

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение профессионального высшего образования
«Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики

Кафедра радиосвязи, радиовещания и телевидения

В.Н. Безруков, В.Г. Балобанов, А.В. Балобанов, В.А. Галочкин

Исследование методов преобразования аналоговых
видеосигналов в цифровые в аппаратуре сжатия
цифрового потока

Практикум
по лабораторной работе

САМАРА-2015

УДК 621.397 (075.8)

В.Н. Безруков, В.Г. Балобанов, А.В. Балобанов, В.А. Галочкин

Исследование методов преобразования аналоговых видеосигналов в цифровые в аппаратуре сжатия цифрового потока.

Практикум по лабораторной работе - Самара, ГОБУВПО ПГУТИ, 21стр. 2015г

Исследуются цифровые методы преобразования аналоговых сигналов изображений в цифровые в аппаратуре сжатия цифрового потока с использованием персонального компьютера. В методические указаниях основное внимание уделено изучению работы АЦП - ЦАП.

Предназначены для студентов направления подготовки 210700 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» профиля «Радиотехника» по дисциплинам «Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения», «Основы телевидения и видеотехники», «Цифровое телерадиовещание», «Телевидение», «Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения» и окажется полезным для магистрантов, аспирантов и специалистов соответствующих . профилей

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
профессионального высшего образования «Поволжский
государственный университет телекоммуникаций
и информатики

© В.Н. Безруков, В.Г. Балобанов, А.В. Балобанов, В.А. Галочкин 2015

Введение

Лабораторная работа выполняется студентами на персональном компьютере. Применение цифрового телевидения (ЦТВ) создает основу для качественного изменения принципов функционирования и обеспечивает резкое улучшение соответствующих характеристик отдельных элементов телевизионной (ТВ) аппаратуры и систем телевидения (СТ) в целом. Одним из вариантов такого изменения является разработка универсальных систем ЦТВ (СЦТВ), интегрирующих в своей структуре функциональные возможности одной, двух и более систем аналогового телевидения различного назначения.

На передающей стороне канала связи ТВ сигнал (ТВС) изображений в СЦТВ переводят в цифровой вид, подвергают обработке и преобразованиям и передают, чаще всего, в цифровой форме по каналу связи. Принятый цифровой ТВС (ЦТВС) на приемной стороне канала связи подвергают обработке и обратным преобразованиям. Восстановленный ЦТВС из цифровой переводят в аналоговую форму и воспроизводят в виде ТВ изображений.

Персональный компьютер избавляет нас от использования технических средств, необходимых при цифровом преобразовании.

При этом экономится время, сокращаются расходы на проектирование дорогостоящего оборудования.

В учебном процессе компьютеризация особенно желательна при проведении лабораторных работ, так как она позволяет решать задачи первостепенной важности:

- правильные навыки работы на ЭВМ;
- частично решает проблемы модернизации и обновления оборудования учебных лабораторий;
- вносит элементы дистанционного оборудования в учебный процесс;
- дает возможность студентам выполнять лабораторные работы на компьютере в домашних условиях, полученные результаты рассчитать и представить преподавателю.

Лабораторная работа

Исследование методов преобразования аналоговых видеосигналов в цифровые в аппаратуре сжатия цифрового потока

1. Цель работы

Целью настоящей работы является:

- изучение принципов цифрового преобразования ТВ сигналов на примере электронного моделирования схемы АЦП-ЦАП с помощью ЭВМ и изучение основных параметров дискретизации и квантования;
- ознакомление с принципами работы и построения ТВ преобразователей аналоговых сигналов в цифровые в аппаратуре сжатия цифрового потока;
- проведение визуальной оценки качества работы АЦП-ЦАП путем сравнения полученных сигналов и изображений с эталонными.

2. Рекомендуемая литература

- 2.1.** Телевидение / под ред. В.Е. Джакони. – М.: Радио и связь, 2010. – 616с.
- 2.2.** Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Эддинс С. – М.: Техносфера, 2006. – 1072с.
- 2.3.** Смирнов А.В., Пескин А.Е. Цифровое телевидение – от теории к практике.– М.: Горячая линия – Телеком. 2005.– 352 с.
- 2.4.** Быстродействующие интегральные микросхемы ЦАП и АЦП и измерение их параметров / Под ред. А.-Й.К. Марцинкявичюса и Э.-А. К. Багданскиса. – М.: Радио и связь, 1988. – С. 5–100.
- 2.5.** Исследование вопросов цифрового преобразования сигналов изображения в аппаратуре сжатия цифрового потока. Учебное пособие для вузов / В.Н. Безруков, В.А. Галочкин, А.В. Балобанов, В.Г. Балобанов. Под ред. профессора В.Н. Безрукова. 91 стр.: ил.–74

3. Подготовка к работе

1. По описанию работы, конспекту лекций и рекомендованной литературе уяснить цель и содержание работы, изучить дискретизацию и квантование аналоговых сигналов.

2. При подготовке к работе необходимо изучить основные этапы цифрового преобразования ТВ сигнала.

3. Ознакомиться с учебным пособием и методическими указаниями к лабораторной работе. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. Изучить назначение и работу отдельных элементов принципиальной схемы макета лабораторной работы.

5. Определить скорость цифрового потока видеосигнала на выходе АЦП для черно-белого и цветного телевидения.

6. Рассчитать необходимое число уровней квантования для яркостного сигнала.

4. Контрольные вопросы

1. Что такое дискретизация и квантование аналоговых сигналов?
2. Что такое децимация (прореживание) и интерполяция?
3. В чём проявляются искажения изображения при нарушении условия теоремы Котельникова?
4. Что такое пространственная частота?
5. Зачем перед квантованием выполняют гамма-коррекцию ТВ - сигналов?
6. Вычислите скорость передачи цифрового потока для различных форматов дискретизации.
7. Какие функции выполняют АЦП и ЦАП?
8. Чему равна частота дискретизации для ТВ сигнала?
9. Как определяется частота дискретизации для ТВ сигнала?
10. Какие типы АЦП вы знаете?
11. Зачем перед АЦП необходимо ставить ФНЧ?
12. Какие искажения возникают на изображении при отсутствии ФНЧ?
13. Как определить число уровней квантования при АЦП ТВ сигнала?
14. Объяснить принцип работы аналого-цифрового преобразования.
15. Понятие о дискретизации. Теорема Котельникова.
16. Квантование по уровню.
17. С чем связан выбор числа уровней квантования?
18. Ошибка квантования и шум квантования.
19. Форматы преобразования ТВ сигналов 4:2:0, 4:1:1 и 4:4:4.
20. Преимущества представления сигнала в цифровой форме.

5. Краткие сведения о структурной схеме тракта цифрового телевидения

Подлежащий преобразованию аналоговый сигнал поступает на вход цифровой ТВ системы (рис.1). Этот сигнал подвергается предварительной обработке для упрощения последующих цифровых преобразующих устройств. Например, полный цветовой сигнал разделяется в устройстве предварительной обработки на сигнал яркости и цветоразностные сигналы с тем, чтобы цифровые преобразования производились с каждым из трех сигналов отдельно. Можно ввести в аналоговый сигнал определенные предискажения для улучшения субъективного качества выходного изображения и т.п. Несмотря на то, что многие из этих предварительных операций по обработке могут быть сделаны и в цифровой форме, на определенном этапе развития технически проще их выполнять в аналоговой форме. Далее подготовленный для преобразования аналоговый сигнал поступает на АЦП, в котором он дискретизируется, квантуется и предварительно кодируется (например, по методу ИКМ). Как указывалось, в полученном таким образом сигнале содержится значительная избыточность, которая может быть в определенной степени сокращена путем дополнительного, более эффективного кодирования в блоке *цифровой обработки* сигнала. Далее сигнал поступает в *передающее устройство* канала. Под каналом здесь понимаются линия связи, устройство консервации ТВ сигнала, устройства коррекции ТВ сигнала и другие звенья, в которых сигнал обрабатывается. Кодер канала предназначен для защиты цифрового ТВ сигнала от возможных помех в канале путем применения специальных, более помехозащищенных кодов. Наконец, сигнал в цифровой форме поступает на выходной преобразователь (например, на модулятор передающего устройства) и далее в канал.

Принятый приемным устройством сигнал демодулируется, подвергается обратному преобразованию в *декодирующем устройстве* канала и поступает в *блок цифровой обработки* декодирующего устройства цифрового сигнала. В нем лишенный избыточной информации на передающем конце сигнал приобретает исходную форму, затем в ЦАП преобразуется в аналоговый сигнал. Если на передающем конце тракта использовалась предварительная аналоговая обработка сигнала, то на приемном конце может производиться обратная операция.

Приведенная на рис.1 схема является обобщенной. В зависимости от задач, стоящих перед цифровой системой, она может видоизменяться. Например, система вообще не будет содержать аналоговых звеньев, если использовать преобразователи свет-сигнал и сигнал-свет, генерирующие и преобразующие сигнал в цифровом виде. В другом случае могут отсутствовать устройства, повышающие помехоустойчивость сигнала в каналах связи. Это допустимо при отсутствии протяженных линий связи, и, в частности, при цифровой обработке

сигнала внутри одного телецентра. В этом же случае нет необходимости и в устройствах, устраняющих в ТВ сигнале избыточность и сокращающих цифровой поток.

Для исключения появления ложных контуров в полученном цветном изображении достаточно иметь 8 бит/элемент, что обеспечивает точность восстановления 0,4 %. Однако, для получения более точных результатов преобразования может понадобиться 10-битовый АЦП (точность 0,1 %).

Преимущества цифровой обработки изображений:

- оперативность цифровой обработки изображений по сравнению с аналоговой;
- цифровая обработка изображений дает существенное повышение эффективности использования каналов связи;
- более высокое качество изображений при цифровой обработке по сравнению с аналоговой;
- широкое внедрение систем телевидения в образовании, медицине, производстве, культурном обмене, социальной сфере и науке.

Цифровое отображение при компьютерной обработке позволяет извлечь количественную и качественную информацию и таким образом перейти от интуитивно-эмпирического способа анализа изображения к объективно измеренному изображению.

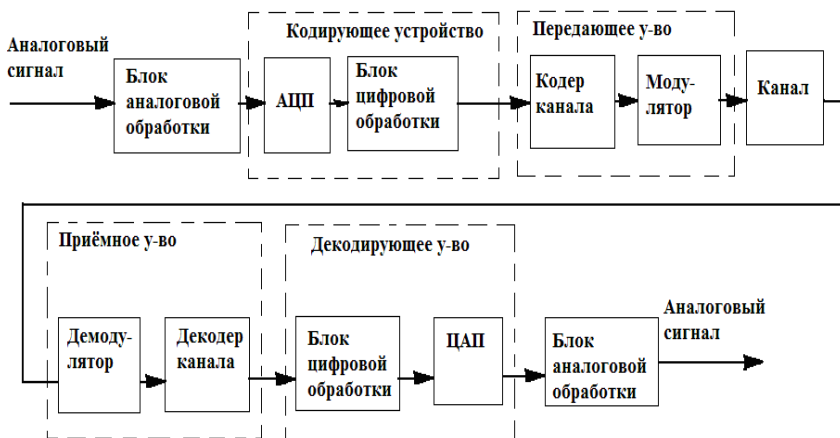


Рисунок 1. Обобщенная структурная схема тракта цифрового телевидения

5. Компьютерное моделирование блока АЦП-ЦАП

Electronics Work Bench v5.12 (EWB).

EWB – программа, реализующая имитацию работы электронных схем. Данная программа позволяет использовать уже полностью готовые элементы, как, например, АЦП, ЦАП, генераторы, источники питания.

Моделирование будем делать только тех блоков, которые отражают суть процесса цифрового преобразования ТВ сигнала.

Выберем схему АЦП (рисунок 2).

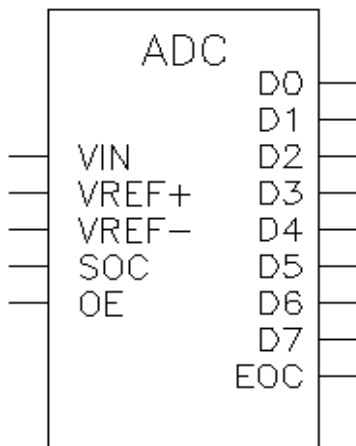


Рисунок 2. Принципиальная схема АЦП EWB

Назначение выводов приведены в таблице 1.1:

Таблица 1.1- Назначение выводов АЦП EWB

Выводы	Пояснение
D0 – D7	Цифровые выходы
EOC	Индикатор работы схемы
OE	Сигнал синхронизации
SOC	Вход тактовых импульсов
VREF-, VREF+	Питание АЦП
VIN	Вход исследуемого сигнала

Исследуемый аналоговый сигнал поступает на VIN.

В качестве источника аналогового сигнала возьмем формирователь пилообразных сигналов (рисунок 3):

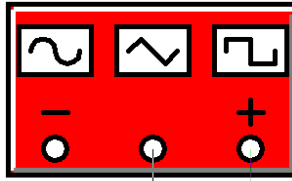


Рисунок 3. Многофункциональный генератор

Параметры данного генератора:

- частота исследуемого аналогового сигнала 500 Гц;
- длительность прямого хода 91%;
- амплитуда сигнала 5В;
- форма сигнала пилообразная.

Выбор параметров исследуемого сигнала обусловлен удобством наблюдения сигнала и его этапов преобразования.

На вход SOC подаются тактовые импульсы от генератора.

Выбираем генератор прямоугольных импульсов (рисунок 4) с параметрами:

- частота тактовых импульсов 20 кГц;
- скважность импульсов 50%;
- амплитуда импульсов 5В.



Рисунок 4. Генератор тактовых импульсов

В качестве источника питания (ИП) для АЦП также берем уже готовую схему. Напряжение, необходимое для нормальной работы АЦП, обусловлено требуемой амплитудой преобразуемого сигнала, т. е. напряжение выбираем 10В. Схема ИП представлена на рисунке 5.

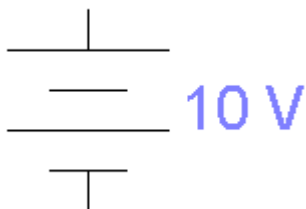


Рисунок 5. Источник питания

Аналогично предыдущим элементам выбираем ЦАП (рисунок 6):

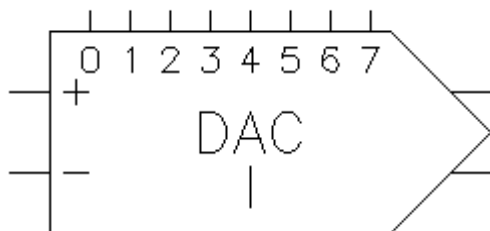


Рисунок 6. Цифро-аналоговый преобразователь

Питание ЦАП осуществляется от того же источника, что и АЦП, но через делитель напряжения, в качестве которого используем резистор 5кОм.

После ЦАП ставим операционный усилитель (рисунок 7).

Частотные параметры исследуемого сигнала не должны выходить за пределы параметров видеосигнала (50 Гц – 6 МГц).

Для визуального наблюдения на экране осциллографа наиболее подходящим является сигнал пилообразной формы, содержащий широкий спектр частот: НЧ – прямой ход, ВЧ – обратный ход. Для лучшей наглядности частоту исследуемого сигнала целесообразно взять равной 500 Гц.

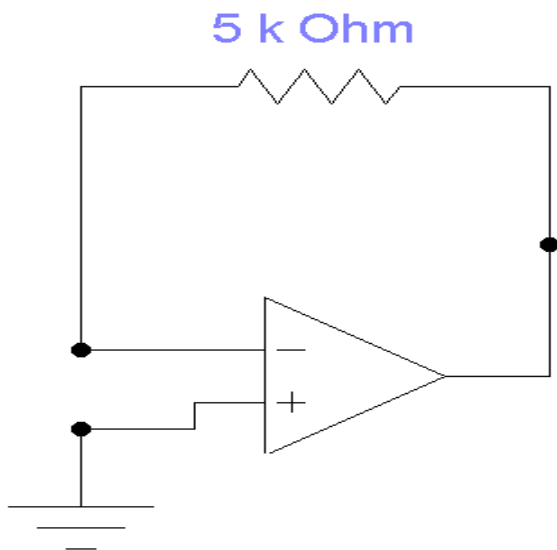


Рисунок 7. Операционный усилитель

На выходе схемы АЦП-ЦАП ставим ФНЧ с частотой среза 0,5кГц (рисунок 8):

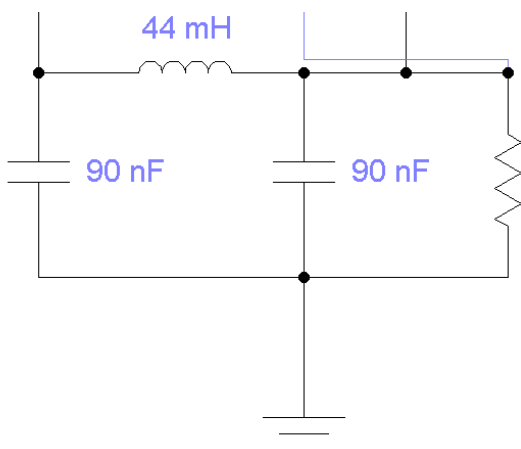


Рисунок 8. ФНЧ с частотой среза 500Гц
Аналогичный фильтр поставим на входе.

Для наблюдения за этапами преобразования аналогового сигнала используем логический анализатор и осциллограф (рисунки 9 и 10).

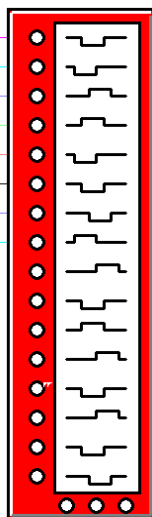


Рисунок 9. Логический анализатор

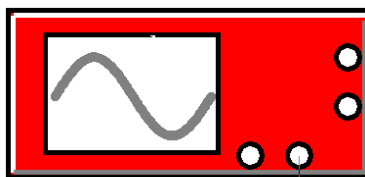


Рисунок 10. Осциллограф

Полная принципиальная схема преобразователя АЦП-ЦАП представлена на рисунке 11.

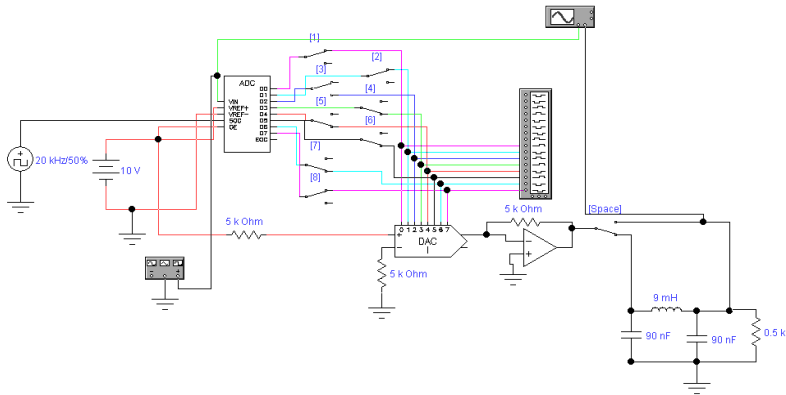


Рисунок 11. Принципиальная схема преобразователя АЦП-ЦАП

7. Порядок выполнения работы

Для моделирования схемы цифрового преобразования ТВ сигнала используется программа Electronics WorkBench, предназначенная для моделирования процессов и расчета электронных устройств на аналоговых и цифровых элементах.

7.1. Для запуска программы необходимо выполнить следующие действия. В Windows в меню Пуск, выбрать Программы войти в папку Electronics WorkBench, в которой запустить программу Electronics WorkBench. Далее для удобства будет использоваться запись в сокращенной форме (Пуск → Программы → Electronics WorkBench → Electronics WorkBench). Примерный вид действий при запуске программы показан на рисунке 12.

Для запуска программы Electronics WorkBench можно также воспользоваться ярлыком на рабочем столе (на рисунке 12 показан в правом верхнем углу). Для этого нужно подвести указатель мыши к ярлыку и произвести на нем двойной щелчок левой клавишей мыши.

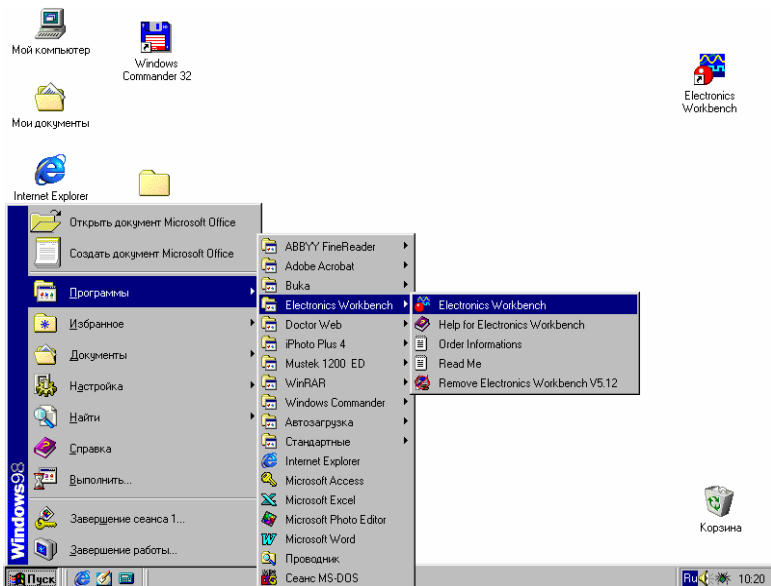


Рисунок 12. Запуск программы Electronics WorkBench

Если после запуска программы появится сообщение об ошибке (рисунок 13), то его просто проигнорировать, нажав кнопку **OK**.

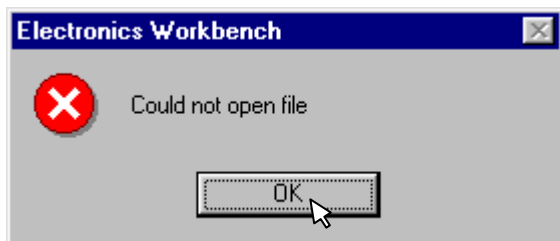


Рисунок 13 - Возможное сообщение об ошибке

В результате этих действий откроется программа Electronics WorkBench и появится следующее окно (рисунок 14).

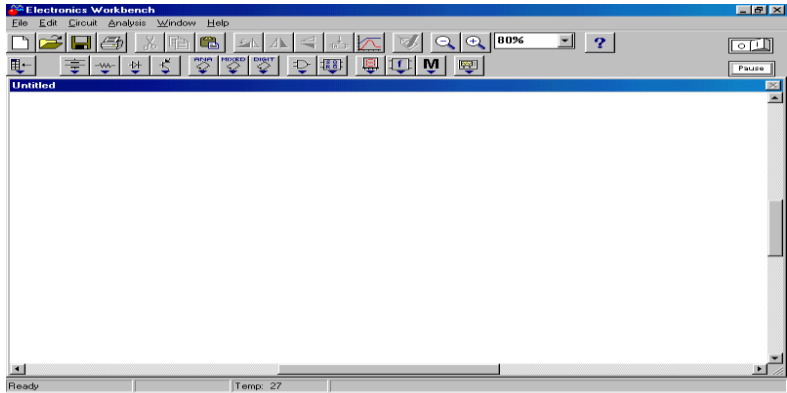


Рисунок 14 - Окно программы Electronics Workbench

7.2. Для открытия лабораторной работы зайдите в меню File и нажмите Open (рисунок 15), или соответствующий значок на панели управления (рисунок 16).

Появится диалог открытия файла с лабораторной работой (рисунок 17).

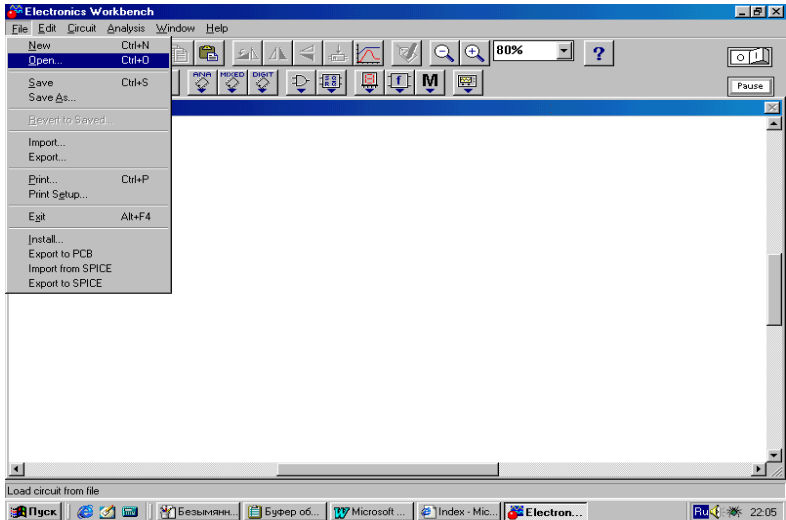


Рисунок 15 - Открытие файла из меню File

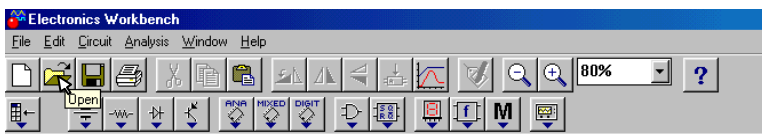


Рисунок 16 - Значок открытия файла на панели управления

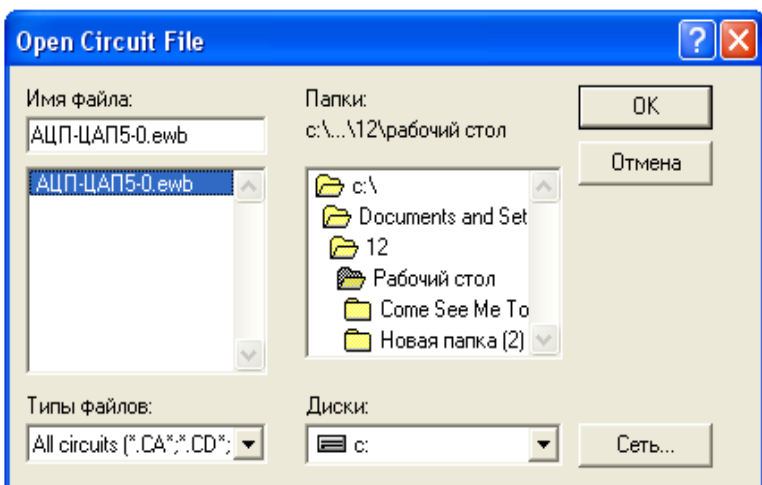


Рисунок 17 - Диалог открытия файла с лабораторной работой

7.3. В диалоге необходимо открыть Рабочий стол выбрать файл АЦП-ЦАП5-0 и нажать кнопку открыть.

На экране появится схема АЦП-ЦАП (рисунок 18).

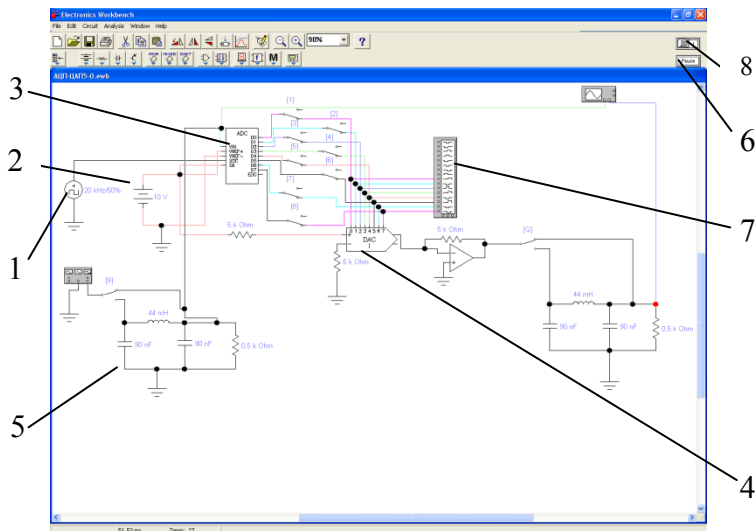


Рисунок 18. Макет лабораторной работы. Схема АЦП-ЦАП

На рисунке 18 цифрами обозначены:

- 1) Генератор тактовых импульсов
- 2) Источник исследуемого сигнала
- 3) АЦП
- 4) ЦАП
- 5) ФНЧ
- 6) Кнопка паузы
- 7) Графический анализатор
- 8) Тумблер включения лабораторной работы

7.4. Для запуска лабораторной работы необходимо нажать тумблер включения 8. Для детального анализа сигналов нужно произвести двойной щелчок левой клавишей мыши на белом поле логического анализатора 7 (Logic Analyzer).

На экране раскроется окно, показанное на рисунке 19.

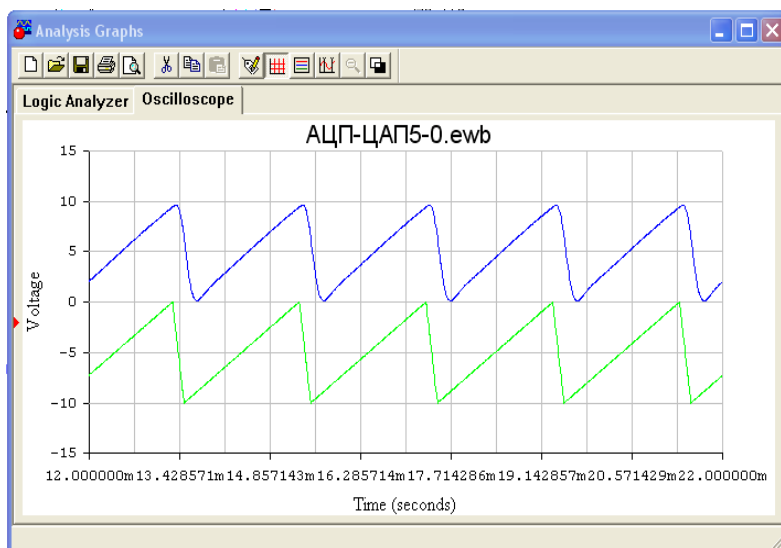


Рисунок 19. Экран графического анализатора

7.5. Дальнейшим этапом лабораторной работы является поочередное переключение ключей [1] – [7] при неизменном положении ключа [Q]. Необходимо при каждом отключении ключа проанализировать графики, отображаемые осциллографом. Следует помнить, что при размыкании ключей 1, 2, 3,(младшие разряды) число уровней квантования будет сокращаться в 2 раза при каждом отключении, а шаг квантования, соответственно, будет увеличиваться также в 2 раза (рисунок 20).

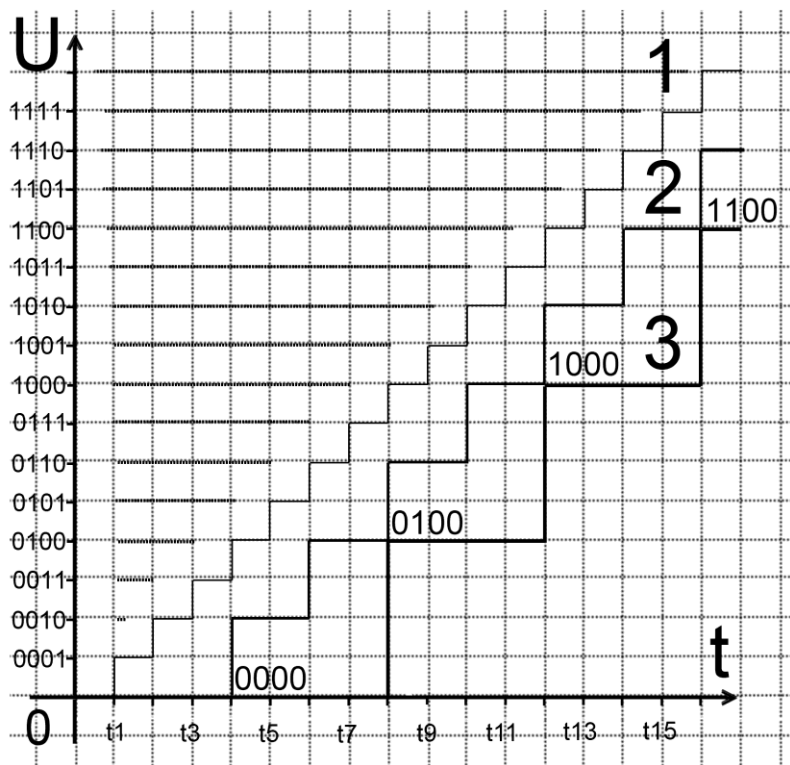


Рисунок 20. Сигналы на выходе ЦАП: для сигнала 1 все ключи замкнуты, для сигнала 2 ключ 1- разомкнут, а для сигнала 3 ключи 1, 2- разомкнуты

При отключении старших разрядов (ключи 8, 7, 6, ...) шаг квантования остаётся неизменным, а число уровней квантования и амплитуда сигнала на выходе ЦАП также будут соответственно уменьшаться в 2, 4, 8 раз.

После выполнения данного шага ключи [1] – [7] надо вернуть в исходное положение и повторить работу при измененном положении ключа [Q].
Зарисовать осциллограммы указанные преподавателем.

7.6. Открыть экран функционального генератора – двойным нажатием левой клавиши мыши на функциональном генераторе. Откроется окно рисунок 21, необходимо заменить длительность прямого хода с 91% на 75% и 95%. Заново пронаблюдать все осциллограммы. Сделать выводы.

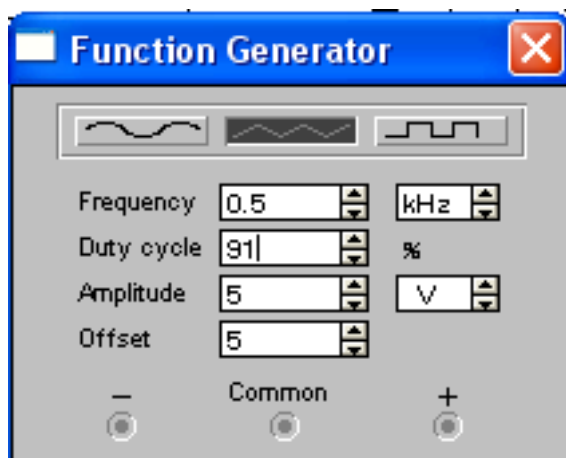


Рисунок 21 - Экран функционального генератора

Графики наглядно отображают процесс преобразования сигнала.

7.7. Отключить ФНЧ на выходе ЦАП и пронаблюдать как измениться при этом форма сигнала. Сделать выводы.

7.8. Пронаблюдать как изменится форма сигнала на выходе ЦАП при $F_{\text{дискр}}=3\text{кГц}; 8\text{кГц}; 15\text{кГц}; 20\text{кГц}$. Сделать выводы.

Смоделированная схема показывает основные этапы цифрового преобразования.

8. Содержание отчёта

1. Данные, полученные в ходе выполнения лабораторной работы.
2. Результаты расчетов при определении скорости цифрового потока видеосигнала на выходе АЦП и числа уровней квантования для яркостного сигнала.
3. Осциллограммы сигналов, полученные в результате преобразования аналогового сигнала в цифровую форму.
4. Выводы по проделанной работе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Цель работы.....	4
2. Рекомендуемая литература.....	4
3. Подготовка к работе.....	4
4. Контрольные вопросы.....	5
5. Краткие сведения о цветокодировании чёрно-белых изображений в прикладном телевидении.....	6
6. Компьютерное моделирование блока АЦП-ЦАП.....	7
7. Порядок выполнения работы.....	12
8. Содержание отчёта.....	20

УДК 621.397 (075.8)

В.Н. Безруков, В.Г.Балобанов, А.В.Балобанов, В.А.Галочкин

Исследование методов преобразования аналоговых видеосигналов
в цифровые в аппаратуре сжатия цифрового потока

Практикум по лабораторной работе - Самара, ГОБУВПО ПГУТИ, 22 стр. 2015г

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное образовательное бюджетное
Учреждение профессионального высшего образования
«Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
443011 г. Самара, ул. Л.Толстого 23

Подписано в печать 27.10. 2014г. Бумага писчая №1. Гарнитура Таймс.
Заказ 1001671. Печать оперативная. Усл.печ.л.1,25. Тираж 100 экз.

Напечатано в издательстве учебной и научной литературы ПГУТИ
443090 г. Самара, Московское шоссе 77, тел.(846)2280044