

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор-директор ЭНИИ

к.т.н., доцент

_____ Ю.С. Боровиков

« ___ » _____ 2012 г.

Ю.К. Кривогузова

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ЦИФРО-АНАЛОГОВОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ R-2R**

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине
«Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Издательство

Томского политехнического университета

2012

УДК 621.317.3

Исследование параллельного цифро-аналогового преобразователя на основе матрицы R-2R.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления 140400 – Электроэнергетика и электротехника / Ю.К. Кривогузова, Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 8 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов «___» _____ 2012 г.

Заведующий кафедрой АТП,
канд. техн. наук, доцент _____ И.П. Озерова

Председатель учебно-методической
комиссии _____ В.С. Андык

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2012
© Кривогузова Ю.К., 2012
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2012.

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы заключается в изучении типов цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП), изучении принципа действия ЦАП с суммированием весовых токов.

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение принципа работы резисторной сборки R-2R;
- проведение серии экспериментов для различных значений входных кодов;
- построение зависимости выходного напряжения ЦАП от значения входного кода.

ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Цифро-аналоговый преобразователь – устройство, предназначенное для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение или заряд).

ЦАП применяются для связи цифровых управляющих систем с устройствами, которые управляются уровнем аналогового сигнала. ЦАП характеризуется функцией преобразования. Она связывает изменение цифрового кода с изменением напряжения или тока. Функция преобразования ЦАП выражается следующим образом:

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{max}} \frac{N_{\text{ex}}}{N_{\text{max}}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вых}}$ – значение выходного напряжения, соответствующее цифровому коду N_{ex} , подаваемому на входы ЦАП, U_{max} – максимальное входное напряжение, соответствующее подаче на входы максимального кода N_{max} .

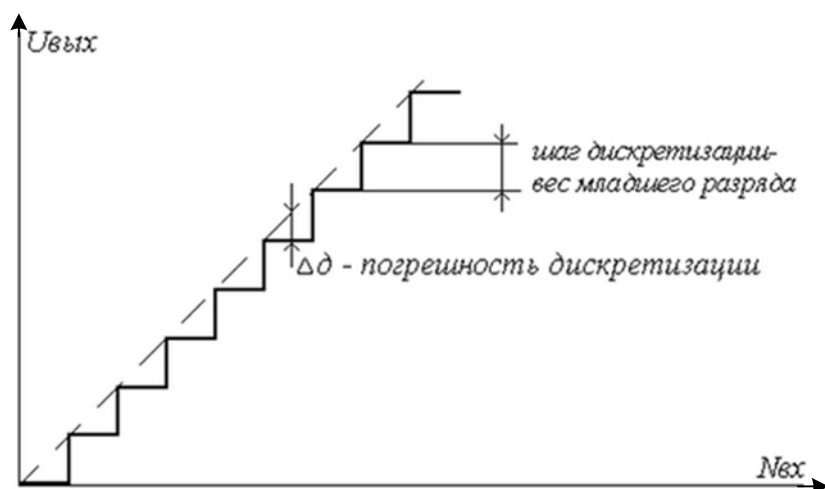


Рисунок 1 – график функции преобразования ЦАП

Классификация ЦАП представлена на рис. 2.



Рисунок 2 – классификация цифро-аналоговых преобразователей

ЦАП последовательного типа представляют собой электрический ключ, периодически замыкаемый и размыкаемый, и формирующий импульсы. Простейшим примером ЦАП этого типа является широтно-импульсный модулятор (ШИМ), в котором стабильный источник тока или напряжения периодически включается на время, пропорциональное преобразуемому цифровому коду, далее полученная последовательность фильтруется аналоговым фильтром низких частот.

Параллельные ЦАП обладают высоким быстродействием и высокой точностью. Большинство схем параллельных ЦАП основано на суммировании токов, сила каждого из которых пропорциональна весу цифрового двоичного разряда.

Примером реализации параллельного ЦАП может быть ЦАП на основе резистивных R-2R матриц. Схема такой матрицы приведена на рис. 3.

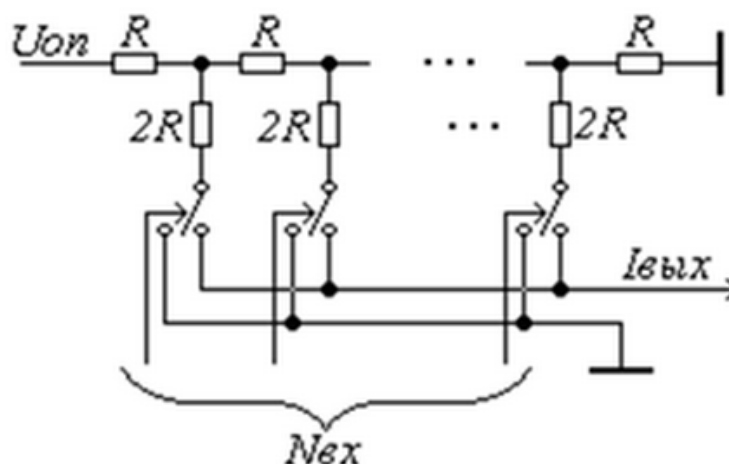


Рисунок 3 – схема АЦП на основе резисторной матрицы R-2R

Этот ЦАП состоит из набора резисторов и набора ключей. Число ключей и число резисторов равно количеству разрядов n входного кода. При

присоединении источника напряжения и замыкании ключей через каждый резистор потечет ток. В каждой последующей параллельной ветви ток меньше, чем в предыдущей в два раза. При подаче входного кода $N_{\text{вх}}$ включение ключей производится в соответствии со значением соответствующих им разрядов входного кода. Ключ замыкается, если соответствующий ему разряд равен единице. При этом в узле суммируются токи, пропорциональные весам этих разрядов и величина вытекающего из узла тока в целом будет пропорциональна значению входного кода $N_{\text{вх}}$.

Входным кодом ЦАП, как правило, является двоичный код. Для перевода двоичного числа в десятичное необходимо это число представить в виде сумм произведений основания двоичной системы счисления на соответствующие цифры в разрядах двоичного числа.

Например, требуется представить код 1010 в виде десятичного числа. В этом числе 4 цифры и 4 разряда (разряды считаются, начиная с нулевого). Воспользовавшись алгоритмом перевода, получим:

$$1010_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8 + 2 = 10_{10}.$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Собрать электрическую схему, представленную на рис. 4.

Все коммутации проводить при выключенном питании лабораторной установки и выключенном мультиметре!

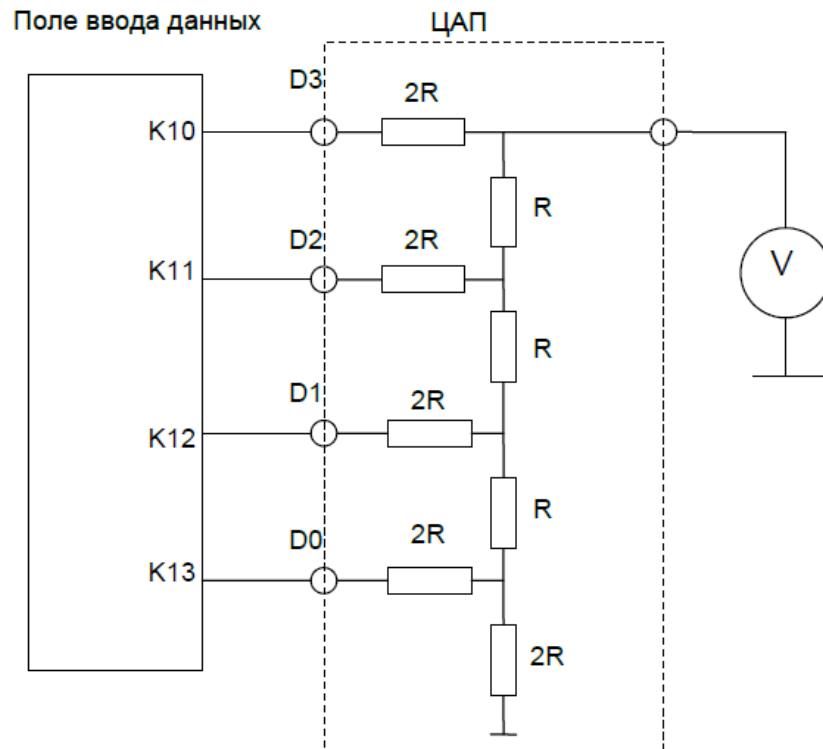


Рисунок 4 – схема экспериментальной цепи

Для сборки схемы необходимо:

1. Соединить контакт К10 Поля ввода данных панели Модуль ЦАП и АЦП с контактом К1 «D3» ЦАП.
2. Соединить контакт К11 Поля ввода данных панели Модуль ЦАП и АЦП с контактом К2 «D2» ЦАП.
3. Соединить контакт К12 Поля ввода данных панели Модуль ЦАП и АЦП с контактом К3 «D1» ЦАП.
4. Соединить контакт К13 Поля ввода данных панели Модуль ЦАП и АЦП с контактом К4 «D0» ЦАП.
5. Галетным переключателем перевести Мультиметр в режим измерения **постоянного напряжения, предел измерений 20 В.**
6. Соединить контакт измерения VΩHz Мультиметра с контактом К5 «Выход ЦАП» панели Модуль ЦАП и АЦП.
7. Соединить общий контакт измерения Мультиметра СОМ с общим контактом лабораторной установки К3 Блока питания.
8. Включить электропитание лабораторной установки, установив переключатели автоматических сетевых выключателей АВ1 и АВ2 в верхнее положение, включить мультиметр.
9. Установить переключатели П1-П4 Поля ввода данных панели Модуль ЦАП и АЦП в нижнее положение.
10. Последовательно устанавливая переключатели П1-П4 Поля ввода данных в верхнее/нижнее положение, причем верхнее положение соответствует логической единице «1», а нижнее положение – логическому нулю «0». Показания Мультиметра $U_{\text{ВЫХ}}$, соответствующие входному коду ЦАП, занести в таблицу 1.

Таблица 1 – результаты экспериментальных и расчетных данных

Входной код	П1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	П2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	П3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	П4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	$N_{\text{ВХ}} 10$																
ВЫХ.	$U_{\text{ВЫХ}}$																
СИГН.	$U_{\text{ВЫХ}}$																

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Перевести входной двоичный код в число в десятичной системе счисления. Полученные данные занести в таблицу 1.
2. По формуле 1 определить расчетное значение выходного сигнала, полученные данные занести в таблицу 1.
3. По данным таблицы 1 построить графики расчетной и экспериментальной функций преобразования ЦАП.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) описание принципа работы ЦАП на основе матрицы R-2R;
- 2) порядок выполнения работы;
- 3) порядок обработки экспериментальных данных;
- 4) таблицы, содержащие результаты экспериментов и расчетов;
- 5) графики искомых зависимостей;
- 6) ответы на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Для чего используются цифро-аналоговые преобразователи?
- 2) Какие ЦАП обладают большим быстродействием и почему?
- 3) Что такое разрядность ЦАП?
- 4) Переведите в число в десятичной системе счисления число 1001101_2 .
- 5) Назовите погрешности ЦАП и методы их коррекции.

