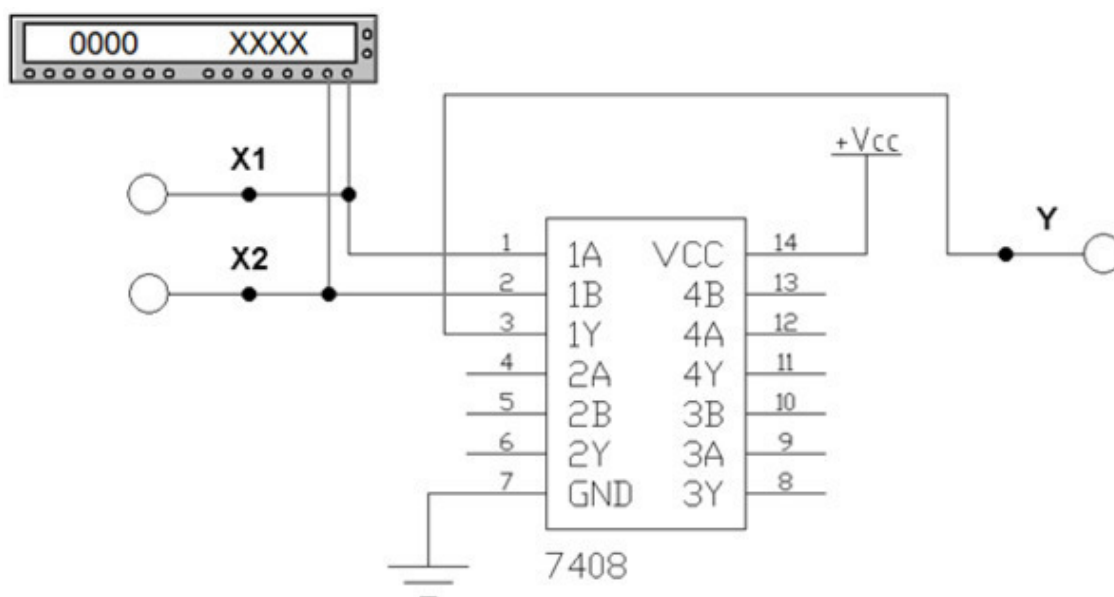


Рис.1

3. Показать работу выбранного элемента 2ИЛИ данной микросхемы для всех комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с составленной таблицей истинности. Результат показать преподавателю.

Табл.2

Номер компьютера	Номер элемента
1	1
2	2
3	1
4	2
5	1
6	2

4. Собрать схему (рис.2) для исследования работы микросхемы SN74ALS20A фирмы "Texas Instruments Inc." (русский аналог - микросхема КР1533ЛА1), содержащей 2 элемента 4И-НЕ. **Примечание:** в схеме на рис.2 используется 1-й элемент данной микросхемы. Учащиеся применяют элемент, номер которого определяется по таблице 2.

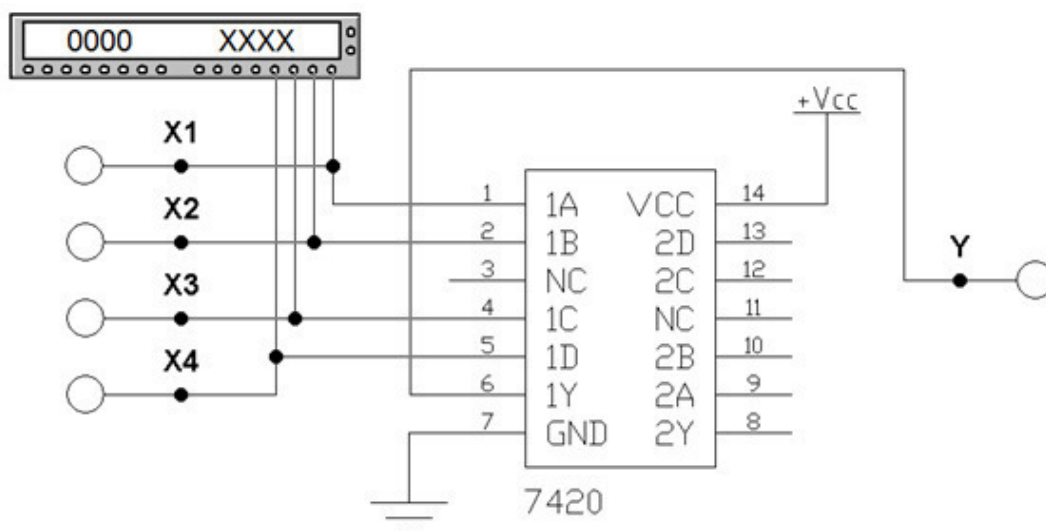


Рис.2

5. Показать работу выбранного элемента 4И-НЕ данной микросхемы для всех комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с составленной таблицей истинности. Результат показать преподавателю.

6. Собрать схему (рис.3) для исследования работы микросхемы SN74ALS02 фирмы «Texas Instruments Inc.» (русский аналог – микросхема КР1533ЛЕ1), содержащей 4 элемента 2ИЛИ-НЕ. **Примечание:** в схеме на рис.3 используется 1-й элемент данной микросхемы. Учащиеся применяют элемент, номер которого определяется по таблице 1.

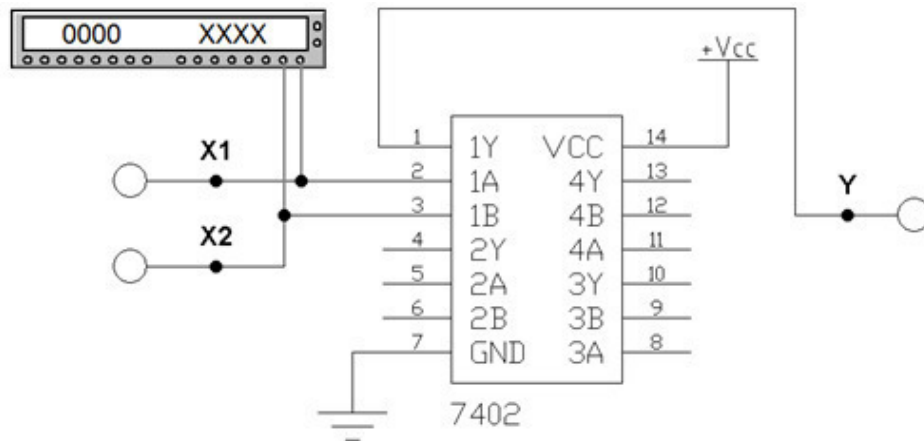


Рис.3

7. Показать работу выбранного элемента 2ИЛИ-НЕ данной микросхемы для всех комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с составленной таблицей истинности. Результат показать преподавателю.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Предположим для примера, что мы сидим за компьютером №2.

Выполнение предварительного задания

1. Чертим микросхему КР1533ЛЛ1 (рис.4).

2. Составляем таблицу истинности элемента 2ИЛИ (табл.3). Этот элемент имеет 2 входа, поэтому в таблице истинности будет $2^2=4$ строки. Напомним, что элемент 2ИЛИ выполняет логическое сложение 2 сигналов X1, X2.

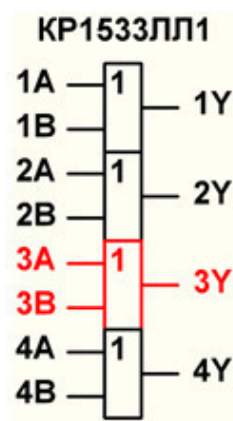


Рис.4

Табл.3

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

3. Чертим микросхему КР1533ЛА1 (рис.5).

4. Составляем таблицу истинности элемента 4И-НЕ (табл.4). Этот элемент имеет 4 входа, поэтому в таблице истинности будет $2^4=16$ строк. Напомним, что элемент 4И-НЕ выполняет логическое умножение 4 сигналов X1, X2, X3, X4 с последующим инвертированием полученного результата.

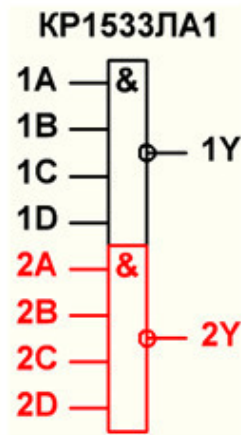


Рис.5

Табл.4

X1	X2	X3	X4	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

5. Чертим микросхему KP1533ЛЕ1 (рис.6).

6. Составляем таблицу истинности элемента 2ИЛИ-НЕ (табл.5). Этот элемент имеет 2 входа, поэтому в таблице истинности будет $2^2=4$ строки. Напомним, что элемент 2ИЛИ выполняет логическое сложение 2 сигналов X1,X2 с последующим инвертированием полученного результата.

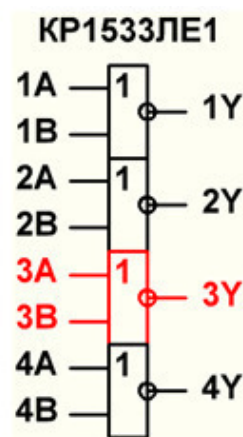


Рис.6

Табл.5

X1	X2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Выполнение лабораторной работы

1. Запускаем программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbehch**».

2. Собираем схему (рис.7) для исследования работы микросхемы SN74ALS32A фирмы «Texas Instruments Inc.» (русский аналог – микросхема KP1533ЛЛ1), содержащей 4 эле-

мента 2ИЛИ. Согласно табл.1 используем 3-й элемент данной микросхемы (выделен красным цветом на рис.4).

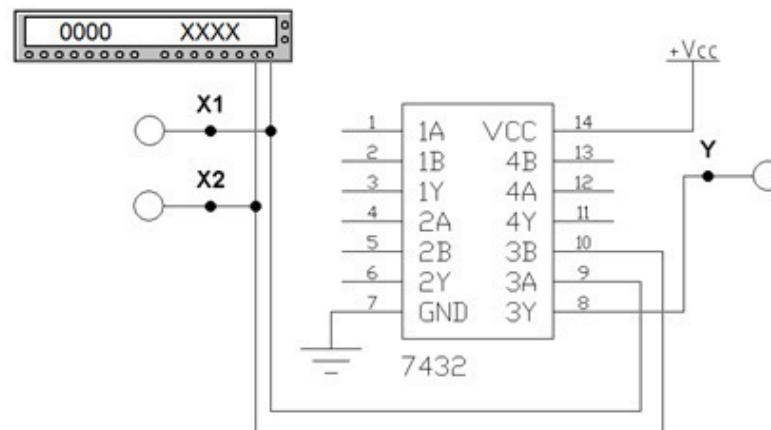


Рис.7

3. Разворачиваем панель и настраиваем генератор сигналов аналогично пунктам 14—23 предыдущей лабораторной работы.

4. Выполняем исследование работы элемента 2ИЛИ данной микросхемы аналогично пунктам 24—31 предыдущей лабораторной работы. Особо обратим внимание на последнюю 4-ю строку таблицы истинности (в табл.3 выделена красным цветом): при нажатии на клавишу **Step** четвертый раз (рис.8) видим, что при *логическом* сложении поступающих на входы сигналов 1 и 1 на выходе Y формируется сигнал 1 (при *арифметическом* сложении получается 2).

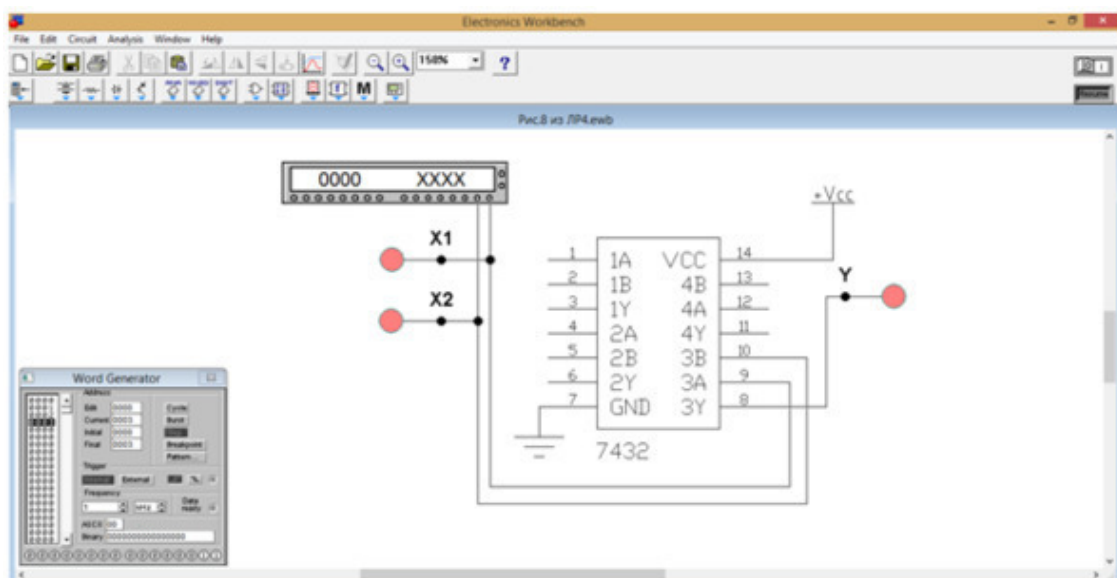


Рис.8

5. Собираем схему (рис.9) для исследования работы микросхемы SN74ALS20A фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема КР1533ЛА1), содержащей 2 элемента 4И-НЕ. Будем использовать 2-й элемент данной микросхемы согласно табл.2 (выделен красным цветом на рис.5).

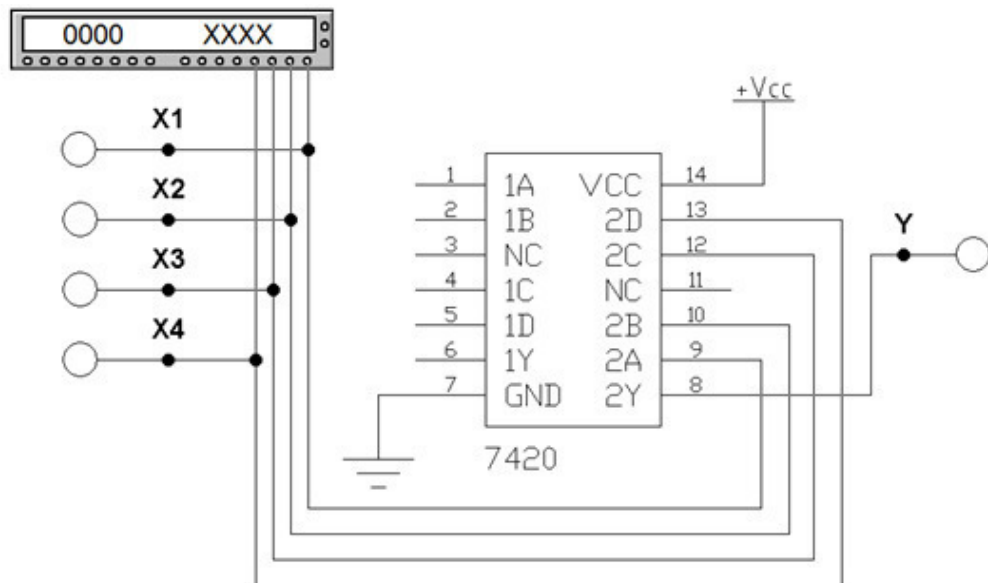


Рис.9

6. Разворачиваем панель генератора сигналов.

7. В составленной таблице истинности элемента 4И-НЕ (табл.4) имеется 16 строк, поэтому в левой колонке генератора сигналов будем использовать тоже 16 строк с адресами **0000, 0001, ..., 000F**. Последний нужный адрес **000F** указываем в окошке **Final** генератора сигналов.

8. Дальнейшую настройку генератора сигналов производим так, как подробно описано в предыдущих лабораторных работах. В результате генератор сигналов будет иметь вид, показанный на рис.10.

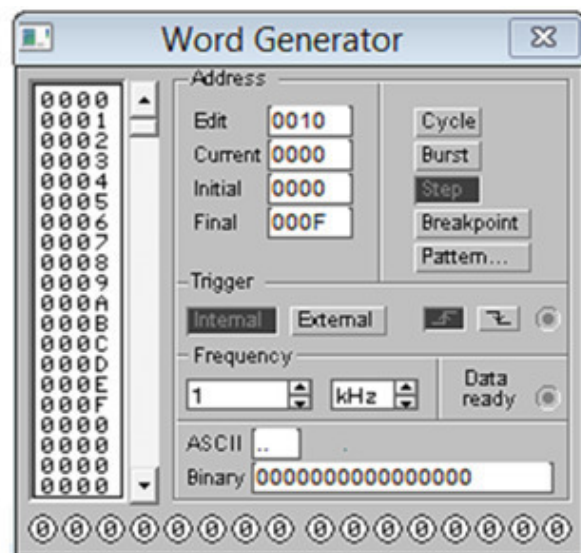


Рис.10

9. Выполняем исследование работы элемента 4И-НЕ данной микросхемы, нажимая на клавишу Step 16 раз и проверяя получаемые результаты по таблице истинности (аналогично пунктам 24—31 предыдущей лабораторной работы).

Особо обратим внимание на последнюю 16-ю строку таблицы истинности (в табл.4 выделена красным цветом): при нажатии на клавишу **Step** 16-й раз (рис.11) видим, что при на выходе формируется сигнал **0** только при наличии сигналов **1** на **всех** входах.

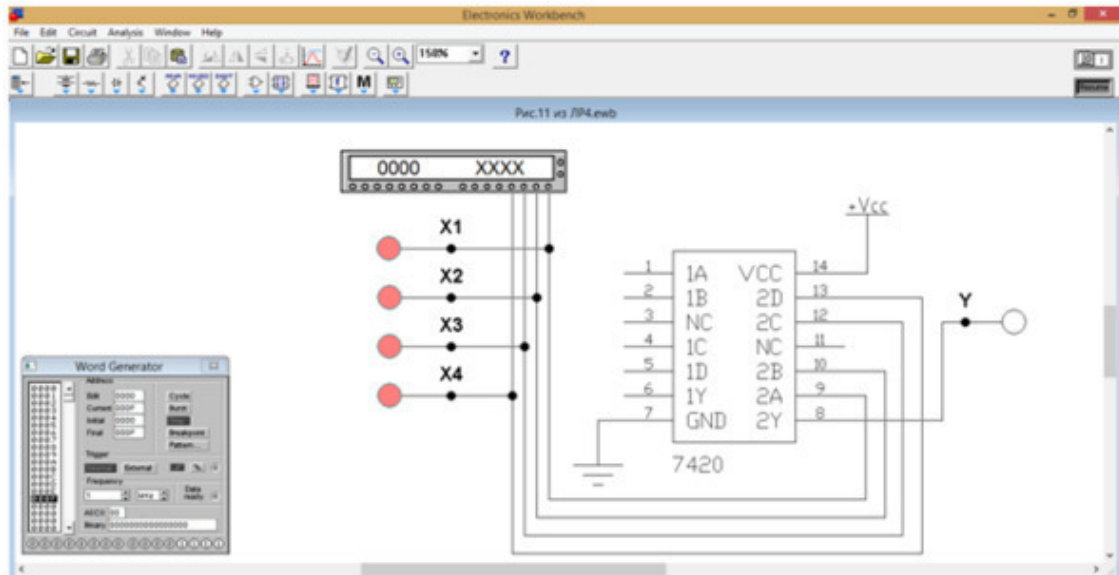


Рис.11

10. Собираем схему (рис.12) для исследования работы микросхемы SN74ALS02 фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема КР1533ЛЕ1), содержащей 4 элемента 2ИЛИ-НЕ. Согласно табл.1 используем 3-й элемент данной микросхемы (выделен красным цветом на рис.6).

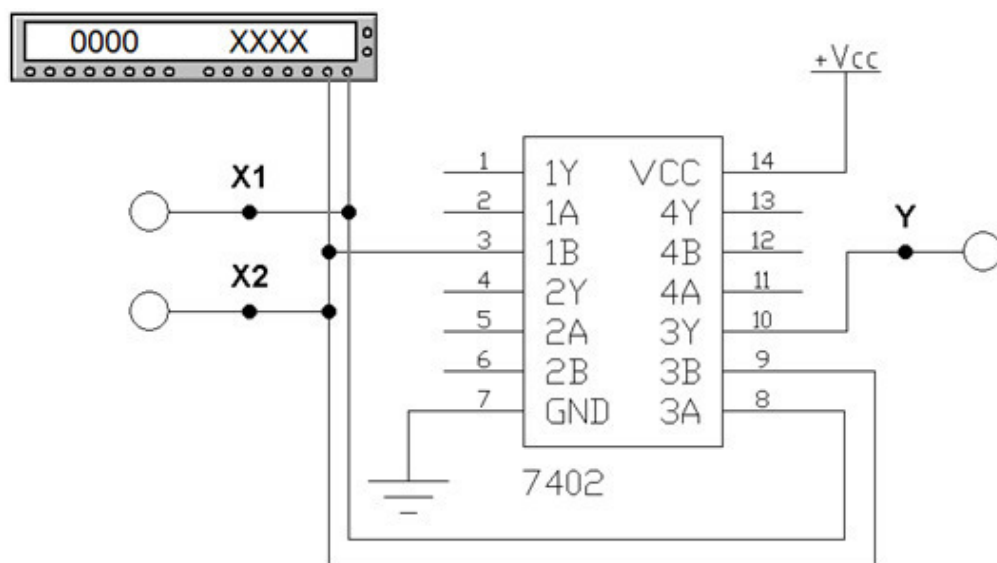


Рис.12

11. Разворачиваем панель и настраиваем генератор сигналов аналогично пунктам 14—23 предыдущей лабораторной работы.

12. Выполняем исследование работы элемента 2ИЛИ-НЕ данной микросхемы аналогично пунктам 24—31 предыдущей лабораторной работы.

Особо обратим внимание на первую строку таблицы истинности (в табл.5 выделена красным цветом): при нажатии на клавишу **Step** первый раз (рис.13) видим, что только при наличии на входах сигналов **0** и **0** на выходе формируется сигнал **1**.

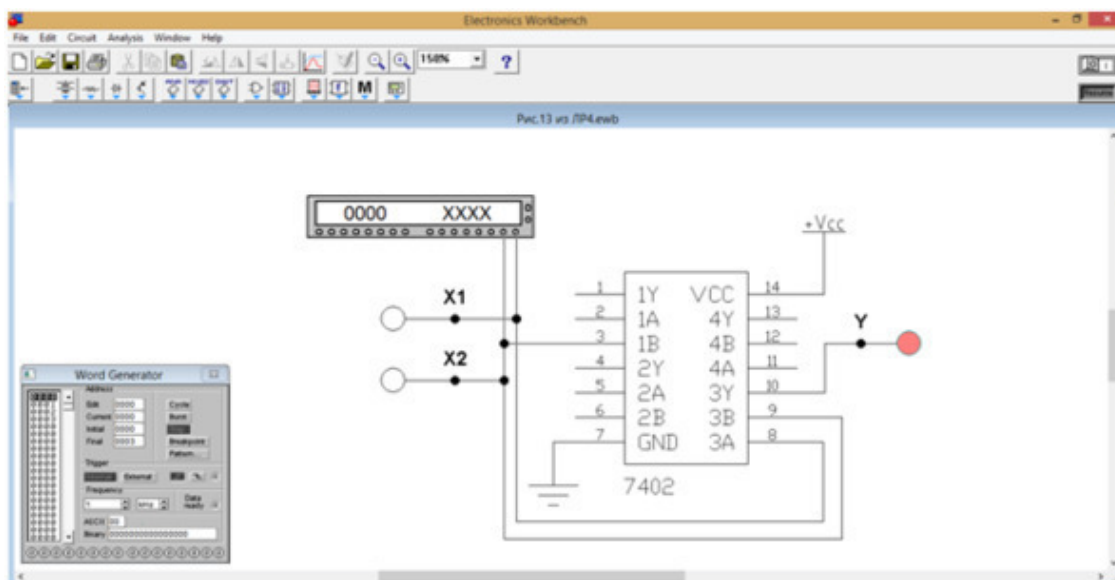


Рис.13

Лабораторная работа №5

«Исследование работы прочих логических элементов»

Предварительное задание

Перед выполнением задания следует рассмотреть Пример 1 из §1.2 [Л1].

1. Начертить в отчете микросхему КР1533ЛП5. Составить таблицу истинности элемента «исключающее 2ИЛИ».

2. Начертить в отчете микросхему КР1533АП4.

3. Начертить в отчете схему мажоритарного элемента «2 из 3» (рис.3, но по «восточному» стандарту). Составить таблицу истинности такого элемента. Указать карандашом (для одной комбинации входных сигналов) и ручкой (для другой комбинации входных сигналов) значения сигналов на входах и выходах всех элементов при наличии разрешения. Комбинации входных сигналов (входные коды) указаны в табл.1.

Табл.1

Номер компьютера	Входные сигналы
1	000 и 110
2	001 и 011
3	010 и 101
4	100 и 110
5	011 и 010
6	111 и 001

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «Elektroniks Workbehch».

Табл.2

Номер компьютера	Номер элемента
1	2
2	3
3	4
4	1
5	2
6	4

2. Собрать схему (рис.1) для исследования работы микросхемы SN74ALS86 фирмы "Texas Instruments Inc." (российский аналог - микросхема КР1533ЛП5), содержащей 4 элемента "исключающее 2ИЛИ". **Примечание:** в схеме на рис.1 используется 1-й элемент данной микросхемы. Учащиеся применяют элемент, номер которого определяется по таблице 2.

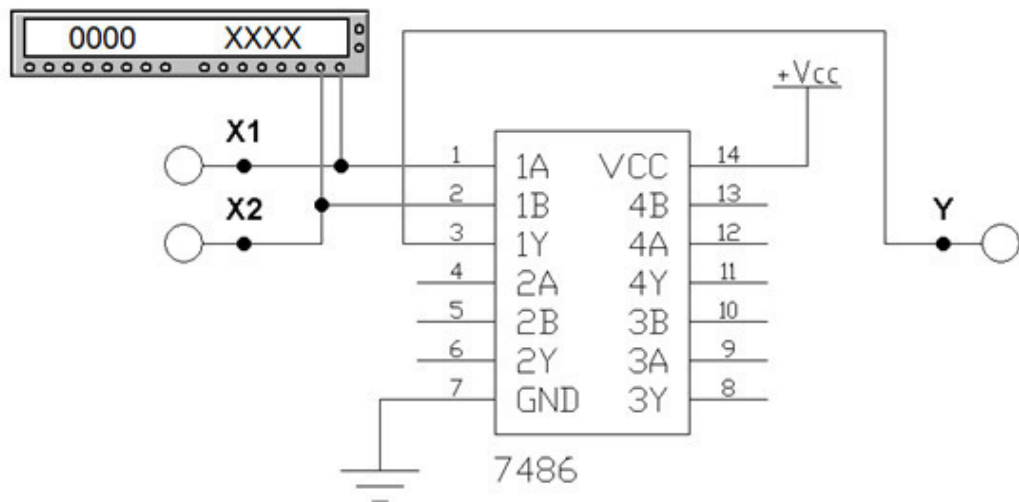


Рис.1

3. Показать работу выбранного элемента «исключающее ИЛИ» данной микросхемы для всех комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с составленной таблицей истинности. Результат показать преподавателю.

4. Собрать схему (рис.2) для исследования работы микросхемы SN74ALS241A фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема КР1533АП4), содержащей два четырехразрядных магистральных передатчика, каждый из которых имеет по четыре буферных повторителя с тремя состояниями и повышенным коэффициентом разветвления. **Примечание:** в схеме на рис.4 используется 1-й передатчик данной микросхемы. Учащиеся применяют тот передатчик, номер которого определяется по табл.3.

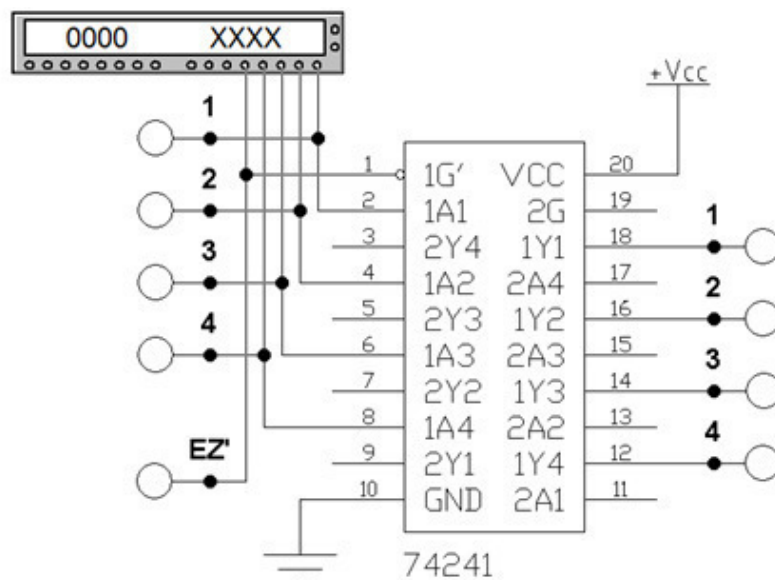


Рис.2

Табл.3

Номер компьютера	Номер передатчика	Входные сигналы
1	1	0011 и 1010
2	2	1101 и 0100
3	1	0111 и 1001
4	2	1100 и 0101
5	1	0001 и 1011
6	2	1000 и 0011

5. Показать преподавателю работу выбранного магистрального передатчика данной микросхемы для двух комбинаций входных сигналов (двух кодов), которые определяются по табл.3. Для этого в левой колонке генератора сигналов следует использовать две строки с адресами **0000** и **0001**.

6. Далее для этих же комбинаций входных сигналов показать преподавателю работу выбранного магистрального передатчика при переходе микросхемы в Z-состояние. На входах 1—4 могут быть любые сигналы, но должны быть и нули, и единицы. Использовать следующие две строки в левой колонке генератора сигналов с адресами **0002** и **0003**.

7. Собрать схему (рис.3) для исследования работы мажоритарного элемента.

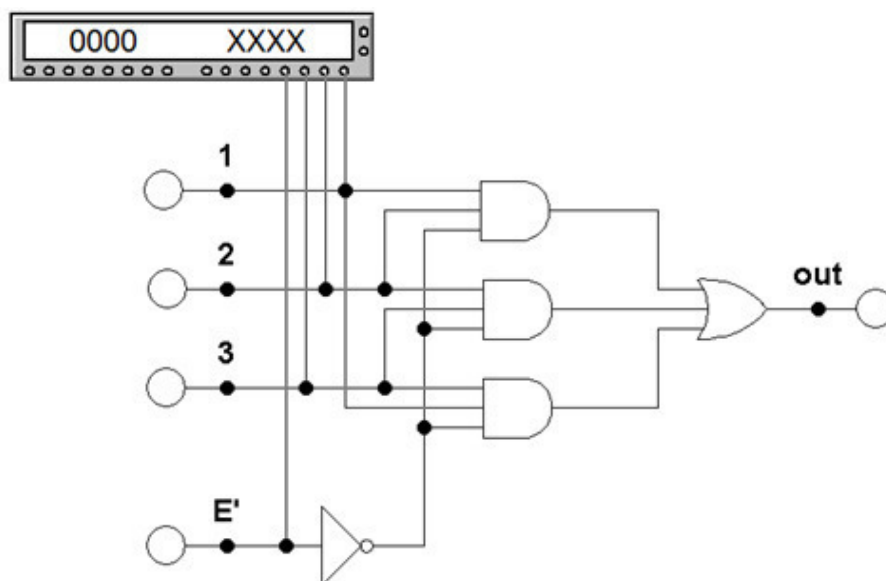


Рис.3

8. Показать преподавателю работу элемента для двух входных кодов, указанных в табл.1. Для этого в левой колонке генератора сигналов следует использовать две строки с адресами **0000** и **0001**.

9. Сравнить полученные результаты с выполненным предварительным заданием и сделать вывод.

10. Еще в одной строке с адресом **0002** показать и объяснить преподавателю вариант, когда элемент срабатывать не будет (на входах 1—3 могут быть любые сигналы, но должны включать и нули, и единицы).

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Предположим для примера, что мы сидим за компьютером №3.

Выполнение предварительного задания

1. Чертим микросхему КР1533ЛП5 (рис.4).
2. Составляем таблицу истинности элемента «исключающее ИЛИ» (табл.4).

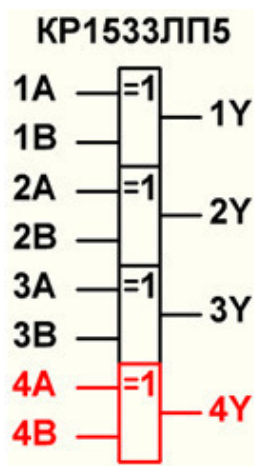


Рис.4

Табл.4

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3. Чертим микросхему КР1533АП4 (рис.5).
4. Чертим схему мажоритарного элемента «2 из 3» (рис.6).

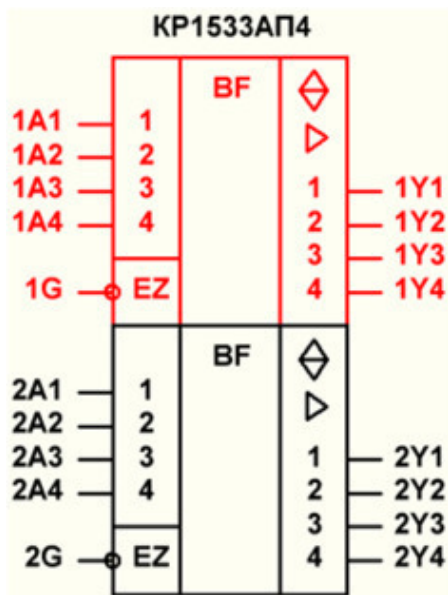


Рис.5

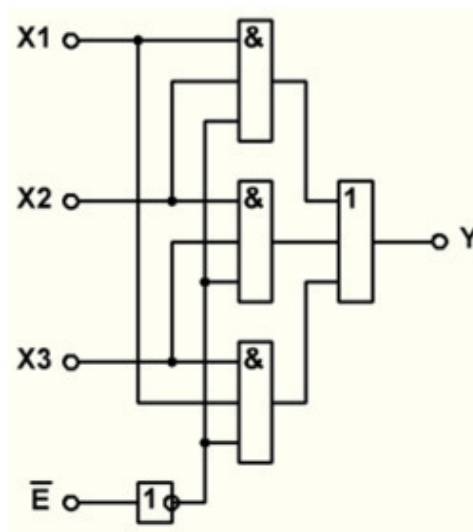


Рис.6

Здесь **E** (enable) – разрешающий вход. Элемент будет нормально работать только при подаче на вход **E** разрешающего сигнала **0**. При **E = 1** элемент работать не будет и на выходе **Y** будет всегда сигнал **0** при любых сигналах на входах.

5. Составим таблицу истинности такого элемента (табл.5).

Табл.5

X1	X2	X3	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

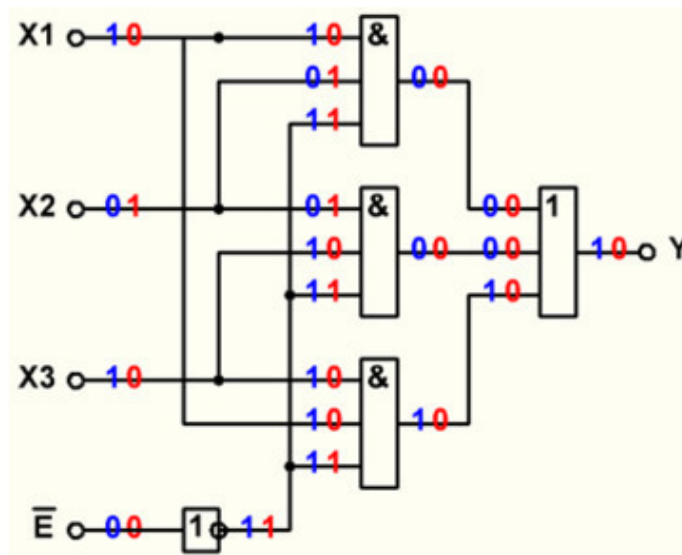


Рис.7

6. Выполняем анализ работы этой схемы в статическом режиме (рис.7) при наличии разрешения для двух входных кодов по табл.1: для первого кода – красным цветом, для второго кода – синим.

Выполнение лабораторной работы

1. Запускаем программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbench**».

2. Собираем схему (рис.8) для исследования работы микросхемы SN74ALS86 фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема КР1533ЛП5), содержащей 4 элемента «исключающее 2ИЛИ». Согласно табл.2 будем использовать 4-й элемент данной микросхемы (показан красным цветом на рис.4).

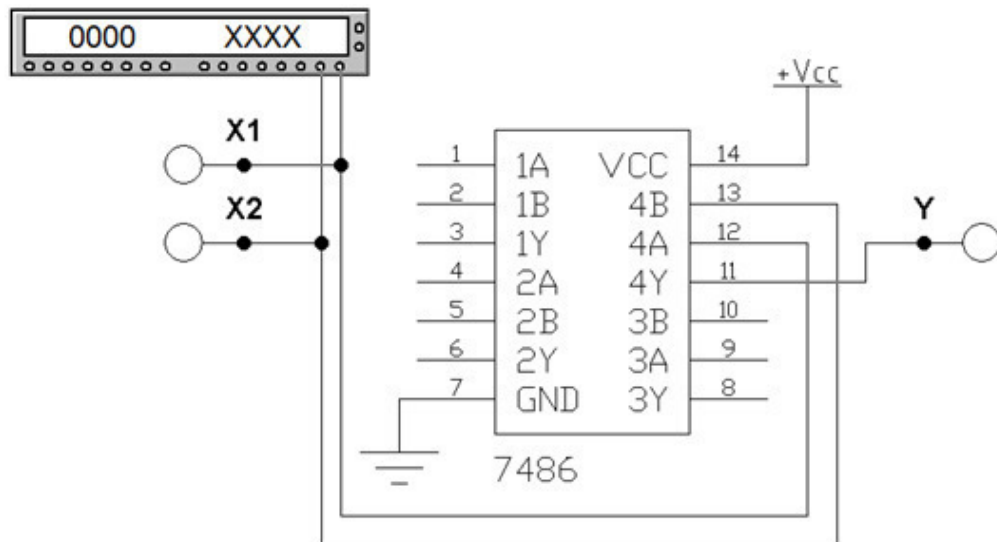


Рис.8

3. Разворачиваем панель и настраиваем генератор сигналов аналогично пунктам 14—23 лабораторной работы №3.

4. Выполняем исследование работы элемента «исключающее 2ИЛИ» данной микросхемы аналогично пунктам 24—31 лабораторной работы №3. Особо обратим внимание на последнюю 4-ю строку таблицы истинности (в табл.4 показана красным цветом): при нажатии на клавишу **Step** четвертый раз (рис.9) видим, что при наличии на входах сигналов **1** и **1** на выходе формируется сигнал **0**, в отличие от результата операции 2ИЛИ.

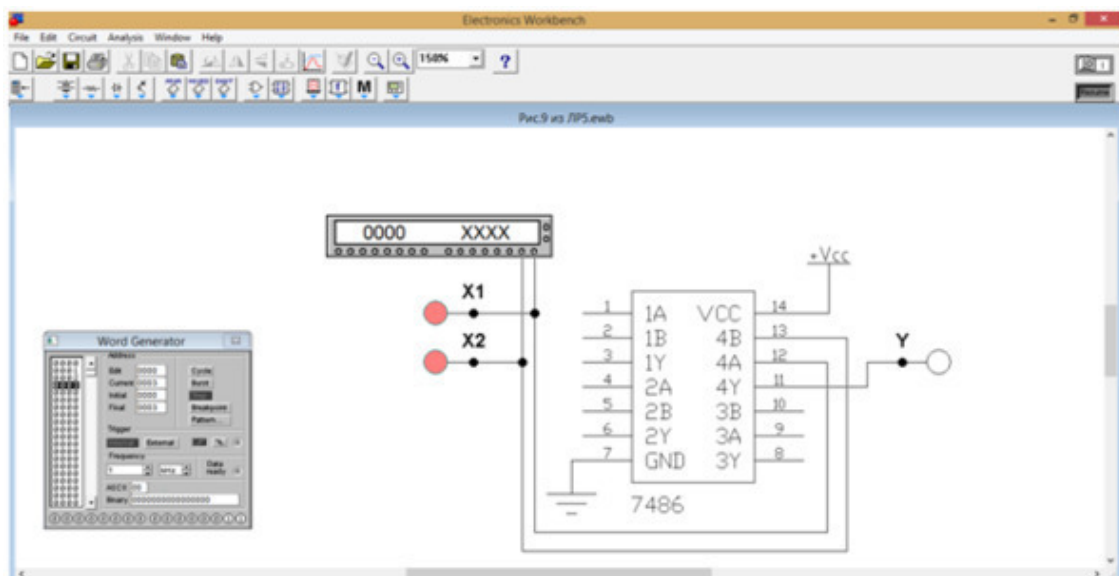


Рис.9

5. Собрать схему (рис.2) для исследования работы микросхемы SN74ALS241A фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема КР1533АП4). Будем использовать 1-й передатчик данной микросхемы согласно табл.3 (показан красным цветом на рис.5).

6. Покажем преподавателю работу 1-го магистрального передатчика данной микросхемы для передачи двух входных кодов **0111** и **1001** (согласно табл.3) на выход, а также для этих же входных кодов при переходе микросхемы в **Z**-состояние.

7. Разворачиваем панель генератора сигналов (рис.10).

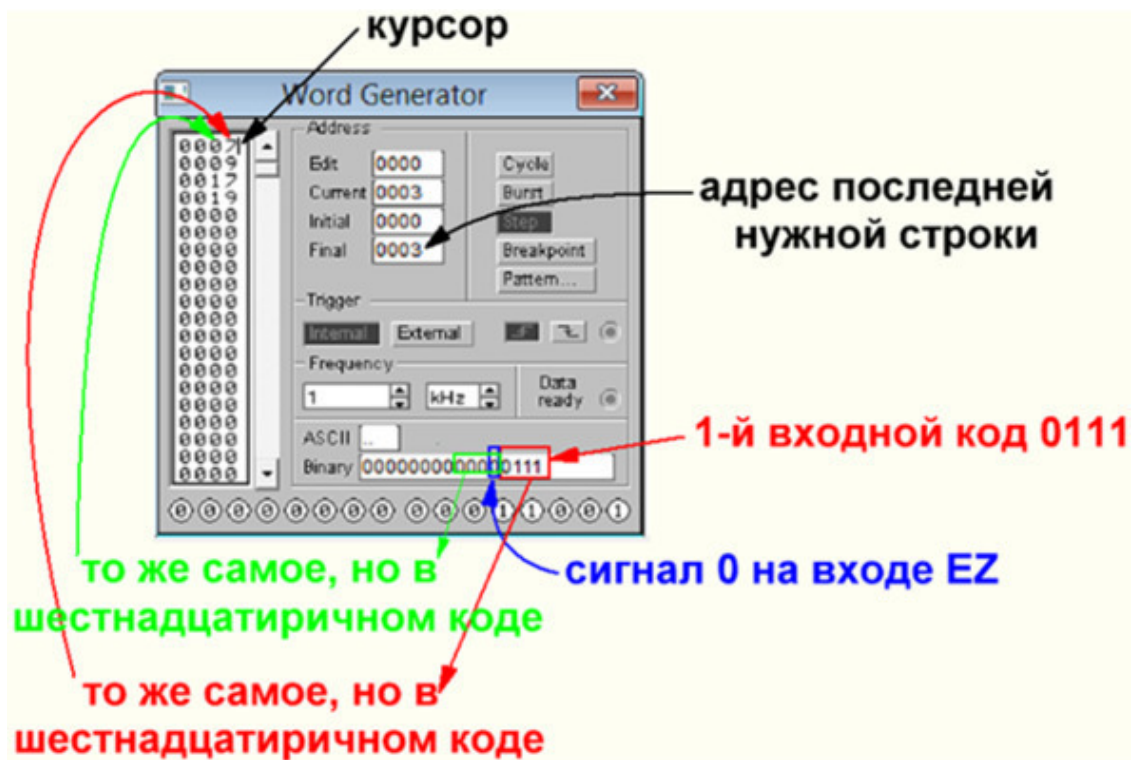


Рис.10

8. Так как следует показать работу передатчика в четырех случаях, то для этого в левой колонке генератора сигналов используем 4 строки с адресами **0000**, **0001**, **0002** и **0003**. Следовательно, последний нужный адрес **0003** указываем в окошке **Final** генератора сигналов (рис.10).

9. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки (рис.10).

10. В окошке **Binary** печатаем (рис.10) 4 входных сигнала первого кода из табл.3: **0111** ($0111_2 = 7_{16}$). Перед ними должен быть сигнал **0** ($0_{10} = 0000_2 = 0_{16}$), который поступает на вход **EZ** 1-го передатчика микросхемы и разрешает входным сигналам проходить на выходы.

11. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки.

12. В окошке **Binary** печатаем 4 входных сигнала второго кода из табл.3: **1001** ($1001_2 = 9_{16}$). Перед ними снова должен быть сигнал **0** ($0_{10} = 0000_2 = 0_{16}$), который поступает на вход **EZ** 1-го передатчика и разрешает входным сигналам проходить на выходы.

13. Устанавливаем курсор на третью строку левой колонки.

14. В окошке **Binary** печатаем 4 входных сигнала первого кода: **0111** ($0111_2 = 7_{16}$). Перед ними должен быть сигнал **1** ($1_{10} = 0001_2 = 1_{16}$), который переводит микросхему в **Z**-состояние.

15. Устанавливаем курсор на 4-ю строку левой колонки.

16. В окошке **Binary** печатаем 4 входных сигнала второго кода: **1001** ($1001_2 = 9_{16}$). Перед ними снова должен быть сигнал **1** ($1_{10} = 0001_2 = 1_{16}$), который переводит микросхему в **Z**-состояние.

17. Нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.11.

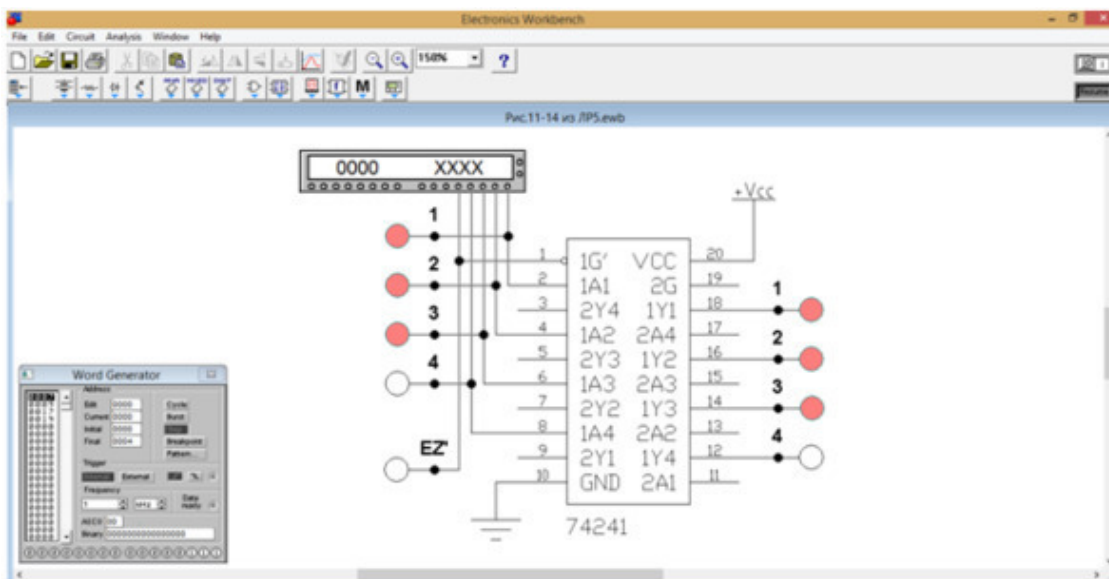


Рис.11

Здесь хорошо видно, что входной код **0111** проходит на выходы. Сигнал **0** на входе **EZ** разрешает входному коду проходить на выходы.

18. Еще раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.12.

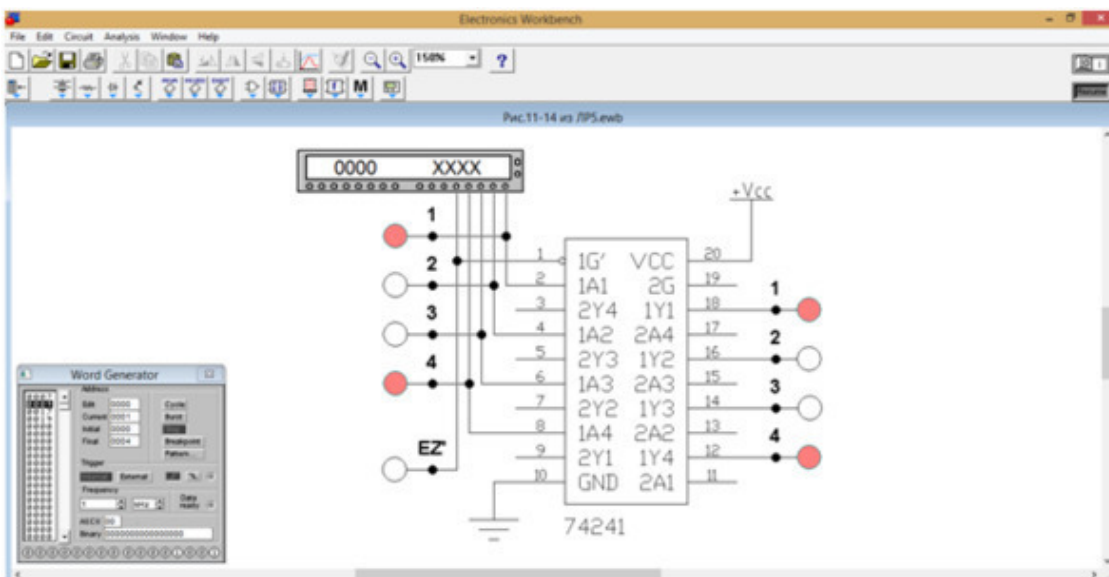


Рис.12

В данном случае входной код **1001** тоже проходит на выходы. Сигнал **0** на входе **EZ** опять разрешает входному коду проходить на выходы.

19. В третий раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.13.

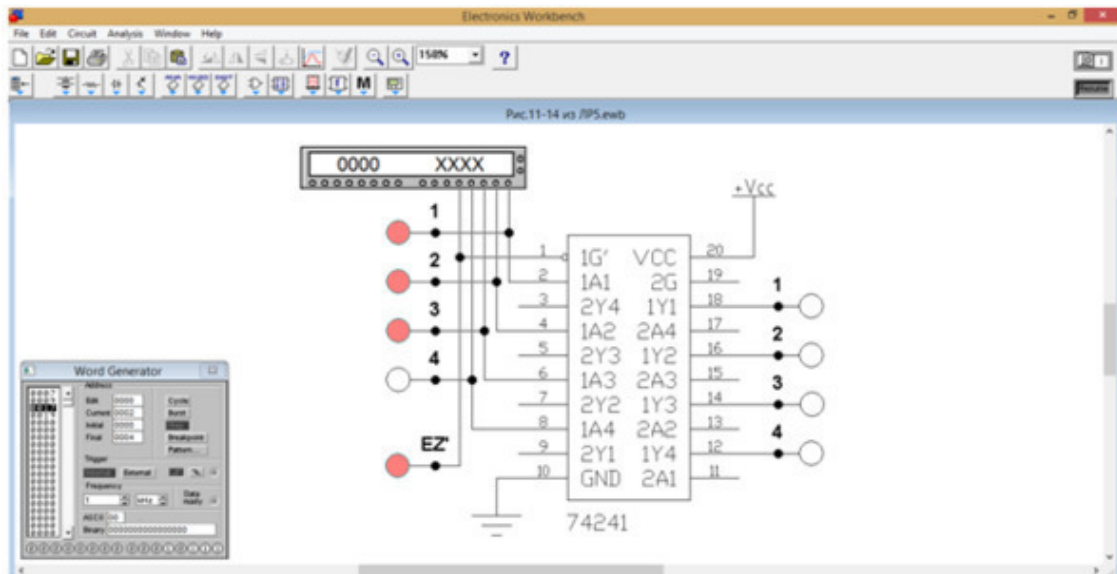


Рис.13

Сейчас на вход **EZ** подается сигнал **1**, который переводит 1-й передатчик микросхемы в **Z**-состояние, поэтому входной код **0111** не проходит на выходы.

20. И четвертый раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.14.

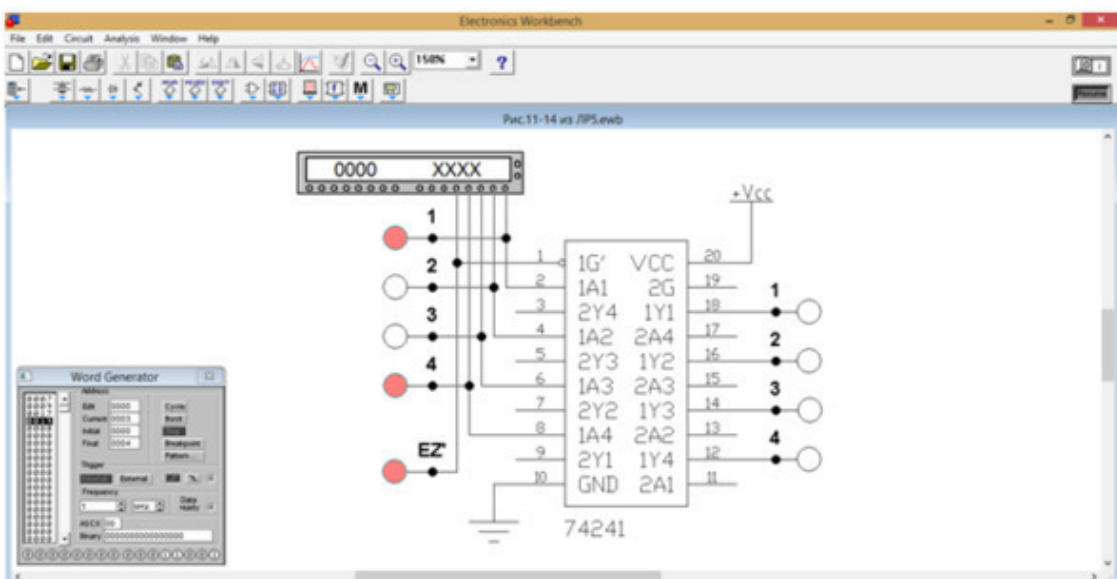


Рис.14

Здесь снова на вход **EZ** подается сигнал **1**, который переводит 1-й передатчик микросхемы в **Z**-состояние, поэтому входной код **1001** тоже не проходит на выходы.

21. Собрать схему (рис.3) для исследования работы мажоритарного элемента.

22. Разворачиваем панель генератора сигналов (рис.15).

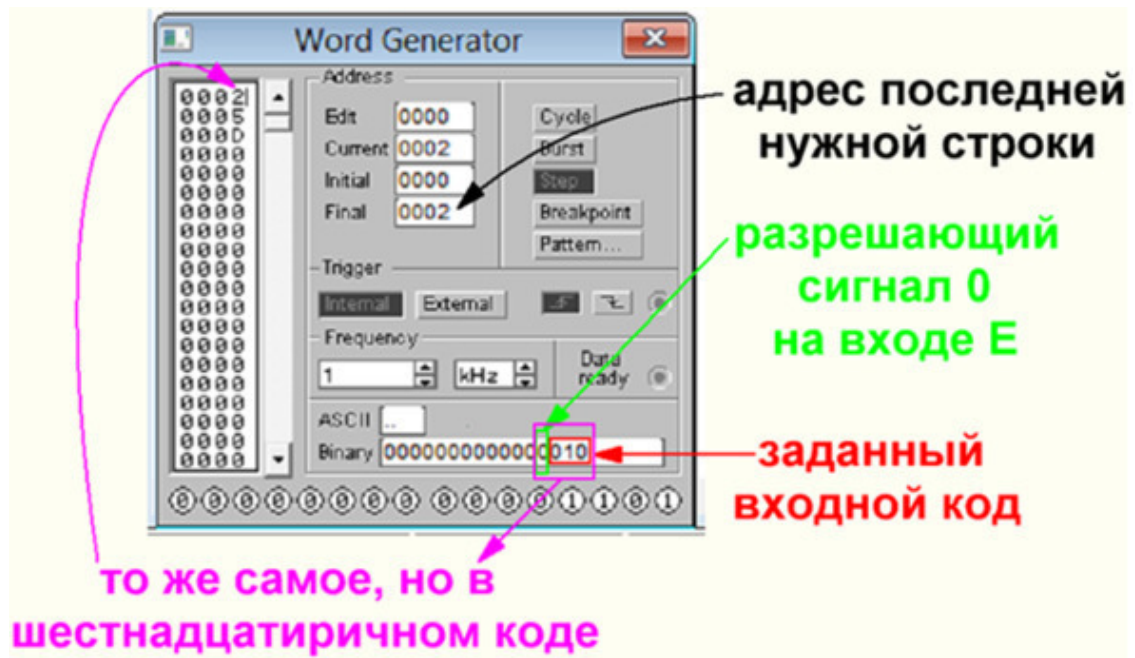


Рис.15

23. Так как следует показать работу передатчика в трех случаях, то для этого в левой колонке генератора сигналов используем 3 строки с адресами **0000**, **0001** и **0002**. Следовательно, последний нужный адрес **0002** указываем в окошке **Final** генератора сигналов (рис.15).

24. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки (рис.15).

25. В окошке **Binary** печатаем (рис.15) 3 входных сигнала первого кода из табл.1: **010** и добавляем впереди разрешающий сигнал **0**, который подается на вход **Е** мажоритарного элемента. В результате получается 4-разрядный код $0010_2 = 2_{16}$.

26. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки.

27. В окошке **Binary** печатаем 3 входных сигнала второго кода из табл.1: **101** и добавляем впереди разрешающий сигнал **0**, который подается на вход **Е** мажоритарного элемента. В результате получается 4-разрядный код $0101_2 = 5_{16}$.

28. Устанавливаем курсор на третью строку левой колонки.

29. В окошке **Binary** печатаем 3 входных сигнала любого кода (должен содержать и нули, и единицы), например: **101** и добавляем впереди сигнал **1**, который подается на вход **Е** и не разрешает работать мажоритарному элементу. В результате получается 4-разрядный код $1101_2 = D_{16}$.

30. Нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.16.

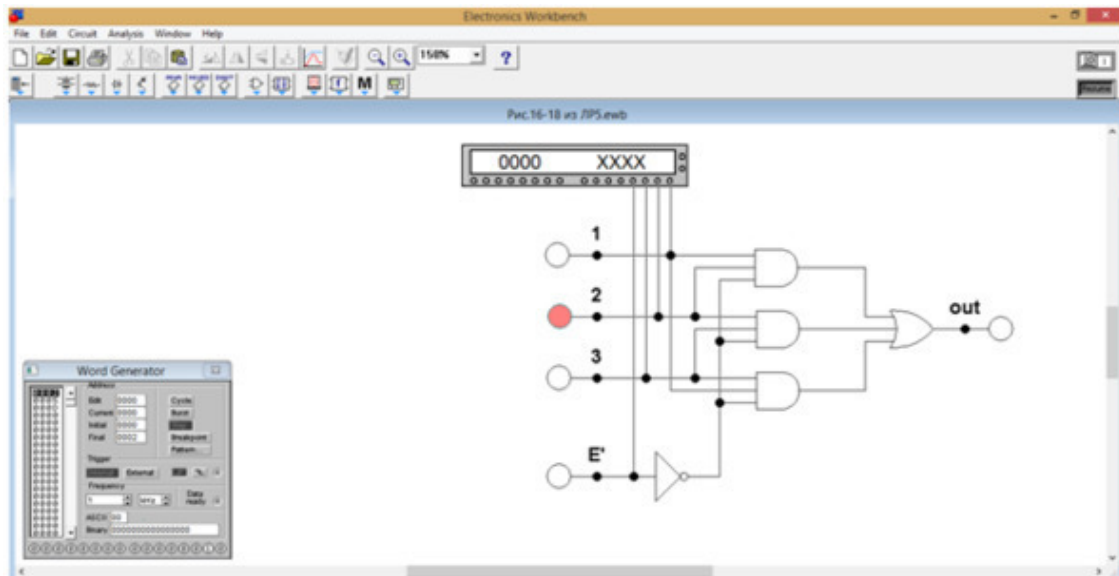


Рис.16

Проверяем полученный результат по таблице истинности (табл.5): действительно, если нулей на входах (два **0** на входах 1 и 3) больше, чем единиц (одна **1** на входе 2), то на выходе появляется сигнал **0**.

31. Еще раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.17.

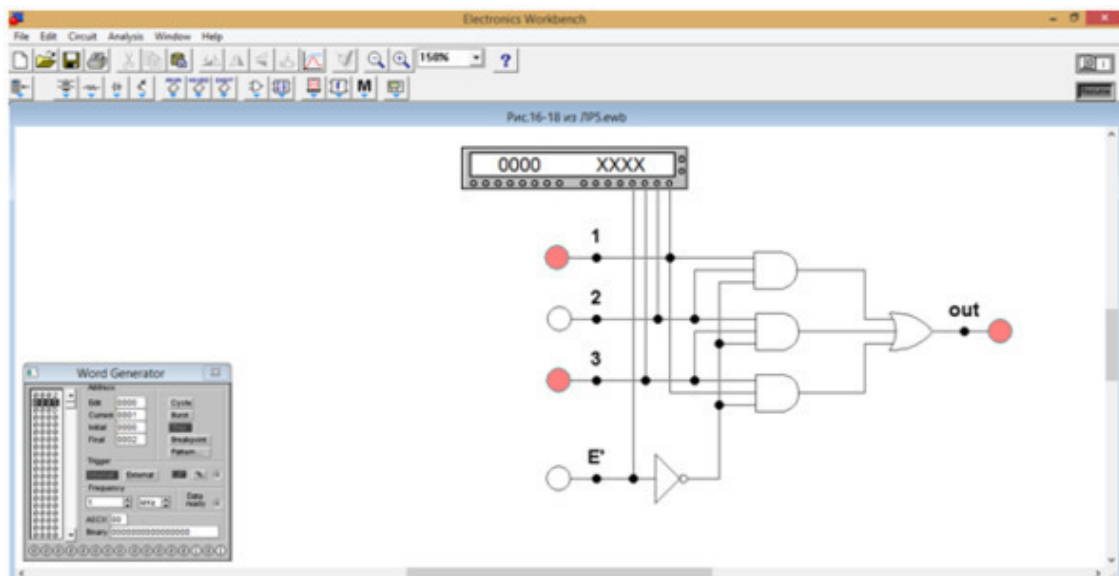


Рис.17

Проверяем полученный результат по таблице истинности (табл.5): действительно, если единиц на входах (две **1** на входах 1 и 3) больше, чем нулей (один **0** на входе 2), то на выходе появляется сигнал **1**.

32. В третий раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.18.

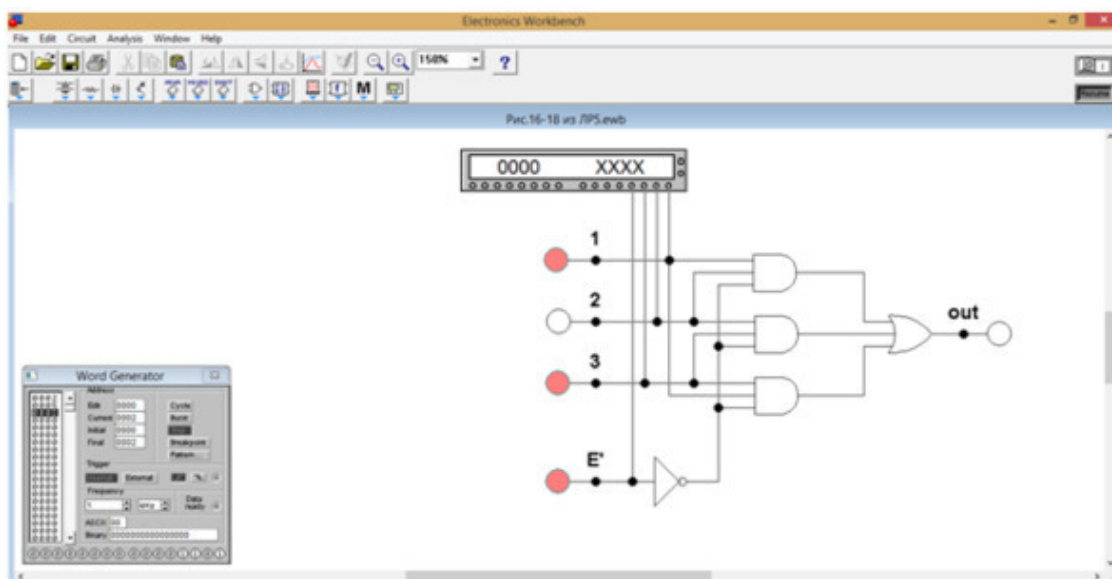


Рис.18

Здесь хорошо видно, что при наличии на входе **Е** сигнала **1** он не дает возможности работать мажоритарному элементу: при любых сигналах на входах 1—3 на выходе будет сохраняться сигнал **0**.

Лабораторная работа №6 «Исследование работы комбинированных ИМС логических элементов»

Предварительное задание

1. Начертить в отчете структуру микросхемы КР1533ЛР4 (рис.1).

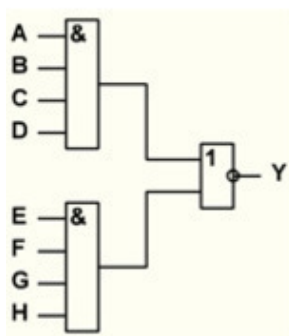


Рис.1

Табл.1

Номер варианта	Входные сигналы							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1	1	1	1	0	1	0	0
	1	0	1	1	1	0	0	0
2	1	0	0	1	1	1	1	1
	0	0	1	0	0	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	1	1	0	1	1	1	0
4	0	0	1	1	1	1	1	1
	1	0	1	0	0	0	0	1
5	1	1	1	1	0	1	0	1
	0	0	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	1	1	1	1	1
	0	1	0	1	1	0	1	1

2. Указать значения сигналов на входах и выходах всех элементов данной микросхемы для двух комбинаций входных сигналов (первая – карандашом, вторая – ручкой), заданных для каждого варианта в табл.1.

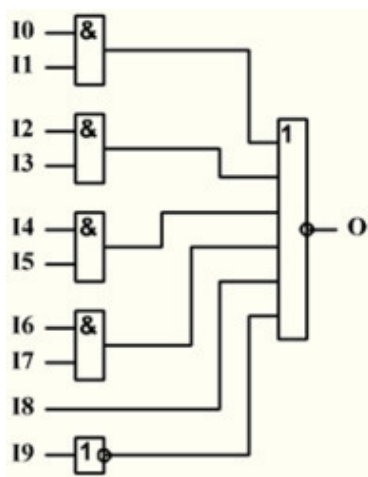


Рис.2

3. Начертить в отчете структуру микросхемы NTE4086B фирмы NTE Electronic (рис.2).

Обозначение выводов происходит от английского: I (input — вход), O (output — выход).

4. Указать значения сигналов на входах и выходах всех элементов данной микросхемы для двух комбинаций входных сигналов (первая — карандашом, вторая — ручкой), заданных для каждого варианта в табл.2.

Табл.2

Номер варианта	Входные сигналы									
	I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9'
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
3	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
4	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «Elektroniks Workbehch».
2. Собрать схему (рис.3) для исследования работы микросхемы SN74LS55 фирмы Texas Instruments Inc. (российский аналог – микросхема КР1533ЛР4).

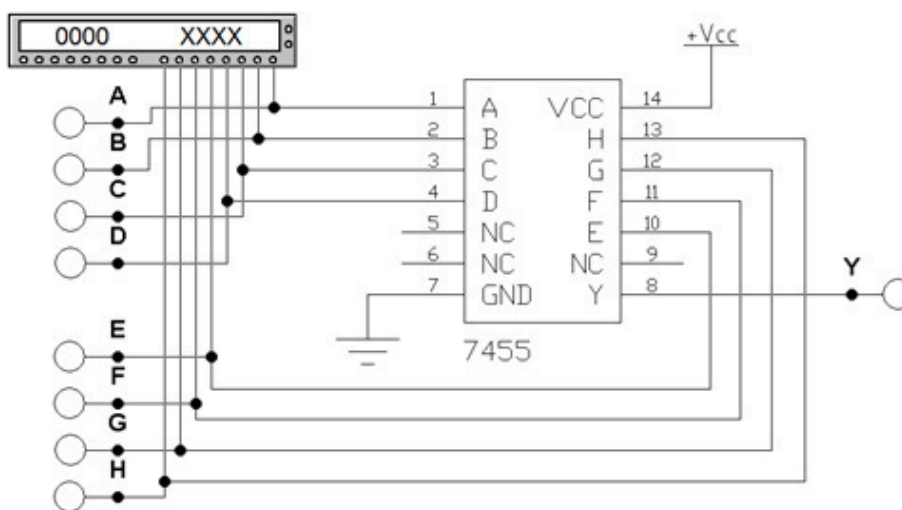


Рис.3

3. Показать работу микросхемы для двух указанных в предварительном задании комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с выполненным заданием. Результат показать преподавателю.
4. Собрать схему (рис.4) для исследования работы микросхемы NTE4086В фирмы NTE Electronics (российских аналогов не обнаружено).

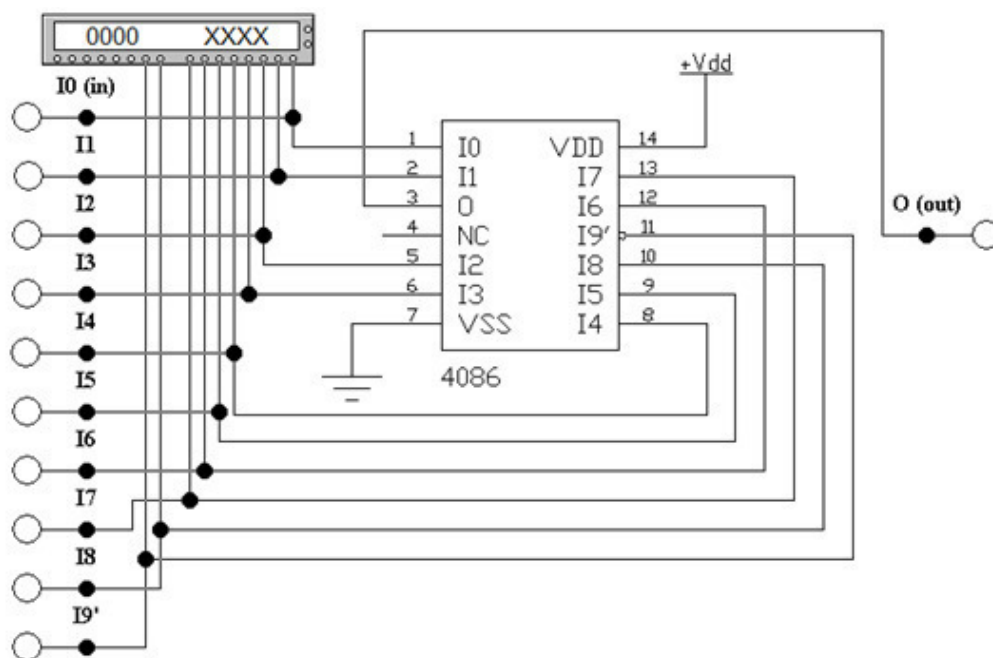


Рис.4

5. Показать работу микросхемы для двух указанных в предварительном задании комбинаций входных сигналов. Убедиться, что элемент работает в соответствии с выполненным заданием. Результат показать преподавателю.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Предположим для примера, что мы сидим за компьютером №4.

Выполнение предварительного задания

1. Чертим в отчете структуру микросхемы КР1533ЛР4 (рис.5).

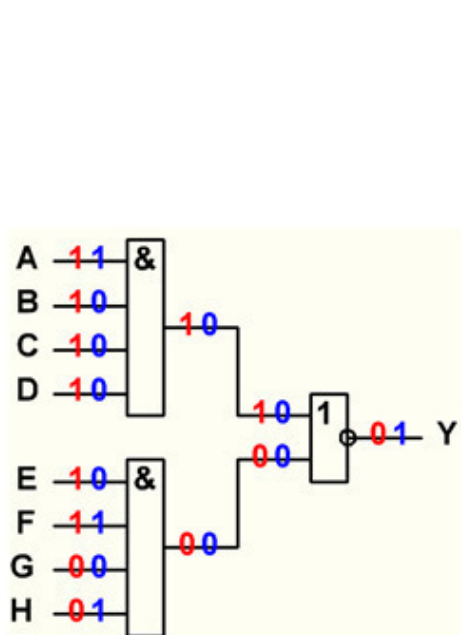


Рис.5

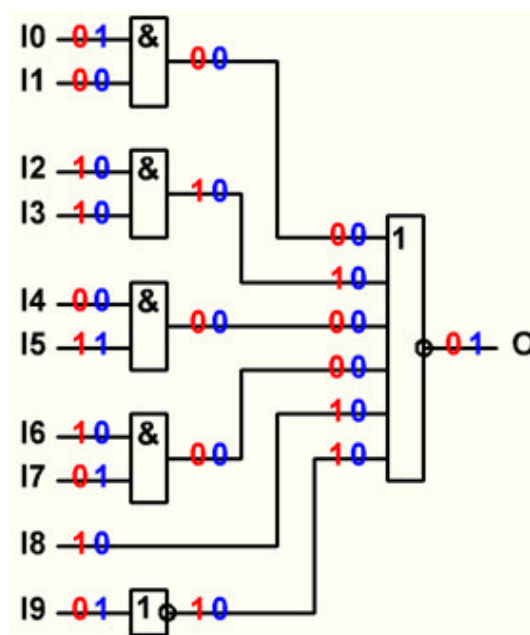


Рис.6

2. Укажем значения сигналов на входах и выходах всех элементов данной микросхемы (рис.5) для двух комбинаций входных сигналов (первая – красным цветом, вторая – синим): **00111111** и **10100001**, заданных в табл.1.

3. Чертим в отчете структуру микросхемы NTE4086B фирмы NTE Electronic (рис.6).

4. Укажем значения сигналов на входах и выходах всех элементов данной микросхемы (рис.6) для двух комбинаций входных сигналов (первая – карандашом, вторая – ручкой): **0101101100** и **1010100001**, заданных в табл.2.

Выполнение лабораторной работы

1. Запускаем программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbench**».

2. Собираем схему (рис.3) для исследования работы микросхемы SN74LS55 фирмы Texas Instruments Inc. (российский аналог – микросхема КР1533ЛР4).

3. Разворачиваем панель генератора сигналов (рис.7).

4. По заданию нужно показать работу микросхемы для двух комбинаций входных сигналов (двух кодов), поэтому в левой колонке генератора сигналов используем 2 строки с адресами **0000** и **0001**. Следовательно, последний нужный адрес **0001** указываем в окошке **Final** (рис.7).

5. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки (рис.7).

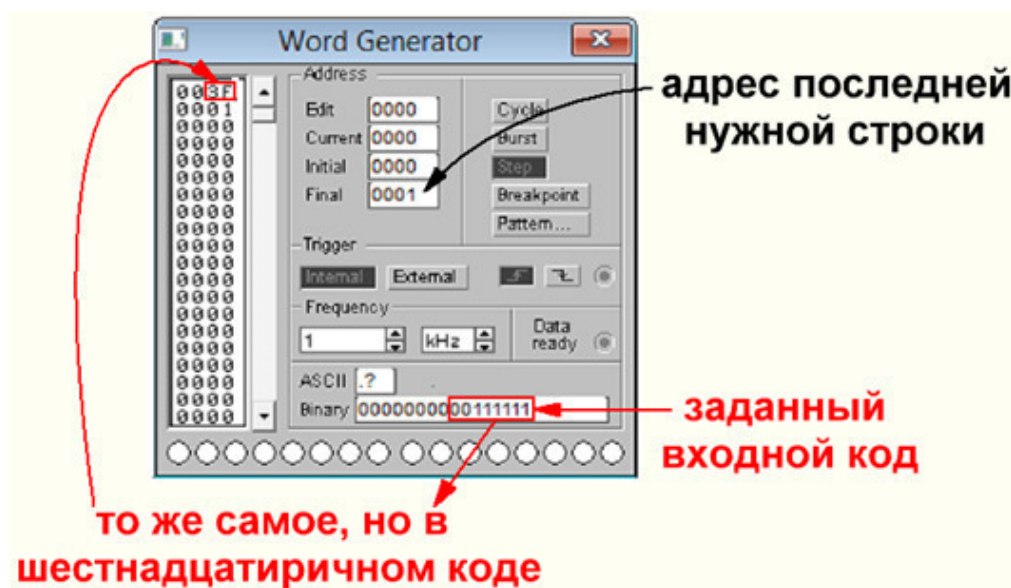


Рис.7

6. В окошке **Binary** печатаем (рис.7) 8 входных сигналов первого кода: **0011 1111** ($0011_2 = 3_{16}$, $1111_2 = F_{16}$).

7. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки (рис.8).

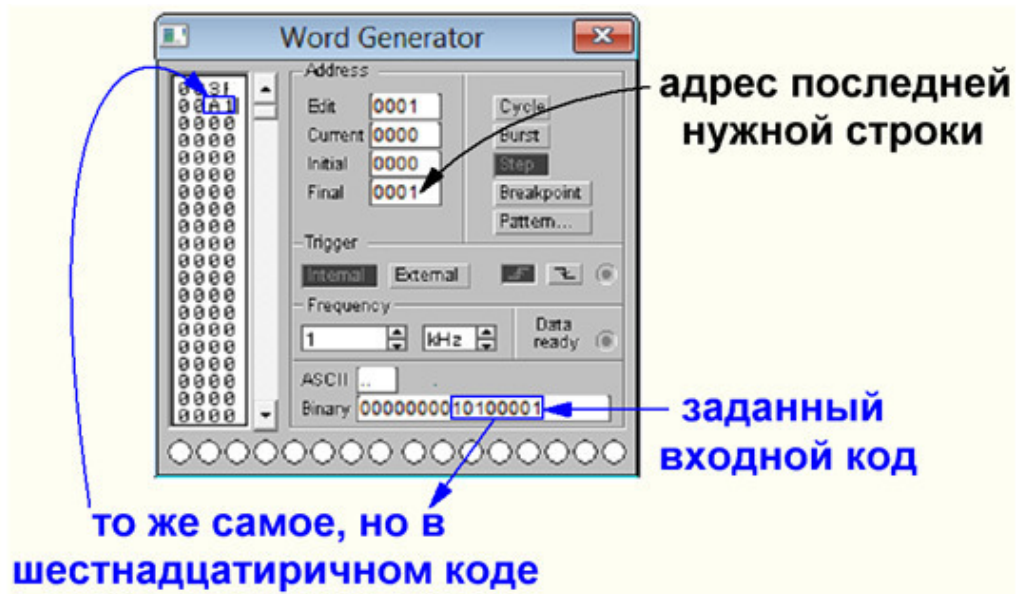


Рис.8

8. В окошке **Binary** печатаем (рис.8) 8 входных сигналов второго кода: **1010 0001** ($1010_2 = A_{16}$), $0001_2 = 1_{16}$).

9. Нажимаем на клавишу **Step** и получаем картинку, показанную на рис.9. Сверяем полученные результаты с выполненным красным цветом предварительным заданием на рис.5 и делаем вывод: в данном случае все работает правильно.

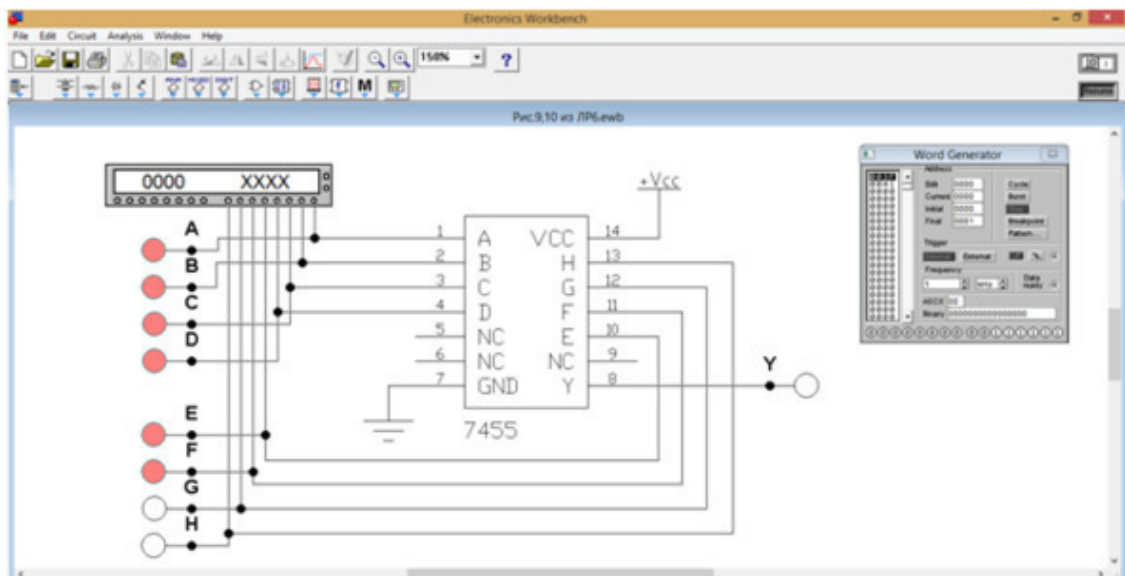


Рис.9

10. Еще раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.10. Сверяем полученные результаты с выполненным красным цветом предварительным заданием на рис.5 и делаем вывод: в данном случае все тоже работает правильно.

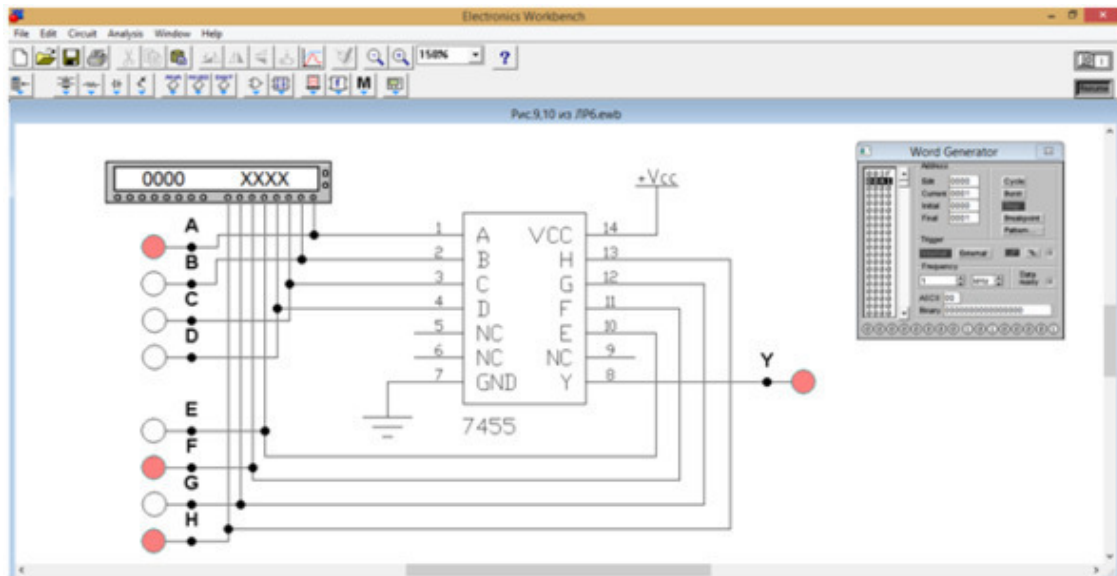


Рис.10

11. Собираем схему (рис.4) для исследования работы микросхемы NTE4086В фирмы NTE Electronics (российских аналогов не обнаружено).

12. Разворачиваем панель генератора сигналов (рис.11).

13. По заданию нужно показать работу микросхемы для двух комбинаций входных сигналов (двух кодов), поэтому в левой колонке генератора сигналов используем 2 строки с адресами **0000** и **0001**. Следовательно, последний нужный адрес **0001** указываем в окошке **Final** (рис.11).

14. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки (рис.11).

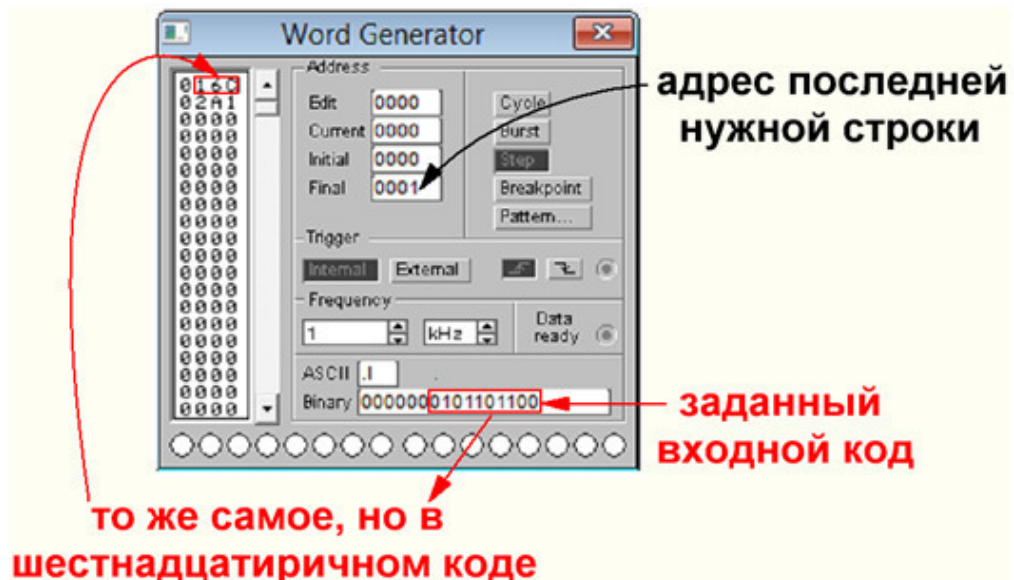


Рис.11

15. В окошке **Binary** печатаем (рис.11) 10 входных сигналов первого кода: **01 0110 1100** ($01_2 = 0001_{16}$, $0110_2 = 6_{16}$, $1100_2 = C_{16}$).

16. Устанавливаем курсор на вторую строку левой колонки (рис.12).

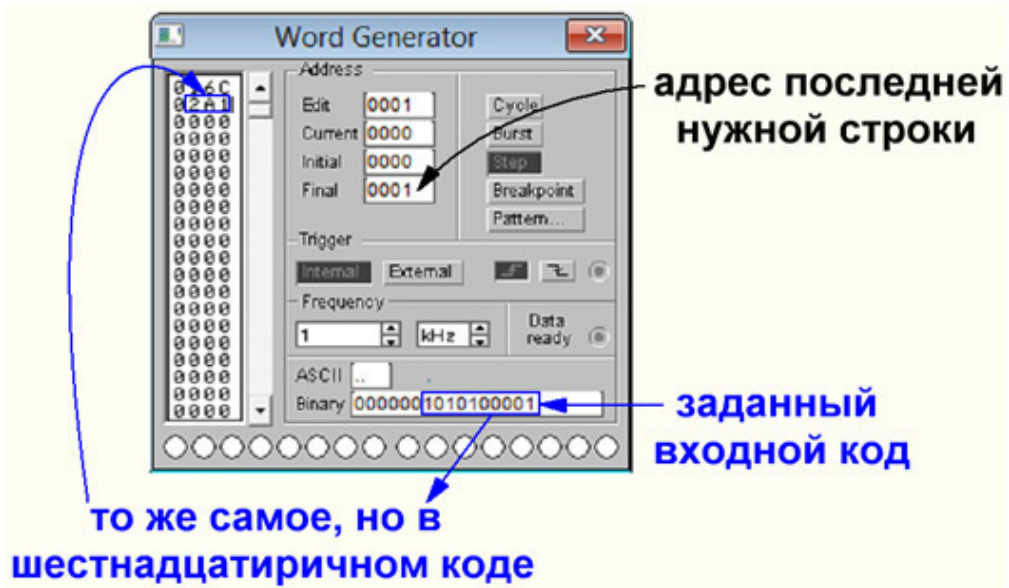


Рис.12

17. В окошке **Binary** печатаем (рис.12) 10 входных сигналов второго кода: **10 1010 0001** ($10_2 = 0010_2 = 2_{16}$, $1010_2 = A_{16}$, $0001_2 = 1_{16}$).

18. Нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.13. Сверяем полученные результаты с выполненным красным цветом предварительным заданием на рис.6 и делаем вывод: в данном случае все работает правильно.

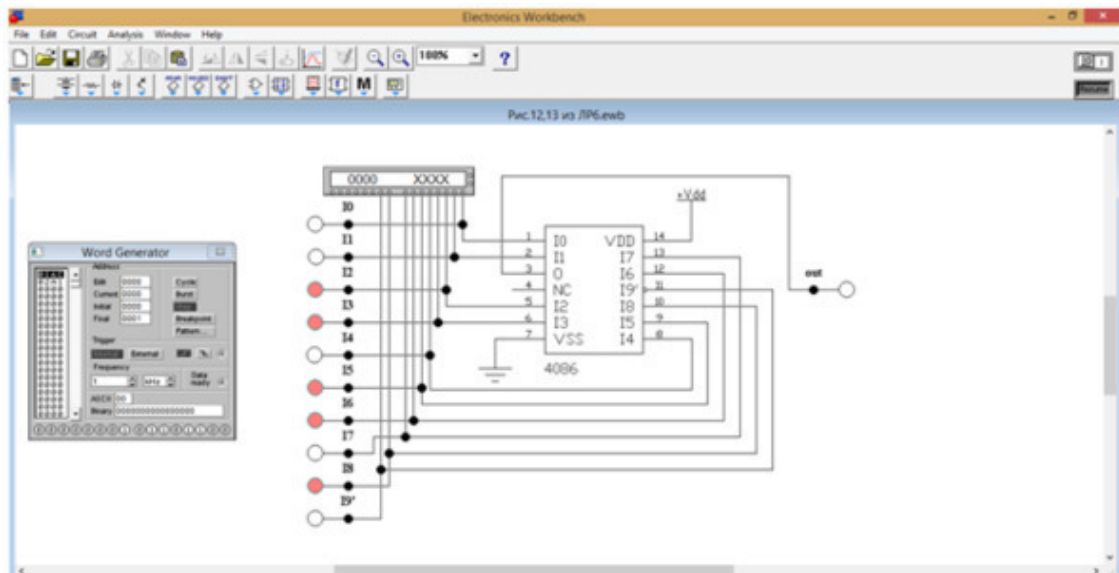
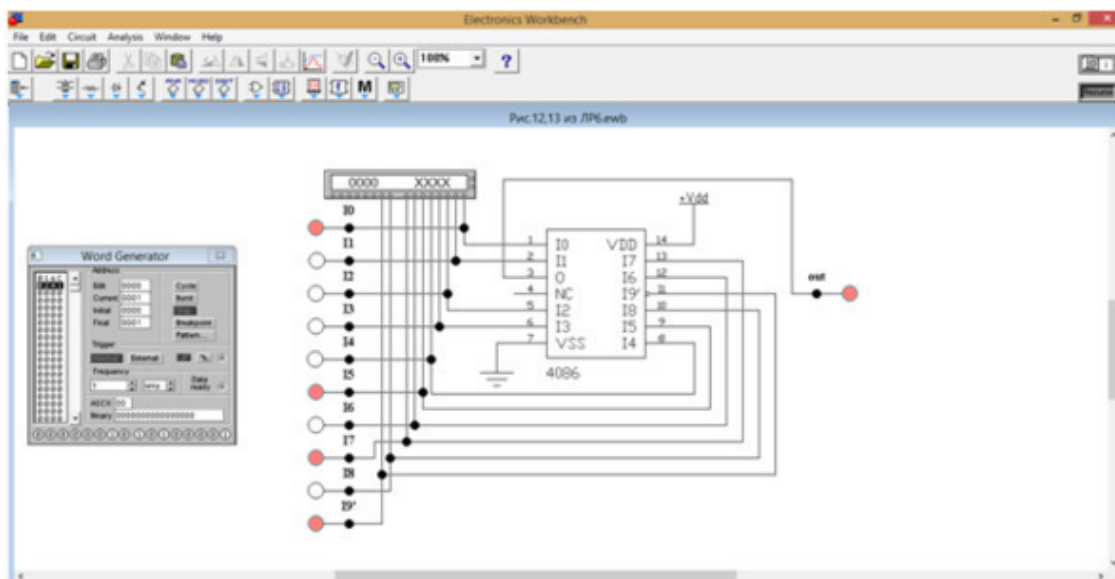


Рис.13

19. Еще раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.14. Сверяем полученные результаты с выполненным красным цветом предварительным заданием на рис.6 и делаем вывод: в данном случае все тоже работает правильно.



Раздел 2. Комбинационные цифровые устройства

Лабораторная работа №7 «Исследование работы ИМС шифратора 10х4»

Предварительное задание

Перед выполнением задания следует рассмотреть пример из §3.3 [Л1].

1. Начертить в отчете микросхему К555ИБ3 (рис.1).

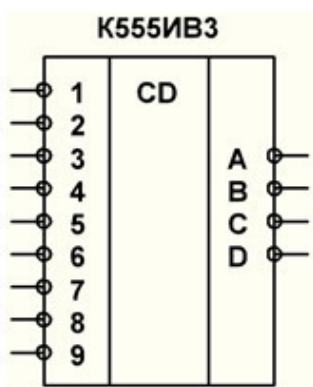


Рис.1

Табл.1

Номер варианта	К555ИБ3
1	1 и 7
2	4 и 0
3	5 и 1
4	6 и 2
5	7 и 4
6	0 и 8

2. Указать карандашом (для одного задания) и рядом ручкой (для другого задания) значения сигналов на всех входах и выходах этой микросхемы, если она выполняет кодирование десятичных цифр, указанных для каждого варианта в табл.1.

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «Elektroniks Workbehch».

2. Собрать схему (рис.2) для исследования микросхемы шифратора SN74LS147N фирмы «Texas Instruments Inc.» (русский аналог – микросхема К555ИБ3).

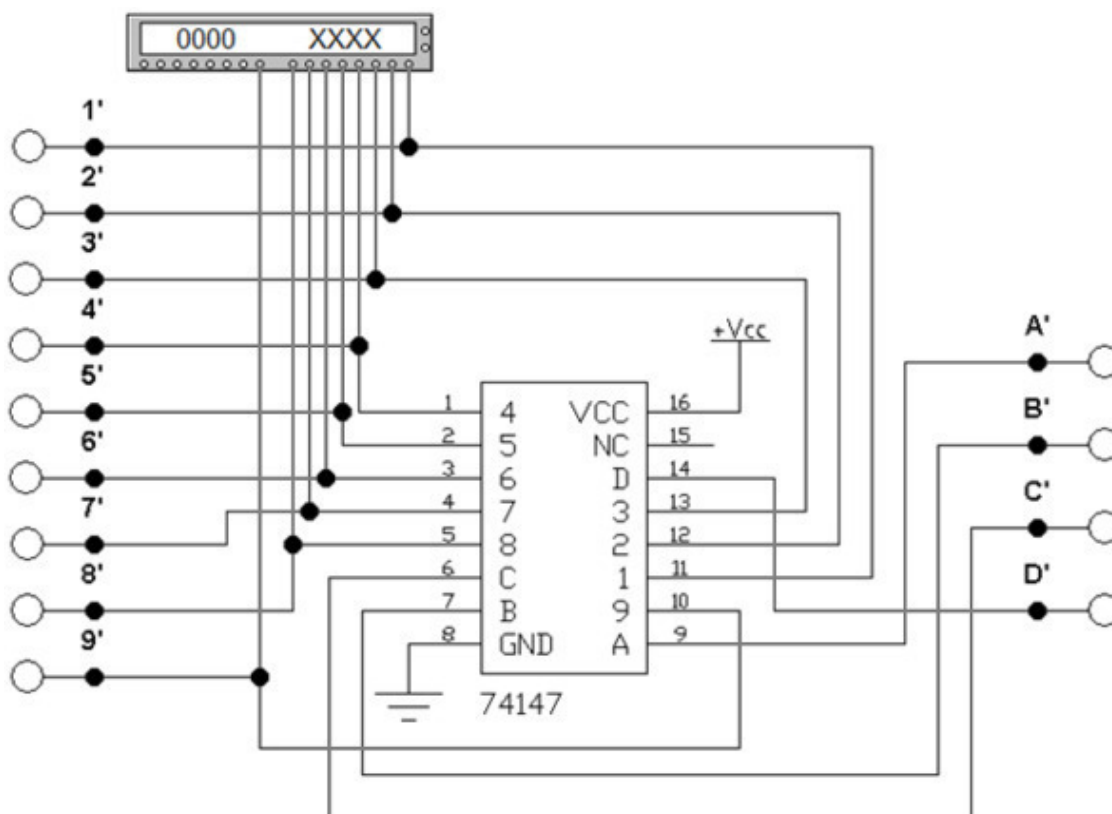


Рис.2

Примечания:

– Авторы программы **Electronics Workbench** используют второй (не очень распространенный) вариант обозначения инвертирования: апостроф около обозначения вывода (например, 8' или B') вместо черточки над обозначением. К сожалению, авторы программы **Electronics Workbench** далеко не везде придерживаются стандарта и своих же правил обозначений. Поэтому рекомендуем ориентироваться на обозначения выводов, которые ставит автор данного Сборника: где выводы инверсные, то их обозначения будут с апострофом.

– Здесь и во многих других местах программы **Electronics Workbench** изображение микросхем приведено с ошибками. Согласно «западному» стандарту около инверсного вывода положено чертить кружок. Микросхема SN74LS147N, которая используется в данной работе, имеет *все* выводы инверсные, как и микросхема K555IB3 (рис.1). Поэтому любой вывод микросхемы SN74LS147N должен выглядеть, как, например, входы G2A и G2B в микросхеме SN74ALS138 лабораторной работы 11.

3. Настроить генератор сигналов для кодирования двух цифр своего варианта, указанных в табл.1.

4. Нажать на клавишу **Step**. Проверить по индикаторам правильность кодирования первой цифры из предварительного задания к данной лабораторной работе.

5. Второй раз нажать на клавишу **Step**. Проверить по индикаторам правильность кодирования второй цифры из предварительного задания к данной лабораторной работе.

6. Сделать вывод и показать результаты преподавателю.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Для примера рассмотрим вариант №5.

Выполнение предварительного задания

Примечание: Подробное описание решения похожей задачи приведено в Примере из §3.3 [Л1]. Еще следует учесть, что микросхема K555ИБ3 выполняет преобразование любых десятичных чисел в двоично-десятичный код (напомним, что двоично-десятичных кодов много, но при использовании двоично-десятичного кода «8421» его название обычно не называют). Здесь и далее нужно еще иметь в виду, что коды подаются на входы или формируются на выходах всегда и везде снизу вверх, начиная со старшего разряда. Почему здесь нет входа для цифры 0 – смотрите §3.4.из [Л1].

Здесь для наглядности сигналы, указанные в задании карандашом для первой цифры, показаны красным цветом, а ручкой для второй цифры – синим (рис.3).

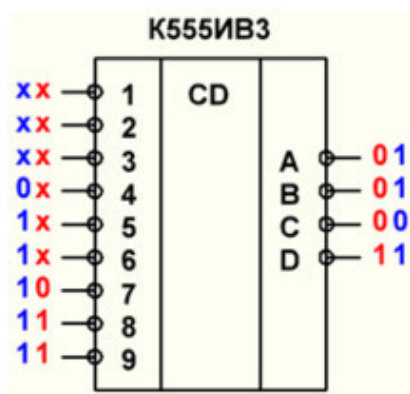


Рис.3

1. Первым согласно табл.1 должно выполняться кодирование цифры 7 (рис.3). Поэтому подаем активный сигнал **0** на вход цифры 7 (активным здесь является сигнал **0**, так как данный вход инверсный статический).

На входы больших цифр (8 и 9) обязательно подаем пассивные сигналы **1**.

Так как шифратор является приоритетным, то на входы меньших цифр (от 1 до 6 включительно) можно подавать любые сигналы (можно - нули, а можно и единицы), что показывается специальным значком: **x**.

Десятичной цифре **7** соответствует двоично-десятичный код 0111. Но так как выходы микросхемы – инверсные, то на выходах формируется указанный код в инверсном виде: **1000**.

2. Вторым согласно табл.1 должно выполняться кодирование цифры **4** (рис.3). Поэтому подаем активный сигнал **0** на вход цифры **4** (активным здесь является сигнал **0**, так как данный вход инверсный статический).

На входы больших цифр (от 5 до 9) обязательно подаем пассивные сигналы **1**. Так как шифратор является приоритетным, то на входы меньших цифр (от 1 до 3 включительно) можно подавать любые сигналы, что показываем значком: «x».

Десятичной цифре **4** соответствует двоично-десятичный код 0100. Но так как выходы микросхемы – инверсные, то на выходах формируется указанный код в инверсном виде: **1011**.

Выполнение лабораторной работы

1. Запускаем программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbench**».

2. Собираем схему (рис.2) для исследования микросхемы шифратора SN74LS147N фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема K555ИБ3).

3. Разворачиваем панель генератора сигналов (рис.4).

4. По заданию нужно показать работу микросхемы для кодирования двух цифр, поэтому в левой колонке генератора сигналов используем 2 строки с адресами **0000** и **0001**. Следовательно, последний нужный адрес **0001** указываем в окошке **Final** (рис.4).

5. Устанавливаем курсор на первую строку левой колонки (рис.4).

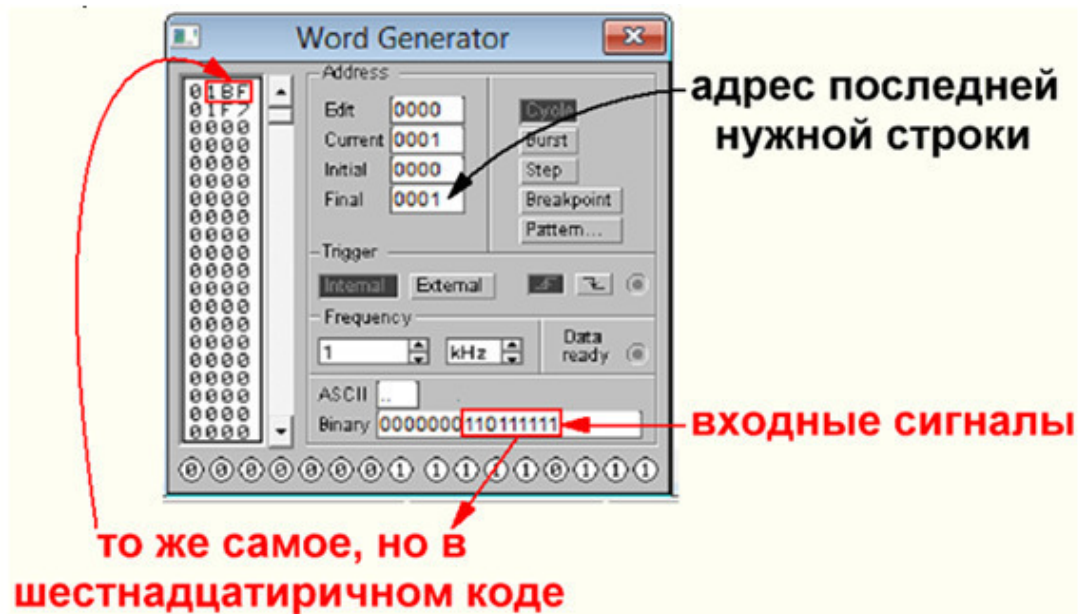


Рис.4

6. В окошке **Binary** печатаем (рис.4) 9 входных сигналов для кодирования первой цифры согласно рис.3: **110xxxxxx**. Подставляем вместо знака «x» любые сигналы. Для ускорения и облегчения набора возьмем единицы, тогда получается: **1 1011 1111**. В разделе 1 уже было указано, что набор можно производить не в окошке **Binary**, а непосредственно в левой колонке, но сигналы должны быть выражены в шестнадцатиричном коде: $1_2 = 0001_2 = 1_{16}$, $1011_2 = B_{16}$, $1111_2 = F_{16}$), то есть получается: **1BF**.

7. Устанавливаем курсор на 2-ю строку колонки (рис.5).

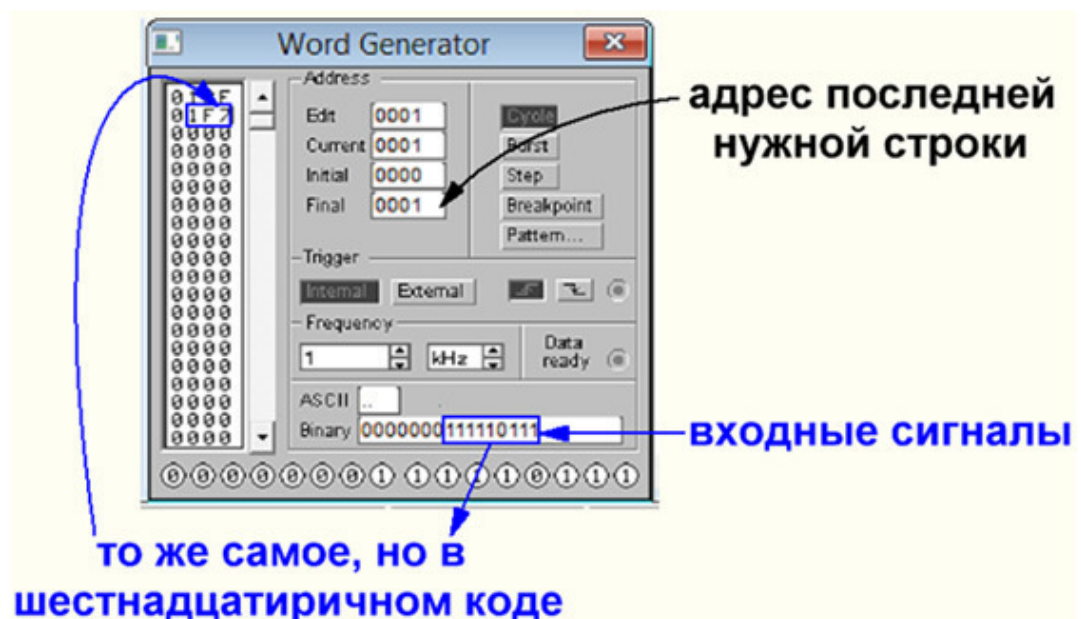


Рис.5

8. В окошке **Binary** печатаем (рис.5) 9 входных сигналов для кодирования второй цифры в соответствии с рис.3: **111110xxx**. Снова вместо знака «x» подставляем единицы и получаем: **1 1111 0111** или в шестнадцатичном коде: **1F7** ($1_2 = 0001_2 = 1_{16}$, $1111_2 = F_{16}$, $0111_2 = 7_{16}$).

9. Нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.6. Сверяем полученные результаты с выполненным красным цветом предварительным заданием на рис.3 и делаем вывод: в данном случае шифратор сработал в соответствии с результатом выполненного задания и кодирование цифры **7** выполнил правильно.

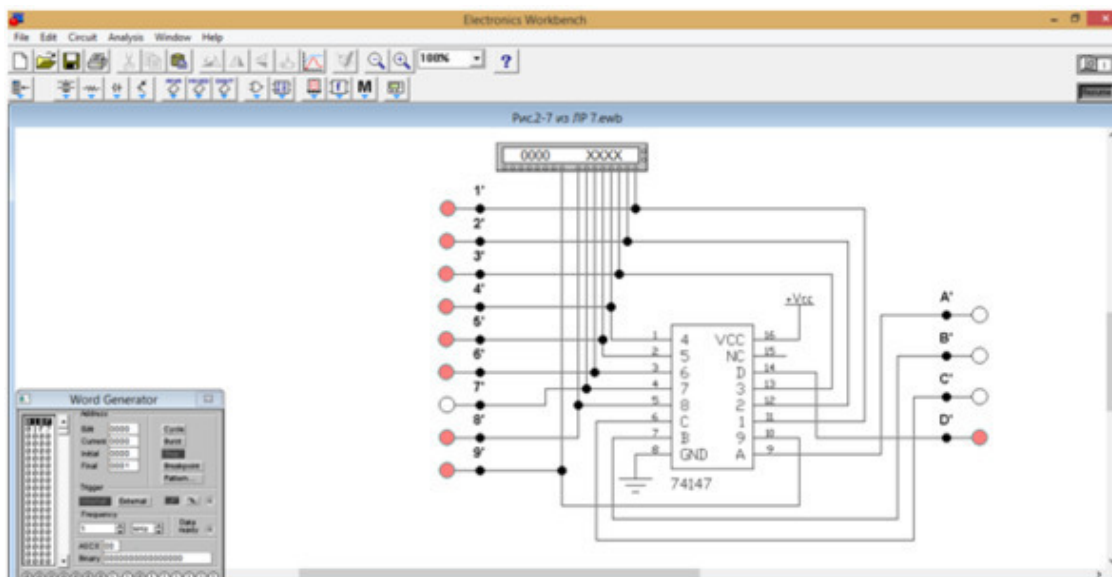


Рис.6

10. Еще раз нажимаем на клавишу **Step**. В результате получаем картинку, показанную на рис.7. Сверяем полученные результаты с выполненным синим цветом предварительным заданием на рис.3 и делаем вывод: в данном случае шифратор тоже сработал в соответствии с результатом выполненного задания и кодирование цифры **4** выполнил правильно.

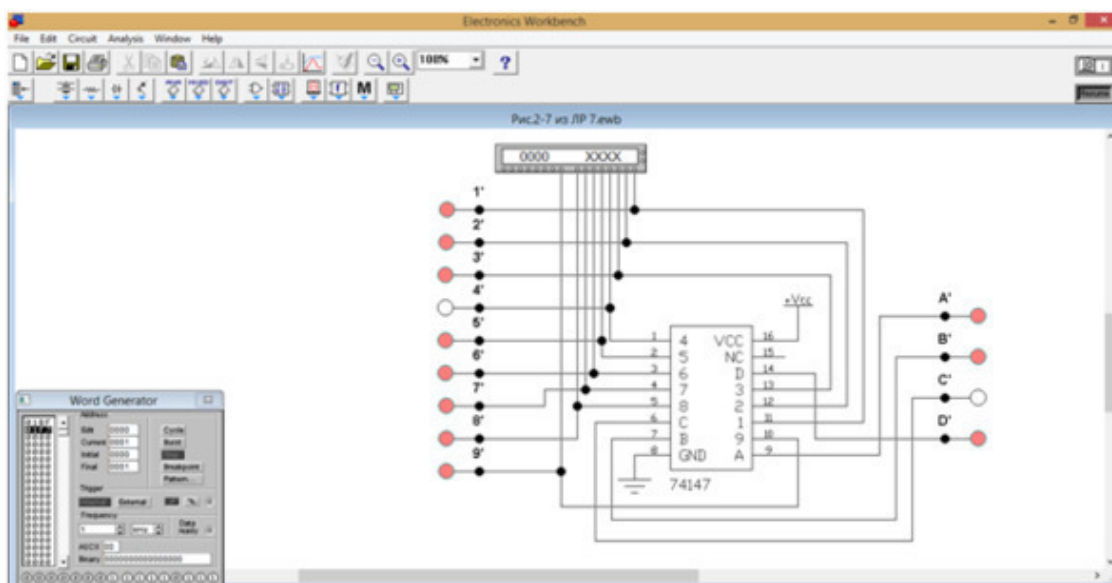


Рис.7

Лабораторная работа №8 «Исследование работы ИМС шифратора 8х3»

Предварительное задание

Перед выполнением задания следует рассмотреть пример из §3.3 [Л1].

1. Начертить в отчете микросхему K555ИБ1 (рис.1).

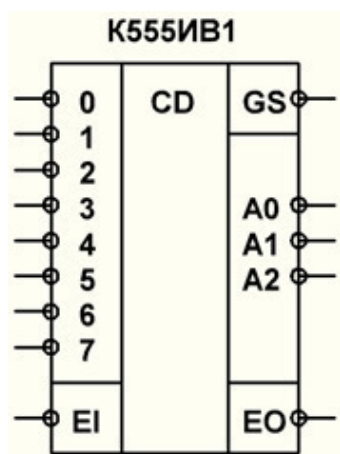


Рис.1

Табл.1

Номер варианта	K555ИБ1
1	0 и 4
2	1 и 5
3	2 и 6
4	4 и 7
5	1 и 2
6	5 и 6

2. Указать карандашом (для одного задания) и рядом ручкой (для другого задания) значения сигналов на всех входах и выходах данной микросхемы, если она выполняет кодирование десятичных цифр, указанных для каждого варианта в табл.1.

Порядок выполнения работы

1. Запустить программу исследования работы элементов и устройств электроники и микроэлектроники «**Elektroniks Workbehch**».

2. Собрать схему (рис.2) для исследования микросхемы шифратора SN74LS148N фирмы «Texas Instruments Inc.» (российский аналог – микросхема K555ИБ1).

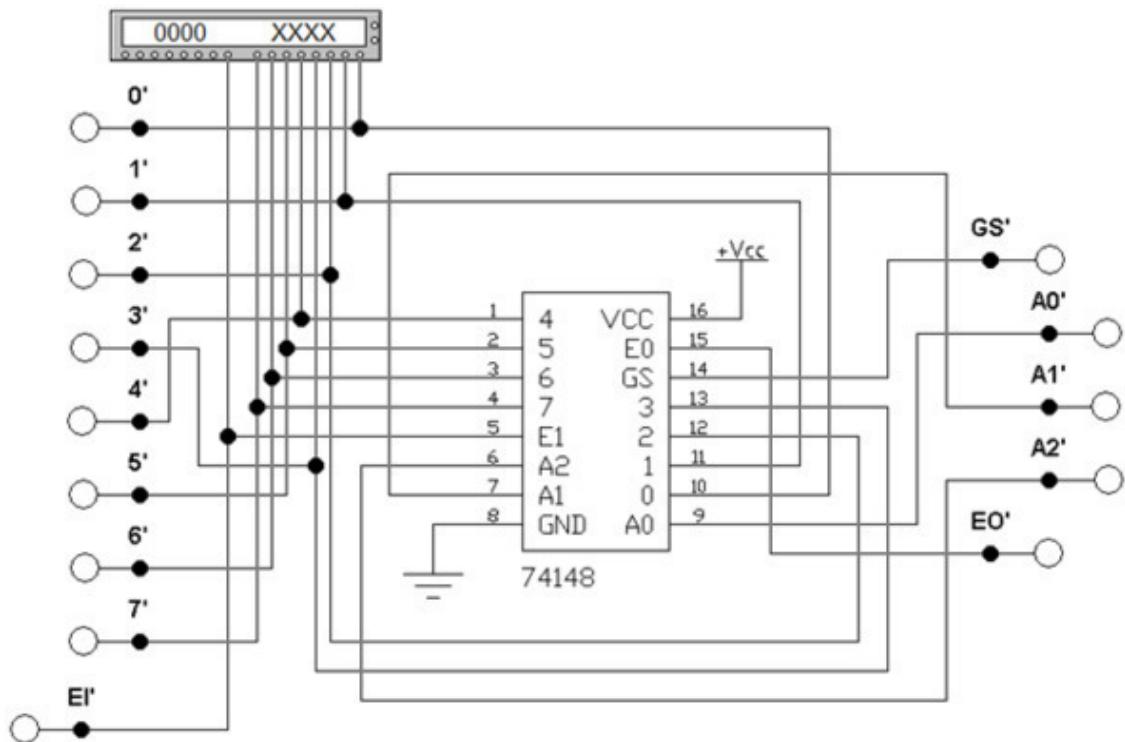


Рис.2

Примечание: Изображение микросхемы SN74LS148N программа **Electronics Workbench** дает с ошибками. Здесь все выходы (кроме питания) – инверсные, как в микросхеме K555ИБ1 (рис.1). Более подробно смотрите примечание к рис.2 в лабораторной работе №7.

3. Настроить генератор сигналов для кодирования двух цифр своего варианта, указанных в табл.1. Предусмотреть еще одну строку для выполнения задания, указанного в пункте 6.

4. Нажать на клавишу **Step**. Проверить по индикаторам правильность кодирования первой цифры из предварительного задания к данной лабораторной работе.

5. Второй раз нажать на клавишу **Step**. Проверить по индикаторам правильность кодирования второй цифры из предварительного задания к данной лабораторной работе.

6. Показать работу микросхемы при отсутствии разрешения (при наличии пассивного сигнала) на входе **EI** (на входах цифр могут быть любые сигналы, но должны быть и нули, и единицы).

7. По результату пункта 5 сделать и записать в отчет вывод.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Для примера рассмотрим вариант №6.

Выполнение предварительного задания

Примечание: Подробное описание решения такой задачи приведено в Примере из §3.3 [Л1]. Еще следует учесть, что микросхема K555ИБ1 выполняет преобразование десятичных цифр от 0 до 7 включительно в 3-разрядный двоичный код.

Здесь для наглядности сигналы, указанные в задании карандашом для первой цифры, показаны красным цветом, а ручкой для второй цифры – синим (рис.3).

1. Первым согласно табл.1 должно выполняться кодирование цифры **5** (рис.3). Поэтому подаем активный сигнал **0** на вход цифры **5** (активным здесь является сигнал **0**, так как данный вход инверсный статический).

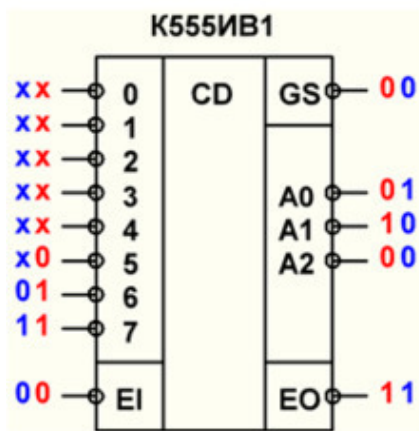


Рис.3

На входы бóльших цифр (6 и 7) обязательно подаем пассивные сигналы 1.

Так как шифратор является приоритетным, то на входы меньших цифр (от 0 до 4 включительно) можно подавать любые сигналы (можно - нули, а можно и единицы), что показывается значком: **x**.

На вход **EI** подаем активный сигнал **0** (здесь активным сигналом является 0, так как вход инверсный статический), который дает разрешение на срабатывание шифратора.

Десятичной цифре **5** соответствует 3-разрядный двоичный код 101. Но так как выходы микросхемы – инверсные, то на выходах формируется указанный код в инверсном виде: **010**

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.