

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники
(СВЧ и КР)

Оптические цифровые телекоммуникационные системы

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАТЕЛЯ ПЕРВИЧНОГО ГРУППОВОГО
ПОТОКА АППАРАТУРЫ ИКМ 30 ДЛЯ ВОСП**

Руководство к лабораторной работе
для студентов специальности
210401 - Физика и техника оптической связи

2011

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники
(СВЧ и КР)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.каф. СВЧи КР

_____ С.Н.Шарангович

“ ____ ” _____ 2011 г.

Оптические цифровые телекоммуникационные системы

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАТЕЛЯ ПЕРВИЧНОГО ГРУППОВОГО
ПОТОКА АППАРАТУРЫ ИКМ 30 ДЛЯ ВОСП**

Руководство к лабораторной работе для студентов специальности
210401 - Физика и техника оптической связи

Разработчики:

проф. каф. СВЧиКР Коваленко Е.С.,
студент Халиков О.Р.,

2011

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цель работы.....	4
2	Общие положения.....	4
3	Функциональная схема преобразования сигналов	6
4	Элементная база и организация взаимодействия блоков.....	5
5	Порядок выполнения работы	14
6	Задания на домашнюю проработку	16
7	Содержание отчета.....	16
8	Контрольные вопросы.....	17
9	Список литературы.....	17

1. Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является: ознакомление с функциональными элементами системы преобразования входных аналоговых сигналов в цифровых системах связи и формирования первичного группового потока для аппаратуры ВОСП, со схемотехническими решениями при построении формирователя первичного группового потока, структурой и параметрами цифрового потока на выходе формирователя.

2. Общие положения

Ниже рассматриваются только цифровые системы передачи информации с временным разделением каналов. В настоящее время определены стандартные распределения цифровых групповых трактов по скоростям передачи информации:

первичный - $2048 (1 \pm 50 \cdot 10^{-6})$ Кбит/с,

вторичный - $8448 (1 \pm 30 \cdot 10^{-6})$ Кбит/с,

третичный - $34368 (1 \pm 20 \cdot 10^{-6})$ Кбит/с,

четвертичный - $139264 (1 \pm 15 \cdot 10^{-6})$ Кбит/с

и т. д.

Каждый последующий групповой тракт получается путем объединения четырех предыдущих. При этом, при формировании групповых трактов более высоких порядков, в формируемый цифровой поток помимо объединяемых информационных потоков вводятся дополнительные биты информации, необходимые для обеспечения выравнивания скоростей объединяемых потоков, работы системы синхронизации, служебной связи, распределения потоков по потребителям информации и т. д. В настоящей лабораторной работе изучаются только вопросы формирования первичных групповых трактов.

Источником информации для такой системы являются аналоговые сигналы $s_k(t)$ формируемые в k -ом абонентском пункте. Для того чтобы их оцифровать, в соответствии с теоремой Котельникова, сигналы должны быть ограничены по спектру с помощью фильтров низких частот. Ограничение спектра производится с учетом особенностей восприятия того или иного вида информации и не оказывает существенного влияния на качество передачи информации. Затем аналоговый сигнал $s_k(t)$ подвергается дискретизации в АИМ модуляторе, в результате чего формируется дискретный по времени индивидуальный АИМ сигнал. Этот сигнал объединяется с аналогичными сигналами других каналов и в результате формируется N -канальный групповой АИМ сигнал, который и должен быть далее подвергнут квантованию по уровню.

Следующим шагом преобразования АИМ сигнала является операция квантования, сопровождаемая специфическими ошибками, связанными с дискретизацией сигнала. Эти ошибки называют шумами квантования.

Различают квантование двух типов: равномерное и неравномерное. В первом случае шаг квантования является постоянным и не зависит от уровня

сигнала. В данном случае шум квантования сильно зависит от уровня сигнала. При малых сигналах сильно возрастает относительный уровень шума квантования. Для снижения этого шума в системах связи часто применяют неравномерное квантование, при котором шаг квантования уменьшается по мере уменьшения уровня сигнала.

После выполнения операции квантования, групповой информационный цифровой сигнал (ИКМ) в формирователе цикла (ФЦ) объединяется с сигналами синхронизации (СС), управления и взаимодействия (СУВ) и дискретной информации (ДИ), в результате чего формируется цикл передачи (ЦСП). При необходимости сформированные таким образом первичные групповые потоки

с помощью кодера кодируются и далее поступает либо в систему формирования вторичного группового потока, либо в любую другую систему передачи (например, систему SDH), в том числе волоконно - оптические системы передачи.

В качестве аппаратуры, выполняющей операцию формирования первичного группового потока используется аппаратура ИКМ 30. Характеристики системы ИКМ 30 регламентируются рекомендациями МККТТ G.731 и G704.

- Основные параметры первичной системы ИКМ:
- Частота дискретизации - 8 кГц;
- Число уровней квантования аналоговых сигналов – 256;
- Номинальная скорость передачи 2048 Кбит/с.

Структура первичного цифрового потока ИКМ 30:

- число канальных интервалов вцикле (кадре) потока - 32;
- канальный интервал (КИ) состоит из восьми символов (1..8);
- длительность одного символа - 0.488мкс;
- длительность канального интервала - 3.9 мкс;
- число двоичных символов в цикле 256;
- частота повторения циклов 8000 Гц;
- длительность одного цикла 125 мкс;
- КИ 1-15 и 17-31 предназначены для организации 30 цифровых каналов;
- КИ 16 используется для целей сигнализации. В нем также передается сигнал
сверхцикловой синхронизации;
- для цикловой синхронизации используется 0 КИ;
- сверхцикл состоит из 16 циклов (0 ..15);
- для сверхцикловой синхронизации в нулевом цикле в 16 КИ передается
сигнал сверхцикловой синхронизации;
- виды передаваемых комбинаций синхросигналов представлены
в таблице 2.1;
- все четные циклы содержат в ОКИ комбинацию символов синхронизации.

Таблица 2.1 - Расположение символов синхронизации

Номер символа	1	2	3	4	5	6	7	8
0 КИ четного цикла	Резерв X	0	0	1	1	0	1	1
0 КИ нечетного цикла	Резерв X	1	С/л аварии	X	X	X	X	X
16 КИ нулевого цикла	0	0	0	0	X1	Y1	X2	X3

X1, X2, X3 - символы, используемые для создания служебных каналов, работающих по принципу Д - модуляции.

Y1 - символ, предназначенный для передачи на противоположную станцию сигнала о выходе из синхронизма.

Поскольку в данном лабораторном макете исследуется только передающая часть системы, то сигналы X_i , Y_i могут быть выбраны произвольно, например, $X2=0$, $X3=1$.

3.Функциональная схема преобразования сигналов

Функциональная схема преобразования сигналов в лабораторном аналоге аппаратуры ИКМ 30 представлена на Рис.1.

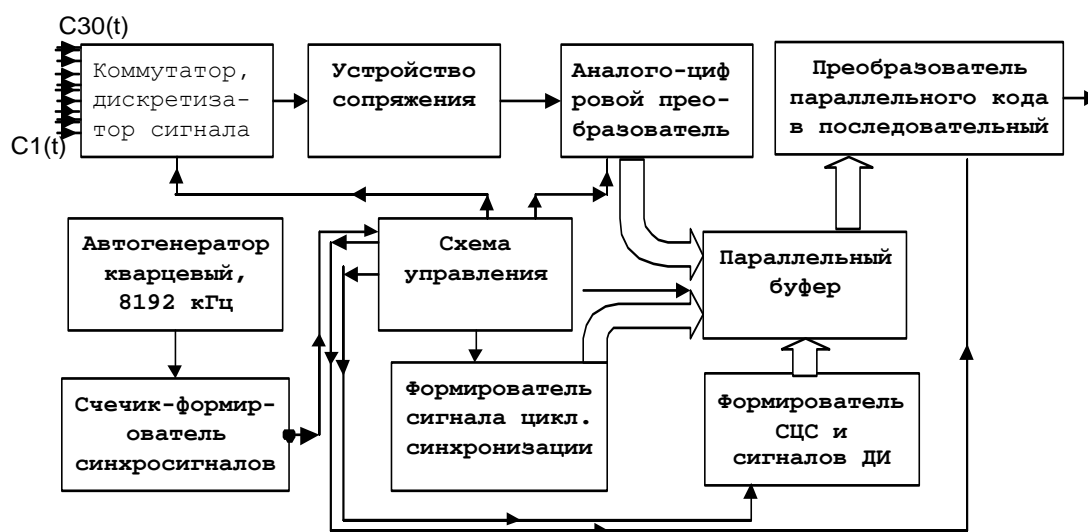


Рис.1 Функциональная схема преобразования аналоговых сигналов и формирования первичного цифрового потока 2048 кбит/с

Эта схема является упрощенной по сравнению с ИКМ 30. Из Рис.1 видно, что сигнал $c_k(t)$ поступает сразу на коммутатор, который переключаясь последовательно с канала на канал, осуществляет одновременно дискретизацию сигнала. Следующее на схеме устройство сопряжения необходимо для того, чтобы во-первых, обеспечить согласование уровней входного сигнала и рабочих уровней АЦП, и, во-вторых, обеспечить необходимую развязку аналогового входа и цифрового выхода. Наконец, заключительным этапом преобразования аналогового сигнала является его квантование по уровню аналого-

цифровым преобразователем. В данном лабораторном макете выполняется простейшее равномерное квантование с числом уровней квантования равным 256, так что в результате каждое значение $s(t)$ представляется восьмиразрядным двоичным числом появляющимся на выходе АЦП в параллельном коде. Число таких значений в одном цикле равно числу информационных каналов, т.е. 30. Таким образом число информационных символов, содержащихся в цикле равно $30 \cdot 8 = 240$. К этим символам, в соответствии с описанной выше структурой первичного цифрового потока, должно быть добавлено еще 16 символов. 8 символов, содержащих 7 символов синхрогруппы системы цикловой синхронизации, вводятся перед началом опроса информационных каналов в цикле, еще 8 (табл. 1) после опроса первых 15 каналов. Введение этих символов в единый цифровой поток достигается с помощью параллельного буфера на рис.1, который по сигналам от схемы управления, формирует на выходе либо байты информационных сигналов, поступающие с выхода АЦП, либо кодовые комбинации со схем формирования синхросигналов, сигналов ДИ, сигналов управления и взаимодействия (СУВ). Управление работой этих устройств осуществляется схемой управления. В свою очередь правильная синхронная работа системы управления обеспечивается наличием в системе высокостабильного (кварцевого) генератора и счетчика формирователя последовательности временных интервалов.

С выхода параллельного буфера сигналы поступают на преобразователь параллельного кода в последовательный. Каждый байт информации преобразуется в каналный интервал, содержащий 8 двоичных символов следующих с частотой 2048 кГц. Длительность каналного интервала - $125/32 = 3.9$ мкс, частота следования - 64 кГц. Цифровой поток на выходе устройства и образует первичный групповой тракт передачи информации.

4. Элементная база и организация взаимодействия блоков

Центральным элементом преобразования аналоговых сигналов на Рис.1 безусловно является АЦП. При выборе типа АЦП необходимо учесть его разрядность, которая в данном случае должна равняться 8 и его время преобразования. Так как длительность каналного интервала равна 3.9 мкс, то с учетом затрат времени на буферизацию преобразуемых сигналов, время преобразования должно быть по крайней мере в два раза меньше этой величины. Это обусловлено тем, что для однозначного определения уровня на выходе АЦП сигнал на ее входе должен быть неизменным требуемое время. Из различных ТТЛ АЦП наиболее подходящим является АЦП фирмы MAXIM марки MAX153, восьмиразрядное АЦП, с временем преобразования не более 660нс.

Функциональная схема АЦП MAX153 представлена на рис. 2.

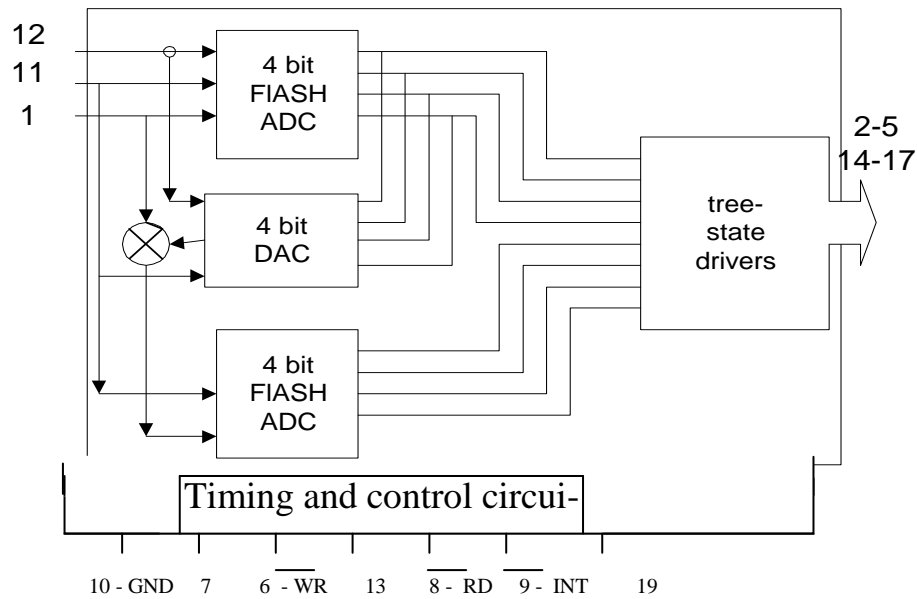


Рис.2 Внутренняя структура АЦП MAX153

Как видно из этой схемы АЦП MAX153 относится к классу последовательно - параллельных АЦП . Может запитываться как от -5В , так и от $+5\text{В}$ но в данной схеме напряжение питания равно $+5\text{В}$. При этом на контакт 12 подается напряжение $U_0=+5\text{В}$, а контакт 11 заземлен. Соответственно АЦП преобразовывает только униполярные сигналы и входной сигнал АЦП (на Рис.2 контакт 1) может изменяться от 0 до $+5\text{В}$. АЦП использует два 4-х битных аналого-цифровых преобразователя, которые увязаны между собой для выдачи 8 битного кода. Из структурной схемы легко понять, как работает АЦП. В первый момент времени первый встроенный АЦП вырабатывает старшие 4-е бита кода. Это цифровое значение преобразуется, с помощью встроенного ЦАП, в аналоговую форму и сравнивается затем с входным сигналом. На втором этапе полученная разница оцифровывается вторым АЦП и вырабатываются 4 младших бита кода. 8 бит выходного кода появляются на контактах 2-5 и 14-17. Данная АЦП работает с ИМС изготовленными по ТТЛ, КМОП технологиям без каких либо согласующих устройств.

Управление АЦП (MAX153) осуществляется сигналами WR, RD. Т.к. оцифровку необходимо осуществить до начала канального интервала, в котором эти данные будут переданы, то отсчет моментов поступления этих сигналов должен проводиться от начала предыдущего канального интервала. Из справочных данных следует, что время записи должно лежать в пределах $0.280 - 10 \text{ мкс}$, считывания 205 нс , задержка между двумя операциями более 350 нс . Временные диаграммы процессов записи и считывания в АЦП представлены Рис.3

В третьих между низкоомной аналоговой цепью и высокоомным входом АЦП должна существовать достаточная развязка, чтобы исключить сильное влияние аналоговой цепи на цифровую часть схемы.

В качестве устройства сопряжения аналогового входа и АЦП, чаще всего используют операционные усилители. В данном устройстве применен быстродействующий операционный усилитель КР574УД1. Принципиальная схема устройства сопряжения представлена на Рис.4.

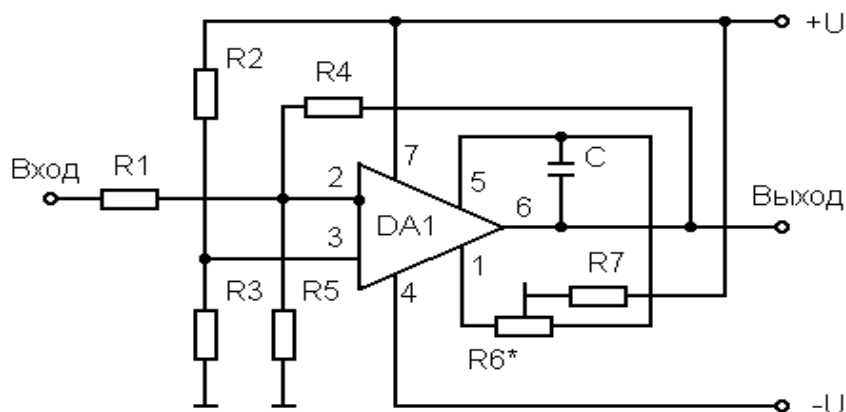


Рис.4 Принципиальная схема устройства сопряжения

Как видно операционный усилитель (ОУ) включен по дифференциальной схеме. Входной сигнал через делитель R_1-R_5 поступает на инвертирующий вход 1 ОУ. На неинвертирующем входе 2 ОУ через делитель R_2-R_3 от источника +15В создается опорное напряжение $U_{оп}$. В силу основного уравнения ОУ, связывающего потенциалы в точках 1, 2, 3 - $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, а именно:

$$\varphi_3 = K * (\varphi_2 - \varphi_1) \quad (1),$$

где K для ОУ имеет порядок величины 10^4-10^5 . Проводя расчет схемы на Рис.4, нетрудно получить выходное напряжение на выходе ОУ и затем сигнала на выходе АЦП $U_{ВЫХ}$ как функцию напряжения на входе коммутатора $U_{ВХ}$:

$$U_{ВЫХ} = A - B * U_{ВХ} \quad (2).$$

В формуле (2) постоянные A и B очевидно зависят от параметров схемы Рис.2. Правильно выбрав эти параметры, можно добиться того, что при изменении $U_{ВХ}$ в интервале

$$-15 \geq U_{ВХ} \geq +15 \text{ В}$$

напряжение на входе (а также на выходе) АЦП будет изменяться в интервале

$$0 \geq U_{ВЫХ} \geq +5 \text{ В}.$$

Учитывая, что ОУ имеет высокое входное сопротивление, приходим к заключению, что приведенная схема сопряжения полностью удовлетворяет требованиям к этому устройству.

Все остальные функциональные блоки на схеме Рис.1, за исключением кварцевого автогенератора, реализованы на одной микросхеме - программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) MAX 7000S ALTERA. Эта микросхема является одним из новейших технических достижений, разработана компанией << Altera Corporation >> и основана на архитектуре многоблочных матриц (multiple array matrix - MAX). Микросхема имеет минимальные времена задержки не превышающие 10 нс. Внутренняя структура микросхемы построена так, чтобы задержки минимизировались. Поэтому при использовании этой микросхемы проблем с задержками не возникает. Программирование микросхемы ведется с помощью интерфейса MAX + PLUS2 9.01. Графический редактор этого интерфейса позволяет создавать схемы, используя как уже готовые формы, так и созданием новых форм, которые вносятся в библиотеку форм. В библиотеке имеются таким образом стандартный набор примитивных элементов и набор библиотечных элементов из наиболее часто повторяющихся схем. Из этих элементов могут быть собраны практически любые цифровые схемы. После составления схемы, проводится компиляция программы, выявляются и исправляются ошибки. Затем программа определяет временные задержки прохождения сигналов по основным путям схемы и выдается таблица задержек. После этого этапа программирования устройство, содержащее ПЛИС, через JTAG интерфейс подключается к компьютеру и откомпилированная структура заносится в ПЛИС. При этом проводится отладка устройства и схема может быть модифицирована любое число раз до тех пор, пока к ПЛИС приложено напряжение. Эта программа хорошо отработана, удобна в эксплуатации, но, при достаточно сложной программе прошивки, требует использования большого набора средств и следовательно достаточного инженерного опыта работы.

Таким путем были созданы все буферы на схеме на функциональной схеме Рис.1 и схемы формирования синхросигналов и схемы управления. Рассмотрим параллельный буфер. Данный буфер является тристабильным элементом и может использоваться, как выходной элемент для нагрузки на линию. За прототип была взята библиотечная микросхема 74373 и переделана затем под управление аналогичное отечественной микросхеме К1533ИР22. Прототип данной микросхемы спроектирован специально для обеспечения возможности работы на магистраль (благодаря наличию выхода с тремя состояниями) в системах с магистральной организацией, все это позволяет использовать ее в качестве регистра, регистра ввода-вывода магистрального передатчика и т.д. Входная часть регистров- это 8 D-триггеров со входом разрешения параллельной записи. Базовый элемент микросхемы - D-триггер - спроектирован по типу проходной защелки. При высоком уровне напряжения на входе стробирования С (Рис.5) информация проходит со входа на выход микросхемы минуя триггер, отсюда ее высокое быстродействие.

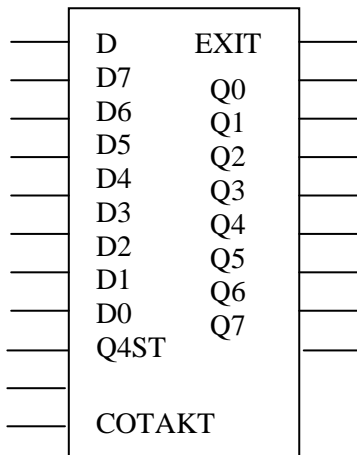


Рис.5. Параллельный буфер

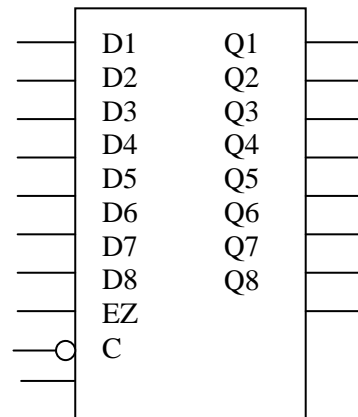


Рис.6 Преобразователь параллельного кода в последовательный

При подаче напряжения низкого уровня на вход С включается обратная связь и регистр переходит в режим хранения. Высокий уровень напряжения на входе EZ переводит выходы микросхемы в высокоимпедансное состояние, при этом, однако, в регистр может записываться новая информация или храниться предыдущая.

Преобразователь параллельного кода в последовательный построен на прототипе зарубежной микросхемы 74165 (аналог 1533ИР9), (Рис 6). Данная микросхема представляет собой восьмиразрядный сдвиговый регистр с параллельной записью и имеет два режима работы: параллельная загрузка и сдвиг. Параллельная загрузка информации в триггеры осуществляется при наличии на входе СОТАКТ высокого уровня напряжения, причем загрузка осуществляется асинхронно. После установки низкого напряжения на входе СОТАКТ по положительному фронту тактового импульса (вход Q4ST) осуществляется считывание информации, т.е. происходит сдвиг и на выходе EXIT появляется сигнал в последовательном коде.

Рассмотрим теперь работу системы управления. Исходным элементом этой системы является задающий генератор обеспечивающий синхронизацию работы всех блоков системы. Для получения необходимых временных интервалов минимальная длительность управляющего импульса должна быть равной 122 нс. Соответственно частота следования таких импульсов составит 4096 кГц. Удобно, однако выбрать максимальную частоту в два раза большую - 8192 кГц, поскольку эта частота обеспечена кварцевыми резонаторами используемыми в технике ИКМ связи.

Для формирования тактовых прямоугольных импульсов с частотой повторения 8,192 МГц и заданной стабильностью, использована стандартная схема кварцевого автогенератора. Схема генератора представлена на рисунке 7.

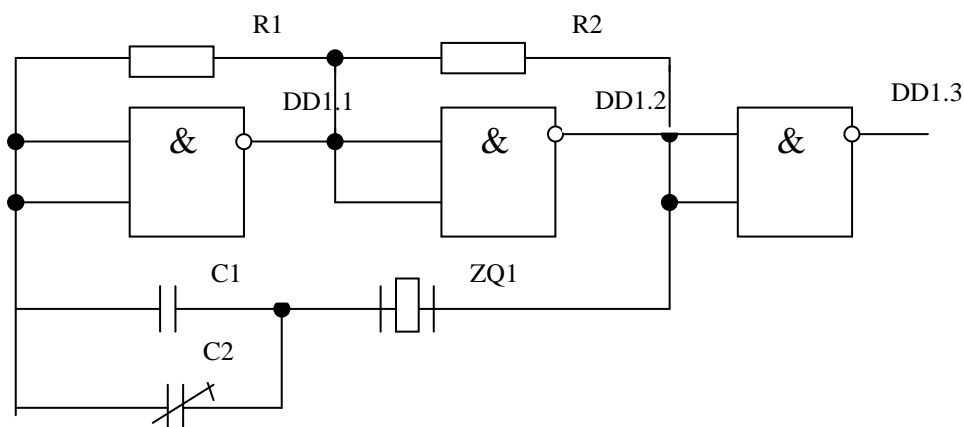


Рисунок 7 - Схема формирователя тактовых импульсов

Генератор выполнен на 3-х логических элементах И-НЕ микросхемы 1533ЛА3. В данной схеме на элементах DD1.1, DD1.2 собран собственно генератор тактовых импульсов (ТИ), частота автогенератора стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1, работающем на частоте 8,192МГц. Резисторы R1, R2 переводят элементы DD1.1, DD1.2 в линейный режим работы, необходимый для автогенерации. Конденсаторы C1 и C2 образуют последовательный контур с кварцевым генератором.

Для получения сигналов управления начиная от коротких, менее длительности КИ, и длинных, связанных с выбором КИ конкретного номера, в системе (Рис.1) используется счетчик формирователь синхросигналов. Основным здесь является счетчик делитель на 2. В качестве такого делителя использован счетчик, выполненный в интегральном исполнении и прошиваемый в ПЛИС. Базовыми элементами в данной схеме являются D-триггеры, включенные по схеме деления на два. Схема соединения синхронная и позволяет получить полностью синхронное изменение адресной команды на выходе формирователя, с задержкой равной 15нс.

Таким путем формируются синхросигналы Q2, Q4,.....Q32, Q64,.....Q512, Q1024, необходимые для формирования схемой управления сигналов управления. Пример системы сигналов Qi в области малых времен приведен на Рис. 8. На этом же рисунке показаны также некоторые сигналы управления.

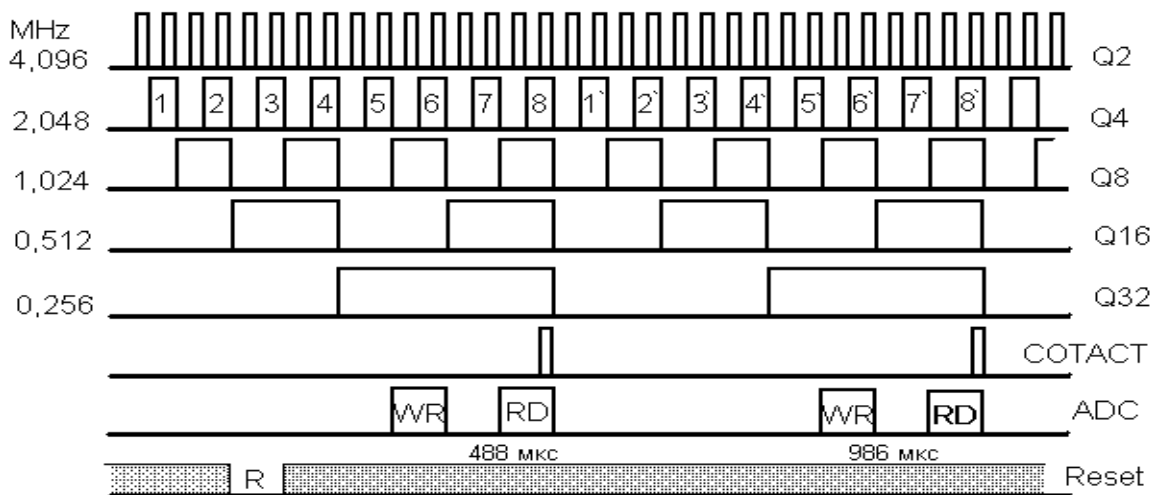


Рис.8. Система синхросигналов в области малых времен и некоторые сигналы управления (АЦП)

Синтез схем управления проводится на основе составления Булевых функций переменных Q_i . Каждому сигналу управления соответствует своя функция, которая может быть получена исходя из требований к управляющему сигналу и его соответствия системе синхроимпульсов Q_i . Так например, из рассмотрения на рис.8 управляющего сигнала записи WR в АЦП

$$WR = Q8 \wedge \overline{Q16} \wedge Q32 \quad (3)$$

Аналогично записываются Булевы формулы для всех управляющих сигналов. Каждой такой формуле затем, очевидным образом, сопоставляется электрическая схема, реализующую эту функцию. Например, используя формулу (3), для сигнала записи информации в АЦП (сигнал НЕ WR на ножке 6 АЦП) схема формирования сигнала управления записью будет (Рис.9)

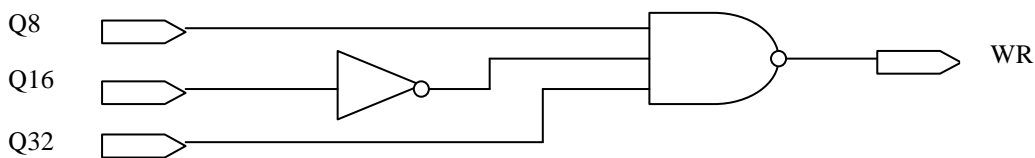


Рис.9 Схема формирования сигнала управления записи информации в АЦП

Таким же образом синтезируются все остальные схемы управляющих сигналов, таких, например, СОТАКТ, RD, сигналы выделения КИ0, КИ16, и др. Все синтезированные схемы управления прошиты в ПЛИС.

Лабораторный макет формирователя имеет существенные добавления к функциональной схеме аппаратуры ИКМ 30. В схему введены дополнительные функциональные блоки, позволяющие обеспечить доступ к любому КИ и отображения содержания информации.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

5.1. Перед началом работы необходимо :

- а) вспомнить основной лекционный материал по теме лабораторной работы;
- б) внимательно ознакомиться с настоящим описанием, выполнить все указанные ниже задания, провести необходимые расчеты и спроектировать по заданию, полученному предварительно у преподавателя, схемы формирования сигналов управления ;
- в) изучить описания используемой аппаратуры и правила работы с нею;
- г) пройти собеседование с преподавателем и получить допуск на начало работы.

5.2. Проверить подключение блока питания к блоку формирования цикла, включить блок питания. По сигнализации на передней панели прибора, убедиться в подаче напряжений на прибор.

5.3 С помощью частотомера Ч 3-34А проверьте работу системы синхронизации. Результаты измерений занесите в таблицу, а в выводах по работе дайте объяснение этих результатов.

5.4 Для указанных преподавателем номеров трех канальных интервалов определите экспериментально характеристику (формула (2)) аналого-цифрового преобразования. Составьте план эксперимента, проведите необходимые измерения используя систему индикации макета. Данные занести в таблицу как в двоичном коде, так и в форме десятичных чисел.

5.5 Пользуясь данными п.5.4 , определите константы А и В . Найдите средне-квадратичные ошибки в определении А и В и $U_{\text{вых}}$. Сравните полученную ошибку $\Delta U_{\text{вых}}$ с ошибкой квантования.

5.6 Исследуйте сигналы в нулевом и 16 -ом канальных интервалах . Результат запишите в двоичном коде. Поясните полученные данные.

5.7 Для канального интервала с номером, заданным преподавателем, снимите характеристику преобразования $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$. Подать контрольные напряжения с боковой панели “Опорные напряжения” на вход информационного КИ, изменяя их в пределах от -6 В до +6 В. Снять полученные данные с системы индикации и построить характеристику аналого-цифрового преобразования с КИ, указанную преподавателем. При этом **входное напряжение изменять строго в пределах ± 6 В.** Сравните характеристику преобразования с прямой полученной в п.5.5

5.8. С помощью осциллографа С1-75 просмотрите выходной цифровой поток с последовательным коде. Для этого введите в 1-ый и 2-ой каналы сигналы с характерным кодом (резко отличающимся от сигналов в других каналах). Просматривая затем цифровой поток на экране осциллографа, выделите эти канальные интервалы, найдите затем 0-ой и 16-ый канальные интервалы, просмотрите в последовательном коде также содержание других канальных интервалов, сделайте зарисовки с экрана на кальку, сравните эти данные с прямыми отсчетами сигналов в параллельном коде . Определите временные параметры сигнала.

Примечание:

Порядок работы с осциллографом следующий: с последовательного выхода устройства сигнал подать через тройник на 2 входа осциллографа С1 - 75: 1. вход синхронизации “синхр.” и 2. сигнальный вход “вход” канала Б. Выставить переключателем “Время/см” значение $10 \mu\text{с}$. Переключатель V/см поставить в положение 0,5. Установить переключатель “Внеш. - Внутр.” в положение “Внеш.”. Переключатель “Растяжка” установить в положение “X10”. Ручкой “←→” развертки найти изображение числовой последовательности n -го КИ на экране осциллографа.

6. ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ ПРОРАБОТКУ

1. Получите выражения для коэффициентов А и В в уравнении (2). Предполагая дискретизацию сигнала и его передачу коммутатором идеальными определите все параметры схемы сопряжения.
2. По заданию преподавателя составьте схемы формирования следующих сигналов управления:
 - 2.1 Сигнала СОТАКТ;
 - 2.2 Сигнала RD- чтение (управление АЦП);
 - 2.3 Сигнала управления “1” определяющий начало 0-го КИ;
 - 2.4 Сигнала управления “2” определяющий начало 1-го КИ;
 - 2.5 Сигнала управления “3” определяющий начало 16-го КИ;
 - 2.6 Сигнала управления “4” определяющий начало 17-го КИ;
 - 2.8 Сигнала управления “R” (Reset) сигнал, используемый для сброса (очистки) элементов при переходе в начальное состояние (0- КИ).

7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- Описание принципов построения формирователей первичного группового потока
 - основные функциональных блоки, требования к ним и характеристики
 - теоретические соотношения для проектирования преобразователя аналогового сигнала в цифровую форму (вывод формулы (2))
 - схему формирования сигнала управления (по заданию преподавателя):
 - план эксперимента по нахождению параметров А и В формулы (2)
 - таблицы и графики для экспериментальных данных по п. 5.3 - 5.7, результаты обработки этих данных
 - осциллограммы сигналов по п 5.8 и результаты их обработки
 - обсуждение результатов и выводы по работе

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные параметры цифрового потока системы ИКМ-30.
2. Где на функциональной схеме Рис.1 должны обязательно присутствовать буферные элементы ?
3. Назовите основные отличия системы формирования цикла на рис.1 от стандартной аппаратуры ИКМ-30 ?
4. Из каких соображений выбирается частота автогенератора на рис.1 ?
5. На Рис.3 представлены возможные значения длительностей сигналов управления использованным АЦП . Какие значения длительностей этих сигналов наиболее целесообразны в данном случае?
6. Назовите назначение и принцип выбора элементов схемы сопряжения (рис. 4).
7. Назовите все структурные элементы АЦП на схеме рис.2 и поясните его принцип действия.
8. Поясните назначение выводов на схеме рис.2.
9. Поясните структуру формулы (2) ?
10. Поясните, как реализован в макете параллельный буфер?
11. Поясните, как реализован в макете преобразователь параллельного кода в последовательный ?
12. Поясните работу автогенератора макета.
13. Поясните принцип проектирования схем формирования управляющих сигналов.
14. В каком коде получают сигналы на выходе данного макета ?
15. Что должен включить в себя план эксперимента по п. 5.4 ?
16. Какой сигнал передается в 0-КИ ? В 16 КИ ?
17. Какие спектральные компоненты сигнала должны обязательно быть на выходе формирователя и каких ожидать нельзя ?
18. Какова теоретическая ошибка квантования в данном макете ?
19. Почему могут быть различия между теоретической оценкой ошибки квантования и экспериментально найденной оценкой ошибки $\Delta U_{\text{вых}}$?
20. При просмотре сигнала в последовательном коде необходимо ввести в 1-й и 2-ой канал необходимо ввести некоторые сигналы. Какие сигналы предпочтительны ? Как их найти?

ЛИТЕРАТУРА

1. Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи. Учебное пособие.- С-Пб : Лань, 2010. – 272 с.
2. Фокин В.Г. Оптические системы передачи и транспортные сети. Учебное пособие .- М.: Эко-Трендз, 2008. -288 с.
3. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи (4-е, дополненное издание)- М. : Эко-Тренд, 2007. -512 с..

4. Оптические цифровые телекоммуникационные системы: учебно-методическое пособие по практическим занятиям// Коханенко А.П., Шарангович С.Н. / Под ред. С.Н. Шаранговича – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2007. -78 с.
5. Н.Н. Баева Многоканальная электросвязь и РРЛ: Учебник для вузов.- М.: Радио и связь , 1988. или Многоканальные системы передачи./ Под ред. Н.Н. Баевой и В.Н. Гордиенко. -М.:Радио и связь, 1997.
6. 4. И.Р. Берганов, В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи. М.: Радио и связь,-1989.