

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО”
Факультет ПИиКТ



ОТЧЁТ
По лабораторной работе №1
По предмету: Компьютерные сети

Студент:
Андрейченко Леонид Вадимович
Группа Р33301

Преподаватель:
Алиев Тауфик Измайлович

Санкт – Петербург
2023

Часть 1. Методы физического и логического кодирования

Исходное сообщение и его представление в шестнадцатеричном и двоичном виде с указанием длины в байтах и битах.

Исходное сообщение: Андрейченко.Л.В.

Сообщение в шестнадцатеричном коде: C0 ED E4 F0 E5 E9 F7 E5 ED EA EE 2E CB 2E C2 2E

Сообщение в двоичном коде:

1100.0000 1110.1101 1110.0100 1111.0000 1110.0101 1110.1001 1111.0111 1110.0101

1110.1101 1110.1010 1110.1110 0010.1110 1100.1011 0010.1110 1100.0010 0010.1110

Длина сообщения: 128бит = 16 байт

Физическое кодирование исходного сообщения

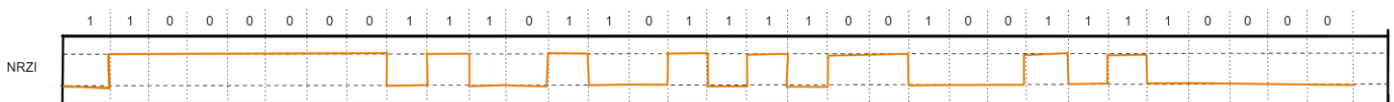
Манчестерский код (Манчестер 2)



В двоичном коде: 10100101 01010101 10101001 10100110 10101001 01100101 10101010 01010101

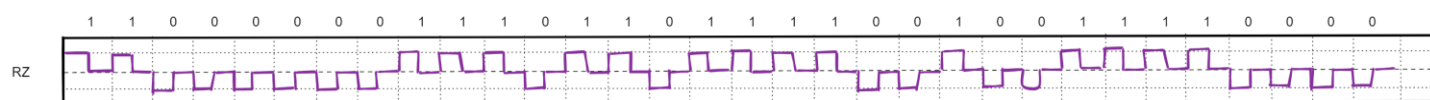
- Верхняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_b = C / 1 = 1$ ГГц
- Нижняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_n = C / 2 = 500$ МГц
- Спектр сигнала $S = f_b - f_n = 500$ МГц
- Средняя частота в спектре передаваемого сигнала $f_{cp} = (18 * f_0 / 1) + (14 * f_0 / 2) / 32 = 780$ МГц
- Полоса пропускания $F = 3500$ МГц

Потенциальный код с инверсией при единице (NRZI)



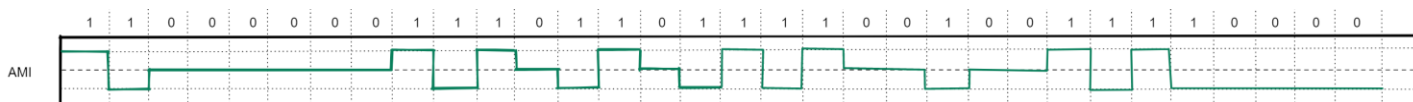
- Верхняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_b = C / 2 = 500$ МГц
- Нижняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_n = C / 14 = 72$ МГц
- Спектр сигнала $S = f_b - f_n = 428$ МГц
- Средняя частота в спектре передаваемого сигнала $f_{cp} = (11 * f_0 / 2) + (6 * f_0 / 4) + (3 * f_0 / 6) + (5 * f_0 / 10) + (7 * f_0 / 14) / 32 = 265$ МГц
- Полоса пропускания $F = 1$ ГГц

Биполярный импульсный код (RZ)



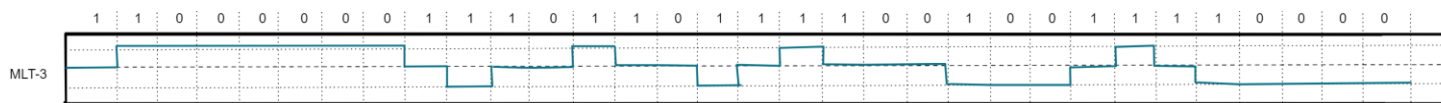
- Верхняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_B = C = 1$ ГГц
- Нижняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_H = C / 6 = 165$ МГц
- Спектр сигнала $S = f_B - f_H = 835$ МГц
- Средняя частота в спектре передаваемого сигнала $f_{cp} = (42 * f_0) + (22 * f_0 / 2) / 32 = 820$ МГц
- Полоса пропускания $F = 1000$ МГц

Биполярное кодирование с альтернативной инверсией (AMI)



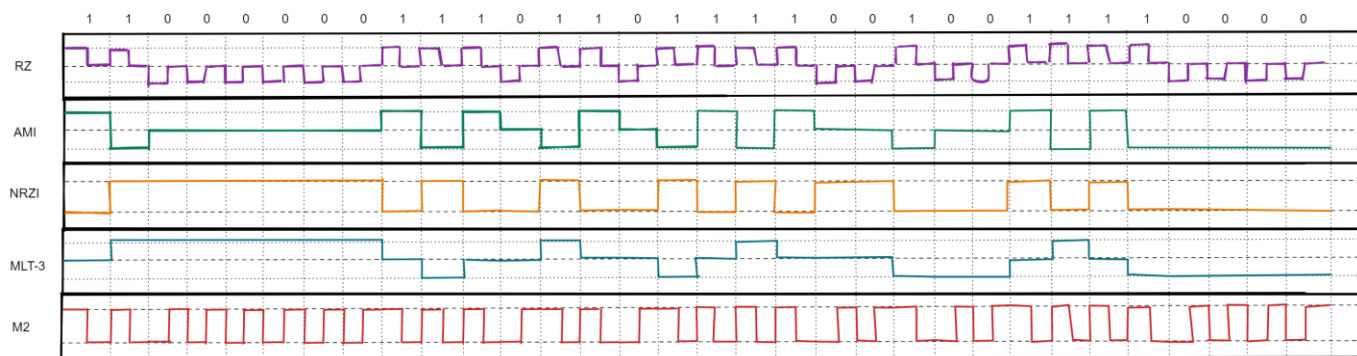
- Верхняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_B = C / 2 = 500$ МГц
- Нижняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_H = C / 18 = 55$ МГц
- Спектр сигнала $S = f_B - f_H = 445$ МГц
- Средняя частота в спектре передаваемого сигнала $f_{cp} = (9 * f_0) + (7 * f_0 / 5) + (4 * f_0 / 8) + (5 * f_0 / 10) + (7 * f_0 / 18) / 32 = 185$ МГц
- Полоса пропускания $F = 1$ ГГц

Код трехуровневой передачи MLT-3



- Верхняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_B = C = 166$ МГц
- Нижняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_H = C / 14 = 72$ МГц
- Спектр сигнала $S = 94$ МГц
- Средняя частота в спектре передаваемого сигнала $f_{cp} = (9 * f_0 / 14) + (15 * f_0 / 10) + (2 * f_0 / 4) + (6 * f_0 / 6) / 32 = 114$ МГц
- Полоса пропускания $F = 1000$ МГц

Временная диаграмма всех методов кодирования



Сравнительный анализ результатов физического кодирования

Метод кодирования	$f_{\text{ср}}$ МГц	S МГц	Достоинства	Недостатки
RZ	820	835	-Обладает свойством самосинхронизации -Нет постоянных составляющих.	-Широкий спектр -Наличие трех уровней сигнала, а значит, большая стоимость реализации
AMI	185	445	-Узкий спектр	- Наличие трёх уровней сигнала, что требует повышенной мощности передатчика - Имеется постоянная составляющая.
NRZI	265	428	-Узкий спектр -Имеет всего два уровня сигнала	- Имеется постоянная составляющая.
MLT-3	114	94	-Узкий спектр	- отсутствие свойства самосинхронизации - наличие трех уровней сигнала - Имеется постоянная составляющая.
M2	780	500	-Обладает свойством самосинхронизации. -Нет постоянных составляющих. -Имеет только два уровня потенциала	-Широкий спектр

Сравнительный анализ показывает, что наиболее достойные результат по размеру спектра имеет метод кодирования "Код трехуровневой передачи MLT-3", однако он имеет очень много минусов. Поэтому я бы отдал предпочтение манчестерскому методу кодирования, он имеет средний спектр (из представленных) и обладает самосинхронизацией, у него нет постоянных составляющих, имеет только два уровня потенциала.

Логическое (избыточное) кодирование исходного сообщения

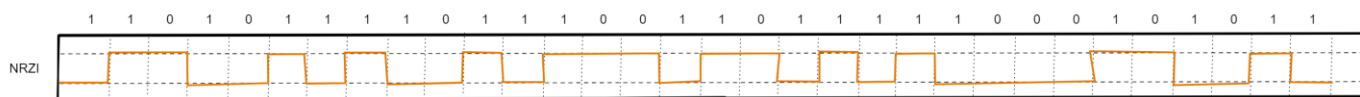
Логическое кодирование исходного сообщения по методу 4B/5B:

11010 11110 11100 11011 11100 01010 11101 11110 11100 01011 11100 10011 11101 01111 11100 01011
11100 11011 11100 10110 11100 11100 10100 11100 11010 10111 10100 11100 11010 10100 10100 11100

В шестнадцатеричном коде: D7 B9 BE 2B BE E2 F9 3E BF 8B E6 F9 6E 72 9C D5 E9 CD 52 9C

Длина сообщения: 160 бит = 20 байт

Избыточность: 25%



- Верхняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_{\text{в}} = C = 500$ МГц
- Нижняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_{\text{н}} = C / 8 = 125$ МГц
- Спектр сигнала $S = f_{\text{в}} - f_{\text{н}} = 375$ МГц

- Средняя частота в спектре передаваемого сигнала $f_{cp} = (13 * f_0/2) + (12 * f_0 / 4) + (3 * f_0 / 6) + (4 * f_0 / 8) / 32 = 330$ МГц
- Полоса пропускания $F = 1000$ МГц

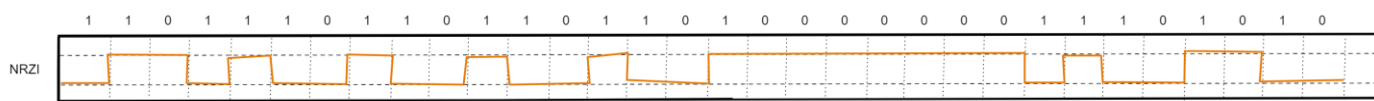
Скремблирование исходного сообщения

$$B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5};$$

Полученная последовательность:

11011101 10110110 10000000 11101010 11101111 01111101 10101111 01110000
01100010 10101010 11100101 10110101 11011110 00011101 10011101 01101000

В шестнадцатеричном коде: DD B6 80 EA EF 7D AF 70 62 AA E5 B5 DE 1D 9D 68



- Верхняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_b = C = 500$ МГц
- Нижняя граница частоты в передаваемом сообщении $f_n = C / 16 = 64$ МГц
- Спектр сигнала $S = f_b - f_n = 436$ МГц
- Средняя частота в спектре передаваемого сигнала $f_{cp} = (8 * f_0 / 2) + (16 * f_0 / 4) + (8 * f_0 / 16) / 32 = 140$ МГц
- Полоса пропускания $F = 1000$ МГц

Сравнительный анализ результатов логического кодирования

Метод кодирования	f_{cp} МГц	S МГц	Достоинства	Недостатки
4B/5B (NRZI)	330	375	-Нет постоянной составляющей -Более узкий спектр	-Избыточность кодирования
Scramb (NRZI)	140	436	-Нет избыточности кодирования	-Широкий спектр -Есть постоянная составляющая

Сравнительный анализ логического кодирования показывает, что наиболее достойный результат показывает метод 4B/5B, хоть он и дает избыточность данных, но его спектр более узкий и в нем отсутствует постоянная составляющая.

Часть 2. Передача кодированного сообщения по каналу связи

Шестнадцатеричный код сообщения: F0E4EDC0			Метод кодирования				
			NRZ	RZ	М-П	4B/5B	Scramb
Полоса пропускания идеального канала связи	Номера гармоник	min	2	2	40	0	2
		max	24	56	56	38	30

	Частоты, МГц	min	0,3 МГц	0,3 МГц	6,3 МГц	0 МГц	0,3 МГц
		max	3,8 МГц	8,8 МГц	8,8 МГц	4,8 МГц	4.7 МГц
Минимальная полоса пропускания идеального канала связи, МГц			3,5 МГц	8,5 МГц	2,5 МГц	4.8 МГц	4.4 МГц
Уровень шума		max	0.45	0.55	0.01	0.4	0.6
Уровень рассинхронизации		max	0.6	1	0	0.5	0.7
Уровень граничного напряж.		max	0.5	0.6	1	0.5	0.64
Процент ошибок при max уровнях и минимальной полосе пропускания КС			0.2	6	0.01	0.15	9
Уровень шума		ср.	0.402				
Уровень рассинхронизации		ср.	0.56				
Уровень граничного напряж.		ср.	3.07				
Полоса пропускания реального канала связи	Гармоники	min	2	3	45	0	0
		max	100	170	90	150	255
	Частоты, МГц	min	0.3 МГц	0.5 МГц	7 МГц	0 МГц	0 МГц
		max	15.6 МГц	25.6 МГц	14 МГц	18.8 МГц	39.8 МГц
Требуемая полоса пропускания реального канала связи			15.3 МГц	25.1 МГц	7 МГц	18.8 МГц	39.8 МГц

Выводы

По полученным данным, можно сделать вывод, что наилучшими способами кодирования для реального канала является Манчестерский метод кодирования, у него самая узкая полоса пропускания, и его процент ошибок после тестов оказался минимальным.

Показания идеального канала связи так же подтверждают, что самую узкую полосу пропускания имеет манчестерский метод кодирования.