

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАСПИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И
ИНЖИНИРИНГА ИМ. Ш.Е.ЕСЕНОВА**

ИНСТИТУТ МОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

АБДРАХМАНОВА А.З, БОБЫР Ю. С.

СХЕМОТЕХНИКА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
050704 – «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ»**

Актау, 2011

УДК 681.327 (027)

Абдрахманова А.З., Бобыр Ю. С. – **СХЕМОТЕХНИКА.**

Учебно-методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 050704–«Вычислительная техника и программное обеспечение» КГУТиИ им. Ш. Есенова. – Актау, 2011 – 59стр

РЕЦЕНЗЕНТ: Гиниятова Ш.Г. к. ф.- м. наук

В данном учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы, связанные с проектированием и применением наиболее распространенных цифровых узлов и устройств с жесткой логикой работы, являющихся основой для реализации различных средств обработки информации и управления.

Методическое пособие содержит курс лекции, методическое указание к выполнению лабораторных работ, а также методические указание и контрольное задание для студентов дневного отделения.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов 2 курса специальности 050704, изучающих курс “Схемотехника”.

©КГУТИИ им. Ш. Есенова.

Введение

Бурное развитие микроэлектроники, достигнутое благодаря прогрессу в области технологии и схемотехники, привело к быстрому повышению степени интеграции интегральных схем (ИС). Современные ИС позволяют создавать сложные цифровые и аналоговые электронные устройства, которые характеризуются высокой надежностью, малыми габаритами, высоким быстродействием и т.д. Наиболее распространенные получили цифровые ИС, которые широко применяются для преобразования и цифровой обработки сигналов (информации). Интегральные схемы, используемые в аналоговых электронных устройствах, предназначены для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону непрерывной функции.

По степени интеграции цифровые ИС условно разделяются на следующие уровни: малые, средние, большие и сверхбольшие ИС (МИС, СИС, БИС, СБИС, соответственно). ИС малой и средней степени интеграции, содержащие десятки и сотни элементов, используются при разработке базовых и типовых схем, выполняющих функции простых логических элементов (И – НЕ, ИЛИ – НЕ, И – ИЛИ – НЕ и др.) и функциональных узлов (регистров, счетчиков, распределителей сигналов, дешифраторов, мультиплексоров и др.). С появлением БИС и СБИС со степенью интеграции от десятков и сотен тысяч до миллионов (и более) элементов стала возможной разработка и размещение на одном кристалле схем крупных блоков и устройств ЭВМ и даже систем в целом.

В настоящее время БИС и СБИС, наряду с интегральными схемами малой и средней степени интеграции, стали основной элементной базой современных средств цифровой вычислительной и аналоговой техники.

Цель настоящего лабораторного практикума - углубление и закрепление теоретических знаний по проектированию и применению наиболее распространенных цифровых элементов, узлов и устройств, а также приобретение навыков работы с цифровыми интегральными схемами и устройствами, построенными на их основе.

Лабораторная работа №1.

Тема: Исследование логических функций «константа 1 и константа 0», «Инверсия», «Повторение» на базе ИМС К155ЛА3.

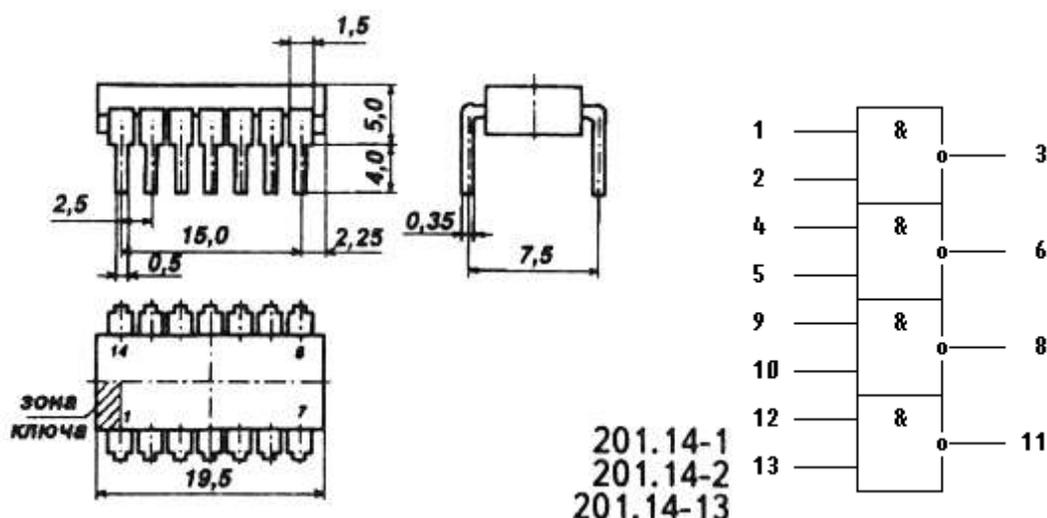
Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование микросхемы К155ЛА3.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ЛА3 в сокете.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ЛА3.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф, ПО SPlan
8. Методическое описание лабораторной работы.

К155ЛА3.

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ. Корпус К155ЛА3 типа 201.14-1, масса не более 1 г и у КМ155ЛА3 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.



Условное графическое обозначение.

- 1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;
3 - выход Y1;
6 - выход Y2;
7 - общий;

- 8 - выход Y3;
- 11 - выход Y4;
- 14 - напряжение питания;

Константу нуля можно реализовать заземлением цепи, а единицы - подачей на рабочий вход напряжения логической единицы.

Повторитель – это элемент, не нуждающийся в реализации за исключением случая, когда нагрузочной способности одного элемента не хватает для обслуживания всех потребителей сигнала. Этот элемент можно реализовать следующими способами:

- методом двойной инверсии $F = X^{\wedge\wedge}$
- логическим произведением аргумента с самим собой $F = X * X = X$
- логической суммой аргумента с самим собой $F = X + X = X$

Инвертор может быть реализован:

- инверсией переменной $F = X^{\wedge}$
- Инверсией логического произведения аргумента с самим собой $F = (X * X)^{\wedge} = X^{\wedge}$
- Инверсией логической суммы аргумента с самим собой $F = (X + X)^{\wedge} = X^{\wedge}$

Реализация повторителя и инвертора, эпюры напряжений показаны на рисунке.

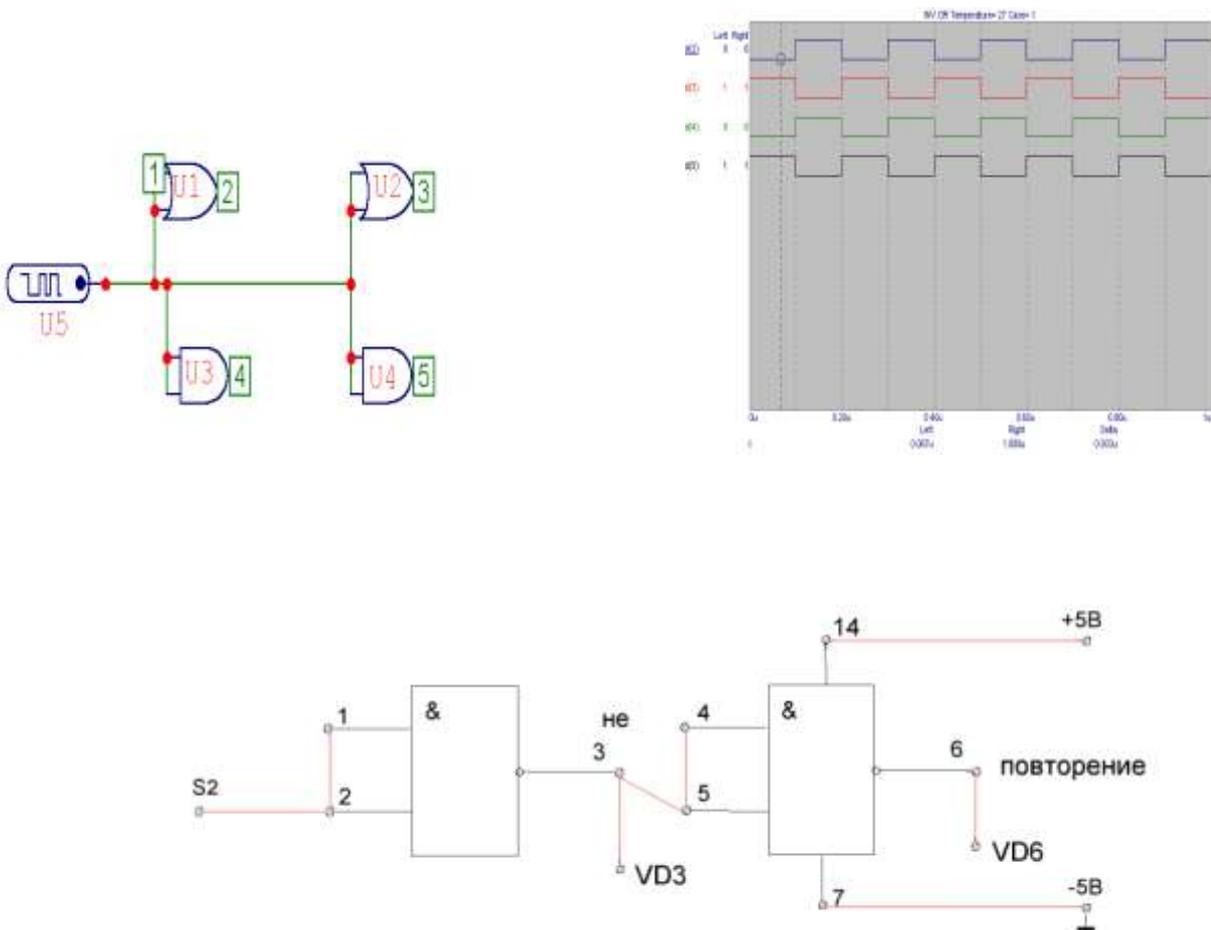


Рис.1 Схема электромонтажная лабораторной работы.

Задание на лабораторную работу.

1. Спроектировать повторитель, используя возможности Workbench следующими способами:

- методом двойной инверсии $F = X^{\wedge\wedge}$
- логическим произведением аргумента с самим собой $F = X * X = X$
- логической суммой аргумента с самим собой $F = X + X = X$

2. Спроектировать инвертор используя возможности Workbench следующими способами:

- инверсией переменной $F = X^{\wedge}$
- Инверсией логического произведения аргумента с самим собой $F = (X * X)^{\wedge} = X^{\wedge}$
- Инверсией логической суммы аргумента с самим собой $F = (X + X)^{\wedge} = X^{\wedge}$.

3. Объяснить по электромонтажной схеме реализацию логических функций «константа 1 и константа 0»,

4. Объяснить, для чего необходимы повторители.

5. Собрать электромонтажную схему лабораторной работы, исследовать работу НЕ и Повторение.

6. Используя S2 и VD3, создать «константу 1 и константу 0»,

Лабораторная работа №2.

Тема: Исследование логических функций «ИЛИ», «И», «НЕ» на базе ИМС К155ЛР1.

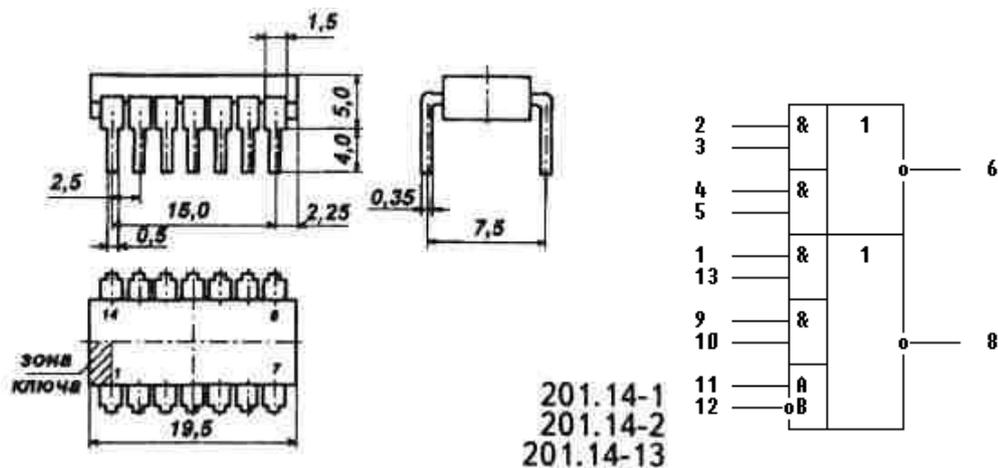
Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование логических функций «ИЛИ», «И», «НЕ» на базе ИМС К155ЛР1.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ЛР1 на соquete.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ЛР1.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф.

Микросхема представляет собой 2 логических элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, один расширяемый по ИЛИ. Корпус К155ЛР1 типа 201.14-2, масса не более 1 г и у КМ155ЛР1 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.

Корпус ИМС К155ЛР1



Условное графическое обозначение

- 1-5,9-13 - входы;
- 6,8 - выходы;
- 7 - общий;
- 14 - напряжение питания;

Электрические параметры ИМС К155ЛР1.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Напряжение на антизвонном диоде не менее -1,5 В
- 5 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 6 Входной ток высокого уровня не более 0,04 мА
- 7 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 8 Ток короткого замыкания -18...-55 мА
- 9 Ток потребления при низком уровне выходного напряжения не более 14 мА
- 10 Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения не более 8 мА
- 11 Потребляемая статическая мощность на логический элемент не более 28 мВт
- 12 Время задержки распространения при включении не более 15 нс
- 13 Время задержки распространения при выключении не более 22 нс

Теоретическая часть.

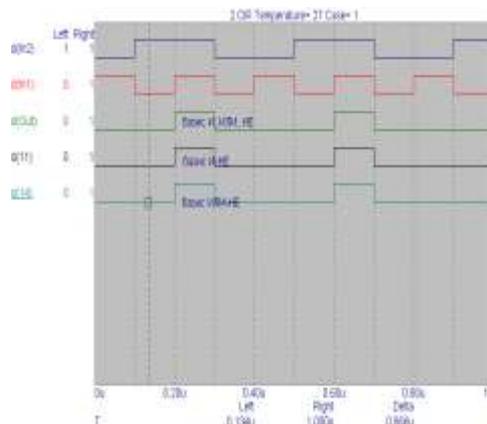
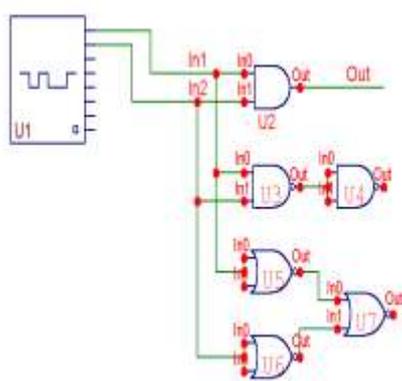
Таблица истинности логической функции И для двух переменных

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

Логические уравнения

- $Y = (X1 * X2)$ - базис И, ИЛИ, НЕ
- $Y = (X1 * X2)^{\wedge\wedge}$ - базис И-НЕ
- $Y = (X1 * X2)^{\wedge\wedge} = (X1^{\wedge} + X2^{\wedge})^{\wedge}$ - базис ИЛИ-НЕ

Функциональные схемы вентилях на дуальных базисах показаны на рис. 3.3



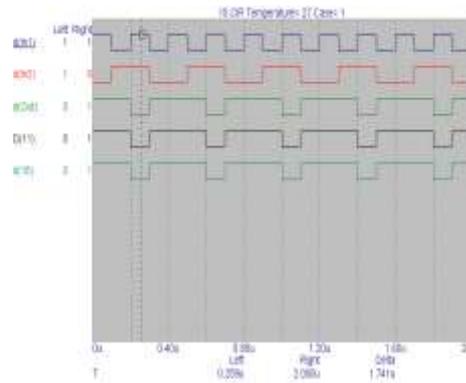
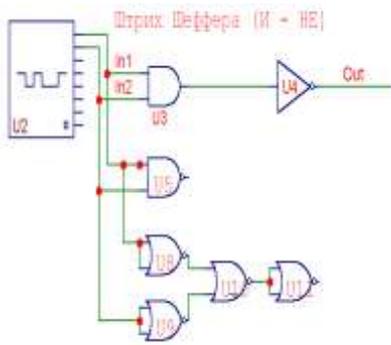
Синтез элемента штрих Шеффера (И-НЕ):

Таблица истинности логической функции И-НЕ

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

Логические уравнения

- $Y = (X1 * X2)^{\wedge}$ - базис И, ИЛИ, НЕ
- $Y = (X1 * X2)^{\wedge}$ - базис И-НЕ
- $Y = (X1 * X2)^{\wedge\wedge\wedge} = (X1^{\wedge} + X2^{\wedge})^{\wedge\wedge}$ - базис ИЛИ-НЕ



Функциональные схемы и диаграммы И-НЕ

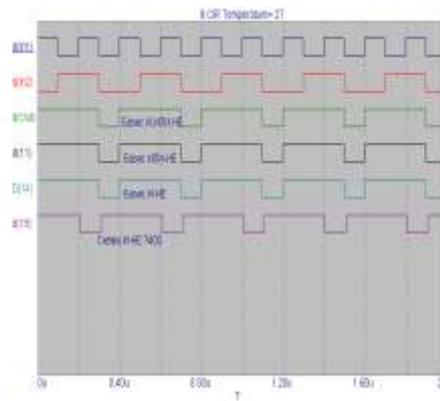
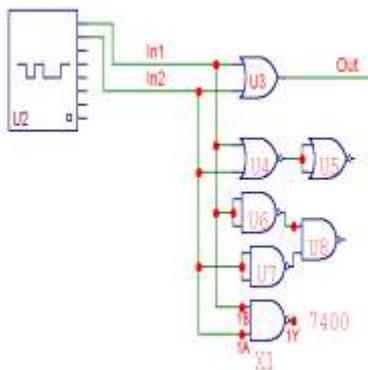
Синтез схемы ИЛИ:

Таблица истинности логической функции ИЛИ

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

Логические уравнения

- $Y = (X1 + X2)$ - базис И, ИЛИ, НЕ
- $Y = (X1 + X2)^{\wedge\wedge} = (X1^{\wedge} * X2^{\wedge})^{\wedge}$ - базис И-НЕ
- $Y = (X1 + X2)^{\wedge\wedge}$ - базис ИЛИ-НЕ



Функциональные схемы и диаграммы ИЛИ

Синтез стрелки Пирса (ИЛИ-НЕ):
Таблица истинности логической функции ИЛИ-НЕ (стрелка Пирса)

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

Логические уравнения

- $Y = (X1 + X2)^{\wedge}$ - базис И, ИЛИ, НЕ
- $Y = (X1 + X2)^{\wedge\wedge\wedge} = (X1^{\wedge} * X2^{\wedge})^{\wedge\wedge}$ - базис И-НЕ
- $Y = (X1 + X2)^{\wedge}$ - базис ИЛИ-НЕ

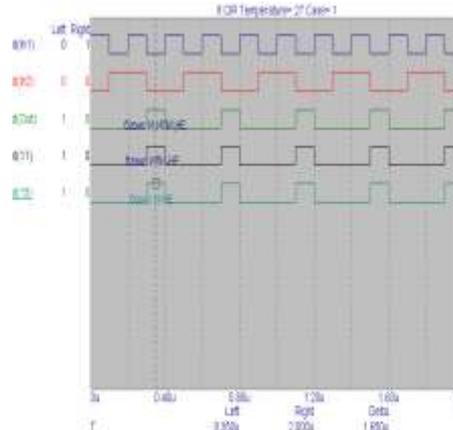
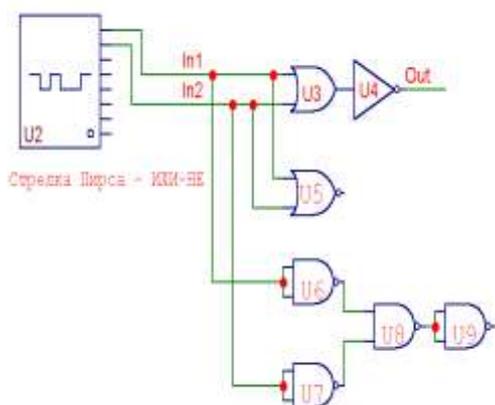


Рис. 3.6 Функциональные схемы и диаграммы ИЛИ-НЕ

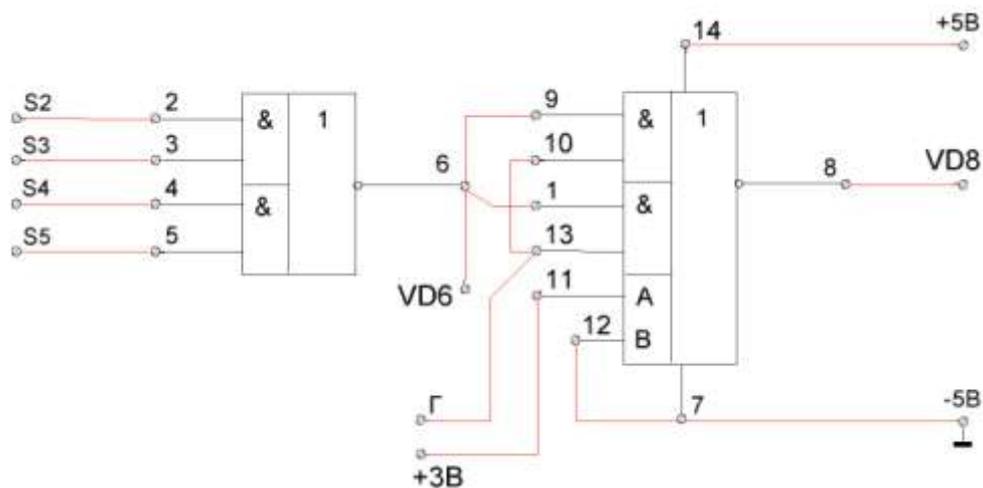


Рис.1 Схема электромонтажная лабораторной работы.

Красными линиями показаны соединительные монтажные проводники.

Задание на лабораторную работу.

1.Собрать на лабораторном стенде электромонтажную схему исследования логических функций «ИЛИ», «И», «НЕ» на базе ИМС К155ЛР1.

Для исследования логической функции «И» тумблеры S4 и S5 поставить в положение «0». На зажимы 10 и 13 вместо Г как показано по схеме, подсоединить зажим +3в. S2 имитирует входную переменную X1, а S3 имитирует переменную X2. Согласно таблице истинности логической функции «И» практически убедиться в истинности уравнения $Y=(X1*X2)$.

Для исследования логической функции «ИЛИ», положения тумблеров S2 и S3, S4 и S5 должны быть попарно идентичны. Например, если S2 =1, то и S3 =1 и наоборот. На зажимы 10 и 13 вместо Г как показано по схеме, подсоединить зажим +3в. Светодиодный индикатор VD8 имитирует инверсное значение функции Y. Согласно таблице истинности логической функции «ИЛИ» практически убедиться в истинности уравнения $Y=(X1+X2)$.

Для исследования логической функции «НЕ», положения тумблеров S2, S3, S4 и S5 должны быть одинаковы. Либо все тумблера установлены в «1», либо все в «0». Светодиодный индикатор VD6 имитирует значение функции НЕ.

2. На зажимы 10 и 13 подать сигнал от генератора Г. При различных комбинациях S2, S3, S4 и S5

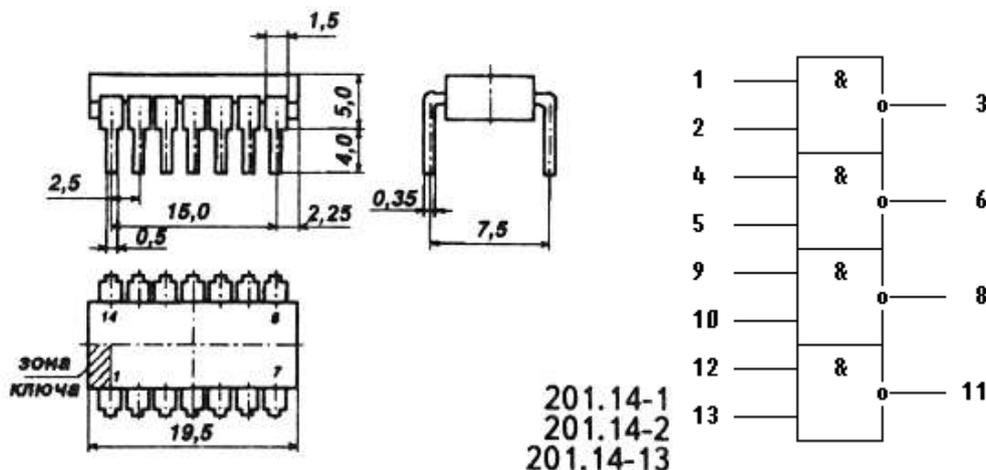
объяснить характер свечения светодиодов VD6 и VD8.

3. Отчёт о проделанной работе оформить в формате WORD.

Лабораторная работа №3.

Тема: «Исследование элемента «2И-НЕ» на базе ИМС К155ЛА3. К155ЛА3.»

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ. Корпус К155ЛА3 типа 201.14-1, масса не более 1 г и у КМ155ЛА3 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.



Условное графическое обозначение.

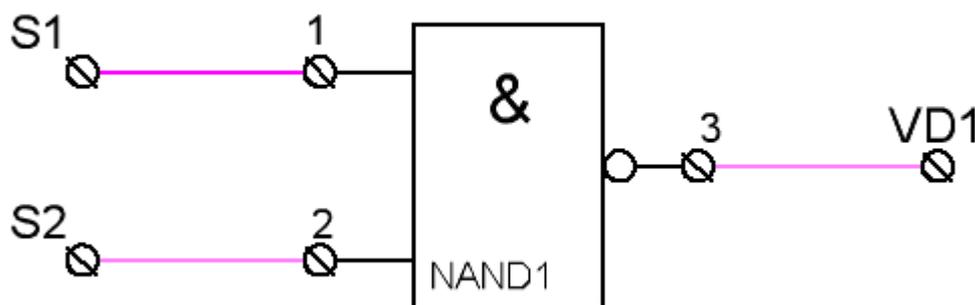
1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;

- 3 - выход Y1;
- 6 - выход Y2;
- 7 - общий;
- 8 - выход Y3;
- 11 - выход Y4;
- 14 - напряжение питания;

Электрические параметры.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Напряжение на антизвонном диоде не менее -1,5 В
- 5 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 6 Входной ток высокого уровня не более 0,04 мА
- 7 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 8 Ток короткого замыкания -18...-55 мА
- 9 Ток потребления при низком уровне выходного напряжения не более 22 мА
- 10 Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения не более 8 мА
- 11 Потребляемая статическая мощность на один логический элемент не более 19,7 мВт
- 12 Время задержки распространения при включении не более 15 нс
- 13 Время задержки распространения при выключении не более 22 нс

Задание на лабораторную



Монтажная схема 1

- 1. Постройте те схему, показанную на монтажной схеме 1 и произведите анализ. Таблиц истинности запишите в тетрадь.
- 2. Самостоятельно постройте тождественные схемы на основе сопоставления условного графического обозначения схемы и монтажной схемы.
- 3. Постройте инвертер на основе схемы К155ЛА3.

Вопросы к лабораторной работе.

1. Какие основные логические функции вы знаете.
2. Сколько дуальных базисов, назовите дуальные базисы.
3. Объяснить, почему на тестовом стенде светящийся светодиод обозначает 0 (низкий потенциал), а не светящийся обозначает 1 (высокий потенциал)

Лабораторная работа №4.

Тема: Исследование логических функций «И - НЕ, штрих Шеффера», «ИЛИ - НЕ, стрелка Пирса» на базе ИМС К155ЛР1.

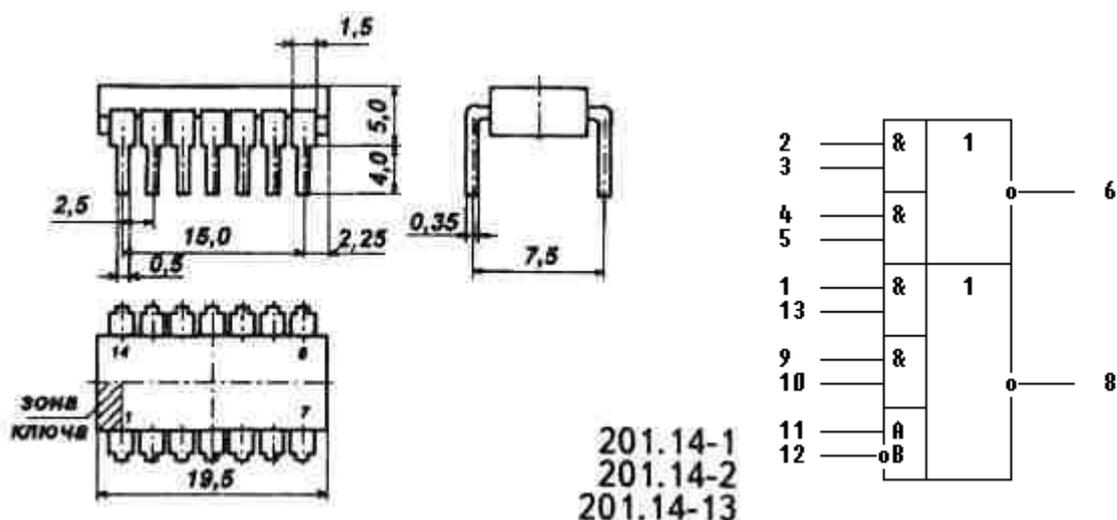
Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование логических функций «ИЛИ», «И», «НЕ» на базе ИМС К155ЛР1.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ЛР1 на сокете.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ЛР1.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф.

Микросхема представляет собой 2 логических элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, один расширяемый по ИЛИ. Корпус К155ЛР1 типа 201.14-2, масса не более 1 г и у КМ155ЛР1 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.

Корпус ИМС К155ЛР1



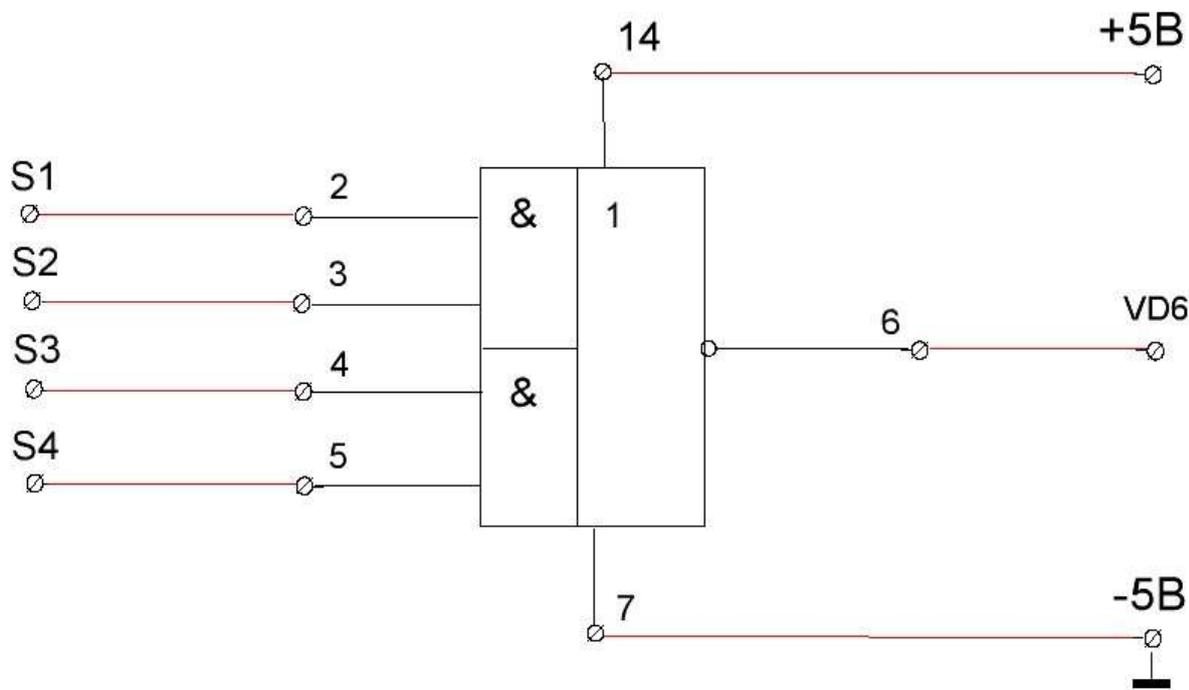
Условное графическое обозначение

- 1-5,9-13 - входы;
- 6,8 - выходы;
- 7 - общий;
- 14 - напряжение питания;

Электрические параметры ИМС К155ЛР1.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Напряжение на антизвонном диоде не менее -1,5 В
- 5 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 6 Входной ток высокого уровня не более 0,04 мА
- 7 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 8 Ток короткого замыкания -18...-55 мА
- 9 Ток потребления при низком уровне выходного напряжения не более 14 мА
- 10 Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения не более 8 мА
- 11 Потребляемая статическая мощность на логический элемент не более 28 мВт
- 12 Время задержки распространения при включении не более 15 нс
- 13 Время задержки распространения при выключении не более 22 нс

Электромонтажная схема лабораторной работы.



Задание на лабораторную работу.

1.Собрать на лабораторном стенде электромонтажную схему исследования логических функций «ИЛИ - НЕ», «И - НЕ » на базе ИМС К155ЛР1.

Для исследования логической функции «И - НЕ» тумблеры S4 и S3 поставить в положение «0». Тумблер S1 имитирует входную переменную X1, а S2 имитирует переменную X2. Составить экспериментальную таблицу истинности функции штрих Шеффера. Согласно таблице истинности логической функции «И - НЕ» практически убедиться в истинности уравнения $Y = \overline{X1 * X2}$.

Для исследования логической функции «ИЛИ - НЕ», положения тумблеров S2 и S1, S4 и S3 должны быть попарно идентичны. Например, если S2 =1, то и S1 =1 и наоборот, если S3 =1, то и S4 =1 и наоборот. Составить экспериментальную таблицу истинности функции Стрелка Пирса, индикатор VD6 имитирует значение функции Y. Согласно таблице истинности логической функции практически убедиться в истинности уравнения $Y = \overline{X1 + X2}$.

2. При различных комбинациях S2, S1 S4 и S3 объяснить характер свечения светодиода VD6.

3. Отчёт о проделанной работе оформить в формате WORD.

Контрольные вопросы к лабораторной работе.

1. Приведите таблицу истинности функции ИЛИ-НЕ (стрелка Пирса)

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

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

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

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

2 Приведите таблицу истинности функции И-НЕ (штрих Шеффера)

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

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

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

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

Лабораторная работа №5.

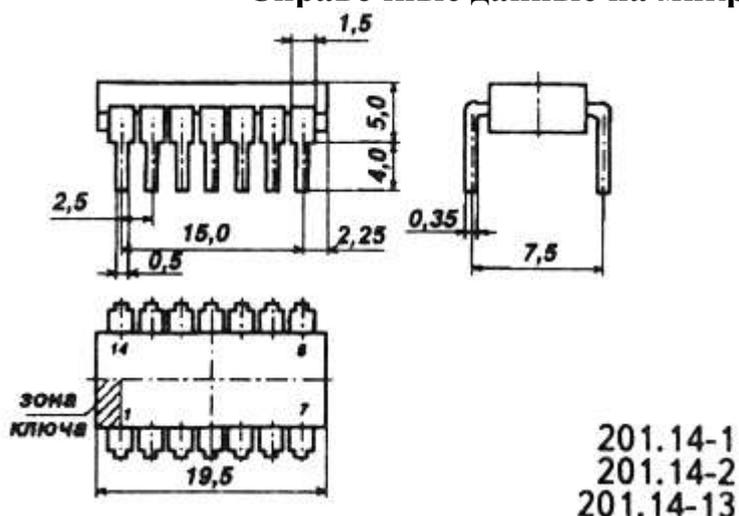
Тема: Исследование логической функции «Сложение по модулю 2» на базе ИМС К155ЛП5.

Цель работы: изучить принципиальную схему ИМС и провести экспериментальное исследование логической функций «Сложение по модулю 2» на базе ИМС К155ЛП5.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ЛП5 на соquete.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ЛП5.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф.

Справочные данные на микросхему К155ЛП5.



Микросхема **К155ЛП5** - четыре независимых сумматора по модулю 2, каждый из которых работает следующим образом. Если на обоих входах элемента, например 1 и 2, лог. 0 - на выходе 3 лог. 0. Если на одном из входов лог. 0, на другом лог. 1, на выходе лог. 1, если на обоих входах лог. 1 - на выходе лог. 0.

Вывода К155ЛП5.

- 1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;
- 3 - выход Y1;
- 6 - выход Y2;
- 7 - общий;
- 8 - выход Y3;
- 11 - выход Y4;
- 14 - напряжение питания;

Электрические параметры.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Напряжение на антизвонном диоде не менее -1,5 В
- 5 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 6 Входной ток высокого уровня не более 0,04 мА
- 7 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 8 Ток короткого замыкания -18...-55 мА
- 9 Ток потребления при низком уровне выходного напряжения не более 22 мА
- 10 Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения не более 8 мА
- 11 Потребляемая статическая мощность на логический элемент не более 19,7 мВт
- 12 Время задержки распространения при включении не более 15 нс
- 13 Время задержки распространения при выключении не более 22 нс

Теоретическая часть.

Синтез «исключающего ИЛИ» – сумматора по модулю 2 (M2).

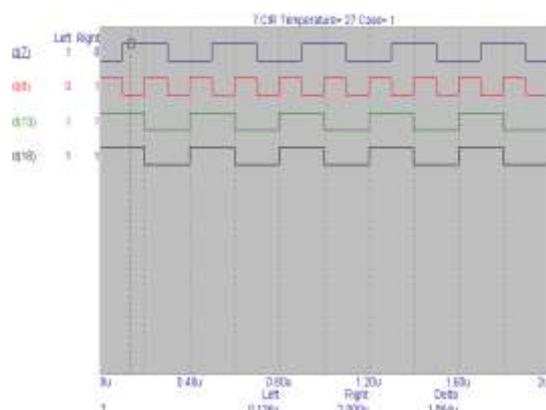
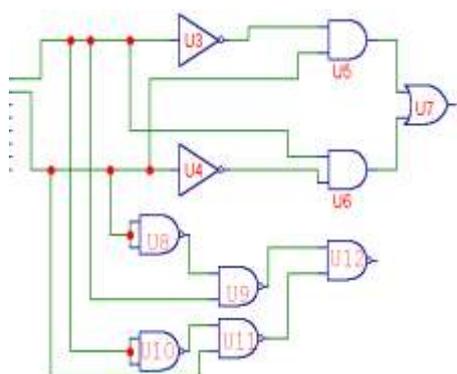
Таблица истинности сумматора (M2) и Логические уравнения
символьного компаратора

(эквивалентность)

X1	X2	M2	K
0	0	0	1
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

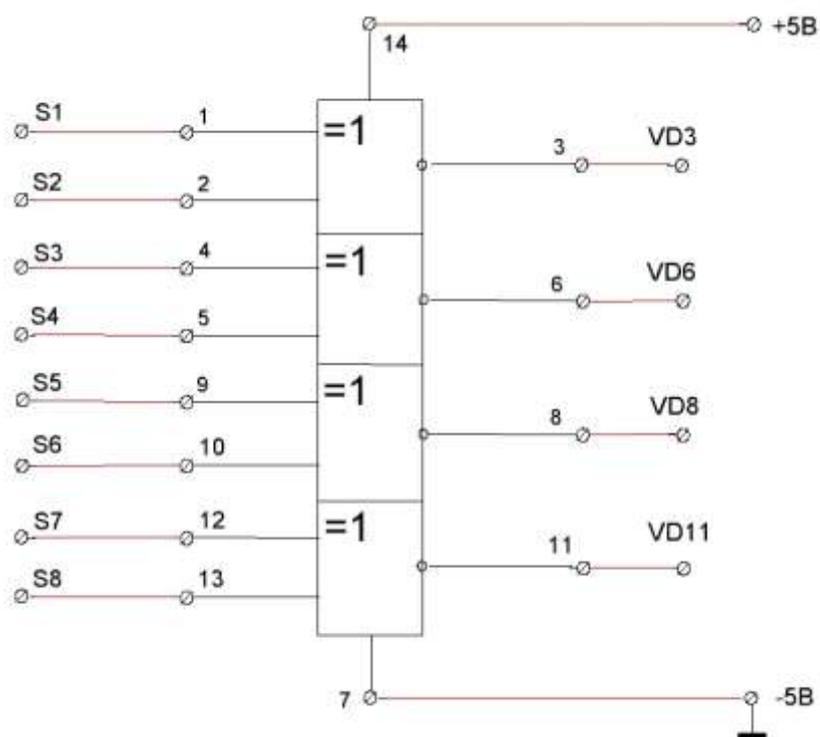
$$Y_{m2} = (X1 * X2^{\wedge}) + (X1^{\wedge} * X2) = \{(X1 * X2^{\wedge})^{\wedge} * (X1^{\wedge} * X2)^{\wedge}\}^{\wedge}$$

$$Y_k = (X1^{\wedge} * X2^{\wedge}) + (X1 * X2) = \{(X1^{\wedge} * X2^{\wedge})^{\wedge} * (X1 * X2)^{\wedge}\}^{\wedge}$$



Функциональные схемы и диаграммы сумматора по M2.

Схема электромонтажная лабораторной работы.



Задание на лабораторную работу.

1. Используя WORKBENCH, спроектировать на основании таблицы истинности.
А. Сумматор по M2
Б. Символьный компаратор.
2. Собрать на стенде электромонтажную схему лабораторной работы. Красными линиями указаны соединительные проводники. Тумблеры S1, S3, S5, и S7, соответствующие X1, а тумблеры S2, S4, S6, и S8, соответствующие X2 устанавливать в соответствии с таблицей истинности сумматора по M2. Определить при каких значениях X1 и X2 произойдёт свечение светодиодов VD3, VD6, VD8 и VD11. На основании практических данных подтвердить таблицу истинности.
3. Отчёт о проделанной работе оформить в формате WORD.

Лабораторная работа №6.

Тема: Исследование логических функций «Импликация» и «Запрет» на базе ИМС К155ЛА3.

Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование элемента 2И-НЕ микросхемы К155ЛА3.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ЛА3.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ЛА3.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф.
8. Методическое описание лабораторной работы.

Справочные данные для ИМС К155ЛА3.

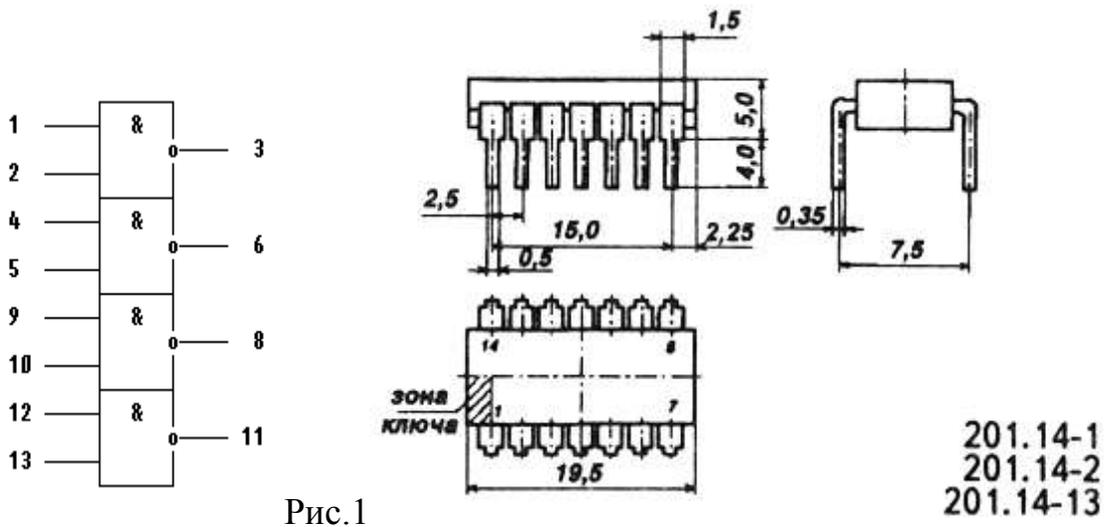


Рис.1

1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;
 3 - выход Y1;
 6 - выход Y2;
 7 - общий -5В;
 8 - выход Y3;
 11 - выход Y4;

Таблица истинности функций
 импликация и запрет

X1	X2	Им	Зп
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	0

Логическое уравнение функции
 «запрет»

$$Y = X1 * X2^{\wedge} = (X1 * X2^{\wedge})^{\wedge} = (X1^{\wedge} + X2)^{\wedge}$$

• Логическое уравнение функции
 «импликация»
 $Y = (X1 * X2^{\wedge})^{\wedge}$

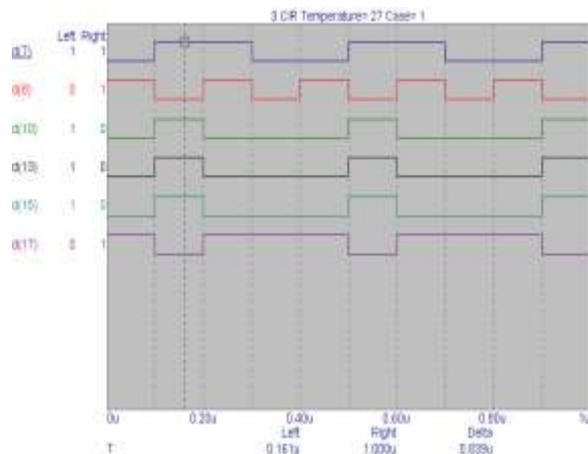
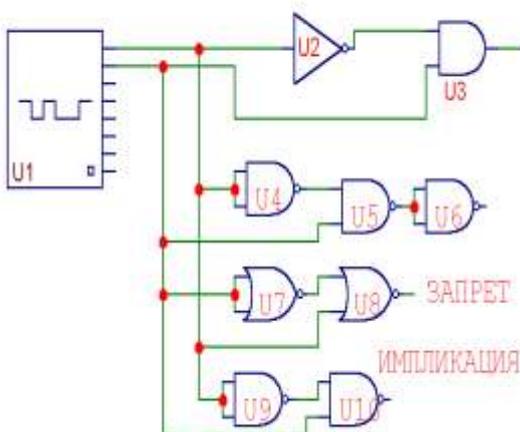


Рис. 3.7 Функциональные схемы и диаграммы импликатора и запрета.

Задание на лабораторную работу.

1. Знать построение логических функций «Импликация» и «Запрет».
2. Составить таблицу истинности логической функции «Импликация».
3. Составить таблицу истинности логической функции «Запрет».
4. Спроектировать в WORKBENCH в базисе И – НЕ и ИЛИ – НЕ «Импликация» «Запрет».
5. Установить зависимость между этими функциями и подтвердить экспериментально.
6. Собрать на стенде электромонтажную схему лабораторной работы. Практически подтвердить таблицу истинности функций «Импликация» и «Запрет».
7. Отчёт по лабораторной работе составить в формате WORD.
8. Скопировать в отчёт схему лабораторной работы.

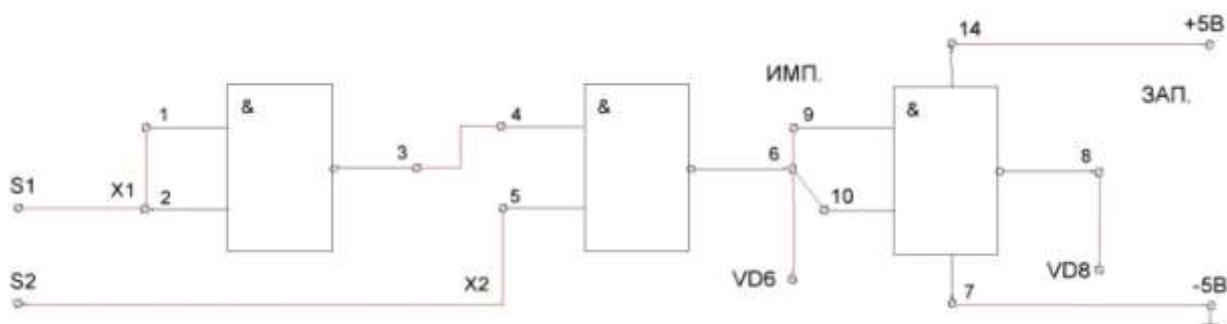


Схема электромонтажная реализации логических функций

«Импликация» и «Запрет». Красными линиями показаны соединительные проводники. Положения тумблеров S1 и S2 входным переменным X1 и X2. Светодиод VD6 индицирует значение функции «Импликация», а светодиод VD8 - значение функции «Запрет».

Лабораторная работа №7.

Тема: Практическое доказательство тождеств Булевой алгебры на базе ИМС К155ЛА3 и ИМС К155ЛЕ1.

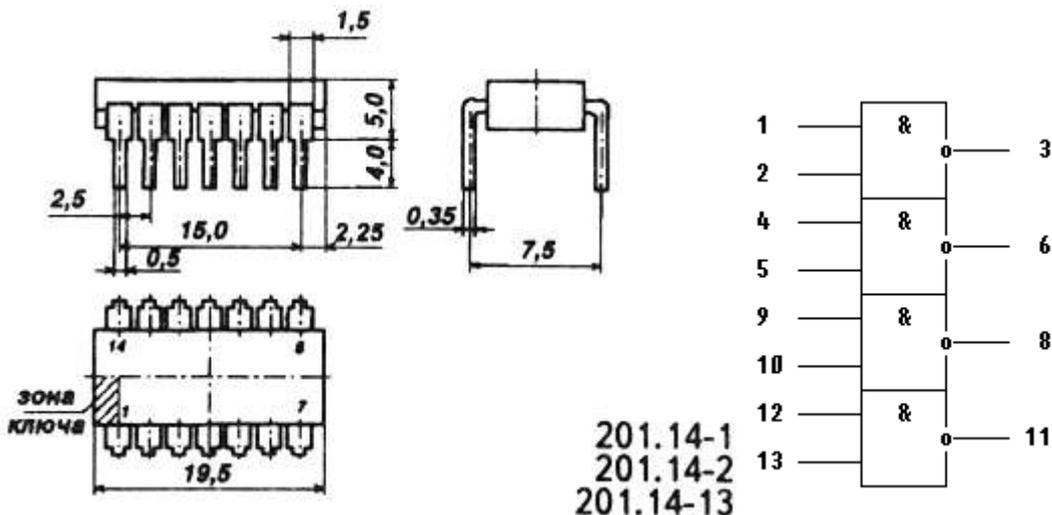
Цель работы: провести экспериментальные исследования для доказательства тождеств Булевой алгебры на базе ИМС К155ЛА3 и ИМС К155ЛЕ1.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ЛА3 и К155ЛЕ1.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхемы К155ЛА3 и К155ЛЕ1.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф, ПО SPlan
8. Методическое описание лабораторной работы.

К155ЛА3.

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ. Корпус К155ЛА3 типа 201.14-1, масса не более 1 г и у КМ155ЛА3 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.

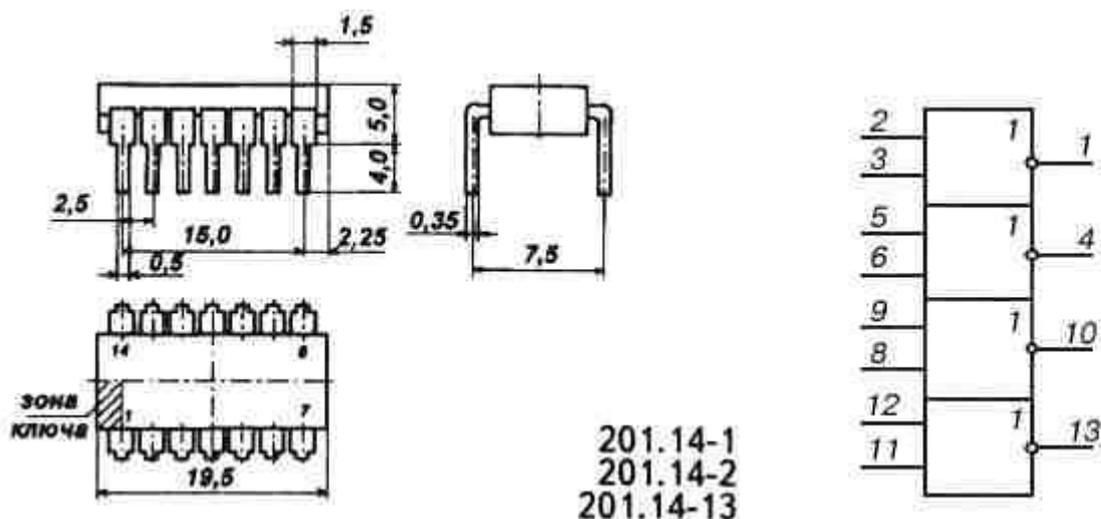


Условное графическое обозначение.

- 1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;
- 3 - выход Y1;
- 6 - выход Y2;
- 7 - общий;
- 8 - выход Y3;
- 11 - выход Y4;
- 14 - напряжение питания;

К155ЛЕ1

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2ИЛИ-НЕ.
Корпус К155ЛЕ1 типа 201.14-1, масса не более 1 г и у КМ155ЛЕ1 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.
Корпус ИМС К155ЛЕ1



Условное графическое обозначение

- 1,4,10,13 - выходы;
- 2,3,5,8,9,11,12 - входы;
- 7 - общий;
- 14 - напряжение питания;

Электрические параметры

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 5 Входной ток высокого уровня не более 0,04 мА
- 6 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 7 Ток потребления при низком уровне выходного напряжения не более 27 мА

- 8 Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения не более 16 мА
- 9 Потребляемая статическая мощность на один логический элемент при низком уровне выходного напряжения не более 36 мВт
- 10 Потребляемая статическая мощность на один логический элемент при высоком уровне выходного напряжения не более 21 мВт

Схема электромонтажная 1 лабораторной работы.

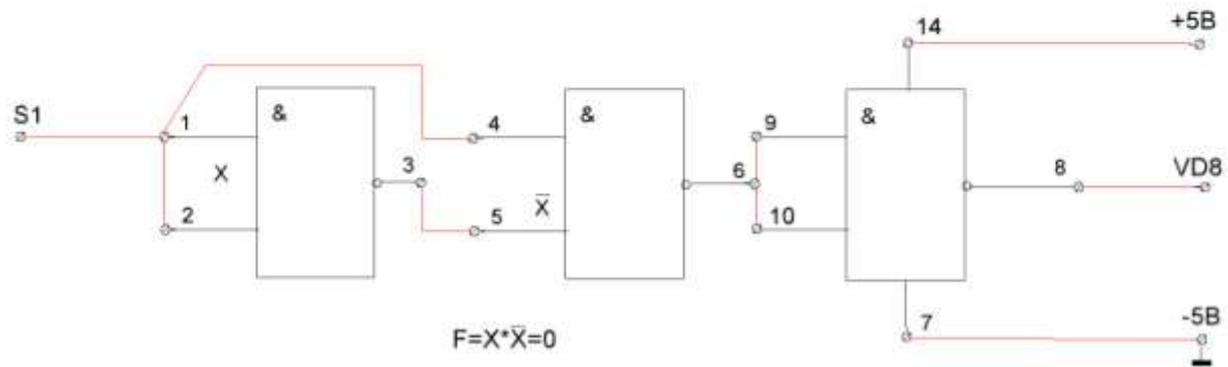
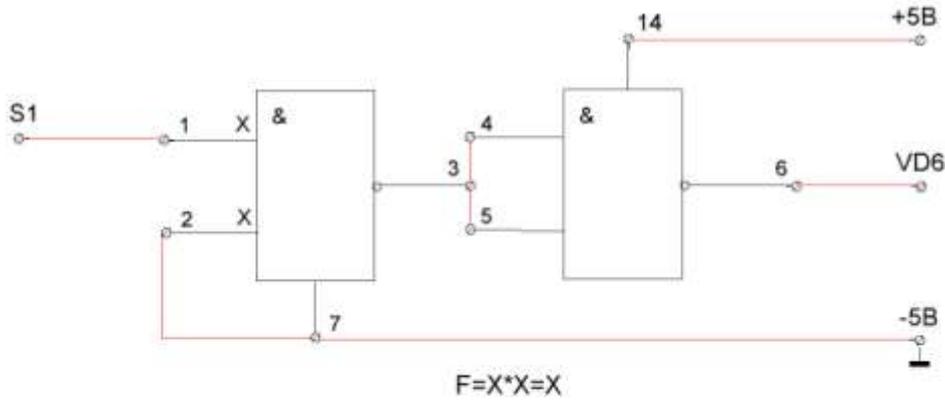
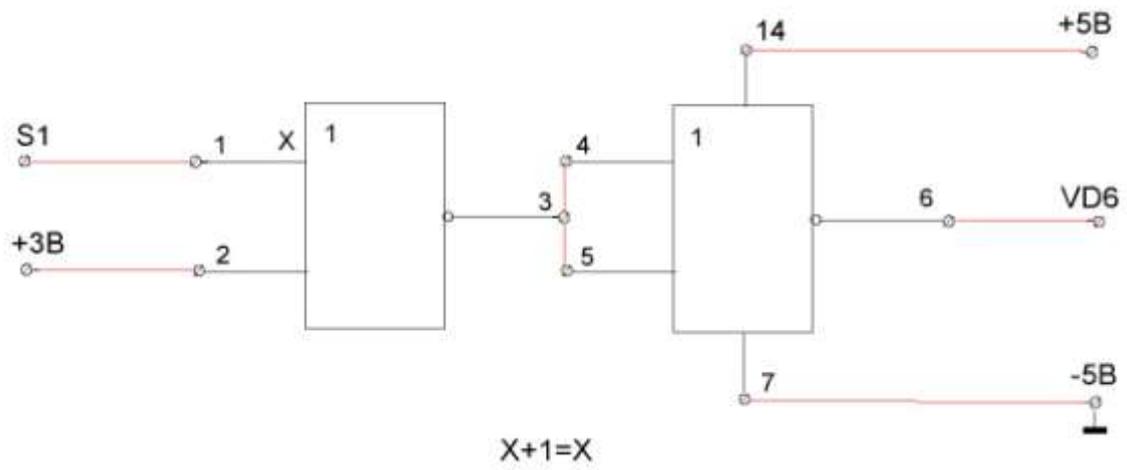
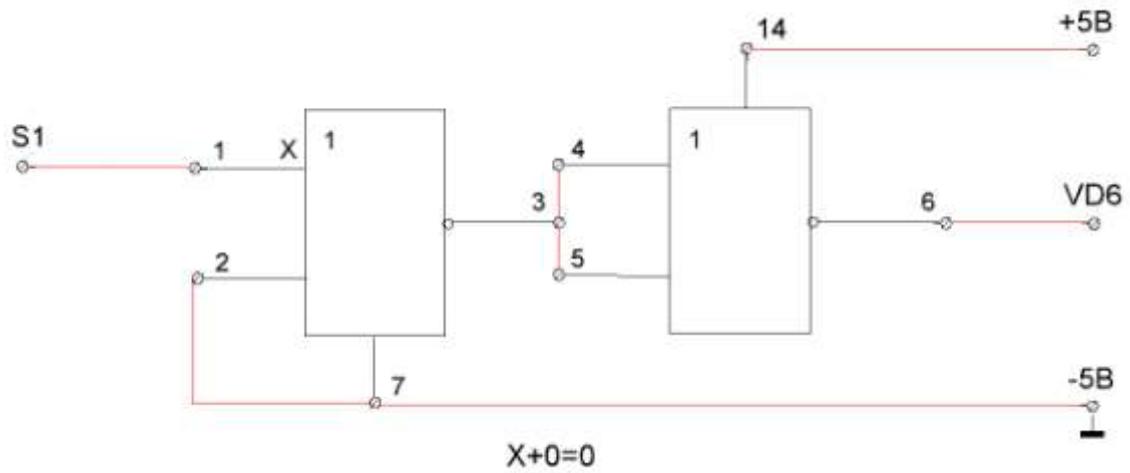
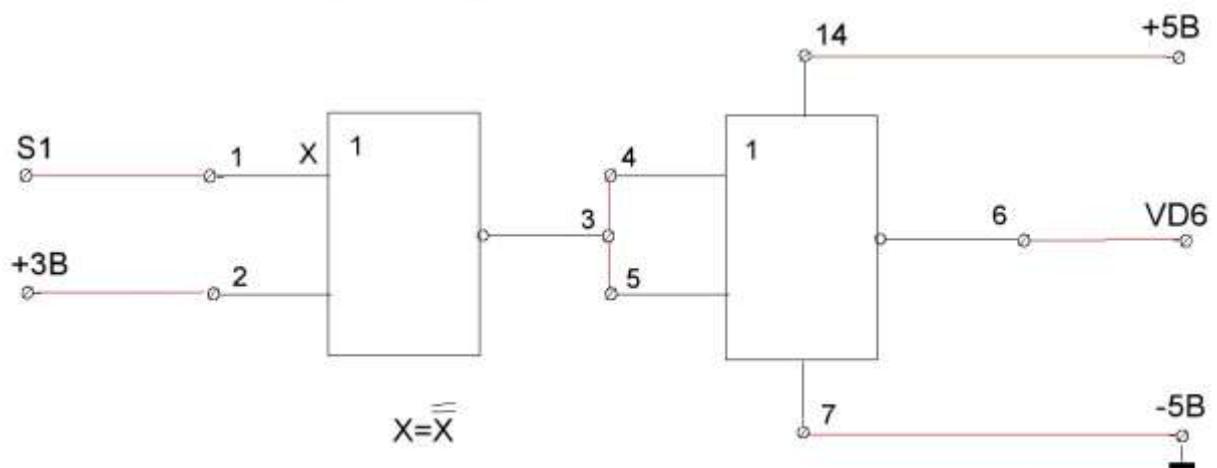
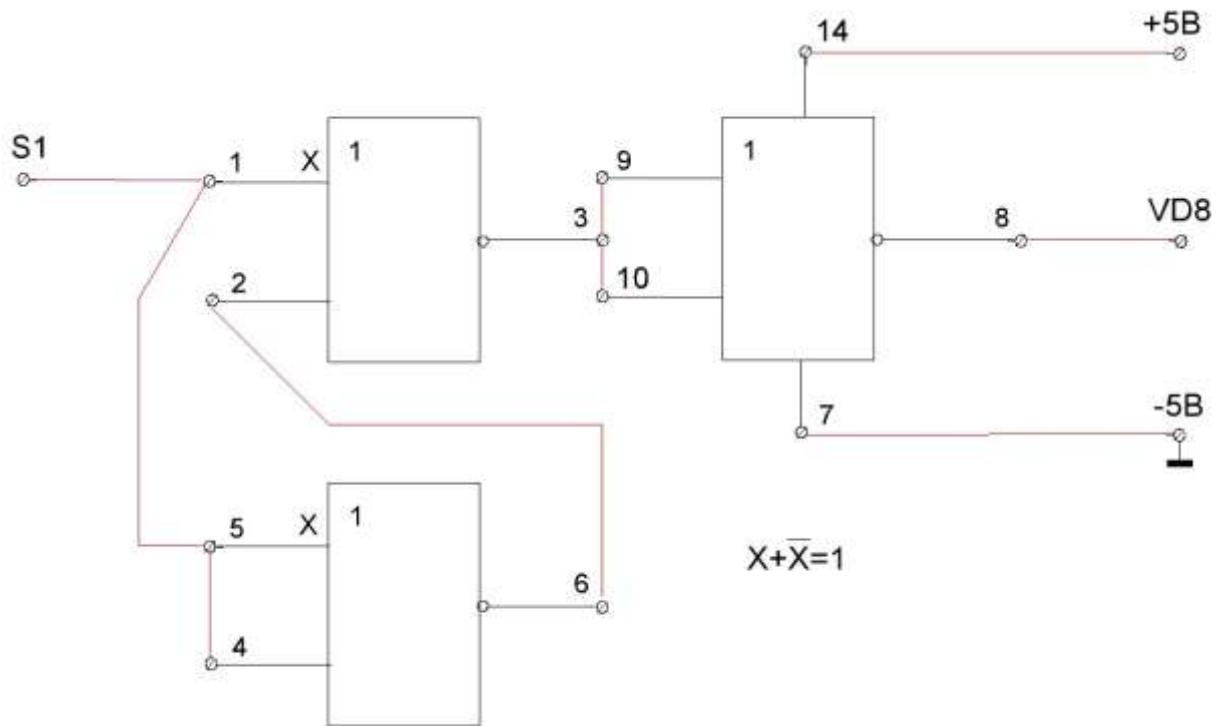
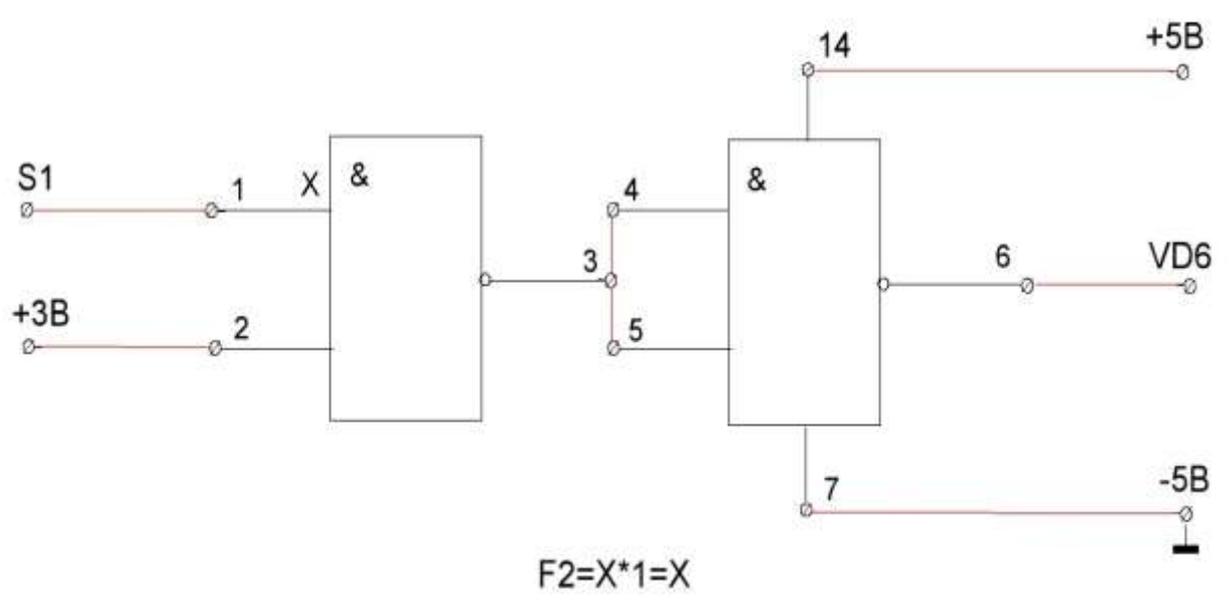
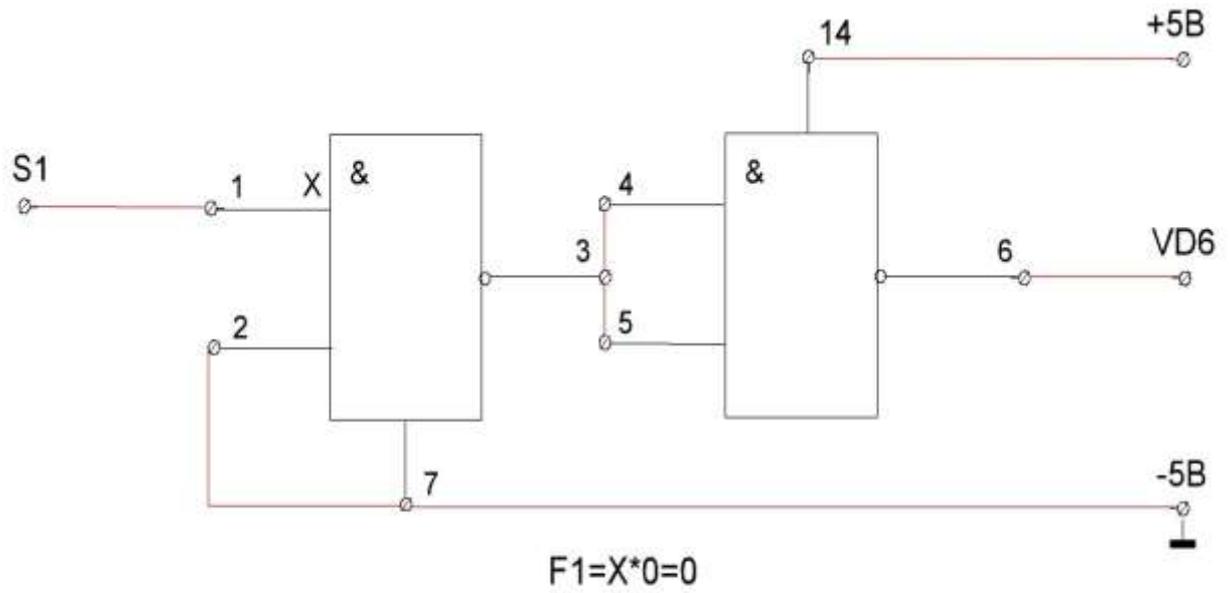


Схема электромонтажная 2 лабораторной работы.





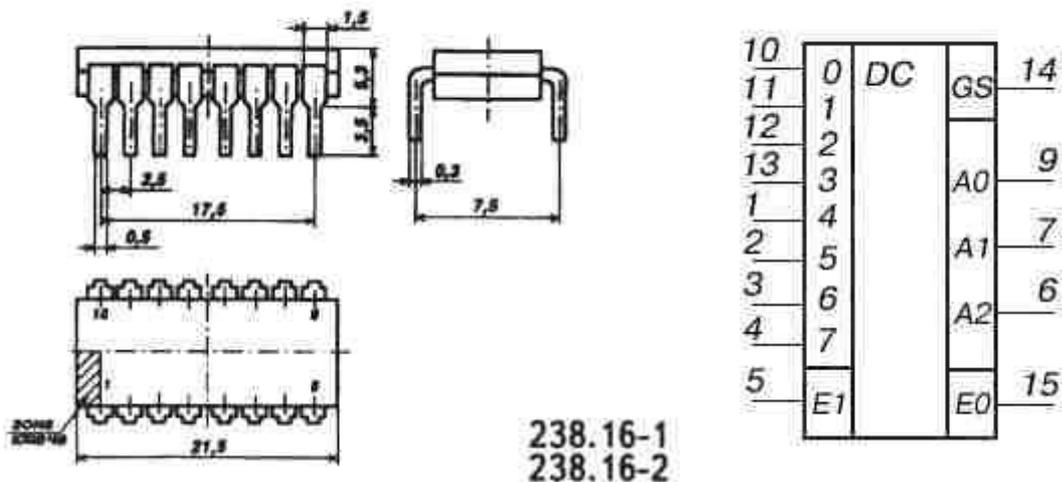


Лабораторная работа №8.

Тема: Исследование работы преобразователя кода в интегральном исполнении на базе ИМС К155ИВ1.

Микросхема представляет собой приоритетный шифратор 8 каналов в 3. Содержит 168 интегральных элементов. Корпус у К155ИВ1 типа 238.16-1, масса не более 2 г.

Корпус ИМС К155ИВ1



Условное графическое обозначение ИМС К155ИВ1.

- 1 - вход X4;
- 2 - вход X5;
- 3 - вход X6;
- 4 - вход X7;
- 5 - вход E;
- 6 - выход A2;
- 7 - выход A1;
- 8 - общий;
- 9 - выход A0;
- 10 - вход X0;
- 11 - вход X1;
- 12 - вход X2;
- 13 - вход X3;
- 14 - выход GS;
- 15 - выход E;
- 16 - напряжение питания;

Электрические параметры.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня 2,4 В
- 4 Входной ток низкого уровня
по входу 10
по входам 1-5,11-13
- 1,6 мА
- 3,2 мА
- 6 Входной пробивной ток 1 мА
- 7 Ток потребления 60 мА
- 8 Потребляемая статическая мощность
330 мВт
- 9 Среднее время задержки распространения 21 нс

Теоретическое описание.

Микросхема ИВ1 - приоритетный шифратор. Она имеет восемь информационных входов 0-7 и вход разрешения Е1. Выходов у микросхемы пять - три инверсных выходного кода 1,2,4; GS - признака подачи входного сигнала и Е0 - переноса. Если на всех информационных входах микросхемы лог. 1, на выходах 1,2,4, GS - лог. 1, на выходе Е0 - лог. 0. При подаче лог. 0 на любой из информационных входов 0-7 на выходах 1,2, 4 появится инверсный код, соответствующий номеру входа, на который подан лог. 0, на выходе GS'-лог. 0, что является признаком подачи входного сигнала, на выходе Е0 - лог. 1, которая запрещает работу других микросхем ИВ1 при их каскадном соединении. Если лог. 0 будет подан на несколько информационных входов микросхемы, выходной код будет соответствовать входу с большим номером. Так работает микросхема при подаче на вход Е1 лог. 0. Если же на входе Е1 лог. 1 (запрет работы), на всех шести выходах микросхемы лог. 1.

Задание на лабораторную работу.

1. Собрать электромонтажную схему, помещённую на Рис. 1. Красными линиями указаны монтажные проводники. На вход Е1 подать лог. 0
2. Подать на информационные входы 0 – 7 лог. 1.
3. Замерить уровни напряжения на выходах Y0, Y1, Y2, GS, Е0.
4. Подать на любой информационный вход лог. 0 и замерить уровни напряжения на выходах 1,2,4, GS, Е0.
5. Подключать к -5в. последовательно информационные входы 0 – 7, замерить уровни напряжения на выходах Y0, Y1, Y2. Составить таблицу истинности.
6. На вход Е1 подать лог. 1. Повторить пункты 2 – 5. Составить заключение о проделанной работе.

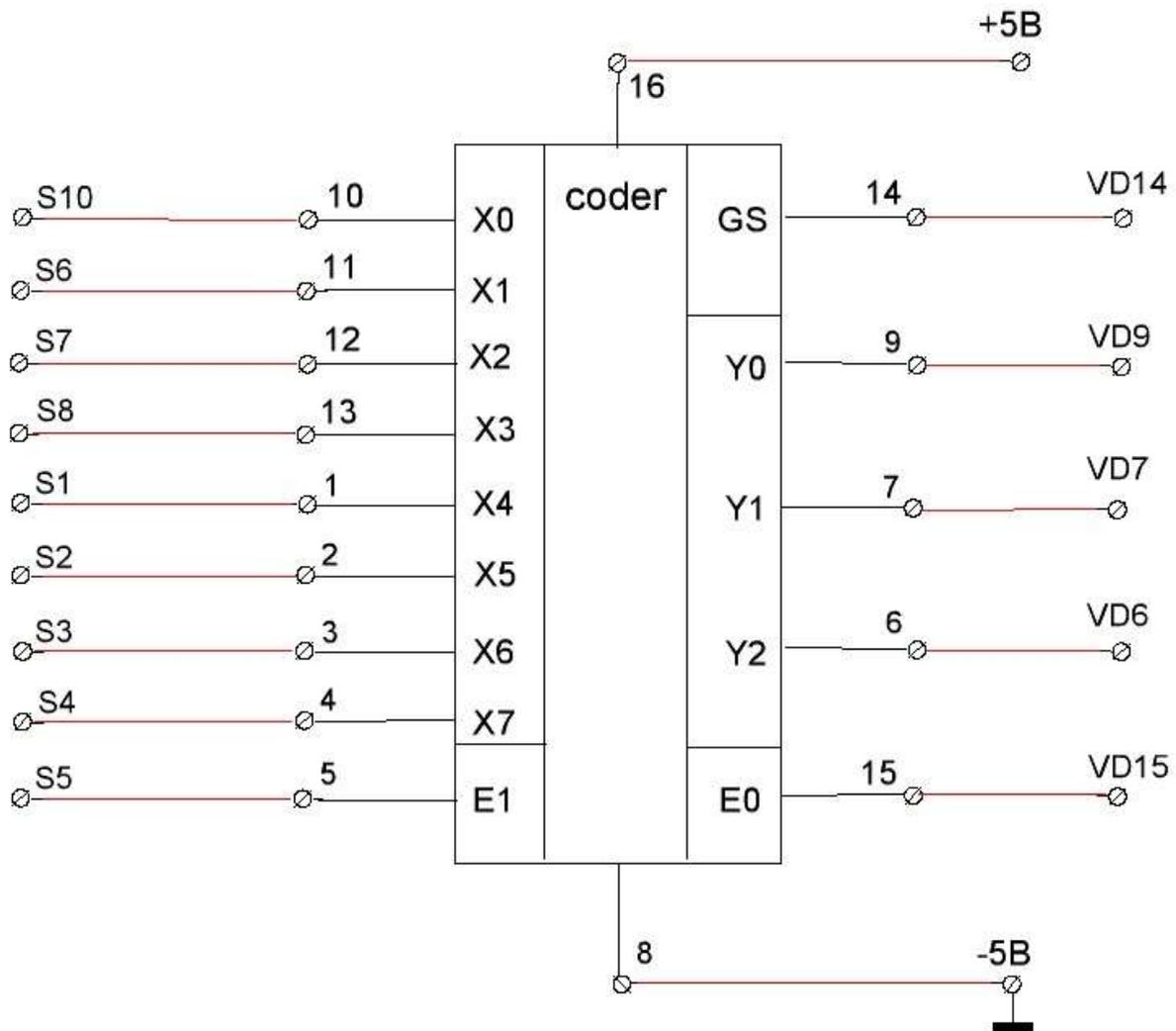


Рис.1 Схема электромонтажная лабораторной работы.

Контрольные вопросы.

1. Шифратор (coder) - комбинационное устройство, выполняющее
 - преобразование набора входных переменных в активный сигнал только на одном из его выходов.
 - преобразование входного двоичного кода в другой выходной двоичный код.
 - коммутацию одного из рабочих входов на общий выход под управлением сигналов на адресных входах.
2. Для чего необходим выход E0?
3. Для чего необходим выход GS?
4. Для чего необходим вход E1?

Лабораторная работа 9

Тема: Исследование RS- триггера.

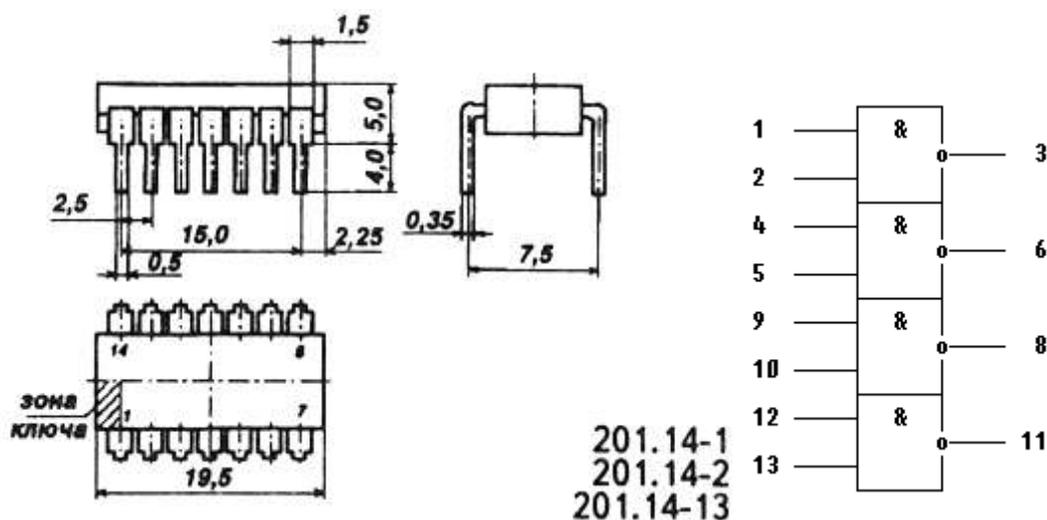
Цель: исследовать RS- триггер, изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование микросхемы на основе микросхемы К155ЛА3 в соquete.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ЛА3 в соquete.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ЛА3.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф, ПО SPlan
8. Методическое описание лабораторной работы.

К155ЛА3.

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ. Корпус К155ЛА3 типа 201.14-1, масса не более 1 г и у КМ155ЛА3 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.



Условное графическое обозначение.

- 1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;
- 3 - выход Y1;
- 6 - выход Y2;
- 7 - общий;
- 8 - выход Y3;
- 11 - выход Y4;
- 14 - напряжение питания;

Теоретическое описание:

Несинхронный RS Триггер состоит из входов S – set, R – reset, выходов Q, -Q и характеризуется двумя устойчивыми состояниями, где $Q = \text{true}$, $-Q = \text{false}$ или $Q = \text{false}$, $-Q = 1$. Управление происходит путём подачи на входы S или R сигнала высокого уровня.

Несинхронный RS триггер можно реализовать по схеме ниже, где входы 1 и 2, 4 и 5 соединены друг с другом проводниками.

Задание на лабораторную работу:

1. Создайте синхронный - RS триггер
2. Создайте $\neg R$ -S триггер
3. Запишите таблицу истинности всех построенных вами схем.

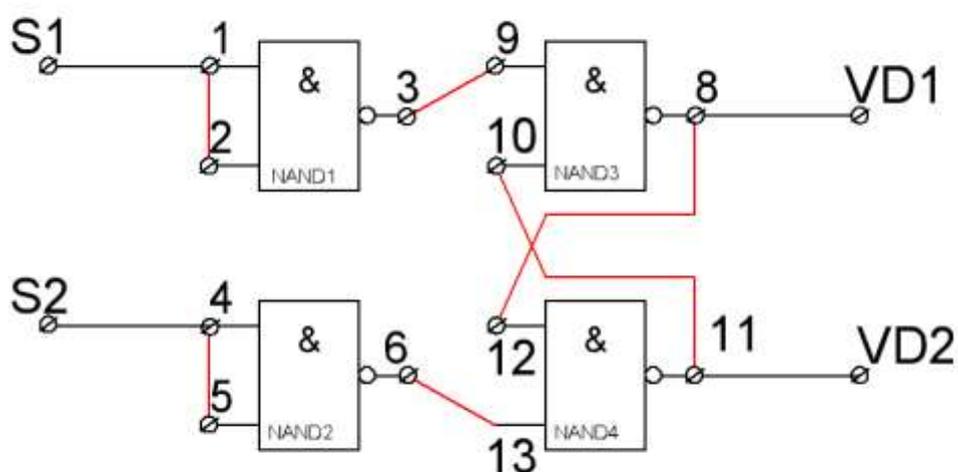


Рис.1 Схема электромонтажная лабораторной работы.

Контрольные вопросы.

1. Что такое RS триггер
2. В чём отличия $\neg R$ –S и RS триггера
3. Для чего используются триггеры
4. Приведите пример устройств в схемах которых встречаются триггеры
5. Укажите неопределённые состояния RS триггера

Лабораторная работа №10.

Тема: Исследование работы дешифратора в интегральном исполнении на базе ИМС К155ИДЗ.

Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование микросхемы К155ИДЗ.

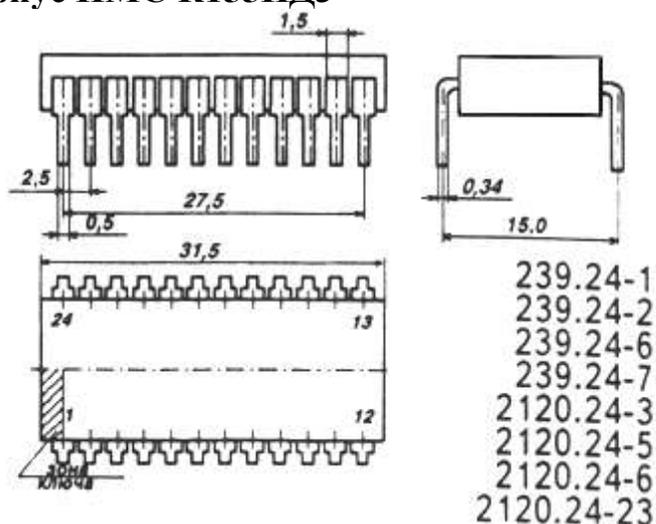
Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1.
3. Микросхема К155ИДЗ в широкой сокет.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ИДЗ.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф, ПО SPlan
8. Методическое описание лабораторной работы.

К155ИДЗ

Микросхем представляет собой дешифратор-демультиплексор 4 линии на 16. Содержит 225 интегральных элементов. Корпус К155ИДЗ типа 239.24-2.

Корпус ИМС К155ИДЗ



- 1 - 11 - выходы Y1 - Y11;
- 13 - 17 - выходы Y12 - Y16;
- 12 - общий;
- 18, 19 - стробирующие входы;
- 24 - напряжение питания;
- 20 - 23 - информационные входы;

Дешифраторы относятся к преобразователям кодов. Двоичные дешифраторы преобразуют двоичный код в код «1 из N». В кодовой комбинации этого кода только одна позиция занята единицей, а все остальные – нулевые. Например, код «1 из N», содержащий пять кодовых комбинаций, будет иметь вид.

Десятичный.код	Двоичный код			Унитарный код.				
	С	В	А	L4	L3	L2	L1	L0
0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1	0
2	0	1	0	0	0	1	0	0
3	0	1	1	0	1	0	0	0
4	1	0	0	1	0	0	0	0

Полный двоичный дешифратор, имеющий n входов, должен иметь 2^n в степени n выходов, соответствующих числу разных комбинаций в n разрядном двоичном коде.

входы выходы Таблица истинности

X1	X2	X3	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Если часть входных наборов не используется, то дешифратор называют неполным, и у него число выходов меньше, чем 2^n в степени n . В условном обозначении дешифратора проставляются буквы DC от английского слова DECODER. Входы дешифратора принято обозначать их двоичными весами. Дешифратор имеет также один или несколько входов разрешения работы, обозначаемых как EN (Enable). При наличии разрешения по этому входу, дешифратор работает описанным выше образом. При его отсутствии все выходы дешифратора пассивны.

Синтез дешифратора. Составляем систему логических уравнений дешифратора в конъюнктивной форме

$$\begin{aligned}
 Y_0 &= X_1^{\wedge} * X_2^{\wedge} * X_3^{\wedge} & Y_1 &= X_1^{\wedge} * X_2^{\wedge} * X_3 & Y_2 &= X_1^{\wedge} * X_2 * X_3^{\wedge} \\
 Y_3 &= X_1^{\wedge} * X_2 * X_3 & Y_4 &= X_1 * X_2^{\wedge} * X_3^{\wedge} & Y_5 &= X_1 * X_2^{\wedge} * X_3 \\
 Y_6 &= X_1 * X_2 * X_3^{\wedge} & Y_7 &= X_1 * X_2 * X_3
 \end{aligned}$$

Преобразуем систему логических уравнений дешифратора в дизъюнктивную форму по правилу де Моргана

$$Y_0 = (X_1 \wedge X_2 \wedge X_3) \wedge = (X_1 + X_2 + X_3) \wedge$$

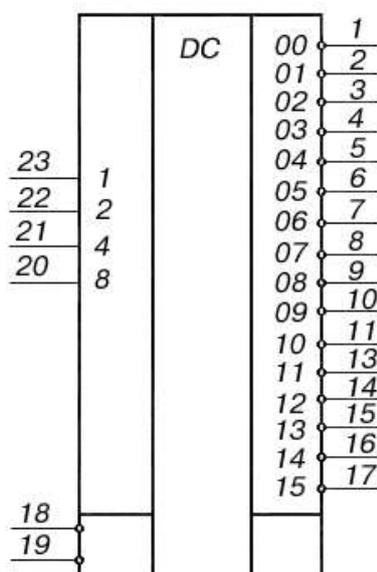
$$Y_1 = (X_1 \wedge X_2 \wedge X_3) \wedge = (X_1 + X_2 + X_3 \wedge) \wedge$$

$$Y_2 = (X_1 \wedge X_2 \wedge X_3 \wedge) \wedge = (X_1 + X_2 \wedge + X_3) \wedge$$

$$Y_3 = (X_1 \wedge X_2 \wedge X_3) \wedge = (X_1 + X_2 \wedge + X_3 \wedge) \wedge$$

и т. д.

Условное графическое обозначение ИМС К155ИДЗ



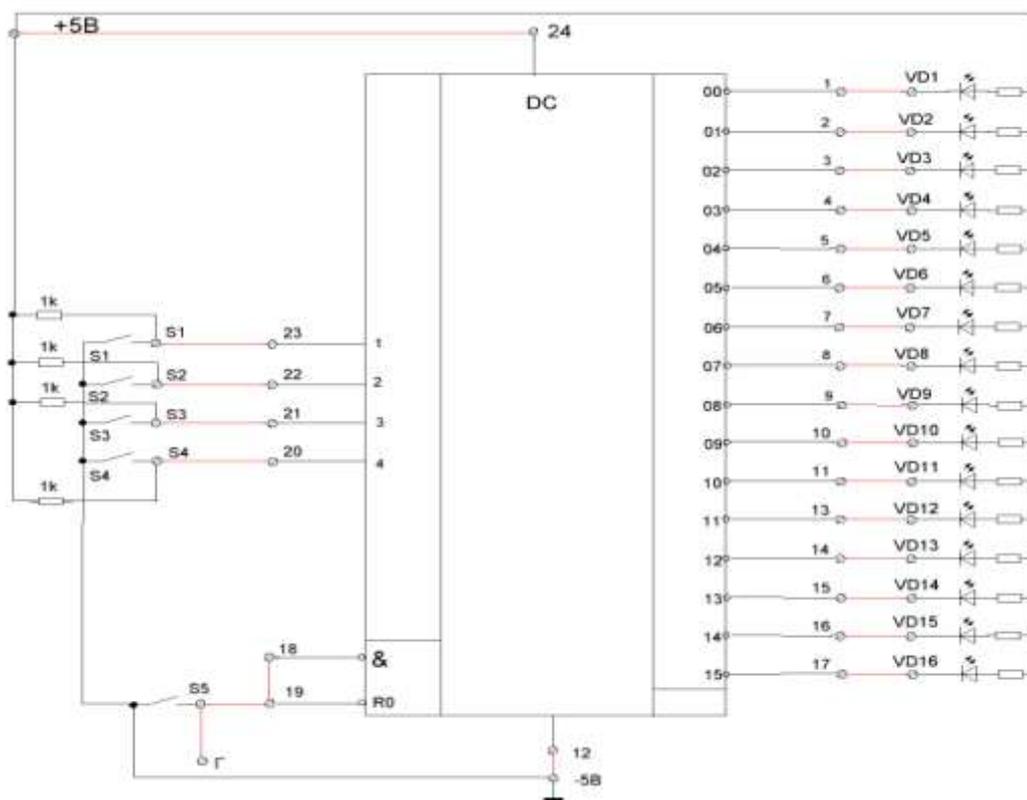
Электрические параметры.

- 1 Номинальное напряжение питания +5 В + 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 5 Входной ток высокого уровня не более 0,04 мА
- 6 Ток потребления не более 56 мА
- 9 Время дешифрации не более 35 нс
- 10 Потребляемая мощность не более 294 мВт

Дешифратор работает следующим образом. Для разрешения дешифрации инверсные входы & и R0 должны быть соединены с -5в. Если зажим 18 и 19 соединить с зажимом +3в., то происходит запрет дешифрации. Красными линиями на схеме показаны монтажные проводники. Смысл монтажа лабораторной установки сводится к соединению проводниками соответствующих по схеме зажимов. Тумблеры S1, S2, S3 и S4 предназначены для создания кодовой комбинации входного четырёхразрядного числа в двоичном изображении. Выходное число в унитарном коде представлено

выходами Q0 – Q15. При определённой входной кодовой комбинации, только на одном из инверсных выходов Q0 – Q15 появится уровень логического нуля и загорится соответствующий светодиод. Перед работой соединить зажим 18 или 19 с зажимом -5в.

Схема электромонтажная лабораторной работы.



Задание на лабораторную работу.

1. Составить 16 логических уравнений такого дешифратора Входные переменные S1, S2, S3 и S4. Выходные переменные Q0 – Q15.
 2. Составить таблицу истинности дешифратора, указывая в ней состояния тумблеров S1, S2, S3 и S4 состояния выходов Q0 – Q15.
 3. Собрать электромонтажную схему лабораторной работы. При различных состояниях тумблеров S1, S2, S3 и S4 определить состояния выходов Q0 – Q15.и свериться с таблицей истинности.
 4. Соединить зажимы 18 и 19 с зажимом +3в. При различных состояниях тумблеров S1, S2, S3 и S4 определить состояния выходов Q0 – Q15.и свериться с таблицей истинности.
- Объяснить полученные результаты.
5. Определить потребляемую ИМС мощность от источника питания, измерив потребляемый ею ток при различных состояниях S1, S2, S3 и S4. Для этого цифровой тестер должен быть включён между зажимами +5в и 24.

6. Объяснить назначение дешифратора.

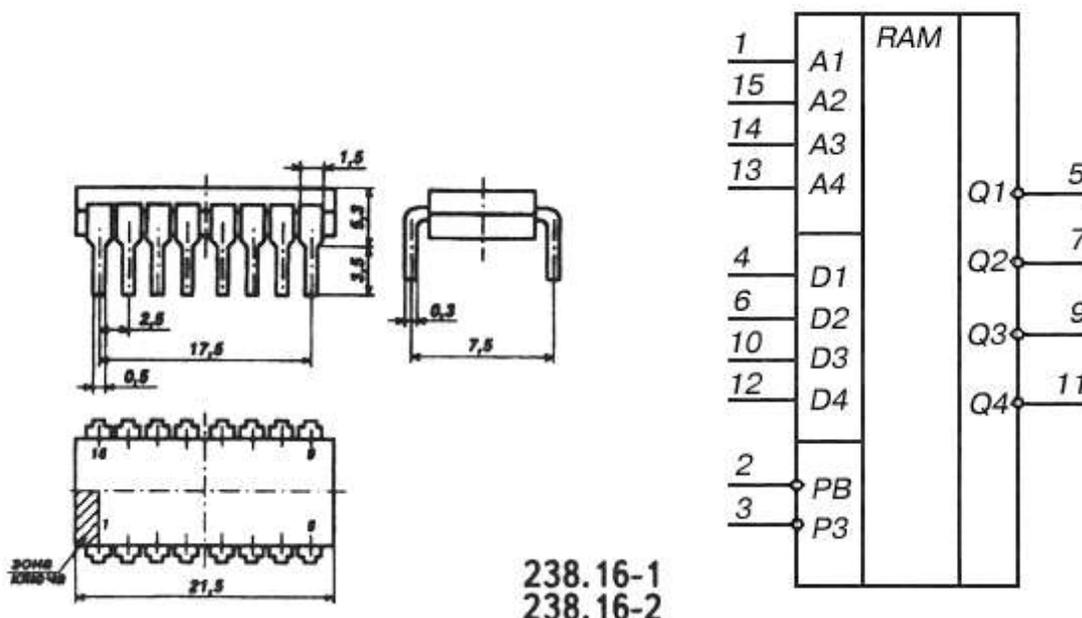
Лабораторная работа №11.

Тема: Программирование оперативного запоминающего устройства на базе ИМС К155РУ2.

Цель:

Микросхема представляет собой ОЗУ на 64 бит (16x4) с произвольной выборкой. Корпус К155РУ2 типа 238.16-2, масса не более 2,5 г и у КМ155РУ2 типа 201.16-5, масса не более 2,5 г.

Корпус ИМС К155РУ2



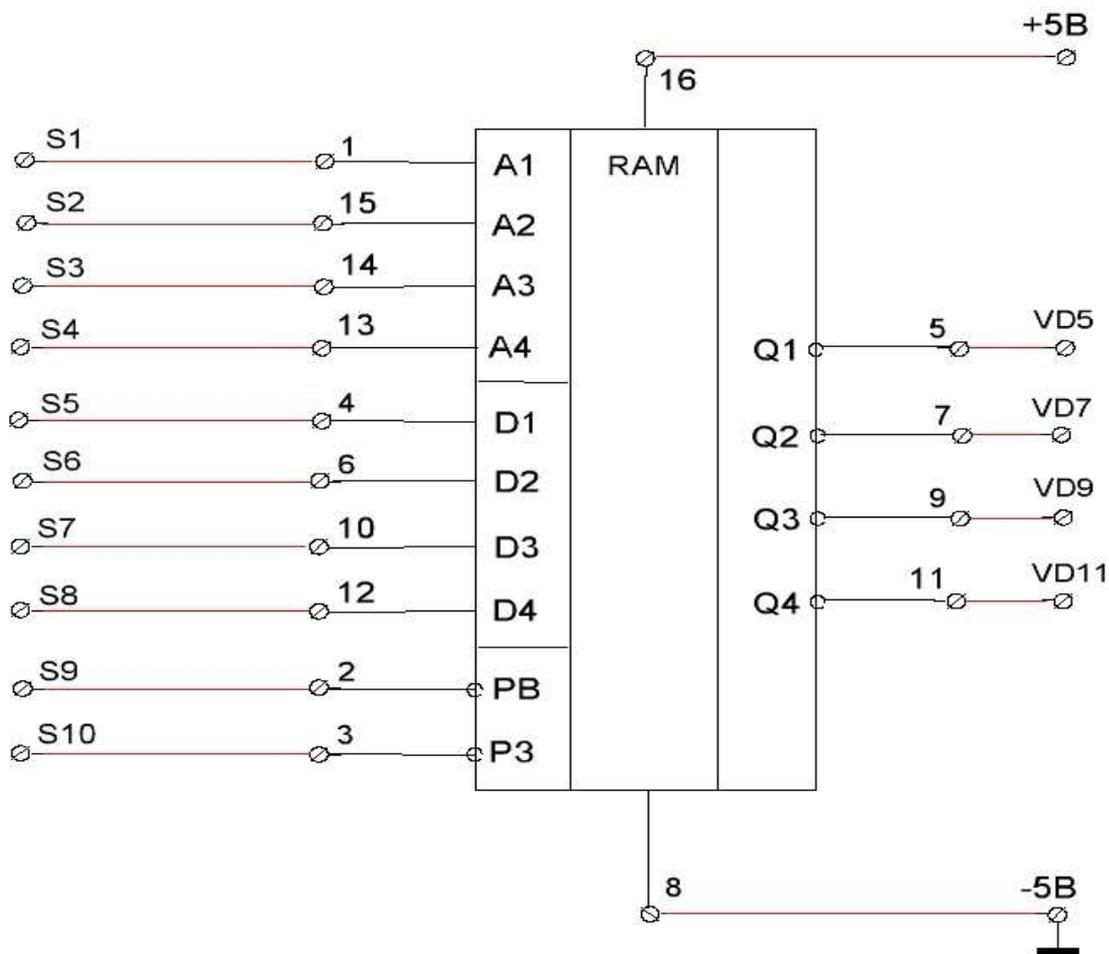
Условное графическое обозначение

- 1 - вход адреса A1;
- 2 – инверсный вход разрешения выборки PB;
- 3 - инверсный вход разрешения записи;
- 4 - вход данных D1;
- 5 - инверсный выход Q1;
- 6 - вход данных D2;
- 7 - инверсный выход Q2;
- 8 - общий;
- 9 - инверсный выход Q3;
- 10 - вход данных D3;
- 11 - инверсный выход Q4;
- 12 - вход данных D4;
- 13 - вход адреса A4;
- 14 - вход адреса A3;
- 15 - вход адреса A2;
- 16 - напряжение питания;

Электрические параметры

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение в режимах хранения и считывания не более 0,4 В
- 3 Напряжение на антизвонном диоде не менее -1,5 В
- 4 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 5 Выходной ток высокого не более 0,04 мА
- 6 Выходной ток высокого уровня в режимах выборки и хранения не более 20 мкА
- 7 Ток потребления не более 105 мА
- 8 Потребляемая статическая мощность на один бит не более 8,6 мВт
- 9 Время восстановления после записи не более 70 нс

Схема электромонтажная лабораторной работы.



ОЗУ на микросхеме K155PY2 служит для хранения 16 четырехразрядных слов. Запись информации с шин D1, D2, D3 и D4 (информация при записи инвертируется) разрешена при P3 = 0. При этом тумблер S10 устанавливается так, что на зажим 3 подается сигнал логического нуля. При P3 = 1 разрешено считывание с выходной четырехразрядной шины данных Q1, Q2, Q3 и Q4. При P3 = 1 микросхема находится в состоянии разомкнутого выхода.

Порядок выполнения работы.

Запись данных по адресам.

1. На вход РВ тумблером S9 подаём лог. 1
2. На вход РЗ тумблером S10 подаём лог. 0
3. Согласно таблицы №1, на адреса А1- А4 подаём данные D1 - D4, управляя адресными тумблерами S1-S4 и тумблерами данных S5 –S8.

Внимание! Перед каждой новой кодовой комбинацией S1-S4 и S5 –S8 на вход разрешения записи РЗ временно подаём лог. 1, которую снимаем после установки новой комбинации.

Считывание записанных данных по адресам.

4. На вход РВ тумблером S9 подаём лог. 0.
5. На вход РЗ тумблером S10 подаём лог. 1
6. Считываем в инверсном коде значения Q1, Q2, Q3 и Q4, управляя адресными тумблерами S1-S4
7. Результаты записываем в таблицу №1..
8. На вход РВ тумблером S9 опять подаём лог. 1.

Таблица №1.

A1	A2	A3	A4	D1	D2	D3	D4	Q1	Q2	Q3	Q4
0	0	0	0	1	1	1	1				
1	0	0	0	0	1	1	1				
0	1	0	0	1	0	1	1				
1	1	0	0	0	0	1	1				
0	0	1	0	1	1	0	1				
1	0	1	0	0	1	0	1				
0	1	1	0	1	0	0	1				
1	1	1	0	0	0	0	1				
0	0	0	1	1	1	1	0				
1	0	0	1	0	1	1	0				
0	1	0	1	1	0	1	0				
1	1	0	1	0	0	1	0				
0	0	1	1	1	1	0	0				
1	0	1	1	0	1	0	0				
0	1	1	1	1	0	0	0				
1	1	1	1	0	0	0	0				

Задание на лабораторную работу.

1. Программу, какой длины (в байтах) можно записать в массив ОЗУ микропроцессорной системы с адресами 0800H-0ACFH.
2. Организовать ОЗУ 32x8 бит на микросхемах K155PY2.
2. Организовать ОЗУ 32x4 бит на микросхемах K155PY2.

Лабораторная работа №12.

Тема: Исследование работы одноразрядного сумматора на основе ИМС К155ИМ1.

Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование работы одноразрядного сумматора на базе ИМС К155ИМ1.

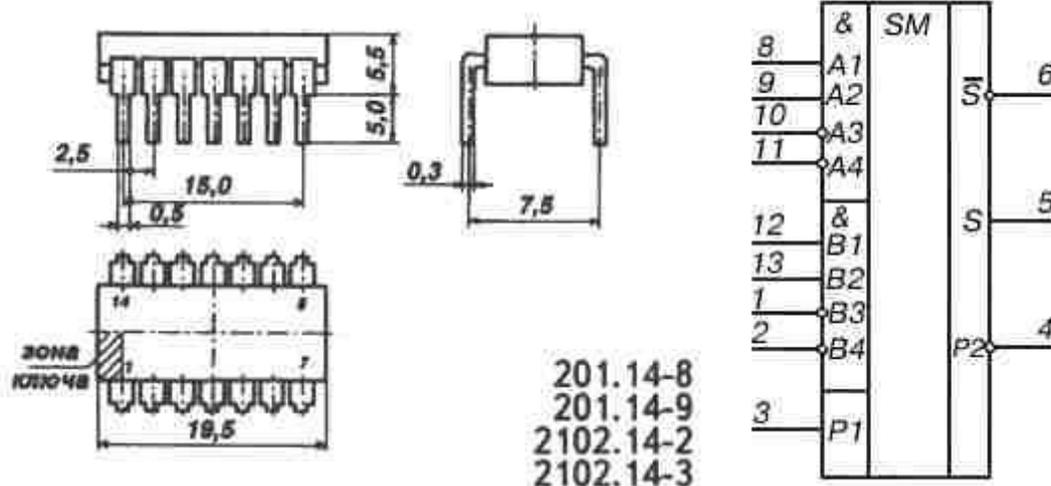
Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ИМ1 на сокете.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электростановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ИМ1.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф.

К155ИМ1 полный сумматор.

Микросхемы представляют собой одноразрядный полный сумматор. Содержат 77 интегральный элемент. Корпус К155ИМ1 типа 201.14-1, масса не более 1 г., КМ155ИМ1 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.

Корпус ИМС К155ИМ1.



Условное графическое обозначение.

- 1 - вход инверсный слагаемого В3;
- 2 - вход инверсный слагаемого В4;
- 3 - вход переноса P1;
- 4 - выход инверсный переноса P2;
- 5 - выход суммы S;
- 6 - выход инверсной суммы S;

- 7 - общий;
- 8 - вход слагаемого A1;
- 9 - вход слагаемого A2;
- 10 - вход инверсный слагаемого A3;
- 11 - вход инверсный слагаемого A4;
- 12 - вход слагаемого B1;
- 13 - вход слагаемого B2;
- 14 - напряжение питания;

Электрические параметры.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Помехоустойчивость не менее 0,4 В
- 5 Напряжение на антизвонном диоде не менее -1,5 В
- 6 Входной ток низкого уровня по входам 2,8,9,11,12,13 не более -1,6 мА
- 7 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 8 Ток короткого замыкания -18...-57 мА
- 9 Ток потребления не более 35 мА
- 10 Потребляемая статическая мощность не более 184 мВт
- 11 Время задержки распространения при включении от вывода 11 до 5 не более 80 нс
- 12 Время задержки распространения при выключении от вывода 11 до 5 не более 70 нс

Сумматор – (sumimator) - это узел компьютера, выполняющий арифметическое суммирование кодов слагаемых.

В компьютере знак числа представляется как: «1» - отрицательный, «0» - положительный. Максимальное число со знаком, которое можно представить с помощью n битов равно $2^{n-1}-1$, так как один бит занят знаком. Отрицательные числа в компьютере представляются двумя типами кода: инверсным и дополнительным. Инверсным кодом числа называют код, в котором все разряды инвертированы, т.е. $1 \wedge 0, 0 \wedge 1$. Дополнительным кодом называют код, формируемый из двоичного путем преобразования в инверсный и сложением инверсного кода с единицей. Указанные коды имеют другое название - кодов с неполным и полным дополнением.

Правила двоичного сложения:

0 + 0=0	0 1 0 1- 5+
0 + 1=1	0 1 1 0- 6
1 + 0=1	1
1 + 1=0(перенос 1)	1 0 1 1 - 11

Правила двоичного вычитания:

0 - 0=0	0 1 1 0 - 6-
0 - 1=1(заем)	0 1 0 1 - 5

$$\begin{array}{r}
 1 - 0 = 1 \\
 1 - 1 = 0
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 2 \text{ заем} \\
 0 \ 0 \ 0 \ 1
 \end{array}$$

Замена вычитания сложением:

1) при записи отрицательных чисел обратным кодом можно инвертировать вычитаемое и прибавить его к уменьшаемому. Если при сложении отрицательных чисел в знаковом разряде возникает перенос, то переносимое число необходимо прибавить к младшему биту.

2) при записи отрицательных чисел в дополнительном коде необходимо постоянно прибавлять 1 к младшему разряду суммы.

Правила сложения: сложение двоичных чисел производится поразрядно от младшего разряда к старшему; в младшем разряде вычисляется сумма младших разрядов слагаемых A и B . Эта сумма может быть записана либо в виде одноразрядного числа S , либо двухразрядного числа SP , где S - сумма, P - перенос; во всех последующих разрядах сумма находится путем сложения разрядов слагаемых A и B и переноса P . Сумма может записана либо в виде одноразрядного числа S или двухразрядного числа SP .

Одноразрядным полусумматором называют схему с двумя входами и двумя выходами.

Одноразрядным, полным сумматором называют схему с тремя входами и двумя выходами.

Многоразрядным сумматором называют схему для суммирования многоразрядных чисел.

Таблица истинности полусумматора:

A	B	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

A, B - одноразрядные слагаемые, S - одноразрядная сумма, P - перенос в следующий разряд.

Логические уравнения:

$$S = A \oplus B = (A \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge B) = ((A \wedge B) \vee (\bar{A} \wedge B)) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B})$$

$$P = A \wedge B = (A \wedge B)$$

Таблица истинности полного сумматора

Входы			ВЫХОДЫ	
A	B	Po	S	P
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Логические уравнения:

$$S_i = A^i \cdot B^i \cdot P_i + A^i \cdot B^i \cdot \bar{P}_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot P_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot \bar{P}_i$$

$$P_{i+1} = A^i \cdot B^i \cdot P_i + A^i \cdot B^i \cdot \bar{P}_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot P_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot \bar{P}_i$$

Минимизация логических уравнений.

$$S_i = A^i \cdot B^i \cdot P_i + A^i \cdot B^i \cdot \bar{P}_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot P_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot \bar{P}_i$$

$$S_i = P_i(A^i \cdot \bar{B}^i + A^i \cdot B^i) + \bar{P}_i(A^i \cdot \bar{B}^i + A^i \cdot B^i) = P_i \cdot F1 + \bar{P}_i \cdot F2$$

$$F1 = (A \oplus B)^i$$

$$F2 = (A \oplus B)^i$$

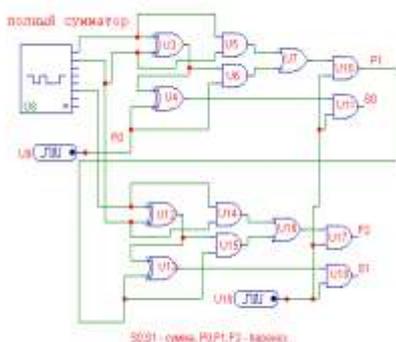
$$S_i = P_i \cdot F2^i + \bar{P}_i \cdot F2^i = P_i \oplus F2$$

$$P_{i+1} = A^i \cdot B^i \cdot P_i + A^i \cdot B^i \cdot \bar{P}_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot P_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot \bar{P}_i$$

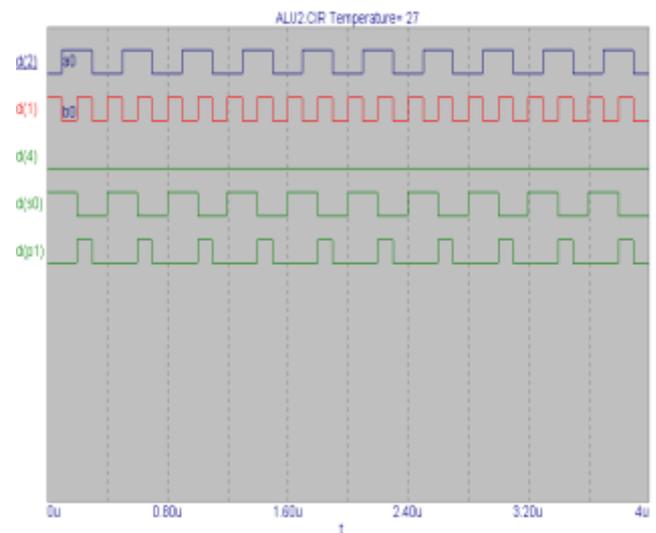
$$P_{i+1} = A^i \cdot B^i \cdot P_i + A^i \cdot B^i \cdot \bar{P}_i + A^i \cdot \bar{B}^i \cdot (P_i + \bar{P}_i) = P_i \cdot (A^i \cdot B^i + A^i \cdot \bar{B}^i) + A^i \cdot B^i$$

$$P_{i+1} = P_i \cdot F2 + A^i \cdot B^i$$

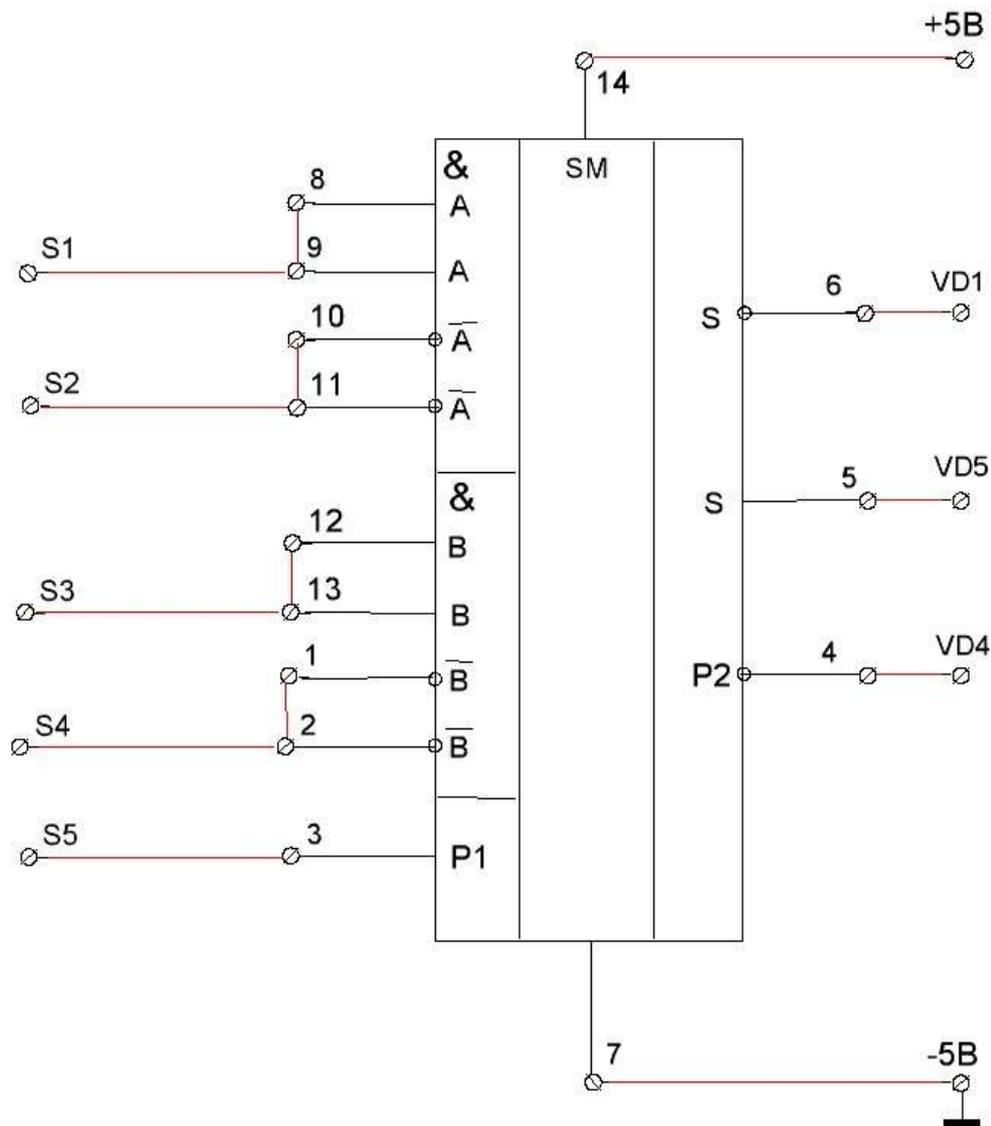
Схема одноразрядного сумматора.



Временная диаграмма.



Электромонтажная схема лабораторной работы.



Задание на лабораторную работу.

1. Собрать электромонтажную схему лабораторной работы. Красными линиями указаны соединительные проводники.
2. Тумблер S5 установить в положение лог.0.

Контрольные вопросы.

Одноразрядным полусумматором называют схему

с двумя входами (для подачи цифр двух слагаемых) и двумя выходами (для формирования цифры суммы и цифры переноса в старший разряд).

с двумя входами (для подачи цифр двух слагаемых) и одним выходом (для формирования цифры суммы).

с тремя входами (для подачи цифр двух слагаемых и цифры переноса из младшего разряда) и двумя выходами (для формирования цифры суммы и

цифры переноса в старший разряд).

с тремя входами (для подачи цифр двух слагаемых и цифры переноса из младшего разряда) и одним выходом (для формирования цифры суммы).

Сумматором (summatоr) называют комбинационное устройство выполняющее

преобразование набора входных переменных в активный сигнал только на одном из его выходов.

преобразование входного двоичного кода в другой выходной двоичный код.

арифметическое суммирование кодов слагаемых.

арифметическое вычитание входных двоичных кодов

Лабораторная работа №13.

Тема: Исследование работы двухразрядного сумматора на основе ИМС К155ИМ2.

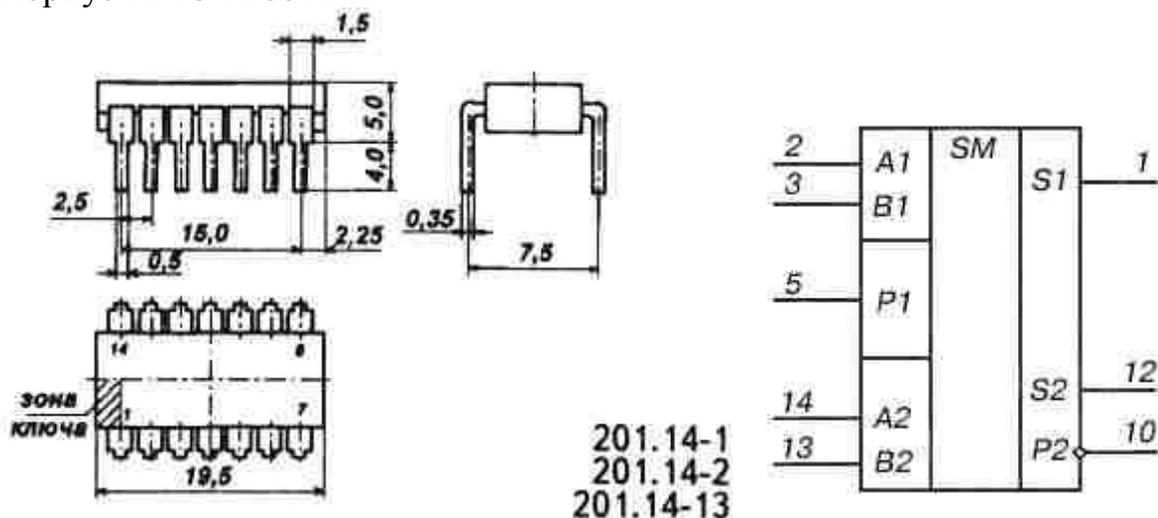
Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование работы двухразрядного сумматора на базе ИМС К155ИМ2.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.
2. Тестер цифровой - 1 шт.
3. Микросхема К155ИМ2 на сокете.
4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.
5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ИМ2.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф.

Микросхемы представляют собой двухразрядный (двоичный) полный сумматор. Содержат 91 интегральный элемент. Корпус К155ИМ2 типа 201.14-1, масса не более 1 г., КМ155ИМ2 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.

Корпус ИМС К155ИМ2



Условное графическое обозначение.

- 1 - выход суммы S1;
- 2 - вход слагаемого A1;
- 3 - вход слагаемого B1;
- 4 - напряжение питания;
- 5 - вход переноса P1;
- 6-9 - свободные;
- 10 - выход переноса P2;
- 11 - общий;
- 12 - выход суммы S2;
- 13 - вход слагаемого B2;
- 14 - вход слагаемого A2;

Электрические параметры.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Помехоустойчивость не менее 0,4 В
- 5 Напряжение на антизвонном диоде не менее -1,5 В
- 6 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 7 Ток короткого замыкания -18...-55 мА
- 8 Ток потребления не более 58 мА
- 9 Потребляемая статическая мощность не более 305 мВт
- 10 Время задержки распространения при включении от вывода 5 до 12 не более 42 нс
- 11 Время задержки распространения при выключении от вывода 13 до 12 не более 40 нс.

Теоретическая часть.

Микросхема К155ИМ2 представляет собой объединение двух микросхем К155ИМ1, соединенных в соответствии с рис. 138 с исключенными неиспользуемыми инверторами.

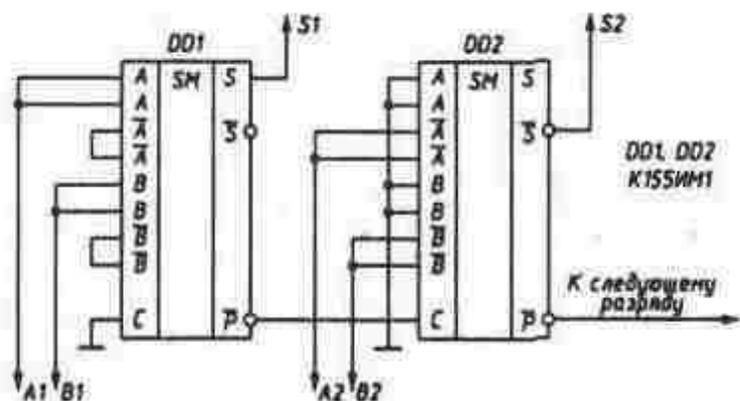


Рис. 138. Соединение двух микросхем К155ИМ1

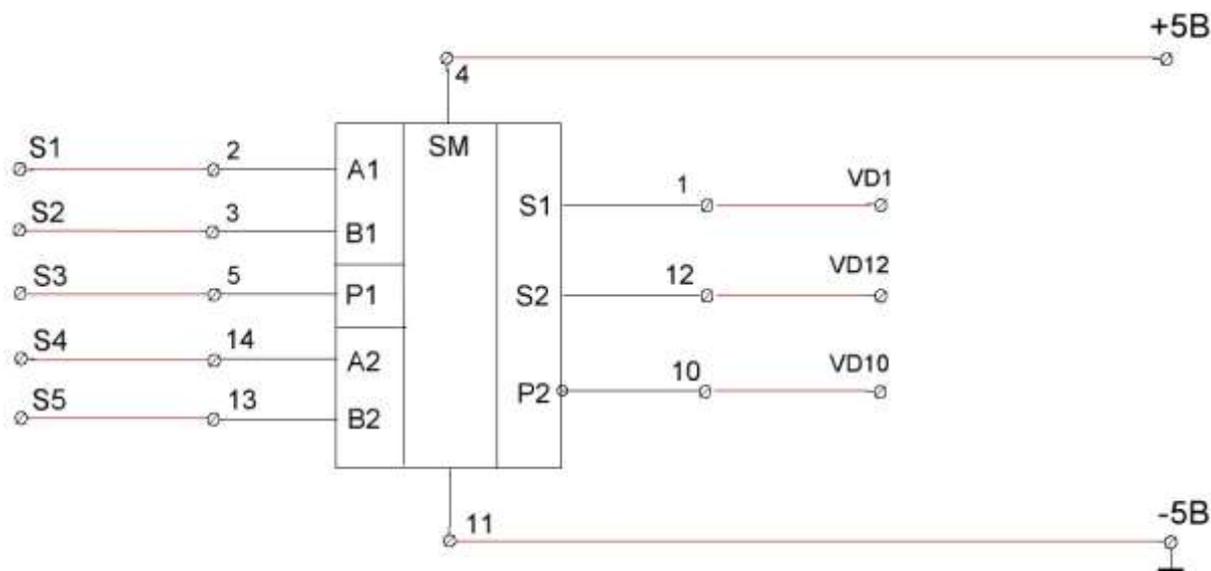


Рис. 1. Схема электромонтажная лабораторной работы.

Задание на лабораторную работу.

1. Собрать электромонтажную схему лабораторной работы. Красными линиями указаны монтажные проводники.
2. Для различных значений $A1$, $A2$, $B1$ и $B2$ при $P1=0$ составить таблицу истинности.
3. При $P1=1$ при различных значениях $A1$, $A2$, $B1$ и $B2$ составить таблицу истинности.

Контрольные вопросы.

1. Одноразрядным, полным сумматором называют схему с тремя входами (для подачи цифр двух слагаемых и цифры переноса из младшего разряда) и двумя выходами (для формирования цифры суммы и

цифры переноса в старший разряд).

с двумя входами (для подачи цифр двух слагаемых) и двумя выходами (для формирования цифры суммы и цифры переноса в старший разряд).

с двумя входами (для подачи цифр двух слагаемых) и одним выходом (для формирования цифры суммы).

с тремя входами (для подачи цифр двух слагаемых и цифры переноса из младшего разряда) и одним выходом (для формирования цифры суммы).

2. Многоразрядным сумматором называют схему, предназначенную

для суммирования одноразрядных чисел.

для вычитания многоразрядных чисел.

для суммирования многоразрядных чисел.

для вычитания одноразрядных чисел.

3. По таблице истинности полусумматора составьте логические уравнения в СДНФ для выходов S и P tabl где - A,B- одноразрядные слагаемые, S- одноразрядная сумма, P- перенос в следующий разряд.

Вход А	Вход В	Выход S	Выход P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

$P=A*BS=(A^{\wedge}+B)*(A+B^{\wedge})$

$P=A+BS=A*B^{\wedge}+A^{\wedge}*B$

$P=A^{\wedge}*B^{\wedge}S=(A+B^{\wedge})*(A^{\wedge}+B)$

$S=A^{\wedge}*B+A*B^{\wedge}$

Лабораторная работа №14.

Тема: Исследование работы ЦАП на базе резисторной матрицы R – 2R и ИМС К155ЛА3.

Цель работы: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование ЦАП на базе резисторной матрицы R – 2R и ИМС К155ЛА3.

Оборудование и принадлежности.

1. Концентратор.

2. Тестер цифровой - 1 шт.

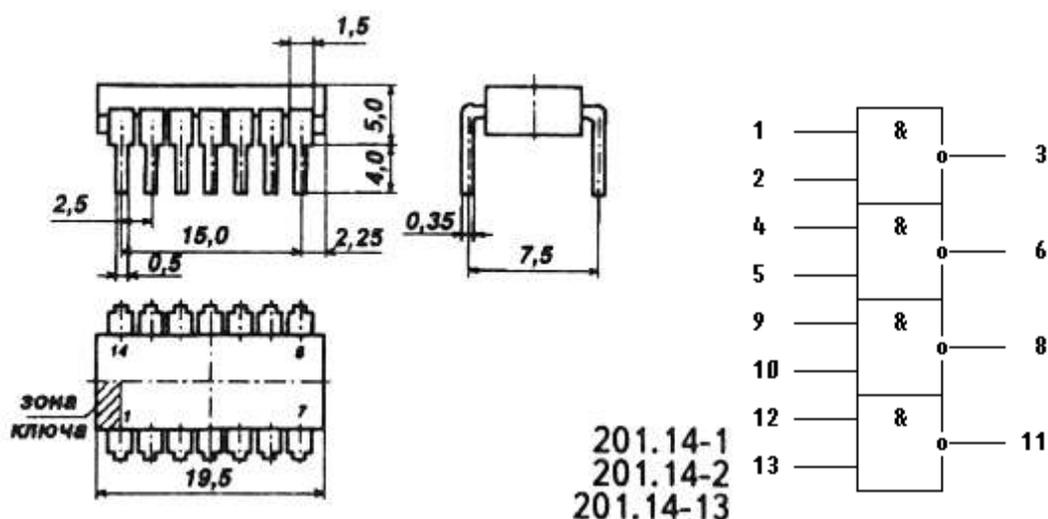
3. Микросхема К155ЛА3 в соquete.

4. Соединительные проводники для лабораторных зажимов.

5. Лабораторный стенд. Перед лабораторной работой ознакомиться с инструкцией на лабораторный стенд и правилами безопасной технической эксплуатации электроустановок.
6. Справочные данные на микросхему К155ЛА3.
7. Рабочая станция. Программный осциллограф, ПО SPlan
8. Методическое описание лабораторной работы.

К155ЛА3.

Микросхема представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ. Корпус К155ЛА3 типа 201.14-1, масса не более 1 г и у КМ155ЛА3 типа 201.14-8, масса не более 2,2 г.



Условное графическое обозначение.

- 1,2,4,5,9,10,12,13 - входы X1-X8;
- 3 - выход Y1;
- 6 - выход Y2;
- 7 - общий;
- 8 - выход Y3;
- 11 - выход Y4;
- 14 - напряжение питания;

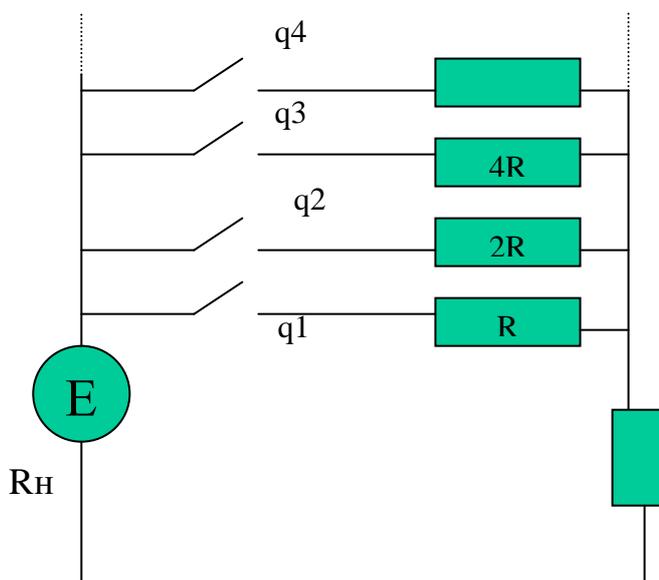
Электрические параметры.

- 1 Номинальное напряжение питания 5 В 5 %
- 2 Выходное напряжение низкого уровня не более 0,4 В
- 3 Выходное напряжение высокого уровня не менее 2,4 В
- 4 Напряжение на антивзвонном диоде не менее -1,5 В
- 5 Входной ток низкого уровня не более -1,6 мА
- 6 Входной ток высокого уровня не более 0,04 мА
- 7 Входной пробивной ток не более 1 мА
- 8 Ток короткого замыкания -18...-55 мА
- 9 Ток потребления при низком уровне выходного напряжения не более 22 мА

- 10 Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения не более 8 мА
- 11 Потребляемая статическая мощность на один логический элемент не более 19,7 мВт
- 12 Время задержки распространения при включении не более 15 нс
- 13 Время задержки распространения при выключении не более 22 нс

Теоретическая часть.

Цифро - аналоговые преобразователи (Digital – to - Analog Converter) служат для преобразования n- разрядного кода в аналоговый сигнал тока или напряжения для вывода информации из компьютера.

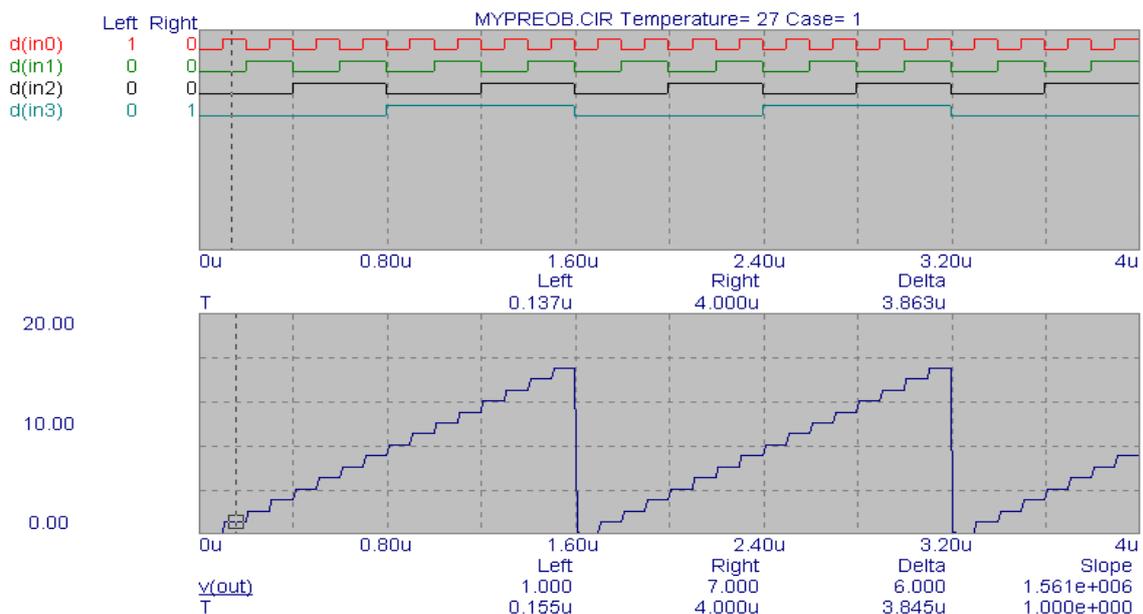
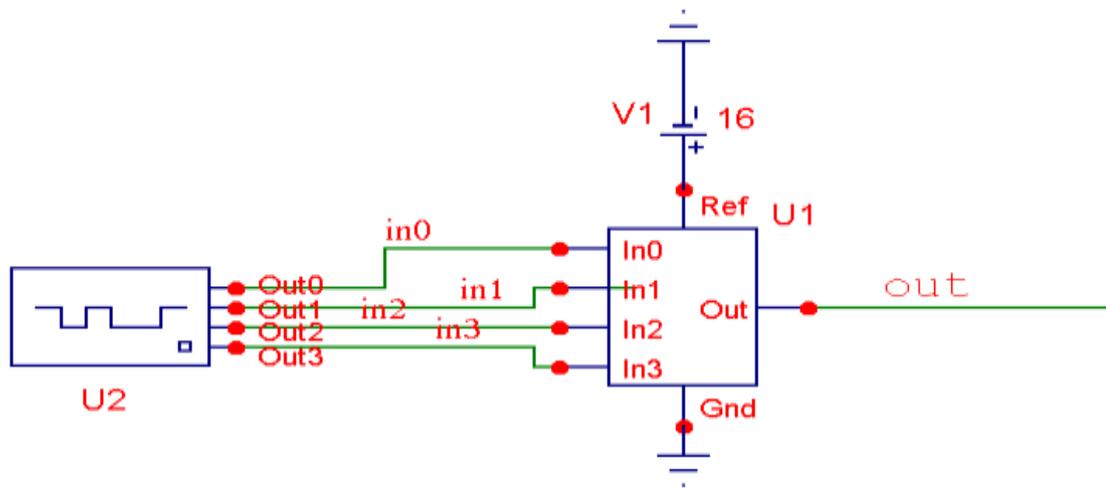


Сетка резисторов ЦАП..

Для построения ЦАП применяют схему, резисторы которой имеют величину, кратную степени 2, т.е. R, 2R, 4R, 8R, 16R и т.д. при R=10м. Выходное напряжение, формирующееся на нагрузке Rн равно: $U_{\text{вых}} = E \cdot R_n / R_{\Sigma} + R_n$.

Транзисторные ключи $q1, q2, q3, q4 = 0$ или 1 и управляются разрядами кода, а через разрядные резисторы протекают токи кратные степени 2 и суммируются на нагрузке.

Один квант напряжения примерно равен $e_0 = E / 2^n \cdot R$, а эквивалентная проводимость - $1 / R_{\Sigma} = 1/R \cdot q1 + 1/2R \cdot q2 + 1/4R \cdot q3 + 1/8R \cdot q4$ и т.д. функциональная схема ЦАП и диаграмма его работы.



Функциональная схема и диаграмма ЦАП.

При $V1 = 16 \text{ В}$ и $n = 4$, значение кванта напряжения $e0 = V1/2^n = 16/16 = 1\text{В}$.

На диаграмме видно, что в диапазоне кодов от 0000 до 1111, ЦАП формирует ступенчатое нарастающее напряжение от 1 до 16 В.

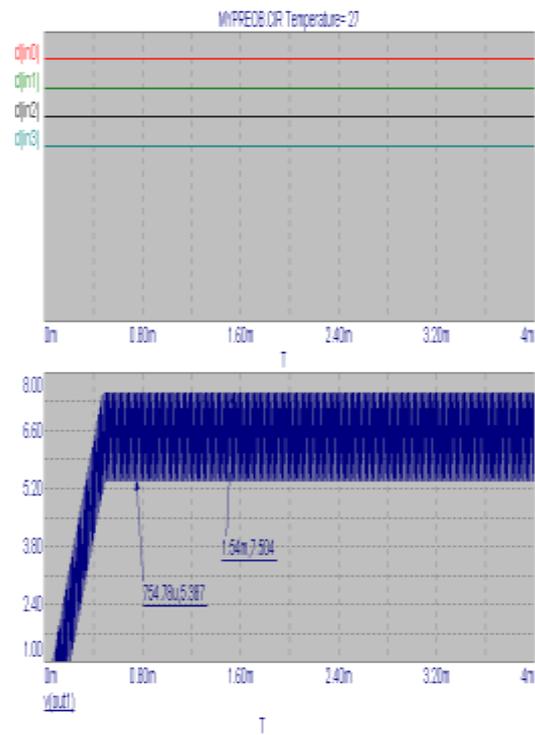
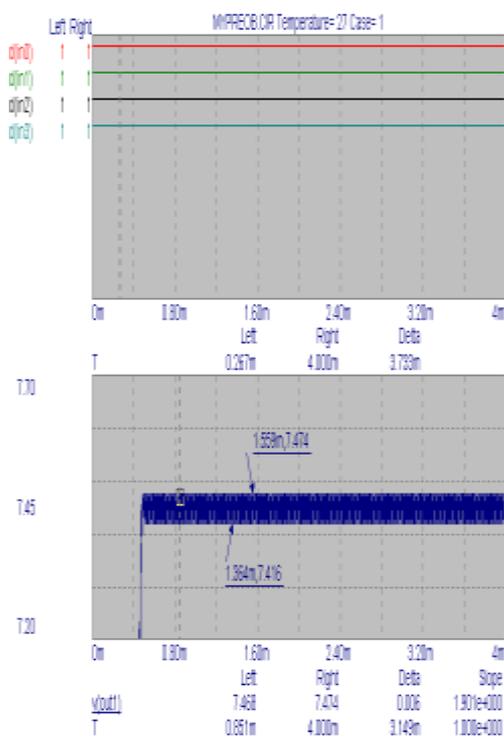
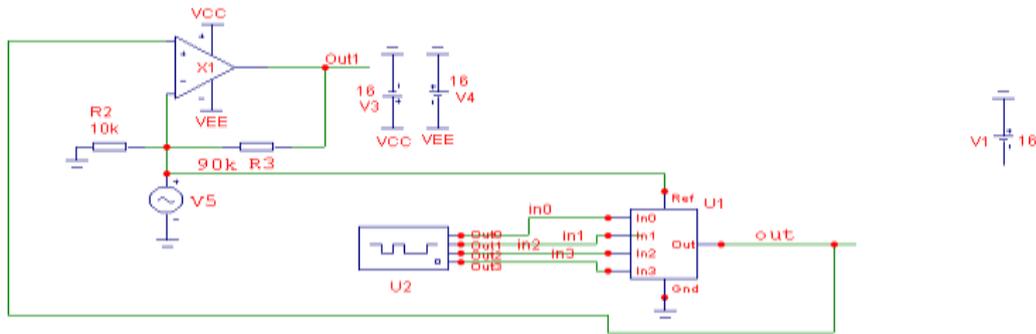
ЦАП распадаются на два основных вида: ЦАП с двоично - взвешенной сеткой резисторов и биполярными транзисторными ключами и ЦАП с сеткой резисторов типа R- 2R и МОП - транзисторными ключами. Второй тип ЦАП позволяет формировать двуполярное выходное напряжение.

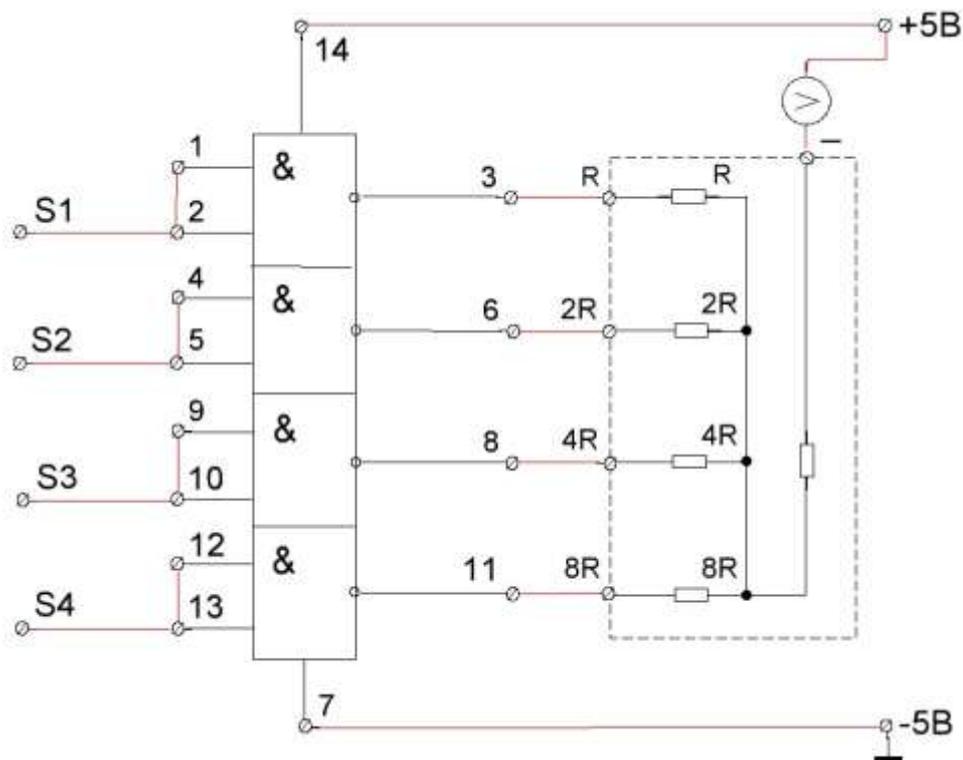
На основе ЦАП могут быть построены операционные усилители с управляемым коэффициентом усиления. Если, например, ко входу неинвертирующего усилителя подключить ЦАП так, как это показано на рис.8.8, то при поступлении кода 0000 на ЦАП, коэффициент усиления будет равен примерно 20, а при управляющем коде 1111 коэффициент усиления равен 1.

Параметры ЦАП:

число разрядов управляющего кода n ,

время установления выходного сигнала t_u ,
 погрешность полной шкалы ЦАП равна разности напряжения идеальной и
 реальной шкалы $d = U_i - U_r$.





Электромонтажная схема лабораторной работы.

Задание на лабораторную работу.

1. Собрать электромонтажную схему лабораторной работы.
2. Объяснить принцип работы ЦАП.
3. Для чего предназначены ЦАП.
4. Какие виды ЦАП существуют.
5. Какой ЦАП исследуется в лабораторной работе..
- 6..Определить значение кванта напряжения для построенного ЦАП, Для этого при $S_1=S_2=S_3=S_4=1$.измерить напряжение на шпильках 3, 6, 8, и 11 относительно земли (-5в.) равным U_0 . $E.=5в.- U_0$. R принять равным 50 Ом, R_n принять равным нулю.
7. Показания вольтметра при разных кодовых комбинациях S_1, S_2, S_3 и S_4 от 0000 до 1111 занести в таблицу. ЦАП.
7. Отчёт с описанием работы ЦАП оформить в формате WORD.

Таблица величин измеренных напряжений.

S1	S2	S3	S4	U
0	0	0	0	
1	0	0	0	
0	1	0	0	
1	1	0	0	
0	0	1	0	
1	0	1	0	

0	1	1	0	
1	1	1	0	
0	0	0	1	
1	0	0	1	
0	1	0	1	
1	1	0	1	
0	0	1	1	
1	0	1	1	
0	1	1	1	
1	1	1	1	

Лабораторная работа №15.

Тема: Исследование работы цифрового компаратора на основе ИМС К555СП1.

Цель: изучить принципиальную схему и провести экспериментальное исследование микросхемы К555СП1.

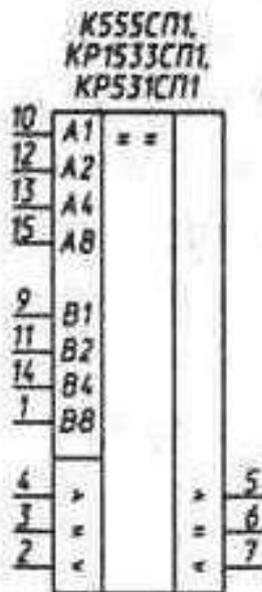
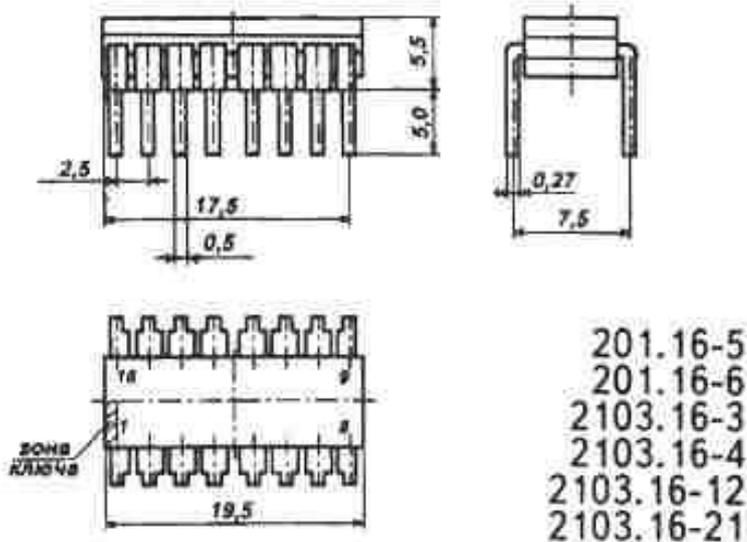


Рис. 140.
Микросхема
СП1



Теоретическая часть.

Микросхема К555СП1 служит для сравнения кодов двух четырехразрядных двоичных или двух одноразрядных двоично-десятичных чисел. Коды сравниваемых чисел подаются на входы А1 - А8 и В1 - В8. Если число, код которого подан на входы А1 - А8, больше числа, код которого подан на входы В1-В8, на выходе > микросхемы появляется лог. 1, на выходах = и < - лог. 0. Если код числа А меньше кода числа В, лог. 1 появляется на выходе <, на выходах = и > - лог. 0. Если коды, поданные на входы А и В, равны,

микросхема передает на свои выходы сигналы со входов $>$, $<$ и $=$, если на этих входах только одна лог. 1.

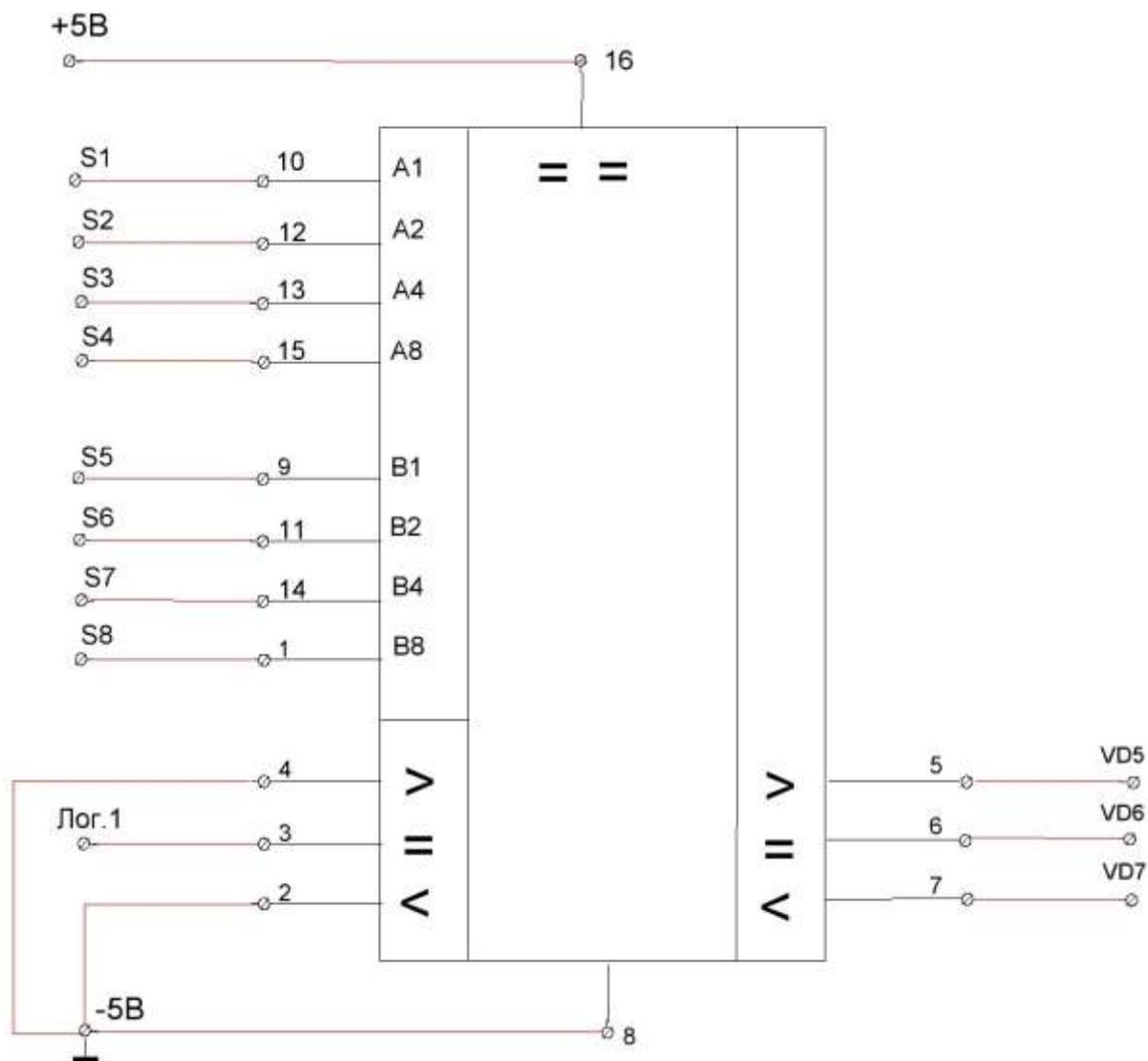


Рис. 1. Схема электромонтажная лабораторной работы.

Задание на лабораторную работу.

1. Собрать электромонтажную схему лабораторной работы. Красными линиями на схеме указаны соединительные проводники.
2. Уровни напряжений выходных сигналов замерять при помощи цифрового тестера.
3. Результаты измерений занести в таблицу истинности цифрового компаратора.

Таблица истинности цифрового компаратора.

№	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	>	=	<
1.	0	0	0	0	1	1	1	1			
2.	1	0	0	0	0	1	1	1			
3.	0	1	0	0	1	0	1	1			
4.	1	1	0	0	0	0	1	1			
5.	0	0	1	0	1	1	0	1			
6.	1	0	1	0	0	1	0	1			
7.	0	1	1	0	1	0	0	1			
8.	1	1	1	0	0	0	0	1			
9.	0	0	0	1	1	1	1	0			
10.	1	0	0	1	0	1	1	0			
11.	0	1	0	1	1	0	1	0			
12.	1	1	0	1	0	0	1	0			
13.	0	0	1	1	1	1	0	0			
14.	1	0	1	1	0	1	0	0			
15.	0	1	1	1	1	0	0	0			
16.	1	1	1	1	0	0	0	0			
17.	0	1	0	1	0	1	0	1			

Контрольные вопросы.

- Компаратором (comparator) называют комбинационное устройство, осуществляющее функцию
 - сложения двоичных чисел.
 - вычитания двоичных чисел.
 - умножения двоичных чисел.
 - сравнения двоичных чисел.
- При каких значениях А и В на выходе > появляется лог. 1.
- При каких значениях А и В на выходе < появляется лог. 1
- При каких кодах А и В ИМС передает на свои выходы сигналы со входов >, < и =, если на этих входах только одна лог. 1.

Литература

Список литературы

Основная:

1. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БВХ – Санкт-Петербург, 2000
2. Букреев И.Н. и др. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. 3-е изд. – М.: Радио и связь, 1990
3. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учеб. Для вузов./ Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 1999
4. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике: Справочник / Под ред. Б.Н. Файзуллаева, Б.В. Тарабрина. – М.: Радио и связь, 1987
5. Алексеенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. – М.: Радио и связь, 1990
6. Ватанабэ М., Асада К., Кани К., Оцуки Т. Проектирование СБИС/Пер. с япон. – М.: Мир, 1988. – 298 с.

Дополнительная:

1. Гибсон Г., Лю Ю-Ч. Аппаратные и программные средства микро – ЭВМ/Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 309 с.
2. Гук М. Ю. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1998. – 815 с.
3. Киносита К., Асада К., Карацу О. Логическое проектирование СБИС/ Пер. с япон. – М.: Мир, 1988. – 309 с.
4. Норенков И. П., Маничев В. Б. Основы проектирования теории САПР. – М.: Высшая школа, 1990. – 335 с.

5. Содержание

	Наименование темы	Стр.
Введение	3
Лабораторная работа №1.	Исследование логических функций «константа 1 и константа 0», «Инверсия», «Повторение» на базе ИМС К155ЛА3.....	4
Лабораторная работа №2	Исследование логических функций «ИЛИ», «И», «НЕ» на базе ИМС К155ЛР1.....	6
Лабораторная работа №3	Исследование элемента «2И-НЕ» на базе ИМС К155ЛА3.....	11
Лабораторная работа №4	Исследование логических функций «И - НЕ, штрих Шеффера», «ИЛИ - НЕ, стрелка Пирса» на базе ИМС К155ЛР1...19.....	13
Лабораторная работа №5	Исследование логической функции «Сложение по модулю 2» на базе ИМС К155ЛП5.....	16
Лабораторная работа №6	Исследование логических функций «Импликация» и «Запрет» на базе ИМС К155ЛА3.....	19
Лабораторная работа №7	Практическое доказательство тождеств Булевой алгебры на базе ИМС К155ЛА3 и ИМС К155ЛЕ1.....	22
Лабораторная работа №8	Исследование работы преобразователя кода в интегральном исполнении на базе ИМС К155ИВ1.....	28
Лабораторная работа №9	-R-S Триггер.....	31
Лабораторная работа №10	Исследование работы дешифратора и демультимплексора в интегральном исполнении на базе ИМС К155ИДЗ.....	33
Лабораторная работа №11	Программирование оперативного запоминающего устройства на базе ИМС К155РУ2.....	37
Лабораторная работа №12	Исследование работы одноразрядного сумматора на основе ИМС К155ИМ1.....	40
Лабораторная работа №13	Исследование работы двухразрядного сумматора на основе ИМС К155ИМ2.....	45
Лабораторная работа №14	Исследование работы ЦАП на базе резисторной матрицы R – 2R и ИМС К155ЛА3.....	48
Лабораторная работа № 15	Исследование работы цифрового компаратора на основе ИМС К555СП1.....	54
Литература	54

Формат 60x84 1/12
Объем 59 стр. 5 печатный лист
Тираж 20 экз.,
Отпечатано
в редакционно-издательском отделе
КГУТиИ им. Ш Есенова
г.Актау, 32 мкр.