ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

Факультет безопасности информационных технологий

Направление 10.03.01 «Информационная Безопасность»

Дисциплина:

«СЕТИ И СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ»

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 1**

**Выполнил:** Лукина Д.С.

Студент гр.N3364

**Проверил: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Будько М.Ю.

**Кол-во баллов:**

Санкт-Петербург

2019г.

Цель работы – изучение методов физического и логического кодирования, используемых в цифровых сетях передачи данных.

В процессе выполнения учебно-исследовательской работы (УИР) необходимо:

* выполнить физическое и логическое кодирование исходного сообщения в соответствии с заданными методами кодирования;
* провести сравнительный анализ рассмотренных методов кодирования и сформулировать достоинства и недостатки;
* рассчитать частотные характеристики сигналов, используемых для передачи исходного сообщения, и требуемую полосу пропускания канала связи;
* выбрать и обосновать наилучший метод для передачи исходного сообщения

**Этап 1. Формирование сообщения**

|  |  |
| --- | --- |
| Исходное сообщение | Лукина Д.С. |
| В шестнадцатеричном коде | CB F3 EA E8 ED E0 20 C4 2E D1 2E |
| В двоичном коде | 11001011 11110011 11101010 11101000 11101101 11100000 00100000 11000100 00101110 11010001 00101110 |
| Длинна сообщения | 11 байт (88 бит) |

**Этап 2. Физическое кодирование исходного сообщения**

С = 1 Гбит/с

Потенциальный код без возврата к нулю (NRZ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С/2 = 500 кГц

fн = С/6 = 166 кГц

fср = 224 кГц

S = 500 - 166 = 334 кГц

Биполярный импульсный код (RZ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С = 1000 кГц

fн = С/4 = 250 кГц

fср = 695 кГц

S = 750 кГц

Биполярное кодирование с чередующейся инверсией (AMI)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С/2 = 500 кГц

fн = С/4 = 250 кГц

fср = 360 кГц

S = 250 кГц

Манчестерский код

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С = 1000 кГц

fн = С/2 = 500 кГц

fср = 765,625 кГц

S = 500 кГц

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | NRZ | RZ | AMI | Манчестерский код |
| Ширина спектра | 334 | 750 | 250 | 500 |
| Отсутствие постоянной составляющей | - | + | +/- | + |
| Самосинхронизация | - | + | + | + |
| Количество уровней | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Распознавание ошибок | - | - | + | - |

Из таблицы наиболее подходящими способами являются AMI и Манчестерский код.

**Этап 3. Логическое кодирование исходного сообщения**

|  |  |
| --- | --- |
| Исходное сообщение | 1100 1011 1111 0011 1110 1010 1110 1000 1110 1101 1110 0000 0010 0000 1100 0100 0010 1110 1101 0001 0010 1110 |
| В двоичном коде | 1101 0101 1111 1011 0101 1110 0101 1011 1001 0010 1110 0110 1111 1001 1110 1010 0111 1011 0100 1010 1010 0111 0011 0110 1001 1010 0111 00 |
| В шестнадцатеричном коде | D5 FB 5E 5B 92 E6 F9 EA 7B 4A A7 36 9A 70 |
| Длинна сообщения | 13,75 (110 бит) |
| Избыточность | 22/88 = 0,25 (25%) |

Биполярное кодирование с чередующейся инверсией (AMI)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С/2 = 500 кГц

fн = С/4 = 250 кГц

fср = 375 кГц

S = 250 кГц

Манчестерский код

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С = 1000 кГц

fн = С/2 = 500 кГц

fср = 703 кГц

S = 500 кГц

В биполярном кодирование с чередующейся инверсией средняя частота и ширина спектра гораздо ниже, чем в манчестерском коде, поэтому оно наиболее оптимально.

**Этап 4. Скремблирование исходного сообщения**

Исходное сообщение:

1100 1011 1111 0011 1110 1010 1110 1000 1110 1101 1110 0000 0010 0000 1100 0100 0010 1110 1101 0001 0010 1110

Скремблирование:

1101 0101 1101 0010 0000 1000 1110 0010 1011 0111 0011 0011 0010 0101 1101 1010 1000 1010 0111 1101 1000 0010

Биполярное кодирование с чередующейся инверсией (AMI)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С/2 = 500 кГц

fн = С/4 = 250 кГц

fср = 351 кГц

S = 250 кГц

Манчестерский код

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

fв = С = 1000 кГц

fн = С/2 = 500 кГц

fср = 710 кГц

S = 500 кГц

В биполярном кодирование с чередующейся инверсией средняя частота и ширина спектра гораздо ниже, чем в манчестерском коде, поэтому оно наиболее оптимально.

**Этап 5. Сравнительный анализ результатов кодирования**

Оптимальным способом кодирования для исходного сообщения является биполярное кодирование с чередующейся инверсией.

В AMI ширина спектра ниже, чем у других способов кодирования, присутствует самосинхронизация и возможность распознавания ошибок. При этом у него три уровня кодирования, что увеличивает затраты на мощность и может появиться постоянная составляющая.