**Лабораторное занятие по теме: «Методы объединения цифровых потоков»**

**1 Цель работы.**

1 Исследование принципов объединения цифровых потоков;

2 Исследование возникновения временных сдвигов и неоднородностей

**2 Подготовка к работе.**
Изучить теоретический материал изложенный в разделе 1.9 «Объединение цифровых потоков».

**3 Теоретические сведения.**

Интенсивное развитие цифровых систем передачи (ЦСП) объясняется их существенными преимуществами перед аналоговыми системами передачи. Благодаря регенерации передаваемых сигналов, искажения в пределах регенерационного участка ничтожны. Поэтому качество передачи практически не зависит от длины линии связи. Параметры каналов не зависят от структуры сети.
К настоящему времени уже сложилась и нормализована МСЭ-Т иерархия цифровых систем передачи – первичные, вторичные, третичные и четверичные системы.
Первичные строятся на принципе импульсно-кодовой модуляции передаваемых непрерывных сигналов. Цифровые системы передачи второй и более высоких ступеней иерархии строятся на принципе объединения цифровых потоков, сформированных в ЦСП более низких ступеней иерархии. При этом скорость результирующего потока получается в 4 раза больше скорости исходных потоков.
Временное группообразование может быть осуществлено синхронным или асинхронным способом. На современном этапе внедрения ЦСП на сети связи в основном применяется последний способ, однако при этом, как правило, обеспечивается возможность перехода к синхронному режиму работы.
При асинхронном временном группообразовании объединяемые цифровые потоки обычно являются плезиохронными, т.е. передаются с одинаковой номинальной скоростью, но мгновенные значения скорости передачи из-за нестабильности местных задающих генераторов могут изменяться в некоторых пределах.
В процессе объдинения цифровых потоков осуществляется их запись в запоминающее устройство с частотой Fз, равной тактовой частоте входного сигнала, а затем считывание с частотой Fсч, кратной тактовой частоте входного сигнала.
Если Fз > Fсч, то временной интервал между моментами записи и считывания постепенно уменьшится до некоторого минимального значения, а при следующем считывании окажется максимальным. В результате в считанной последовательности произойдет положительный временной сдвиг. При этом в считанной последовательности появится позиция, не несущая информации, которая на приеме убирается из потока.
Если Fз < Fсч, то происходит обратный процесс временной интервал между моментами записи и считывания увеличивается до тех пор. Пока не достигнет максимального значения, а при следующем считывании он оказывается минимальным. Вследствие этого произойдет отрицательный временной сдвиг в считанной импульсной последовательности. При этом один импульс записи передается по дополнительному каналу (служебному) и только на приеме восстанавливается в потоке.
Для примера, в аппаратуре ИКМ-120 четыре первичных цифровых потока со скоростью 2048 кбит/с объединяются в один поток со скоростью 8448 кбит/с.

**4 Задание к работе.**

Решить задачу.

Рассчитать число информационных символов между временными сдвигами и период временного сдвига, а также период неоднородности согласно данных варианта. Определите, какое согласование скоростей потребуется для устранения возникшей неоднородности

Таблица 1 Варианты для решения задачи.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № варианта (последняя цифра студенческого билета) | Период записи Тз, мкс. | Период считывания Тсч, мкс. |
| 0 | 19 | 15 |
| 1 | 25 | 19 |
| 2 | 13 | 11 |
| 3 | 59 | 45 |
| 4 | 54 | 50 |
| 5 | 37 | 32 |
| 6 | 61 | 55 |
| 7 | 42 | 37 |
| 8 | 29 | 24 |
| 9 | 38 | 31 |

 При решении задачи следует использовать следующие соотношения:

Число информационных символов между временными сдвигами можно рассчитать по следующим формулам:

Где:

fсч – частота считывания,

fз – частота записи.

П – целое, число информационных символов между временными сдвигами в однородном цифровом потоке;

±  - тип возникшей неоднородности (положительная или отрицательная). Следует помнить, что положительная неоднородность для своего устранения требует отрицательного согласования скоростей, а отрицательная неоднородность – положительного.

n  -   количество  возникших неоднороднстей;

l – количество периодов временного сдвига в периоде неоднородности.

Период временного сдвига рассчитывается по формуле:

Период неоднородности рассчитывается по формуле:

5. Выполнение работы

5.1.В папке «Объединение потоков» запустить файл Ор.exe.

5.2. Изучить теоретический раздел «Мультиплексирование в PDH»

5.3. Перейти к разделу «Объединение потоков».

 - Изучить краткую теорию;

- решить задачи №1, 2, 3. В отчете по лабораторной работе привести скриншоты с решением задач и результатами решения.

- выйти в меню.

5.4. Перейти в пункту «Временные сдвиги»

– Изучить теорию по вопросам «Временные сдвиги» и «Неоднородности»

– Решить задачи **№1, №3, №4.** Решение задач №2 и №5 – по желанию.

– Привести решение задач, скриншоты с результатами решения.

– **Внимание!** При решении задач №3 и №4 следует вводить ответ Тн без учета n\*Тсч, т.е. рассчитанный по упрощенной формуле:

– Ответы Твс и Тн в задачах 1 и 3 вводятся в мкс.

– При решении задачи №4  при расчете R правильно выразите целую и дробную часть числа, с учетом типа указанного согласования скоростей.

Например, если при расчете получилось R=17,5 и указано, что для устранения неоднородности применяется положительное согласование скоростей, то Вы должны сделать вывод, что неоднородность – отрицательная, а значит .

5.5.  Выйти в меню и перейти к пункту «Тест»

Вам будет предложено ответить на 10 вопросов,  время каждого ответа ограничено (шкала времени находится с правой стороны экрана). Вы должны ответить правильно как минимум на 8 вопросов из 10.

Приведите скриншот с результатом тестирования.

**6. Отчет по лабораторной работе должен содержать:**

6.1 Цель лабораторной работы

6.2 Решение задачи предварительного расчета

6.3 Скриншоты решения задач №1, 2, 3 пункта «Объединение потоков» с результатами решения.

6.4 Решение задач №1, 3, 4 пункта «Временные сдвиги», скриншоты с результатами решения.

6.5 Скриншот с результатом тестирования

**Лабораторное занятие по теме: «Нелинейный кодер»**

**1.**   **Цель работы.**Целью работы является изучение работынелинейного кодера.

**2.**   **Подготовка к работе.**
**.....**2.1 Изучить теоретический материал изложенный в разделе 1.5 «Нелинейный кодер».

**3.**   **Выполнение работы**

3.1   Запустить программу Start  в папке “Нелинейный кодер»

3.2   Ввести в предложенное поле «Студент1» свою фамилию, инициалы, № группы

3.3   Изучить теоретический материал, предложенный программой

3.4    В конце теоретического раздела нажать ссылку «Перейти к вводному тесту»

3.5   Вводный тест содержит 10 вопросов.

Чтобы правильно ответить на вопросы вводного теста, следует помнить следующее:

- если не указан шаг квантования, считать его равным Δ=1 В;

- максимальное напряжение квантованного сигнала рассчитывается по формуле -1)\*Δ, где m – разрядность кода;

-если предложено закодировать отсчет натуральным кодом, без указания разрядности кодовой комбинации, закодировать отсчет следует кодом с минимально возможным числом разрядов.

Вопросы и ответы на них следует занести в отчет.

Привести скриншот результатов вводного теста.

Тест считается пройденным, если Вы правильно ответили на 9 вопросов из 10.

3.6    После прохождения вводного теста можно перейти к демонстрации работы кодера, пояснив для себя работу схемы.

3.7    Перейти к практике кодирования. В работе следует закодировать отсчет, выбранный согласно варианту по последней цифре студенческого билета.

Варианты для выполнения кодирования отсчета:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| UАИМ, мВ | 345 | -777 | 896 | -1033 | 654 | -444 | 2066 | -809 | 1666 | -489 |
| Δ, мВ | 1.2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 5 | 2 | 4 | 3 |

Значения на выходе каждого блока схемы нелинейного кодера  в начале и конце каждого такта кодирования следует внести в отчет.

3.8   Перейти к выполнению итогового теста можно только после безошибочного выполнения кодирования отсчета.

3.9   При выполнении итогового теста следует помнить следующее:

- если не указан шаг квантования, считать его равным Δ=1 В;

-если спрашивается название блока нелинейного кодера, следует вводить его полное название (не аббревиатуру) маленькими буквами.

-при определении амплитуды отсчета на выходе  нелинейного декодера с учетом коррекции, к полученной амплитуде отсчета следует добавить корректирующий вес, равный половине шага квантования сегмента. Сложение выполняется по модулю;

- если задано напряжение ограничения, то минимальный шаг квантования нелинейного кодера можно найти по следующей формуле:

- Все вопросы, ответы на них и решение  задач следует привести в отчете.

Тест считается пройденным, если даны правильные ответы как минимум на 8 вопросов из 10.

Скриншот с результатом прохождения итогового теста следует внести в отчет.

**4.**   **Отчет по лабораторной работе должен содержать:**

4.1   Вопросы и ответы вводного теста, скриншот с результатом его прохождения.

4.2   Результаты кодирования отсчета, согласно варианту, с приведением промежуточных результатов в начале и конце каждого такта кодирования.

4.3   Вопросы и задачи итогового теста с решением и ответами. Скриншот результата прохождения итогового теста.

**Лабораторное занятие по теме: «Регенератор»**
 **... 1 Цель работы.**

Целью работы является изучение работы регенератора с полным восстановлением временных соотношений.
 **...2 Подготовка к работе.**

2.1 Изучить теоретический материал изложенный в разделе 1.8 «Регенерация сигналов».
2.2 Изучить структурную схему, принцип работы и назначение основных узлов лабораторного макета.
 **... 3 Теоретические сведения.**

Процесс регенерации цифрового сигнала состоит в опознавании переданных кодовых символов, восстановлении в соответствии с опознанными символами формы, амплитуды и временного положения импульсов и пробелов в регенерируемом сигнале и передаче их на вход следующего регенерационного участка. Опознавание кодовых символов осуществляется методом однократного отсчета, заключаемся в сравнении уровня регенерируемого сигнала с эталонным пороговым уровнем (порогом опознавания) в момент опознавания. Если в момент опознавания уровень сигнала превышает порог, то принимается решение о том, что на вход регенерационного участка был передан импульс, если не превышает –пробел. В процессе опознавания кодового символа, которому соответствует импульс положительной полярности, регенерируемый сигнал сравнивается с положительным пороговым уровнем, отрицательной полярности – с отрицательным пороговым уровнем.
В результате воздействий помех и наличия различных дестабилизирующих факторов на регенерационном участке при регенерации возникают ошибки, представляющие собой неверно опознанные отдельные кодовые символы, и временные флуктуации, представляющие собой неверное восстановление импульсов и пробелов по временному положению. Соответственно качество передачи цифрового сигнала характеризуется коэффициентом ошибок, равным отношению числа ошибочно регенерированных кодовых символов к общему числу регенерационных кодовых символов, и величенной временных флуктуаций, равной отношению смещения временного положения регенерированных импульсов от тактовых точек к длительности тактового интервала. Для получения максимальной вероятности верного опознавания абсолютное значение обоих пороговых уровней в регенераторе выбрано одинаковым и равным половине амплитуды импульса, регенерируемого в условиях полного отсутствия помех и дестабилизирующих факторов на регенерационном участке.

**...4 Описание лабораторного макета.**

Схема лабораторного макета приведена на рисунке 9.1 и состоит из :
Рисунок 9.1 Схема лабораторного макета.
- Корректирующий усилитель (К) – предназначен для коррекции импульсов, искаженных на предыдущем участке кабеля, и усиление их до величены, обеспечивающей надежную работу решающего устройства;
- Разделяющее устройство (РУ) – предназначено для разделения положительных и отрицательных компонентов сигнала, действующего на выходе корректирующего усилителя, с последующим изменением знака отрицательной компоненты так, что на выходах разделяющего устройства действуют два положительных сигнала;
- Пороговое устройство (ПУ) – происходит сравнение полученного из РУ сигнала с пороговым напряжением и ограничение по минимуму на уровне этого порога;
- Схема умножения (&) – происходит перемножение кодовой последовательности со стробирующими импульсами;
- Формирователь импульсов (ФУ) – на его выходе образуются импульсные последовательности, одна из которых представляет собой последовательность положительных, а другая – инвертированных отрицательных регенерированных импульсов;
- Объединяющее устройство (ОУ) – объединяются сигналы, сформированные в ФИ, с учетом знака и усиливаются по мощности, образуя на выходе ОУ регенерированный сигнал;
- Выпрямитель (В) – выпрямляет откорректированную последовательность импульсов цифрового сигнала;
- Узкополосный фильтр выделителя тактовой частоты (ФВТЧ) – на его выходе образуется квазигармоническое колебание тактовой частоты;
- Линия задержки (ЛЗ) – предназначена для того, чтобы строб-импульс попал на середину регенерируемого импульса;
- Формирователь строб-импульсов (ФСИ) – с его помощью из квазигармонического сигнала формируются стробирующие импульсы для управления схемой умножения.

**...
... 5 Методические указания к выполнению работы.**
5.1. Для запуска программы откройте папку Regenegator и запустите файл Regenerator.exe

5.2. Прочитайте пункт меню «Методические указания»

5.3. Прочитайте пункт меню «Теория»

5.4.Выберите пункт «Допуск» и ответьте на вопросы теста (всего 5 вопросов). Повторите данный пункт, если Вы набрали меньше 4-х правильных ответов . Приведите скриншот с результатом тестирования.

5.5 Выберите пункт «Выполнение», зарисуйте структурную схему регенератора.

Приведите временные диаграммы сигнала в 14-ти точках схемы.

5.6 Нажмите кнопку «С ошибкой». Приведите временные диаграммы сигнала в 14-ти точках при регенерации сигнала с ошибкой. Объясните появление ошибки.

5.7 Выберите пункт «Защита».

Студенты с нечетным номером варианта (последняя цифра студенческого билета) решают задачи варианта №1, с четным номером варианта – задачи варианта №2.  Формулы для решения задач и информацию для решения можно найти в верхней строке меню, пункт «Помощь». Дробная часть в задачах №2 и №3 отделяется запятой.

Приведите решение задач и скриншоты с результатами решения.

**6**.**Содержание отчета.**
Отчет по лабораторной работе должен содержать:
**..**- Название лабораторной работы;
**.**- Цель работы;

- Скриншот с результатом допуска к лабораторной работе
**.**- Структурную схему регенератора;
- Осцилограммы в каждой точке схемы при регенерации без ошибки и с ошибкой, с пояснением причины возникновения ошибки.
- Анализ полученных результатов и выводы по проделанной работе;

- Решение задач пункта «Защита» и скриншоты с результатами решения

**7 Контрольные вопросы.**
1. Назначение регенератора?
2. Классификация регенераторов?
3. Поясните отличие регенераторов прямого и обратного действий.
4. Как влияет на структуру регенератора число уровней цифрового линейного кода?
5. Каким образом в регенераторах осуществляется тактовая синхронизация?
6. Укажите причины, приводящие к появлению ошибок на выходе регенератора и фазовому дрожанию цифрового сигнала.
7. Как влияет число регенерационных участков на коэффициент ошибки ЦЛТ?
8. Для чего используется глаз-диаграмма?
9. Что понимают под помехоустойчивостью регенератора?

**Лабораторная работа:  «Формирование синхронного транспортного модуля STM-1»**

**Цель работы:**

Изучение принципов формирования STM-1

**Содержание работы:**

1. Описание сети SDH
2. Изучение принципов формирования контейнера С12
3. Изучение принципов формирования виртуального контейнера VС12
4. Изучение принципов формирования TU12
5. Изучение принципов формирования TUG2
6. Изучение принципов формирования TUG3
7. Изучение принципов формирования VС4
8. Изучение принципов формирования AU4
9. Изучение принципов формирования STM1
10. Решение задач
11. Ответы на вопросы

**Методические указания к выполнению работы:**

1.    В папке «Формирование STM-1» запустить файл DST.exe

2.    Изучить 9 пунктов теоретического материала (п.1-9 содержания работы). Обратить внимание на примеры решения задач.

3.    Выбрать в нижней строке меню пункт «Контрольные вопросы»

Указать фамилию, инициалы, № группы и № варианта в соответствии с следующей таблицей:

Таблица 1 – Варианты контрольных вопросов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра № студенческого билета | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| № варианта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 |

Ответить на предложенные 10 вопросов. Приведите вопросы и свои варианты ответов. Данный пункт считается выполненным, если Вы правильно ответили как минимум на 9 вопросов из 10.

Приведите итоговй скриншот результата ответов на вопросы.

4.    Выбрать в нижней строке меню пункт «Задачи»

Указать фамилию, инициалы, № группы и № варианта.  Студенты с нечетным номером студенческого билета выбирают вариант №1, с четным - №2.

Решите предложенные 10 задач.

Приведите решение задач.

Данный пункт считается выполненным, если Вы правильно решили как минимум 9 задач из 10-ти.

Приведите скриншот с итогом решения задач.

Внимание! При решении задачи №5 при расчете номера триады следует просто Nбайта/3.

Для вызова помощи по работе с программой можно воспользоваться клавишей F1.

**Содержание отчета:**

* Название лабораторной работы;
* Цель работы;
* Ответы на контрольные вопросы, со скриншотом итога ответов.
* Решение задач, со скриншотом итога решения.
* **Методические указания к занятию
«Изучение основных принципов проектирования системы тактовой сетевой синхронизации в регионе»**
*
* 1 Цель работы:
*
* Целью  данного практического занятия является изучение правил построения системы тактовой сетевой синхронизации в регионе.
* В процессе  практического занятия необходимо ознакомиться с теоретическими сведениями, пройти проверочный тест и выполнить практическое задание.
*
* 2              Литература:
*
* 2.1  Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.В. Тактовая сетевая синхронизация / Под ред. М.Н. Колтунова. – М.: Эко-Трендз, 2004.
* 2.2 Фокин В.Г. Проектирование оптической мультисервисной транспортной сети. Учебное пособие.  – Новосибирск, СибГУТИ, 2009.
* 2.3 Инструкция по паспортизации и эксплуатации ВОЛП с использованием аппаратуры спектрального уплотнения и синхронной цифровой иерархии, 2007г.
*
*
* 3              Содержание лабораторно-практического занятия:
*
* 3.1      Для запуска практического занятия необходимо зайти в папку «Принципы проектирования системы ТСС». Запустить файл «TSS.exe». На экране появится окно программы с ее названием.
* 3.2       Для начала работы с программой необходимо выбрать форму обучения (заочная) и номер варианта и нажать кнопку «Далее». Варианта 2. Студенты с нечетным номером студенческого выполняют вариант №1, с четным номером - №2.
* 3.3      Ознакомьтесь с целью работы, зафиксируйте ее и перейдите к первому разделу.
* Доступ к разделу осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши.
* 3.4      После ознакомления с первым подразделом «Сетевые элементы сети тактовой сетевой синхронизации» перейдите ко второму подразделу «Основные термины и определения», затем необходимо выполнить тесовое задание по двум данным подразделам. Каждый вопрос имеет один или насколько правильных ответов. В отчет необходимо переписать вопросы и выбранный(ые) ответ(ы).
* Переход к тесту осуществляется из меню данного раздела выбором пункта «Тест».
* 3.5      Изучите теоретический материал разделов 2-8:
* 2) Основные положения
* 3) Основные требования к сетям ТСС
* 4) Проектирование сети ТСС
* 5) Присоединение сетей
* 6) Аудит сетей ТСС
* 7) Ввод в эксплуатацию и мониторинг
* 8) Синхронизация в пакетных сетях
* и выполните тексты к данным разделам по аналогии с пунктом 3.3.
* 3.6      После изучения данных разделов перейдите к выполнению задания «Восстановление синхронизации на кольцевом участке транспортной сети» выбором в меню пункта «практическое задание».
* 3.7      Перед выполнением задания будет предложен пример, изучите и законспектируйте необходимую для Вас информацию.
* Поэтапное восстановление синхронизации сети осуществляется нажатием кнопки «Далее».
* 3.8      После примера перейдите к пункту  «задание». Появится схема, соответствующая вашему варианту. Ее необходимо зарисовать. По аналогии с примером необходимо описать процесс восстановления синхронизации сети, отвечая на вопросы. Если ответ неверен, то появится окошечко с надписью «Неправильно», а на схеме будет отображен правильный ответ. Для наиболее полного понимания процесса рекомендуется схематически фиксировать состояние участка сети.
* В н и м а н и е!  Ответы на вопросы вводятся с клавиатуры без пробелов и запятых.
* 3.9      Процентное содержание правильных ответов по каждому разделу и по практическому заданию отображается в разделе «История работы». Приведите в отчете скриншот истории работы.
*
*
* 4       Содержание отчета:
*
* 4.1  Название практического занятия;
* 4.2  Цель практического занятия;
* 4.2 Кратко законспектированные теоретические сведения;
* 4.4 Результаты проверочного теста (необходимо записать вопросы и свои ответы, указать конечный результат);
* 4.5 Схема и результаты практического задания (необходимо записать вопросы и свои ответы, указать конечный результат).
* 4.6. Скриншот истории работы.