

Лабораторная работа №6

«Помехоустойчивое кодирование. Код Хэмминга»

Матяш А.А., ККСО-01-19

Цель работы: ознакомление с принципами помехоустойчивого кодирования и приобретение практических навыков моделирования работы кодеров и декодеров.

1 Задание №1: формирование бита чётности

1.1 Формирование бита чётности

Сформировать бит чётности (бит паритета) для заданного байта передаваемых данных. Исходными данными является последовательность 10111001 (14-й вариант).

Паритетный бит k для n -битного двоичного слова $b_n \dots b_2 b_1$ вычисляется по формуле:

$$k = b_n \oplus \dots \oplus b_2 \oplus b_1$$

Таким образом, число единиц в последовательности будет всегда чётным. Для нашего примера получим выражение:

$$k = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

Тогда $k = 1$, кодовая комбинация будет равна: 101110011.

2 Задание №2: Исследование помехоустойчивого кода с формированием бита чётности

2.1 Исходные данные для задания

Информационные биты S4S3S2S1	Помехи S8S7S6S5	Помехи S8S7S6S5	Помехи S8S7S6S5	Помехи S8S7S6S5
1101	0000	0100	0110	0111

Таблица 1 - Исходные данные для задания №2

2.2 Перечень элементов, использованных в схемах, с их краткими характеристиками

- XOR5
- XOR4
- XOR2 - 4 шт.
- Цифровой источник питания
- Ключ - 8 шт.
- Индикатор - 2 шт.

2.3 Схема для моделирования процесса передачи информации по каналу связи

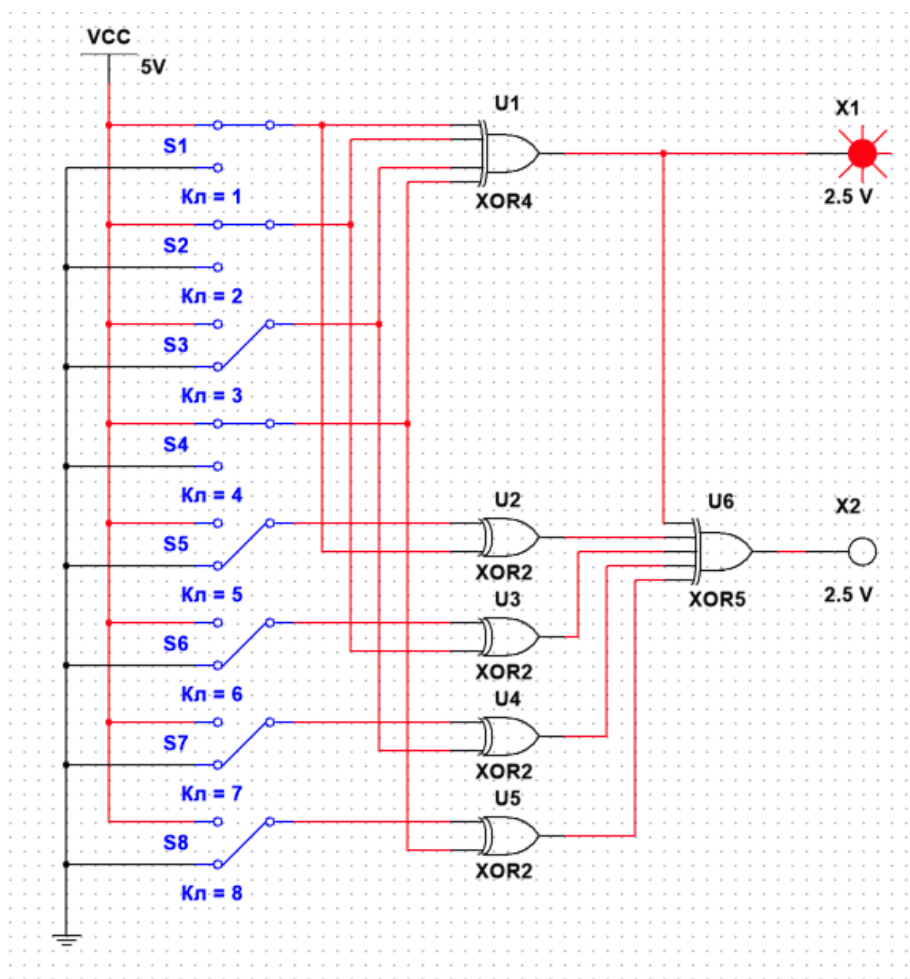


Рис. 1 - Схема для исследования кода с формированием бита чётности

Светодиод X1 показывает значение бита четности. Если датчик горит красным, значит бит четности равен 1, если не горит — 0. Если светодиод X2 не горит, то считается, что нечетного числа ошибок нет.

Заполним таблицу (см. Таблица 1). Например, на схеме показаны положения переключателей при битах помех равному 0000. Тогда в столбец X2 запишем значение 0. Сделаем также и для остальных случаев.

S8	S7	S6	S5	X2
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1

При первом моделировании с битами помех 0000, очевидно, ошибок нет.

При втором моделировании с битами помех 0100 возникает одна ошибка и контрольный бит четности помогает поймать ошибку, сигнализируя что в выходящей и выходящей последовательности четность разная.

При третьем моделирование с битами помех 1100 ошибка не возникает.
 При четвертом моделирование с битами помех 0111 теперь возникает ошибка, и, соответственно, четность нарушена, о чем сигнализирует X2

3 Задание №3: Исправление ошибки с помощью кода Хэмминга

Расчётным путём, точнее вручную, определим, в каком разряде кода Хэмминга произошло искажение.

3.1 Исходные данные для задания

$i8$	$i7$	$i6$	$i5$	$k4$	$i4$	$i3$	$i2$	$k3$	$i1$	$k2$	$k1$
1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0

Таблица 2 - Исходные данные для задания №3.

3.2 Процесс вычисления искажённого бита

Найдём значения k -х битов на приеме:

$$k'_1 = i_3 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$k'_2 = i_3 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$k'_3 = i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{12} = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$k'_4 = i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} \oplus i_{12} = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

k -е биты на передающей принимающей стороне отличаются, что свидетельствует о наличии ошибки.

Определим синдром $S = S_4 S_3 S_2 S_1$:

$$S_1 = k_1 \oplus k'_1 = 0 \oplus 1 = 1$$

$$S_2 = k_2 \oplus k'_2 = 0 \oplus 0 = 0$$

$$S_3 = k_3 \oplus k'_3 = 1 \oplus 0 = 1$$

$$S_4 = k_4 \oplus k'_4 = 0 \oplus 0 = 0$$

$S = 0101_2 = 5_{10} \Rightarrow$ 5-й бит искажен. Корректный код будет иметь вид:

$i8$	$i7$	$i6$	$i5$	$k4$	$i4$	$i3$	$i2$	$k3$	$i1$	$k2$	$k1$
1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0

4 Задание №4: Моделирование работы кода Хэмминга

4.1 Исходные данные для задания

Исходные данные приведены в таблице 2.

4.2 Перечень элементов, использованных в схемах, с их краткими характеристиками.

- XOR5 - 4 шт.
- XOR4 - 4 шт.
- XOR2 - 16 шт.
- Цифровой источник питания
- Генератор слов
- Ключ - 8 шт.
- Индикатор - 12 шт.

4.3 Схема для исследования работы кода Хэмминга

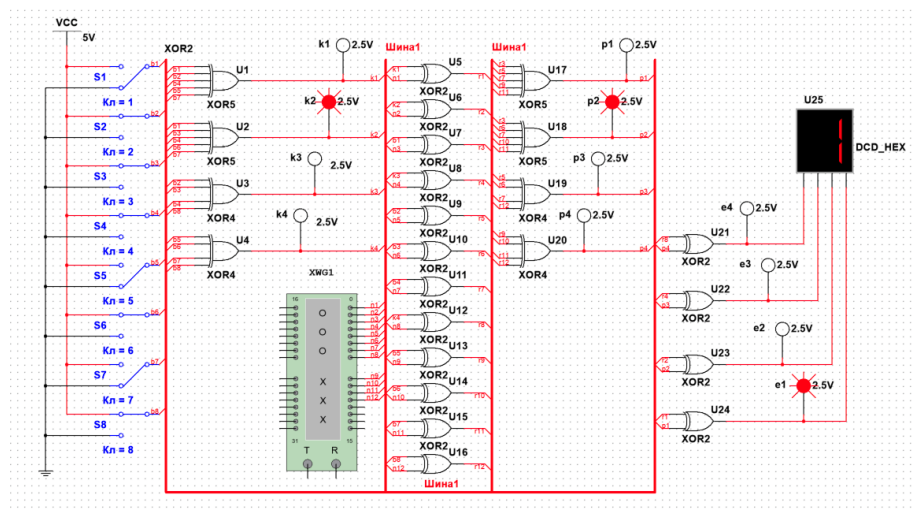


Рис 6 - Схема моделирования работы кода Хэмминга в системе передачи информации.

4.4 Результаты расчётов

Ниже представлена таблица помех и показаний схемы моделирования работы кода Хэмминга:

В каком бите искажение	Значения контрольных битов на приёмнике	Синдром	HEX
k_1	0010	0001	1
k_2	0010	0010	2
i_1	1110	0011	3
k_3	0010	0100	4
i_2	1000	0101	5
i_3	0100	0110	6
k_4	1100	0111	7
i_4	0010	1000	8
i_5	1010	1001	9
i_6	0111	1010	A
i_7	1111	1011	B
i_8	0001	1100	C

Вывод: В ходе работы были изучены теоретические аспекты помехоустойчивого кодирования, а также приобретены практические навыки моделирования работы кода Хэмминга.