

Лабораторная работа № 2

Формирование цифровых потоков данных и их мультиплексирование

Цель работы: Изучение принципов формирования цифровых потоков данных и принципов их мультиплексирования.

Подготовка к лабораторной работе:

1. Повторить конспект лекций
2. Изучить соответствующие разделы в литературе:
 - 1) Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 944 с.
 - 2) Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи: Учебник. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург 2014 г.– 401 с. – Электронное издание.
 - 3) Олейник П. Корпоративные информационные системы. Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2011 г. – 176 с.
 - 4) Величко В. В. Основы инфокоммуникационных технологий: учеб. пособие для вузов / В. В. Величко, Г. П. Катунин, В. П. Шувалов. М.: Горячая линия Телеком, 2009.
 - 5) Бестугин А. Р., Богданова А. Ф., Стогов Г. В. Контроль и диагностирование телекоммуникационных сетей – СПб: Политехника, 2003.

Порядок выполнения работы:

Запуск Simulink.

- Запустите программу MATLAB, в панели инструментов щелкните по кнопке Simulink либо введите в командной строке MATLAB команду simulink. Откроется окно библиотеки Simulink (Simulink Library Browser).

1. Формирование цифрового потока данных.

С помощью блоков Simulink сгенерируйте аналоговый гармонический сигнал с частотой 1.5 кГц, амплитудой 3 В. Будем считать, что данный аналоговый сигнал поступил от источника данных. Чтобы сформировать цифровой поток данных, необходимо произвести аналого-цифровое преобразование этого сигнала. Используя блоки Simulink, поэтапно оцифруйте сигнал (выполните операции дискретизации, квантования, кодирования).

Примечание. Используйте блоки sine-wave function, Zero-order-holder, Quantizer, Uniform Encoder, Integer to Bit Converter. Настройте параметры блоков таким образом, чтобы у вас получился АЦП с частотой

дискретизации 8 кГц, разрядностью 8 бит. Задайте длительность симуляции 1 с.

2. Декодирование цифрового потока

Произведите цифро-аналоговое преобразование битового потока данных из п.1. С помощью блока Scope посмотрите как выглядит сигнал на выходе sine-wave function и после цифро-аналогового преобразования. Если все выполнено правильно, сигналы должны быть практически одинаковыми.

3. Моделирование воздействия помех на сигнал в линии связи.

Имитацию линии связи необходимо осуществить с помощью блока AWGN. Этот блок необходимо вставить между АЦП и ЦАП. Самостоятельно исследуйте как меняется сигнал после ЦАП, при разных задаваемых параметрах этого блока. Получившаяся система связи является одноканальной. Корректность работы системы можно оценить сравнив сигналы на передаче и приеме.

4. Многоканальная система передачи

Будем считать, что мы должны по одной линии связи одновременно передавать сигналы от разных абонентов. Используя блок Signal Generator, сгенерируйте последовательности импульсов прямоугольной формы, треугольной и случайной. В итоге нам необходимо будет передать по одной линии связи сигналы от 4-х абонентов (4 сигнала: один гармонический + 3 последовательности импульсов прямоугольной формы, треугольной и случайной). По аналогии с п.1-3 сформируйте 4-х канальную систему передачи, используя блоки Mux и Demux. В блоке Signal Generator задайте частоту следования импульсов 500 Гц для всех видов импульсных последовательностей, в блоке ZOH частоту дискретизации 2000 Гц. Корректность работы системы можно оценить, сравнив сигналы на передаче и приеме.

5. Оценка качества передачи.

Задайте в линии связи помехи такой мощности, чтобы сигналы на приеме выглядели немного искаженными. Используя блоки «To Workspace» экспортируйте битовые потоки на входе и выходе линии связи. В блоке To Workspace установите save format - Array. В командном окне MATLAB по двум полученным массивам вычислите число ошибочных битов и коэффициент ошибок BER. Для получения значения BER более близкого к реальному, число передаваемых бит должно быть большим. По необходимости можете увеличить длительность симуляции.

В построенной модели 4-х канальной системы передачи используются однородные потоки данных, с одинаковыми параметрами. Усложним модель, используя разнородные виды трафика.

6. Формирование цифрового потока данных в случае передачи речевого сообщения (телефония)

- Выберите тестовый звуковой сигнал, содержащий только речь (например, можете записать свой голос, перечисляя вслух цифры от 0 до 5 или произнести любую фразу).
- Импортируйте данные из workspace MATLAB в Simulink, используя блок from workspace (далее будем считать далее этот блок источником речевого сообщения).
- Используя блоки Simulink, сформируйте сигнал, удовлетворяющий параметрам канала тональной частоты:
 - частота дискретизации сигнала;
 - число уровней квантования сигнала;должны иметь значения, которые определены ITU-T для основного цифрового канала.
- В результате необходимо получить битовый поток данных речевого сигнала.

7. Формирование цифрового потока данных в случае передачи аудио сигнала (передача аудиофайлов, радиовещание).

- Выберите любимую песню, с помощью онлайн конвертера вырежьте 5 секундный фрагмент данной песни.
- Импортируйте данные из workspace MATLAB в Simulink, используя блок from workspace (далее будем считать далее этот блок источником музыкального сообщения).
- Используя блоки Simulink, сформируйте сигнал, удовлетворяющий параметрам сигнала радиовещания.
- В результате необходимо получить битовый поток данных аудио сигнала.

8. Формирование цифрового потока данных в случае передачи сигнала телеметрической информации от датчика (IoT).

- Выберите сигнал, полученный от какого-либо датчика. К примеру, можно сформировать похожий сигнал (смотрите Figure 6) в публикации <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/9/2090/htm>

- В результате необходимо получить битовый поток данных соответствующий сигналу датчика.

9. Многоканальная система связи для передачи сигналов различных приложений

Постройте модель многоканальной системы связи и смоделируйте передачу сигналов различных приложений из п.6-8 с разными параметрами. Оцените работу данной системы со стандартными блоками Mux и Demux. Если в новой системе возникли какие-либо проблемы, подумайте, как можно устранить их.

Содержание отчёта по лабораторной работе:

1. Титульный лист
2. Цель лабораторной работы.
3. Схема многоканальной системы передачи
4. Рисунок, поясняющий как меняется поток данных на входе и выходе Mux
5. График речевого сигнала
6. График аудио сигнала
7. Многоканальная система связи для передачи сигналов различных приложений

Контрольные вопросы:

- 1) Как рассчитывается частота дискретизации для канала тональной частоты, чему равна частота дискретизации для телефонного сигнала согласно международному стандарту?
- 2) Что такое период дискретизации, и чему он должен быть равен из условия теоремы Котельникова?
- 3) Что такое частота дискретизации и чему она должна быть равна из условия теоремы Котельникова?
- 4) Что такое динамический диапазон АЦП?
- 5) Поясните принцип работы систем с ЧРК.
- 6) Приведите примеры систем связи с ЧРК.
- 7) Поясните принцип работы системы с ВРК.
- 8) Какие способы разделения каналов нашли наибольшее распространение в современных системах связи?
- 9) Приведите примеры видов систем связи, где используется ВРК.
- 10) Для чего передают импульсы синхронизации?
- 11) Каковы особенности построения радиосистем с ВРК?