

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
ОТЧЕТ

студента 3 курса 331 группы
специальности 10.05.01 — Компьютерная безопасность
факультета КНиИТ
Бородина Артёма Горовича

Проверил
аспирант

А. А. Мартышкин

Саратов 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Задание 1	4
Задание 2	5
Задание 3	7
Задание 4	9
Тестовые задания.....	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	12

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы служит ознакомление с принципом работы и испытание интегрального 8-разрядного аналого-цифрового преобразователя.

Задание 1.

Запустить лабораторный комплекс Labworks и среду MS10. Открыть файл **36.4.ms10**, размещенный в папке **Circuit Design Suite 10.0** среды MS10, или собрать на рабочем поле среды MS10 схему для испытания *аналого-цифрового преобразователя* с ЦАП и установить в диалоговых окнах компонентов их параметры или режимы работы. **Скопировать** схему в отчет.

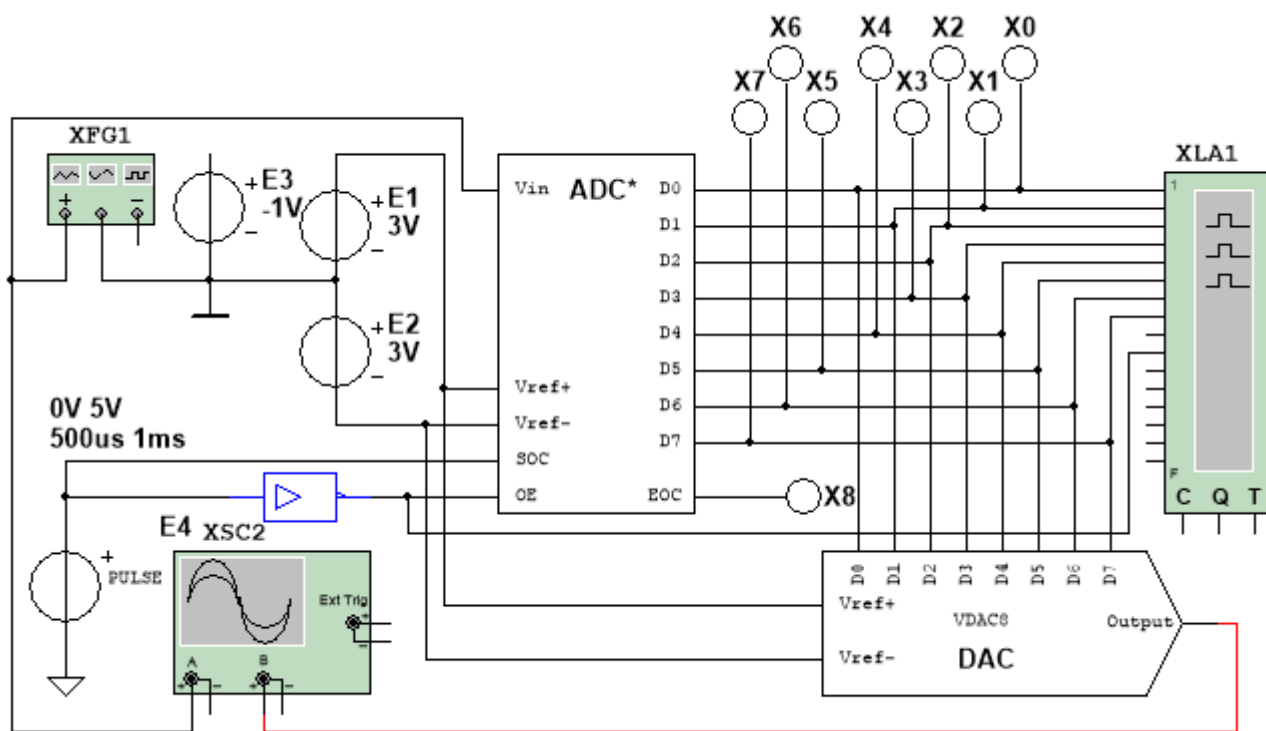


Рисунок 1 – Схема аналого-цифрового преобразователя.

Исследовать точность преобразования АЦП уровней входного напряже-

С этой целью:

- временно **удалить** провод 1 и подключить вход **Vin** АЦП к положительному полюсу источника постоянного напряжения **Е3**;

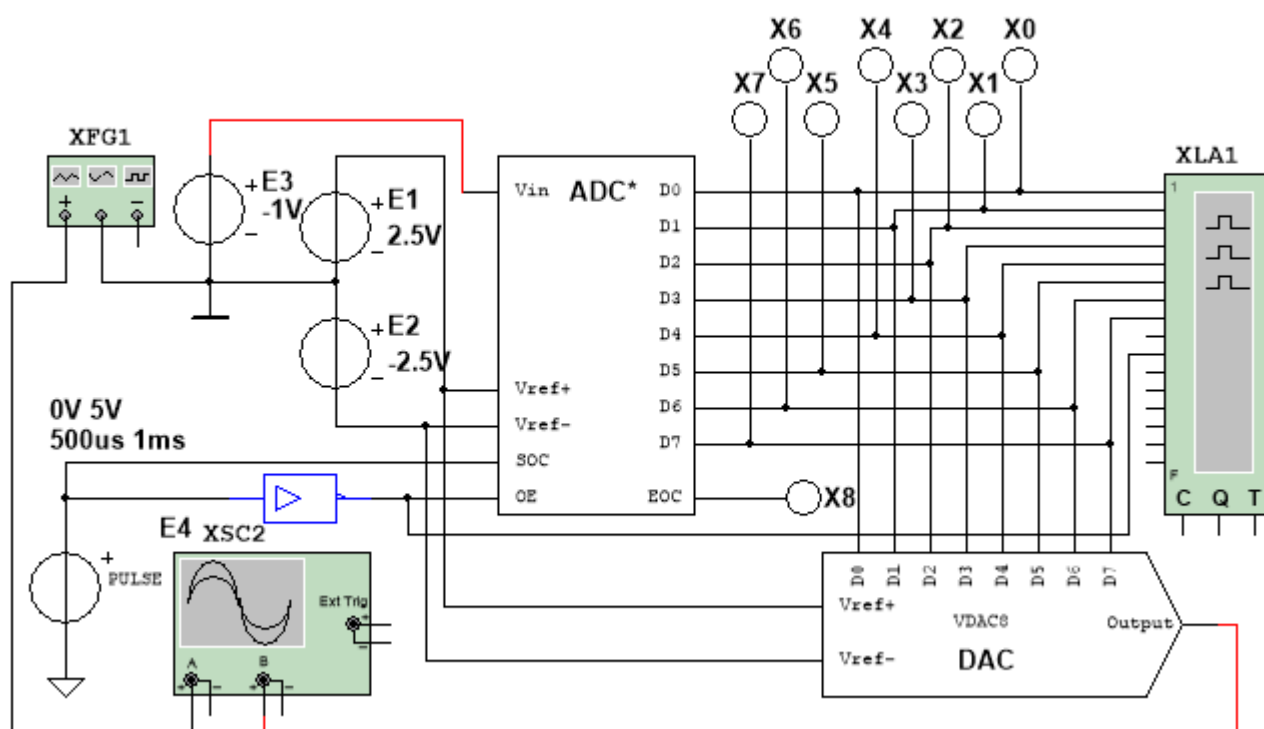


Рисунок 2 – Подключение входа **Vin** АЦП к положительному полюсу источника постоянного напряжения **E3** и изменение ЭДС генераторов.

- составить таблицу, в первый столбец которой записать уровни напряжения: $u_{\text{вх}} = 0, 1; 0, 2; 0, 5; 1, 0; 1, 5; 2, 0; 2, 4; -0, 5; -1, 0; -2, 0$ В, поочередно задаваемые в диалоговом окне генератора **Е3**;
- **установить** в диалоговых окнах генераторов **Е1** и **Е2** ЭДС $E_1 = 2,5$ В, и $E_2 = -2,5$ В;
- **запустить** программу моделирования АЦП и **вносить** в составленную таблицу значения напряжения $u_{\text{вых(цап)}}$ с выхода ЦАП, измеряемые на экране осциллографа с помощью визирной линии; двоичный эквивалент $D_{(2)}$ преобразуемого напряжения, определяемый по свечению пробников **X7, ..., X0**; шестнадцатеричный код $D_{(16)}$, считываемый с дисплея анализатора **XLА1**;

- получаемые с выхода АЦП десятичные инверсные сигналы $D_{(10)\text{инв}}$ пересчитать на неинверсные $D_{(10)}$ по выражению $D_{(10)} = D_{(10)\text{инв}} - 128$ и занести в соответствующие столбцы таблицы;

- расчетные десятичные эквиваленты $D_{(10)\text{расч}}$ двоичного кода $D_{(2)}$ на выходе АЦП при заданном значении входного напряжения $u_{\text{вх}}$ **определить** по формуле $D_{(10)\text{расч}} = 256u_{\text{вх}} / (E_1 + | - E_2 |)$ и занести во второй справа столбец таблицы;

- **рассчитать** погрешности измерения напряжения по выражению $\Delta U\% = 100(u_{\text{вых(цап)}} - u_{\text{вх}}) / u_{\text{вх}}$ и занести в правый столбец таблицы.

$u_{\text{вх}}, \text{В}$	$u_{\text{вых(цап)}}, \text{В}$	$D_{(2)}$	$D_{(16)}$	$D_{(10)\text{инв}}$	$D_{(10)}$	$D_{(10)\text{расч}}$	$\Delta U\%$
0.1	0.0938	10000101	85	133	5	5.12	6.25
0.2	0.2042	10001010	8A	138	10	10.24	2.1
0.5	0.5158	10011010	9A	154	26	25.6	3.12
1	0.9645	10110011	B3	179	51	51.2	3.56
1.5	1.5042	11001101	CD	205	77	76.8	0.28
2	2.017	11100110	E6	230	102	102.4	0.85
2.4	2.393	11111011	FB	251	123	122.88	0.3
-0.5	-0.5042	01100110	66	102	-26	-25.6	1.5
-1	-0.9844	01001101	4D	77	-51	-51.2	3.56
-2	-2.009	00011010	1A	25	-102	-102.5	0.46

Таблица 1 – Значения выходного напряжения $u_{\text{вых. ЦАП}}$.

Задание 3.

Исследовать процесс преобразования входного напряжения треугольной формы в цифровые коды, а затем с помощью ЦАП – в ступенчатое напряжение, аппроксимирующее напряжение $u_{вх}$. Для этого:

- **удалить** провод, соединяющий выход генератора **E3** с входом **Vin** АЦП, и **восстановить** провод 1, соединяющий выход «+» функционального генератора **XFG1** с входом **Vin** АЦП;

- **установить** параметры генератора **XFG1**: напряжение треугольной формы со скважностью $N = 99$ и амплитудой 1 В и его частоту $f_r = 50$ Гц;

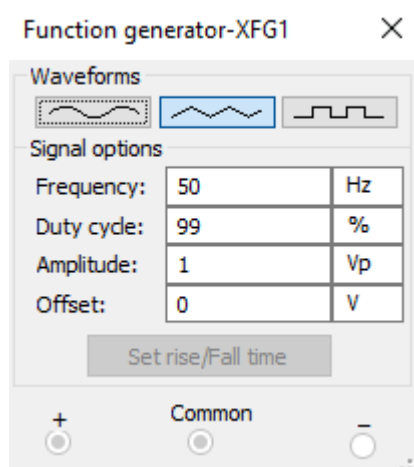


Рисунок 3 – Установка параметров генератора.

- **запустить** программу моделирования АЦП;

- **получить и скопировать** в отчет осциллограмму входного напряжения $u_{\text{ВХ}}$, осциллограмму ступенчатого напряжения $u_{\text{ВЫХ(ЦАП)}}$ с выхода ЦАП и временные диаграммы сигналов с выходов **D0, ..., D7** АЦП, поступающих на входы логического анализатора **XLA1** и являющихся двоичными эквивалентами дискретных отсчетов $u_{\text{ВХ}}(k\Delta t)$ входного напряжения;

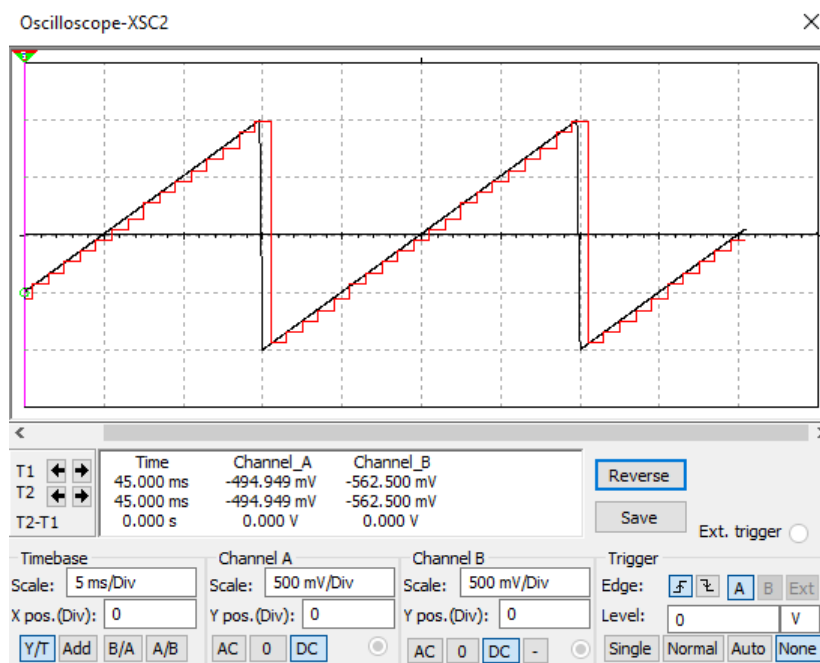


Рисунок 4 – Осциллограмма входного напряжения.

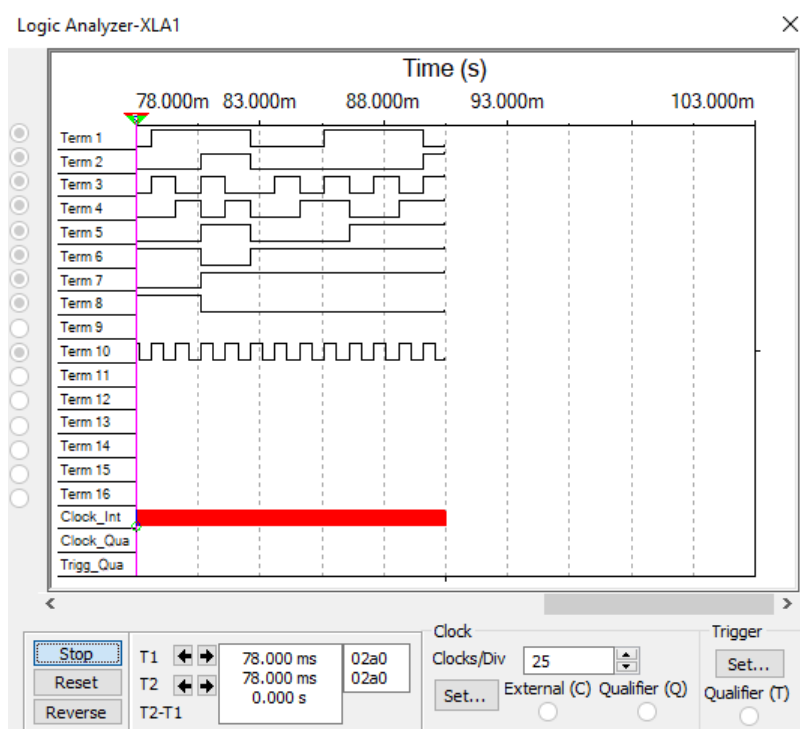


Рисунок 5 – Временные диаграммы сигналов.

Задание 4.

Исследовать процесс преобразования АЦП входного синусоидального напряжения в цифровые коды, а затем с помощью ЦАП – в ступенчатое напряжение.

С этой целью:

- **щелкнуть мышью** на кнопке «Синусоидальное напряжение» генератора **XFG1** и **установить** частоту напряжения $f_T = 25$ Гц, а затем, при остановке моделирования, $f_T = 5$ Гц с изменением времени развертки лучей осциллографа с 10 мс/дел на 50 мс/дел. **Сместить** вверх на 0,6 деления осциллограмму входного напряжения $u_{вх}$;

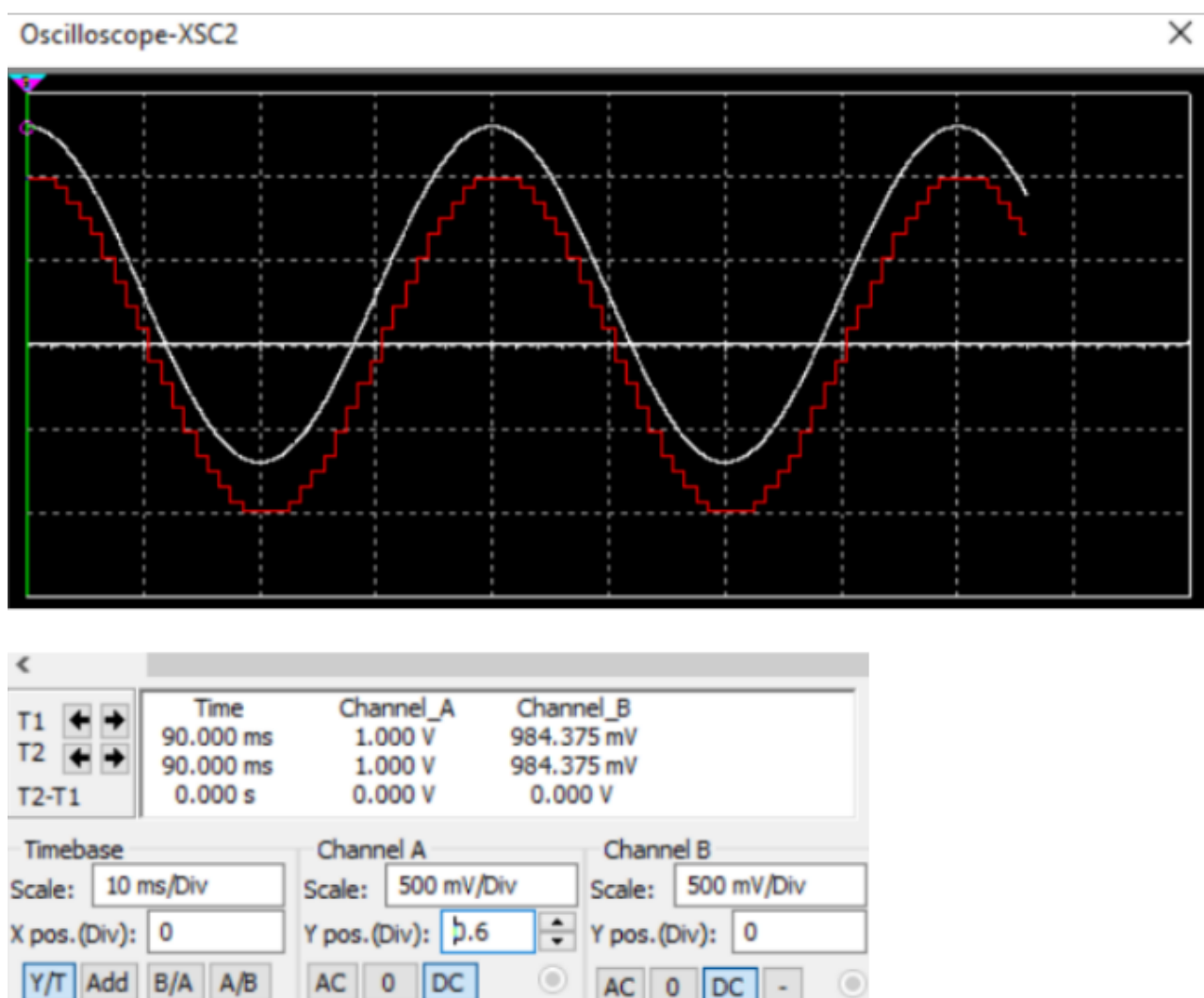


Рисунок 6 – Синусоидальное напряжение.

Тестовые задания.

1. Укажите **назначение АЦП**: для преобразования постоянного напряжения, заданного на тактовом интервале, в двоичный код;
2. Укажите **формулу Котельникова**, с помощью которой определяют шаг дискретизации Δt аналогового сигнала (f_m – максимальная частота спектра аналогового сигнала; $t_{\text{вх}}$ – длительность аналогового сигнала; N – число уровней квантования): $\Delta t \leq 1/2f_m$;
3. Определите понятие «**абсолютная разрешающая способность**» АЦП: это среднее значение минимального изменения входного сигнала, обуславливающего увеличение или уменьшение выходного кода на единицу;
4. Укажите, можно ли подавать на входы V_{ref+} и V_{ref-} АЦП **разные** (по модулю) **напряжения**: **да**;
5. Укажите, можно ли **свести к нулю** погрешность квантования аналогового сигнала посредством выбора параметров устройства, например за счет увеличения разрядности АЦП: **нет**;
6. Укажите, какую погрешность квантования имеет 8-разрядный АЦП при напряжениях на входах $V_{ref+} = 2$ В, $V_{ref-} = 0$ и отсчете входного напряжения $u_{\text{вх}}(k\Delta t) = 1$ В: $\pm 3,9$ мВ;
7. Укажите **десятичный эквивалент** двоичного кода на выходе 8-разрядного АЦП, если опорные напряжения $V_{ref+} = 2$ В, $V_{ref-} = -2$ В, а входное напряжение $u_{\text{вх}} = 0,5$ В: **32**;
8. Выберите из приведенных ниже значений минимально необходимые **значения опорных напряжений** $\pm V_{ref}$ для преобразования синусоидального напряжения $u_{\text{вх}}(t) = 1,41 \sin \omega t$: ± 2 В;
9. Укажите значение расчетного шестнадцатеричного кода 16-разрядного АЦП, если на его вход подано напряжение $u_{\text{вх}}(k\Delta t) = 0,25$ В при $\pm V_{ref} = \pm 2$: **1000**;
10. Укажите **выражение**, с помощью которого определяют десятичный эквивалент двоичного кода на выходе 14-разрядного АЦП: $D = 4096u_{\text{вх}} / (V_{ref+} + | - V_{ref-} |)$;
11. Укажите, как изменится **выходной код** АЦП при неизменном входном $u_{\text{вх}}$ и опорных напряжениях $V_{ref+} = 2$ В и $V_{ref-} = -2$ В, если установить $V_{ref-} = 0$: **его значение уменьшится в два раза**;
12. Укажите характер изменения **общей погрешности** преобразования

входного сигнала при увеличении разрядности АЦП: **погрешность преобразования уменьшится;**

13. Укажите перспективные **направления** развития АЦП: **повышение быстродействия основных узлов АЦП, в частности компараторов; применение стабилизированных источников опорного напряжения; использование микропроцессоров в преобразователях;**

14. Укажите, какие **операции** необходимо выполнить при аналого-цифровом преобразовании: **дискретизацию по времени аналогового сигнала, квантования по уровню его отсчётов и кодирование квантованных уровней;**

15. Укажите, обладает ли способ последовательного счета аналого-цифрового преобразования наибольшим быстродействием: **да.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной лабораторной работы мы ознакомились с принципом работы 8-рядного аналого-цифрового преобразователя и испытали его на практике.