

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

“УТВЕРЖДАЮ ”

Декан ЭФФ

Евтушенко Г.С.

«_1_» 09_____ 2009г.

СБОРНИК ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО КУРСУ
ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА
ЧАСТЬ 1

Методические указания для студентов специальности
«Информационно-измерительная техника и технологии»

ТОМСК 2009

УДК31.221 Сборник лабораторно-практических работ по курсу цифровые измерительные устройства. Методические указания к лабораторным работам для студентов направления «Приборостроение». – Томск: Изд. ТПУ., 2009.

Составители: доцент, к.т.н. Д.В. Миляев.

Рецензент: доцент, к.т.н. Б.Б. Винокуров.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры информационно-измерительной техники 30.01.2009г.

Зав. кафедры ИИТ

профессор Гольдштейн А.Е.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ТРИГГЕРЫ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

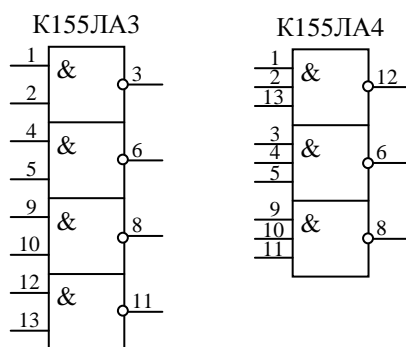
- 1.1 Научиться строить схемы цифровых устройств.
- 1.2 Освоить навыки построения RS-, JK-, D-, T-триггеров.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

- 2.1 Спаять, на элементах И-НЕ, и определить таблицу истинности RS-триггера. Построить временные диаграммы.
- 2.2 На базе полученного RS-триггера построить и спаять D-триггер. Определить таблицу истинности. Построить временные диаграммы.
- 2.3 На основе 2-х RS-триггеров построить и спаять JK-триггер. Определить таблицу истинности и построить временные диаграммы.
- 2.4 Получить из JK-триггера T-триггер. Построить временные диаграммы в счетном режиме.
- 2.5 Сделать выводы по работе.

3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Объектами исследования являются триггеры. В работе используются логические элементы 155 серии: K155ЛА3 - 4 элемента 2И-НЕ, K155ЛА4 - 3 элемента 3И-НЕ.



Вывод 7 общий, вывод 14 питание +5 В.

Для исследования в работе используются приборы:

- Комбинированный прибор “Сура”, имеющий два источника постоянного напряжения (0÷15 В) и генератор прямоугольных импульсов;
- Генераторы специальной формы Гб-27 или Гб-28 (генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112);
- Цифровой вольтметр (мультиметр);
- Двухлучевой электронный осциллограф С1-55.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОГРАММЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

4.1 Исследование RS-триггера (на элементах И-НЕ), производится по схеме, показанной на рис.1

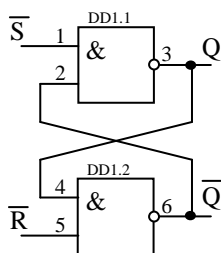


Рис.1

Формирование логических уровней показано на рис.2.

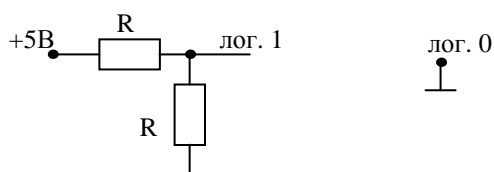


Рис.2

Для 155 серии: R=3,3; 4,7; 5,1 кОм.

Питание осуществляется от комбинированного прибора “Сура”, цифровым вольтметром устанавливается значение питающего напряжения +5В. Контроль уровней выходных сигналов также осуществляется цифровым вольтметром. Задавая уровни входных сигналов триггера и контролируя значение выходных составить таблицу истинности.

4.2 Исследование D-триггера производится путем добавления к RS-триггеру логических элементов и показано на рис.3.

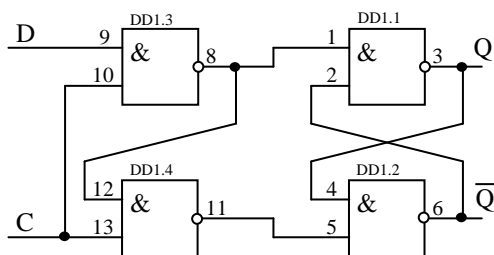


Рис.3

По результатам составить таблицу истинности, которая должна отображать что D-триггер – элемент памяти. Для этого на вход D подаются сигналы для записи, а на вход C перепады управления.

Логические уровни организуются аналогично п.4.1.

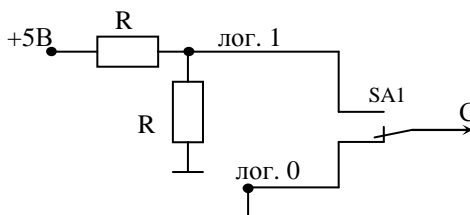


Рис.4

- Тактовые импульсы подаются путем переключения с лог.0 на лог.1 (рис. 4).
- 4.3 Исследование JK-триггера.
 Схема на рис.5.

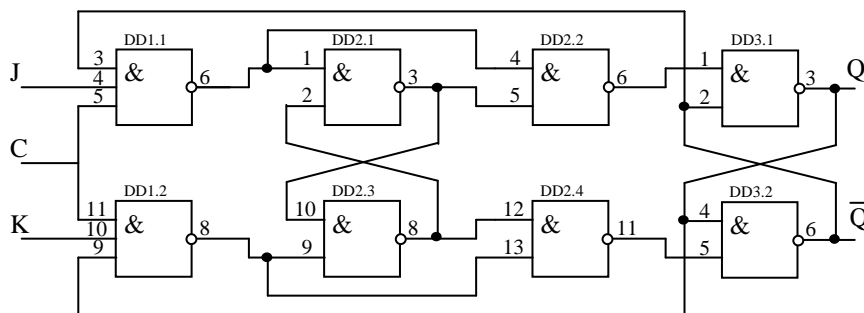


Рис.5

JK-триггер является синхронным, т.е. установка происходит только при появлении управляющего перепада на входе С. Тактовые импульсы подаются аналогично п.4.2.

После того как спаян триггер и установлена таблица истинности, построить на базе JK-триггера Т-триггер в счетном режиме (рис.6). Построить временные диаграммы.

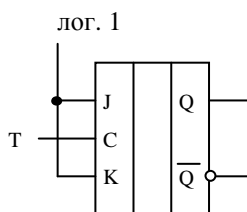


Рис.6

Тактовые импульсы подаются с генератора. Для наблюдения за выходом и входом одновременно используется осциллограф.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Название и цель работы.
- 5.2 Электрическая схема исследования.
- 5.3 Таблицы истинности и временные диаграммы.
- 5.4 Выводы по работе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- 6.1 Конспект лекций по курсу “Цифровые измерительные устройства” (Миляев Д.В.).

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

СЧЕТЧИКИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Научиться строить схемы цифровых устройств.
- 1.2 Освоить навыки построения двоичных и двоично-десятичных счетчиков.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

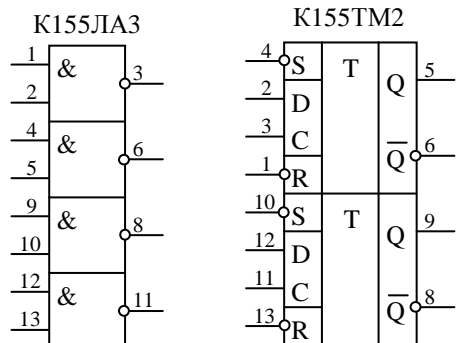
- 2.1 Построить и спаять на D-триггерах четырехразрядный двоичный счетчик. Определить таблицу истинности. Построить временные диаграммы.
- 2.2 На базе полученного счетчика спаять двоично-десятичный счетчик с заданными весовыми коэффициентами. Определить таблицу истинности. Построить временные диаграммы.
- 2.3 Сделать выводы по работе.

3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Объектами исследования являются счетчики. В работе используются D-триггеры в интегральном исполнении и логические элементы 155 серии:

К155ТМ2 - 2 D-триггера,

К155ЛА3 - 4 элемента 2И-НЕ.



Вывод 7 общий, вывод 14 питание +5 В.

Для исследования в работе используются приборы:

- Комбинированный прибор “Сура”, имеющий два источника постоянного напряжения (0÷15 В);
- Цифровой вольтметр (мультиметр).

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОГРАММЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

4.1 Исследование двоичного счетчика.

На основе счетного D-триггера строятся счетчики. Состояние счетчика однозначно определяется состоянием его триггеров. На рис.1 приведен четырехразрядный двоичный счетчик.

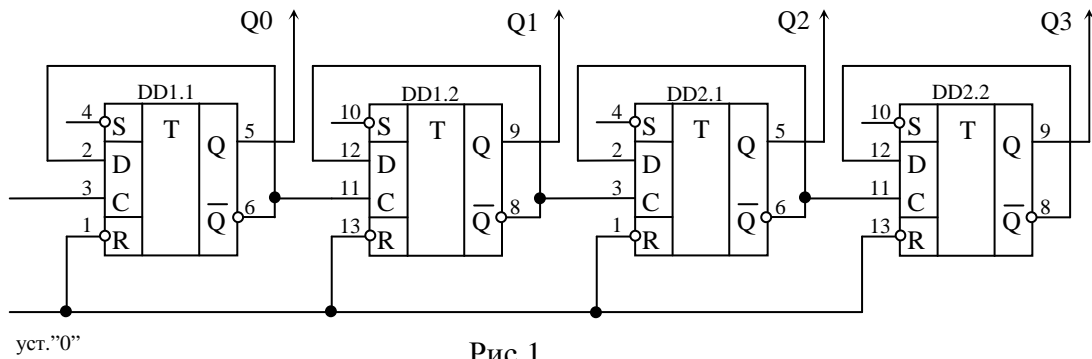
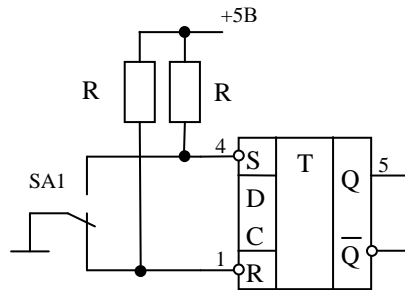


Рис.1

Счетчики строятся с различными весовыми кодами, определяющих состояние выхода счетчиков. Для четырехразрядных счетчиков получили распространение коды 1-2-2-4, 1-2-4-8 и др. Данный счетчик работает в весовом коде 1-2-4-8.

Так как при переключении ключей существует дребезг контактов, то для его устранения используется RS-триггер. Можно использовать входы R и S D-триггера.



Резистор R = 1 кОм.

Питание осуществляется от комбинированного прибора “Сура”, цифровым вольтметром устанавливается значение питающего напряжения +5В. Контроль уровней выходных сигналов также осуществляется цифровым вольтметром. Составить таблицу истинности, построить временные диаграммы.

4.2 Исследование четырехразрядного двоично-десятичного счетчика производится путем добавления к двоичному счетчику логического элемента, и показано на рис.2.

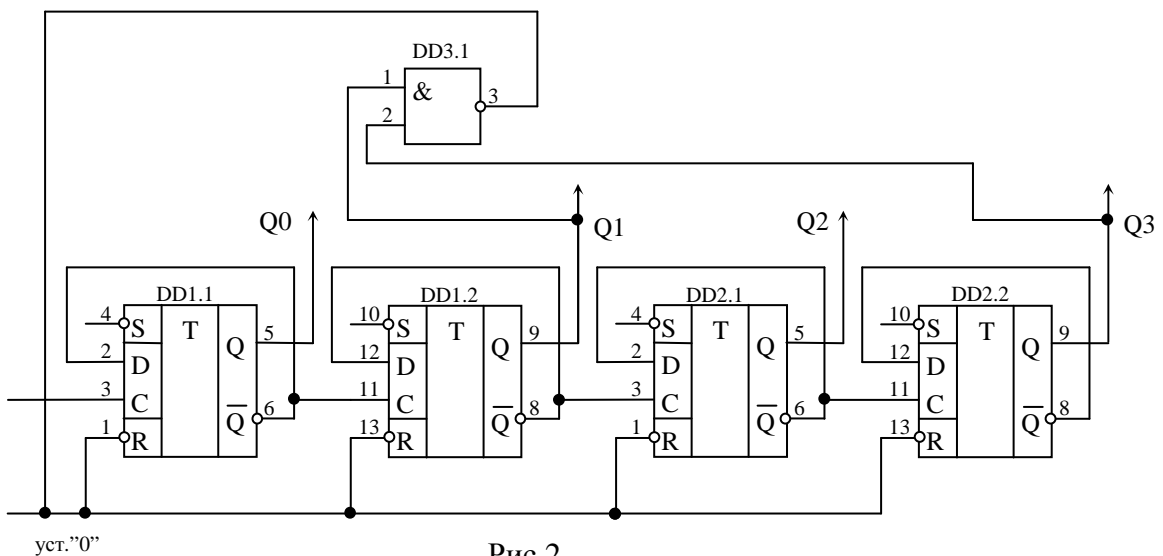


Рис.2

Выполняется аналогично п.4.1. По результатам составить таблицу истинности, которая должна показать, что счетчик является двоично-десятичным.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Название и цель работы.
- 5.2 Электрическая схема исследования.
- 5.3 Таблицы истинности и временные диаграммы.
- 5.4 Выводы по работе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- 6.1 Конспект лекций по курсу “Цифровые измерительные устройства” (Миляев Д.В.).

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

РЕГИСТРЫ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Научиться строить схемы цифровых устройств.
- 1.2 Освоить навыки построения регистров.

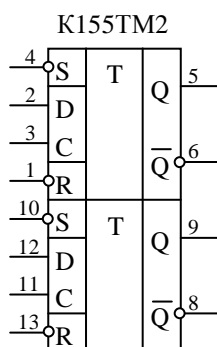
2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

- 2.1 Построить и спаять на D-триггерах четырехразрядный регистр сдвига. Определить таблицу истинности. Построить временные диаграммы.
- 2.2 Построить и спаять на D-триггерах четырехразрядный параллельный регистр. Определить таблицу истинности. Построить временные диаграммы.
- 2.3 Сделать выводы по работе.

3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Объектами исследования являются регистры. В работе используются D-триггеры в интегральном исполнении:

К155ТМ2 – 2 D-триггера,



Вывод 7 общий, вывод 14 питание +5 В.

Для исследования в работе используются приборы:

- Комбинированный прибор “Сура”, имеющий два источника постоянного напряжения (0÷15 В);
- Цифровой вольтметр (мультиметр).

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОГРАММЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

4.1 Исследование регистра сдвига.

Регистр сдвига строится на основе D-триггеров (рис.1). Путем последовательного соединения необходимого числа триггеров. В данном случае это регистр сдвига в сторону старших разрядов.

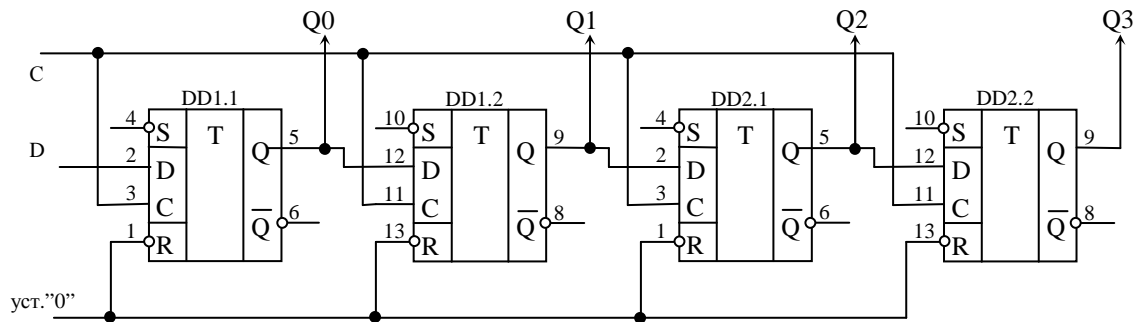
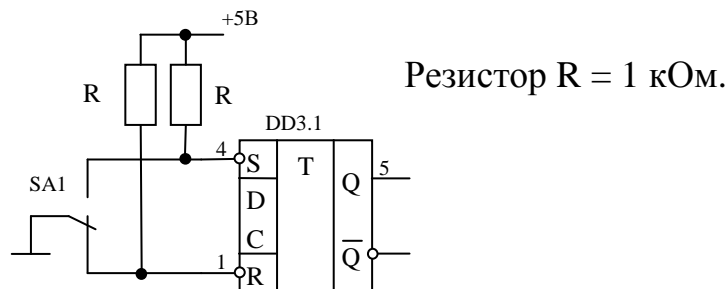


Рис.1

Тактовые импульсы подаются с помощью ключа, путем переключения с лог. "1" на "0". Логические уровни организуются как в предыдущих лабораторных работах. Так как при переключении ключей существует дребезг контактов, то для его устранения используется RS-триггер. Можно использовать входы R и S D-триггера.



Питание осуществляется от комбинированного прибора "Сура", цифровым вольтметром устанавливается значение питающего напряжения +5В. Контролировать уровни выходных сигналов также осуществляется цифровым вольтметром. Записав сначала лог. "1", а затем лог. "0", построить временные диаграммы.

4.2 Исследование четырехразрядного параллельного регистра показано на рис.2

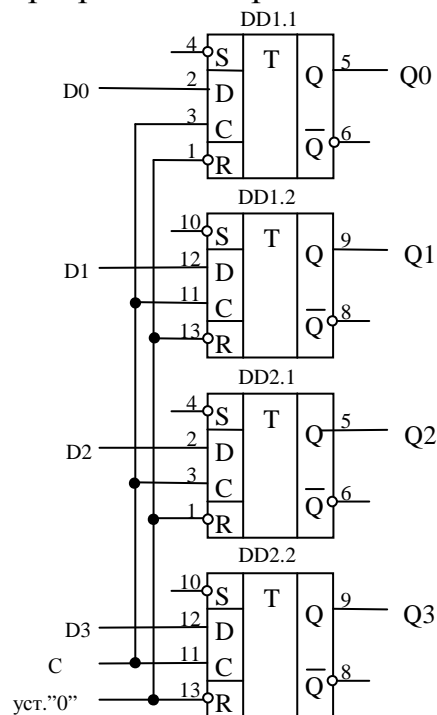


Рис.2

Выполняется аналогично пункту 4.1. По заданию преподавателя записать в регистр данные.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Название и цель работы.
- 5.2 Электрическая схема исследования.
- 5.3 Таблицы истинности и временные диаграммы.
- 5.4 Выводы по работе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- 6.1 Конспект лекций по курсу “Цифровые измерительные устройства” (Миляев Д.В.).

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Научиться строить схемы цифровых устройств.
- 1.2 Освоить навыки построения преобразователей код-напряжение (ПКН).

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

- 2.1 Спаять ПКН параллельного типа. Построить характеристику преобразования теоретически и экспериментально, оценить погрешность от нелинейности.
- 2.2 Спаять ПКН суммирования токов. Построить характеристику преобразования теоретически и экспериментально, оценить погрешность от нелинейности.
- 2.3 Сделать выводы по работе.

3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Объектами исследования являются ПКН. В работе используются резисторы МЛТ 1, 2, 4 кОм.

Для исследования в работе используются приборы:

- Комбинированный прибор “Сура”, имеющий два источника постоянного напряжения (0÷15 В);
- Цифровой вольтметр (мультиметр).

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОГРАММЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

- 4.1 Исследование ПКН параллельного типа.

На рис.1 приведена принципиальная схема преобразователя.

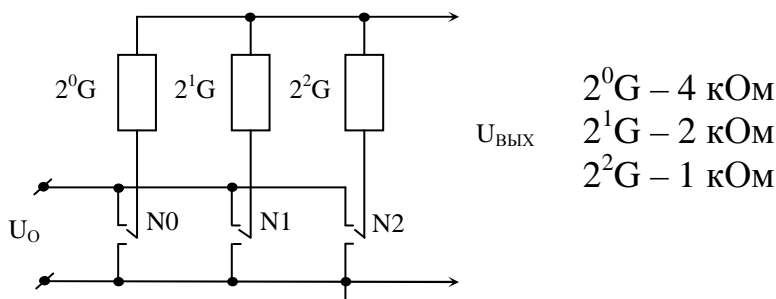


Рис.1

Зависимость выходного напряжения от входного кода для данного ПКН:

$$U_{\text{ВЫХ}}^N = \frac{U_0}{N_{\text{МАХ}}} \cdot N.$$

Расчитать теоретически значение выходного напряжения в зависимости от установленного кода, затем снять экспериментальные данные.

Построить характеристику преобразования: $U_{\text{ВЫХ}} = f(N)$.

Для определения погрешности определяется коэффициент нелинейности: $K_i = \frac{U_i}{N_i}$.

Затем его среднее значение: $K_{cp} = \frac{\sum K_i}{i}$.

Тогда погрешность будет определяться следующей формулой: $Y_{\text{нл}} = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100\%$.

Питание осуществляется от комбинированного прибора “Сура”, цифровым вольтметром устанавливается значение опорного напряжения +10В. Контроль уровней выходных сигналов также осуществляется цифровым вольтметром.

4.2 Исследование ПЧН суммирования токов (рис. 2).

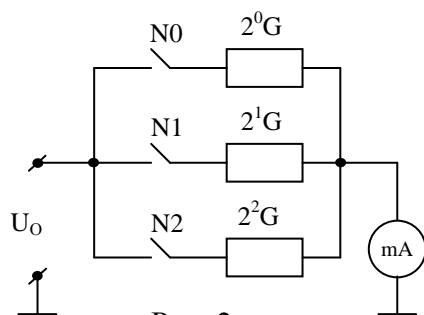


Рис. 2

Выходной ток определяется по формуле: $I_{\text{ВЫХ}}^N = U_0 \cdot G_N$.

Расчитать теоретически значение выходного тока в зависимости от установленного кода, затем снять экспериментальные данные.

Построить характеристику преобразования $I_{\text{ВЫХ}} = f(N)$.

Погрешность от нелинейности определяется аналогично п. 4.1.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Название и цель работы.
- 5.2 Электрическая схема исследования.
- 5.3 Таблицы с теоретическими расчетами и экспериментальными данными
- 5.4 Графики зависимостей $U_{\text{ВЫХ}} = f(N)$ и $I_{\text{ВЫХ}} = f(N)$.
- 5.5 Расчет погрешностей.
- 5.6 Выводы по работе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- 6.1 Конспект лекций по курсу “Цифровые измерительные устройства” (Миляев Д.В.).

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

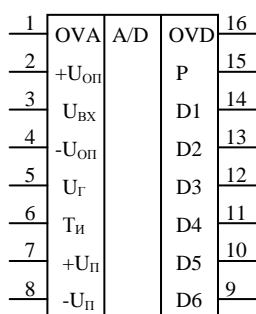
- 1.1 Научиться строить схемы цифровых устройств.
- 1.2 Снять характеристику АЦП считывания и сравнить ее с теоретической.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

- 2.1 Снять схему 6-разрядного АЦП считывания. Построить характеристику преобразования теоретически и экспериментально.
- 2.2 Сделать выводы по работе.

3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Объектом исследования является 6-разрядный АЦП считывания К1107ПВ3А.



- 1 – аналоговая земля
- 2 - +U_{ОП} = +2 В опорное напряжение
- 3 – аналоговый вход
- 4 - -U_{ОП} = -2 В опорное напряжение
- 5 – контроль гистерезиса компараторов
- 6 – вход стробирования
- 7 - +U_П = +5 В напряжение питания
- 8 - -U_П = -5 В напряжение питания
- 9 – 14 цифровые выходы
- 15 – вывод переполнения
- 16 – цифровая земля

Микросхема содержит 63 компаратора ($2^6 - 1$) и схему дешифратора (рис. 1) и преобразует аналоговый сигнал в прямой двоичный код с ЭСЛ-уровнями ($U_1 = 0,96$ В, $U_0 = -1,65$ В).

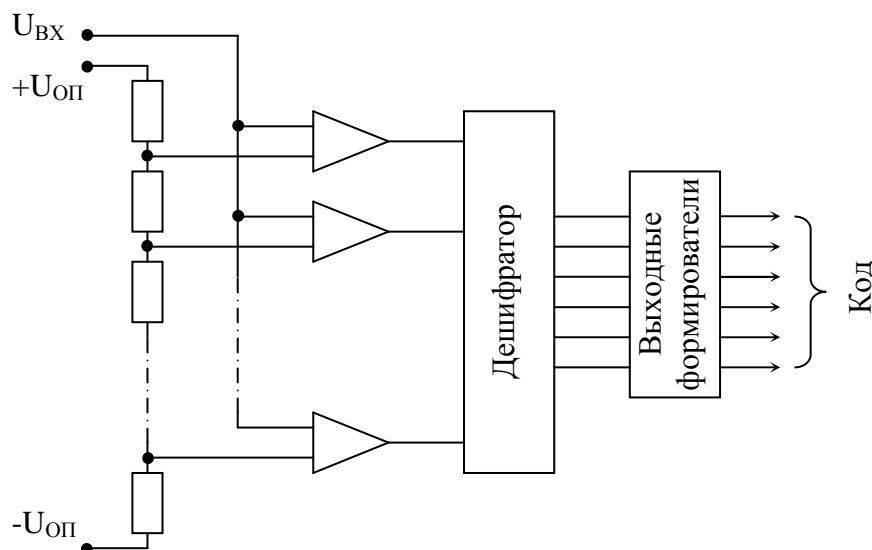


Рис. 1 Внутренняя структура АЦП К1107ПВ3А

Также используется повторитель на транзисторе МП16Я



Вид снизу

Для исследования в работе используются приборы:

- Комбинированный прибор “Сура”, имеющий два источника постоянного напряжения (0÷15 В);
- Цифровой вольтметр (мультиметр).

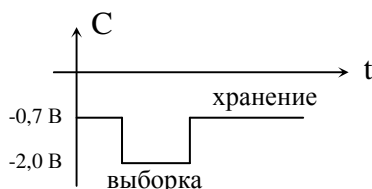
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОГРАММЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Принципиальная схема подключения АЦП приведена на рис.2.

Расчитать теоретически значение выходного кода в зависимости от напряжения на входе АЦП, затем снять экспериментальные данные. Входное напряжение задавать от -2 В до $+2\text{ В}$, с шагом $0,25\text{ В}$.

Построить характеристику преобразования $N = f(U_{\text{ВХ}})$

Преобразование происходит согласно временной диаграмме.



Питание осуществляется от комбинированного прибора “Сура”, цифровым вольтметром устанавливается значение питающего напряжения $+5\text{ В}$. Контроль уровней выходных сигналов осуществляется цифровым вольтметром.

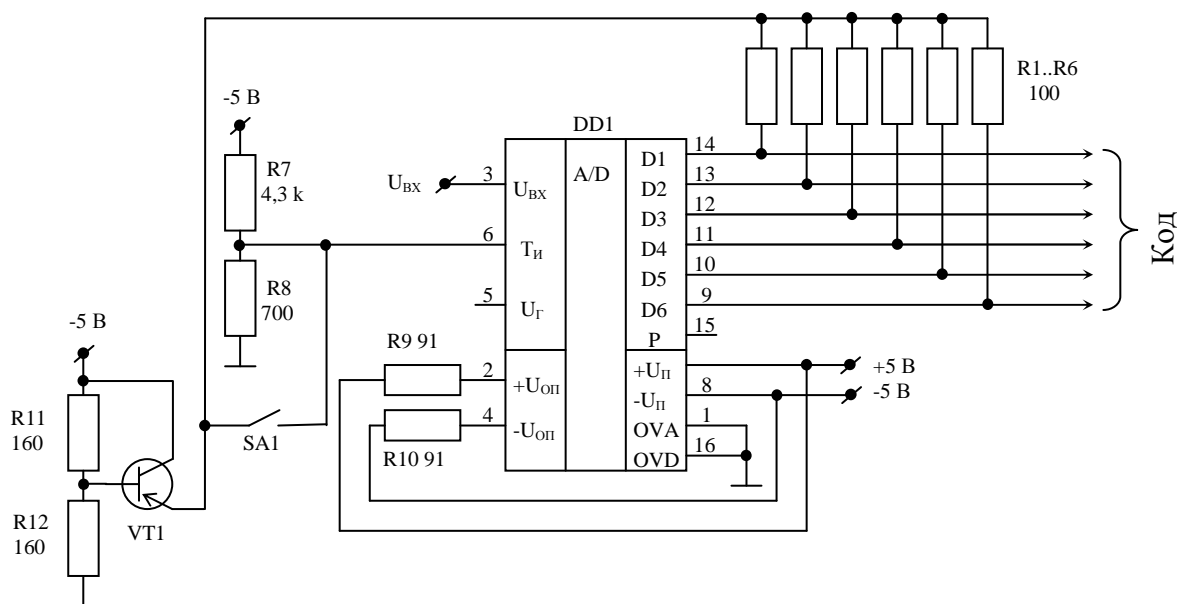


Рис.2 Схема включения АЦП К1107ПВ3А

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Название и цель работы.
- 5.2 Электрическая схема исследования.
- 5.3 Таблицы с теоретическими расчетами и экспериментальными данными
- 5.4 Графики зависимостей $N = f(U_{BX})$.
- 5.5 Выводы по работе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- 6.1 Конспект лекций по курсу “Цифровые измерительные устройства” (Миляев Д.В.).
-

СБОРНИК ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО КУРСУ ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЧАСТЬ 1

Методические указания для студентов специальности
190900 – «ИИТ и технологии»

Составители:+++++.
доцент, к.т.н. Д.В. Миляев.

Подписано к печати _____ Формат 60×84/16. Бумага офсетная №1.
Печать НISO. Усл.печ.л. __ Уч.-изд.л. __ Тираж __ экз. Заказ №
ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ № 1 от 18.08.09. Типография ТПУ
634004, Томск, пр. Ленина, 30.