

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Лабораторні роботи №1-4

з дисципліни: «Проектування та побудова систем на базі платформи Arduino»

студента IV курсу групи ПЗ-21-4
спеціальності 121 «Інженерія програмного
забезпечення»

Дубницький Ярослав Володимирович
(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівник ст. викладач кафедри ПЗ
Локтікова Т.М.

Дата здачі: "___" _____ 2024 р.

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

(підпис)

(підпис)

Локтікова Т.М

(прізвище та ініціали)

Петросян Р.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1.	Лабораторна робота №1: Основи комп'ютерної арифметики.....	3
1.	Лабораторна робота №2: Булева арифметика. ДДНФ, ДКНФ. Метод карт Карно. 11	
2.	Лабораторна робота №3: Побудова схеми управління семисегментним індикатором для відображення десяткових цифр	13
3.	Лабораторна робота №4: Вивчення принципів побудови кодів Хеммінга та пристроїв кодування-декодування цих кодів.	24
3.1	Завдання 1:.....	24
3.2	Завдання 2:.....	24
3.3	Завдання 3:.....	25

1. Лабораторна робота №1: Основи комп'ютерної арифметики.

Мета: Повторити основні системи числення та засвоїти методи переведення чисел із однієї системи числення в іншу, форми представлення чисел та правила виконання основних арифметичних операцій в прямому, доповняльному та оберненому кодах.

Хід роботи:

Варіант 7

Завдання 1:

Згідно з вказаним викладачем варіантом переведіть десяткове число A_{10} у двійкову, вісімкову, шістандцяткову системи числення.

№ варіанту	7
A_{10}	291,73

Число – 291,73

Ціла частина – 291

Дробова частина – 0,73

Двійкова система числення:

291	1
145	1
72	0
36	0
18	0
9	1
4	0
2	0
1	1

$$291_{10} = 100100011_2$$

$$0,73 * 2 = 1,46$$

$$0,46 * 2 = 0,92$$

$$0,92 * 2 = 1,84$$

$$0,84 * 2 = 1,68$$

$$0,68 * 2 = 1,36$$

$$0,36 * 2 = 0,72$$

$$0,72 * 2 = 1,44$$

$$0,44 * 2 = 0,88$$

$$0,88 * 2 = 1,76$$

$$0,51 = 1,101101110_2$$

$$\text{Відповідь: } 291,73_{10} = 100100011,101101110_2$$

Вісімкова система числення:

$$291,73_{10} = 100100011,101101110_2$$

$$100\ 100\ 011\ ,\ 101\ 101\ 110_2 = 443,567_8$$

Шістнадцяткова система числення:

$$291,73_{10} = 100100011,101101110_2$$

$$100\ 100\ 011\ ,\ 101\ 101\ 110_2 = 123,B6_{16}$$

Завдання 2: Згідно з вказаним викладачем варіантом переведіть двійкове A_2 вісімкове число B_8 , та шістнадцяткове число C_{16} у десяткову систему числення.

№ варіанту	7
A_2	1100,11
B_8	756,34
C_{16}	D21,8A

$$1100,11_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 12,75_{10}$$

$$756,34_8 = 7 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = 494,4375_{10}$$

$$D21,8A_{16} = D \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 1 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} + A \times 16^{-2} = 3361,5390625_{10}$$

Завдання 3: Представлення чисел в прямому, оберненому та додатковому коді з фіксованою комою

№ варіанту	7
	+129
	-221

$$A = +129_{10} = +10000001_2$$

$$B = -210_{10} = -11011101_2$$

$$[A]_{\text{пр}} = 0,10000001$$

$$[B]_{\text{пр}} = 1,11011101$$

$$[A]_{\text{об}} = 0,10000001$$

$$[B]_{\text{об}} = 1,00100010$$

$$[A]_{\text{доп}} = 0,10000001$$

$$[B]_{\text{доп}} = 1,00100011$$

Завдання 4: Запишіть зображення дійсних десятикових чисел A_{10} та B_{10} у формі з плаваючою комою, якщо для мантиси виділено m двійкових розрядів зі знаком, а для порядку – n двійкових розрядів зі знаком.

№ варіанту	7
A_{10}	-375,98
B_{10}	216,78
m	17
n	6

$$A = -375.98_{10} = -101110111.111110101_2$$

$$B = 216.78_{10} = 11011000.110001_2$$

Запишемо число А в номалізованому вигляді:

$$A = - 0.10111011111110101 \times 2^8$$

Запишемо число В в нормалізованому вигляді:

$$B = 0.11011000110001 \times 2^8$$

Форма з плаваючою комою для числа А:

З.М .	Мантиса																З.П .	Порядок					
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	

Форма з плаваючою комою для числа В:

З.М.	Мантиса																З.П.	Порядок					
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Завдання 5: Для чисел із завдання №1 записати модифіковані коди.

№ варіанту	2
	+129
	-221

$$A = +129_{10} = + 10000001_2$$

$$B = -221_{10} = - 11011101_2$$

$$[A]_{\text{мод}} = 00,10000001$$

$$[B]_{\text{мод}} = 11,11011101$$

Завдання 6: Число A_{10} задане в десятковій системі числення, число B_8 задане у вісімковій системі числення. Згідно з вказаним викладачем варіантом переведіть ці числа у двійкову систему числення та виконайте такі дії у двійковому коді над числами: Додавання у прямому, оберненому та доповняльному кодах.

№ варіанту	7
A_{10}	145
B_8	-253

$$A = 145_{10} = 10010001_2$$

$$B = -253_8 = -010101011_2$$

Додавання в прямому коді:

Вирівнюємо розрядну сітку

$$A = 010010001$$

$$B = -110101011$$

$$|B| > |A|$$

$$|B| - |A| = 110101011 - 010010001 = 100011010$$

$$[A]_{\text{пр}} + [B]_{\text{пр}} = 1100011010$$

Додавання в оберненому коді:

$$A = 145_{10} = 010010001_2$$

$$B = -253_8 = -101010100_2$$

$$[A]_{об} = 010010001$$

$$[B]_{об} = 101010100$$

$$[A]_{об} + [B]_{об} = 010010001 + 101010100 = 111100101 \rightarrow -10000110$$

Додавання в доповняльному коді:

$$A = 145_{10} = 10010001_2$$

$$B = -253_8 = -010101011_2$$

$$[A]_{доп} = 010010001$$

$$[B]_{доп} = 101010101$$

$$[A]_{доп} + [B]_{доп} = 010010001 + 101010101 = 111100110 \rightarrow -10000111$$

Порівнюючи результати можна зробити висновок, що розрахункибуловиконано правильно.

Завдання 7: Число A_{10} та B_{10} задані в десятковій системі числення. Згідно з варіантом перевести числа в двійкову систему числення і виконати додавання цих чисел за правилами.

№ варіанту	7
A_{10}	-375,98
B_{10}	216,78

$$-375,98_{10} = -101110111,111110011100010_2$$

$$216,78_{10} = 11011000,110001111_2$$

Числа в нормалізованому вигляді:

$$A = -0,101110111111110011100010 \cdot 2^8$$

$$B = 0,11011000110001111 \cdot 2^8$$

Додаємо мантиси:

$$[A]_{об} = 101001000000001100011010$$

$$[B]_{об} = 11011000110001111$$

$$101001000000001100011010$$

+

$$11011000110001111$$

=

$$1001000001101110011001100110011$$

Усуваємо порушення нормалізації:

$$1001000001101110011001100110011$$

$$A + B = 0,01000001101110011001100110011 \times 2^9 = 131,45$$

Висновки: в ході виконання лабораторної роботи було повторено основні системи числення та засвоєно методи переведення чисел із однієї системи числення в іншу, форми представлення чисел та правила виконання основних арифметичних операцій в прямому, доповняльному та оберненому кодах.

		Дубницький Я.В.			Житомирська політехніка. 24.121.07.000 – ІПЗ-21-4	Арк.
		Локтікова Т.М.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Лабораторна робота №2: Булева арифметика. ДДНФ, ДКНФ. Метод карт Карно.

Мета: Вивчити булеві операції. Дослідити досконалу диз'юнктивну нормальну форму, досконалу кон'юнктивну нормальну форму логічних функцій. Опанувати метод мінімізації логічних функцій методом карт Карно.

Хід роботи:

Варіант 7

Завдання 1: Згідно з заданим викладачем варіантом запишіть досконалу диз'юнктивну нормальну форму (ДДНФ) і досконалу кон'юнктивну нормальну форму (ДКНФ) для логічної функції F чотирьох змінних, яка задана таблицею істинності (табл. К8).

Номер вар-ту		Номер набору															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	F ₇	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1

$$f(x_1 x_2 x_3 x_4)_{\text{ДДНФ}} = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} + \overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_4} + x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4 + x_1 \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} + x_1 x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} + x_1 x_2 x_3 x_4$$

$$f(x_1 x_2 x_3 x_4)_{\text{ДКНФ}} = (x_1 + x_2 + x_3 + \overline{x_4}) * (x_1 + \overline{x_2} + x_3 + x_4) * (\overline{x_1} + x_2 + x_3 + \overline{x_4}) * (\overline{x_1} + x_2 + \overline{x_3} + \overline{x_4}) * (\overline{x_1} + \overline{x_2} + \overline{x_3} + x_4)$$

Завдання 2: Використовуючи закони алгебри логіки, спростіть вирази, одержані при виконанні завдання 2.1.

$$f(x_1 x_2 x_3 x_4)_{\text{ДДНФ}} = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} + \overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_4} + x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4 + x_1 \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} + x_1 x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} + x_1 x_2 x_3 x_4 = \overline{x_1} (\overline{x_2} (\overline{x_3} \overline{x_4} + x_3 \overline{x_4}) + x_2 (\overline{x_3} \overline{x_4} + x_3 x_4)) + x_1 (x_2 (\overline{x_3} \overline{x_4} + x_3 x_4) + x_2 (\overline{x_3} \overline{x_4} + x_3 x_4)) =$$

$$\overline{x_3} \overline{x_4} + \overline{x_1} x_3 \overline{x_4} + x_1 \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} + x_1 x_2 x_3 \overline{x_4}$$

$$f(x_1 x_2 x_3 x_4)_{\text{ДКНФ}} = (x_1 + x_2 + x_3 + \overline{x_4}) * (x_1 + \overline{x_2} + x_3 + x_4) * (\overline{x_1} + x_2 + x_3 + \overline{x_4}) * (\overline{x_1} + x_2 + \overline{x_3} + \overline{x_4}) * (\overline{x_1} + \overline{x_2} + \overline{x_3} + x_4)$$

Завдання 3: Виконати мінімізацію логічної функції F методом карт Карно.

x ₁ x ₂ \ x ₃ x ₄	x ₃ x ₄			
	00	01	11	10
00	0	1	3	2
01	4	5	7	6
11	12	13	15	14
10	8	9	11	10

x ₁ x ₂ \ x ₃ x ₄	x ₃ x ₄			
	00	01	11	10
00	1			1
01	1		1	
11	1	1	1	
10		1		

$$F(x_1 x_2 x_3 x_4) = \overline{x_3} \overline{x_4} + x_4 \overline{x_1} + x_3 x_2$$

Висновки: в ході виконання лабораторної роботи було вивчено булеву математику.

		Дубницький Я.В.			Житомирська політехніка. 24.121.07.000 – ІПЗ-21-4	Арк.
		Локтікова Т.М.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Лабораторна робота №3: Побудова схеми управління семисегментним індикатором для відображення десяткових цифр

Мета: Побудувати схему управління семисегментним індикатором для відображення десяткових цифр у програмі draw.io та здійснити моделювання її роботи у програмі Electronics WorkBench.

Хід роботи:

3.1. Виконання роботи

3.2. Побудуємо схему управління семисегментним індикатором для відображення всіх десяткових цифр.

Заповнимо таблицю 3.1 відповідно до системи відображення десяткової цифри, з використанням семисегментного індикатора, схема якого позначена на рисунку 3.1. Одиницями позначимо кожен сегмент, що повинен бути увімкненим, а нулями ті сегменти, які не використовуються для відображення певної цифри.

		Дубницький Я.В.			Житомирська політехніка. 24.121.07.000 – ІПЗ-21-4	Арк.
		Локтікова Т.М.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

Десяткова цифра	Входи				Виходи						
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

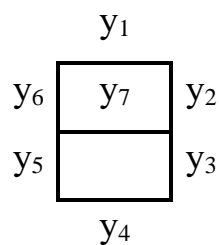


Рисунок 3.1 – Схема семисегментного індикатора

Мінімізуємо кожен вираз, що необхідний для роботи кожного з семи сегментів, за допомогою карт Карно. Після цього запишемо кожен вираз.

Таблиця 3.2

x ₃ , x ₄ \ x ₁ , x ₂	00	01	11	10
00	1		1	1
01		1	1	1
11	*	*	*	*
10	1	1	*	*

Таблиця 3.3

		Дубницький Я.В.			Житомирська політехніка. 24.121.07.000 – ІПЗ-21-4	Арк.
		Локтікова Т.М.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$x_3, x_4 \setminus x_1, x_2$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1		1	
11	*	*	*	*
10	1	1	*	*

Таблиця 3.4

$x_3, x_4 \setminus x_1, x_2$	00	01	11	10
00	1	1	1	
01	1	1	1	1
11	*	*	*	*
10	1	1	*	*

Таблиця 3.5

$x_3, x_4 \setminus x_1, x_2$	00	01	11	10
00	1		1	1
01		1		1
11	*	*	*	*
10	1	1	*	*

Таблиця 3.6

$x_3, x_4 \setminus x_1, x_2$	00	01	11	10
00	1			1
01				1
11	*	*	*	*
10	1		*	*

Таблиця 3.7

$x_3, x_4 \setminus x_1, x_2$	00	01	11	10
00	1			
01	1	1		1
11	*	*	*	*
10	1	1	*	*

Таблиця 3.8

$x_3, x_4 \setminus x_1, x_2$	00	01	11	10
00			1	1
01	1	1		1
11	*	*	*	*
10	1	1	*	*

Запишемо отримані оптимізовані вирази для кожного з семи виходів:

$$y_1 = x_1 + x_3 + x_2 x_4 + \overline{x_2} \overline{x_4}$$

$$y_2 = \overline{x_2} + x_3 x_4 + \overline{x_3} \overline{x_4}$$

$$y_3 = x_2 + \overline{x_3} + x_4$$

$$y_4 = x_1 + \overline{x_2} \overline{x_4} + x_2 \overline{x_3} x_4 + x_3 \overline{x_4} + \overline{x_2} x_3$$

$$y_5 = \overline{x_2} \overline{x_4} + x_3 \overline{x_4}$$

$$y_6 = x_1 + x_2 \overline{x_3} + \overline{x_3} \overline{x_4} + x_2 \overline{x_4}$$

$$y_7 = x_1 + x_2 \overline{x_3} + x_3 \overline{x_4} + \overline{x_2} x_3$$

Отримані дані використаємо для схеми, що буде використана для подальшої розробки у симуляторі Electronics WorkBench.

Схему зображено на рисунку 3.2, яка зроблена у програмі draw.io.

На схемі зобразимо 4 входи та 7 виходів, проміжні отримані результати буде використано у подальшому.

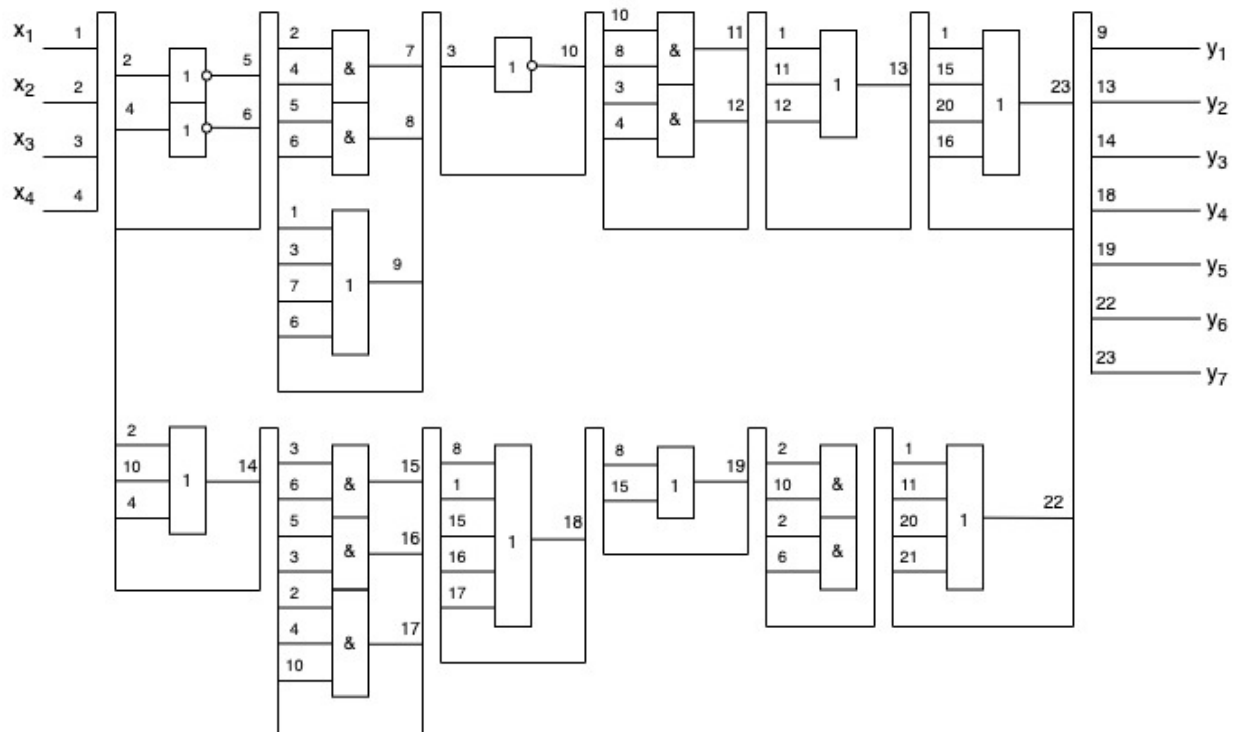


Рисунок 3.2 – Схема у програмі draw.io

У програмі Electronics WorkBench створимо робочу схему для відображення десяткових цифр на семисегментному індикаторі.

Для схеми використаємо основні логічні елементи, які зображено на рисунках 3.3 - 3.5.

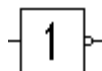


Рисунок 3.3 – Інвертор



Рисунок 3.4 – Кон'юнктор

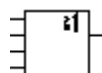


Рисунок 3.5 – Диз'юнктор

Додатково використаємо перемикачі, елементи живлення, семисегментний індикатор.

Результат роботи зображно на рисунках 3.6 – 3.15 для кожної цифри окремо. Перемикачі для введення цифри в двійковому коді працюють по перемиканню кнопок Q(8), W(4), E(2), R(1) починаючи старшим бітом та закінчуючи молодшим.

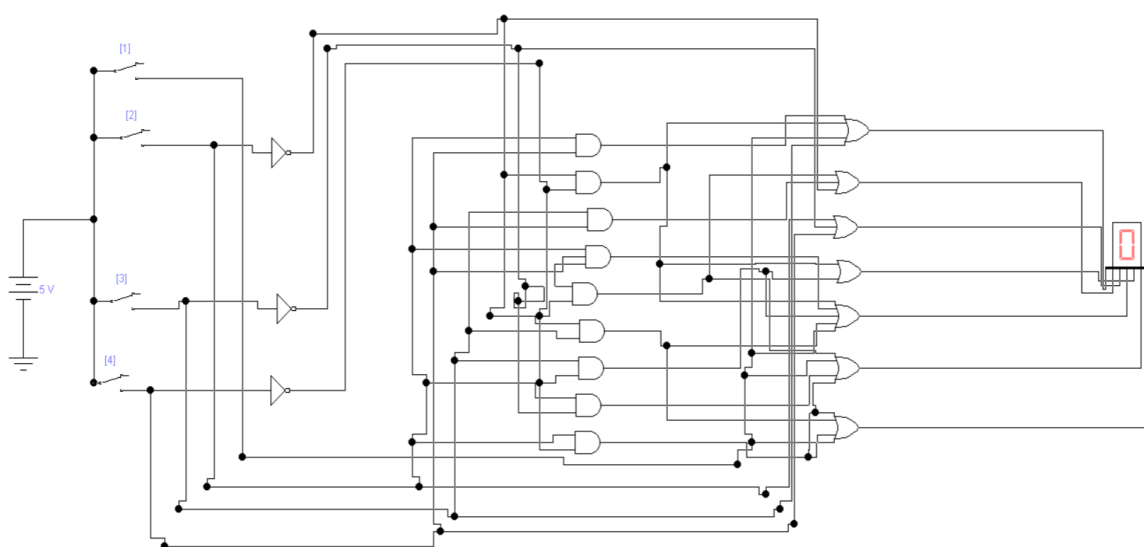


Рисунок 3.6 – Схема для цифри 0

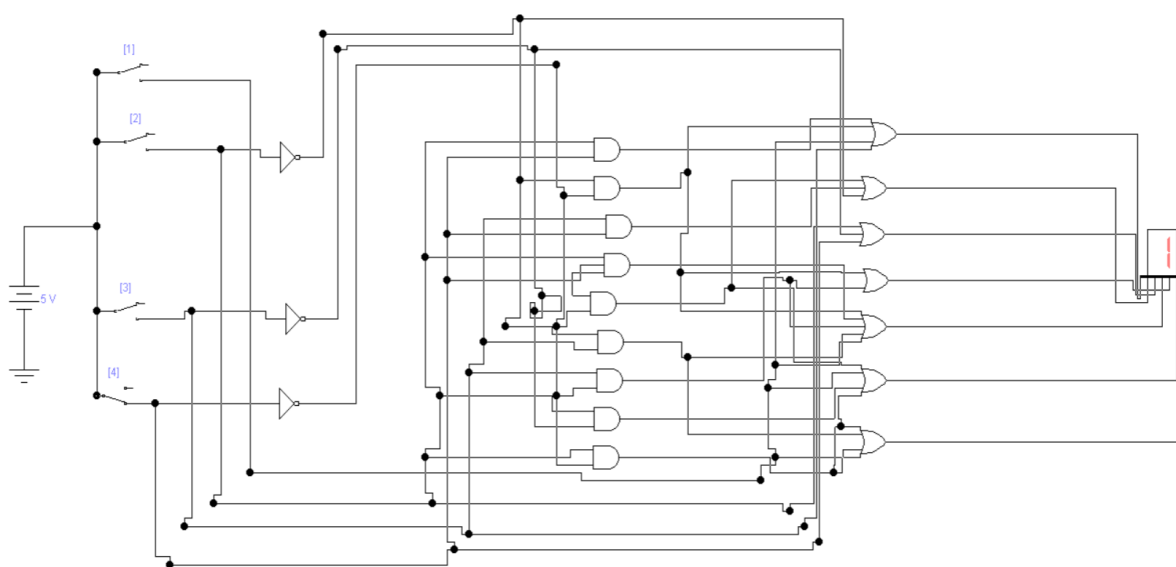


Рисунок 3.7 – Схема для цифри 1

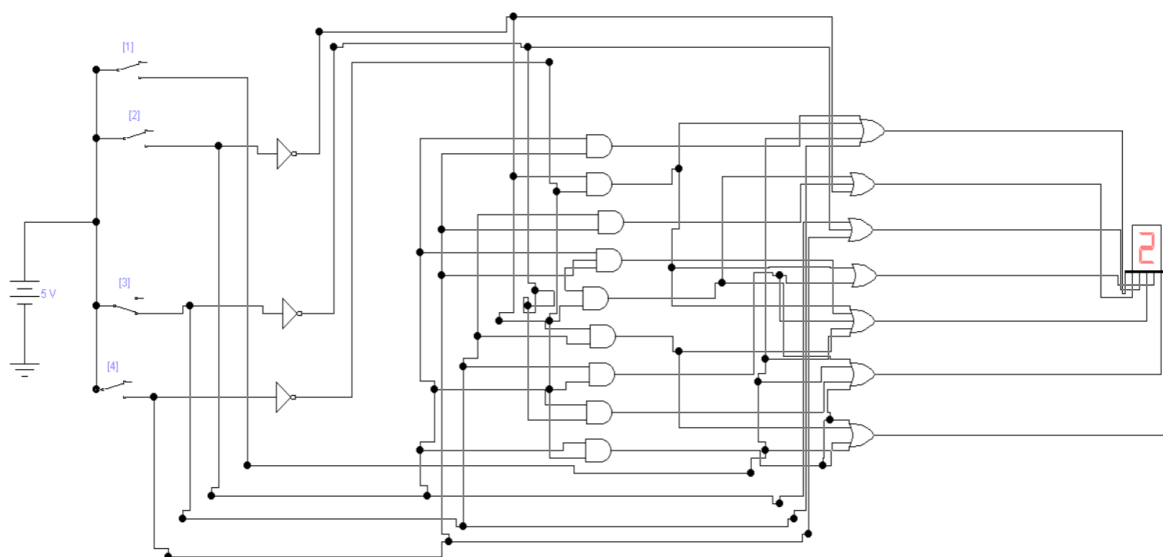


Рисунок 3.8 – Схема для цифри 2

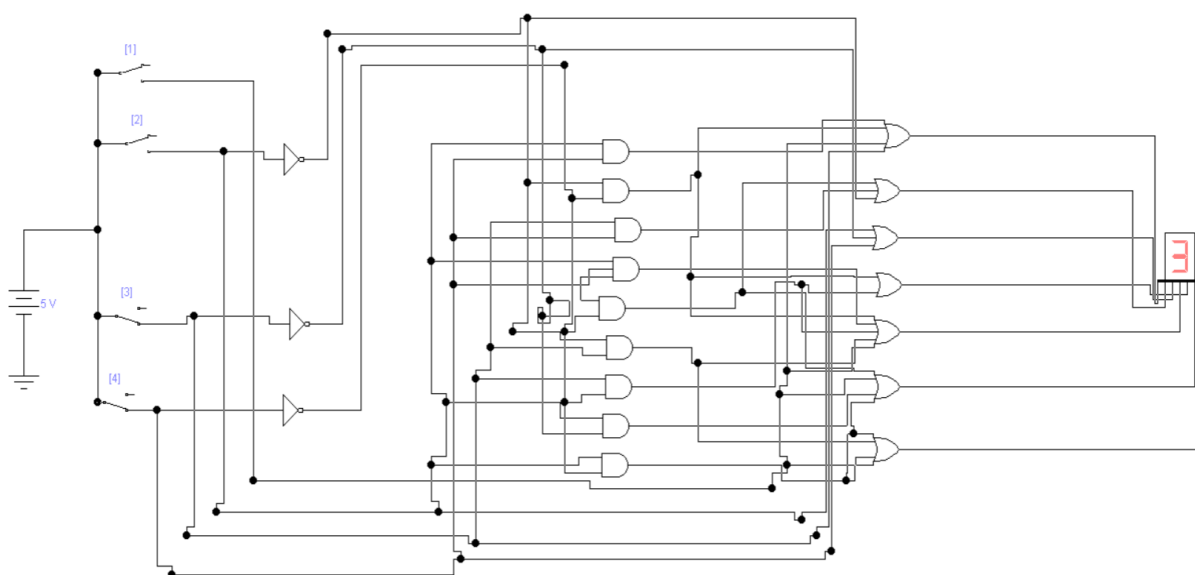


Рисунок 3.9 – Схема для цифри 3

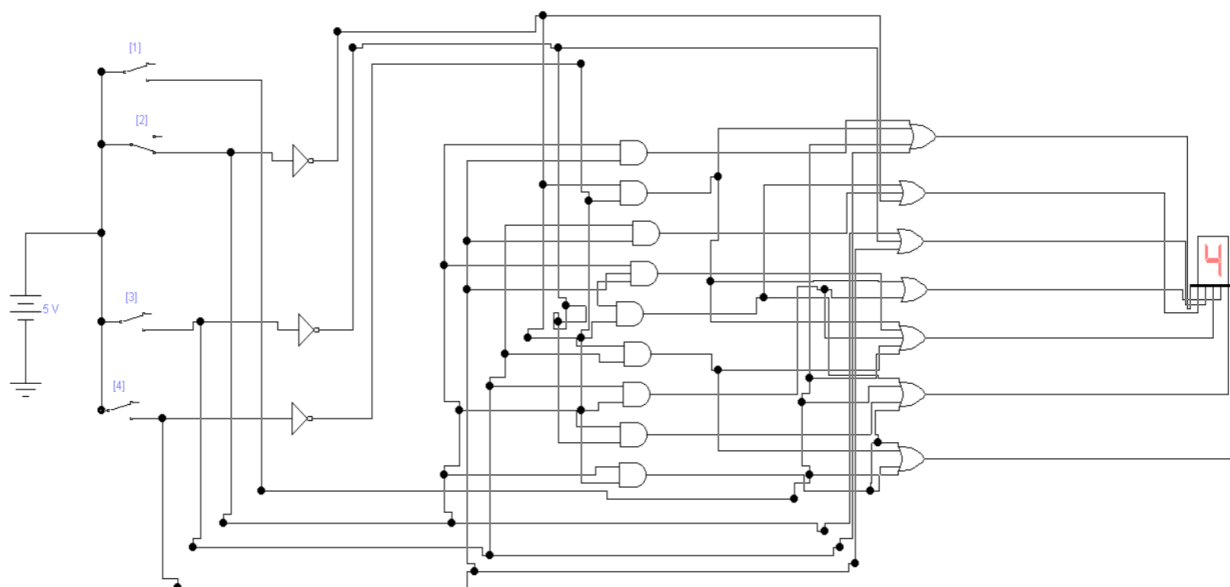


Рисунок 3.10 – Схема для цифри 4

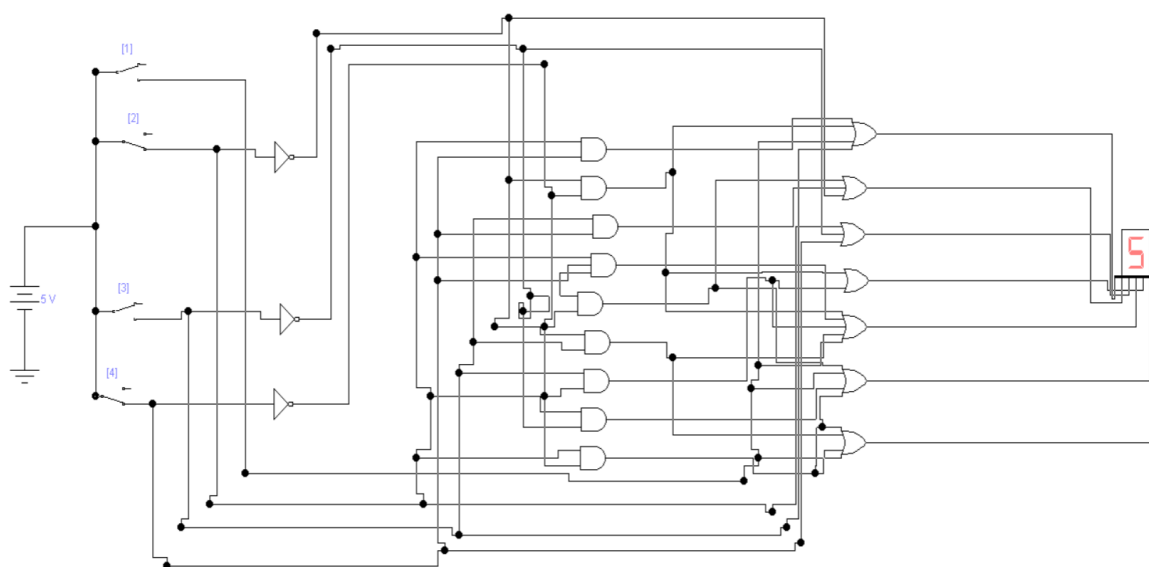


Рисунок 3.11 – Схема для цифри 5

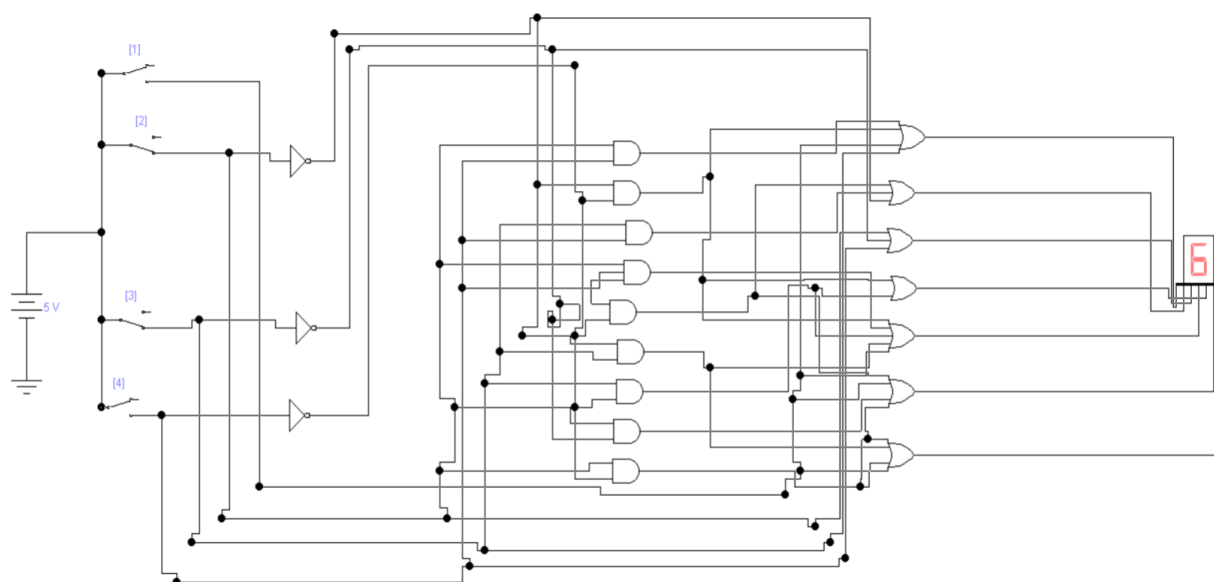


Рисунок 3.12 – Схема для цифри 6

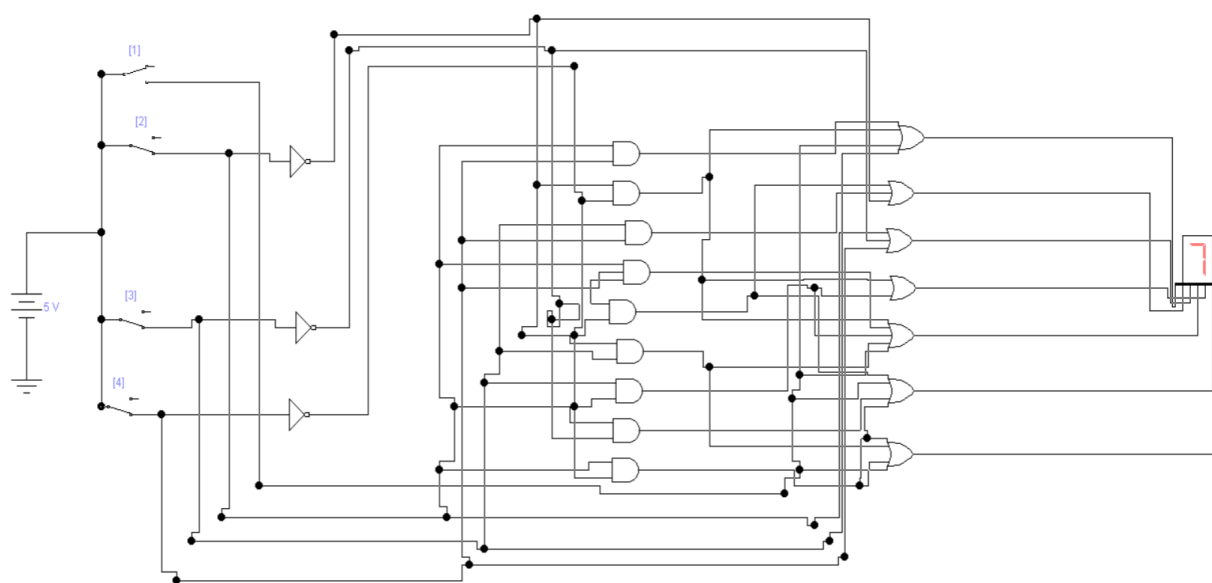


Рисунок 3.13 – Схема для цифри 7

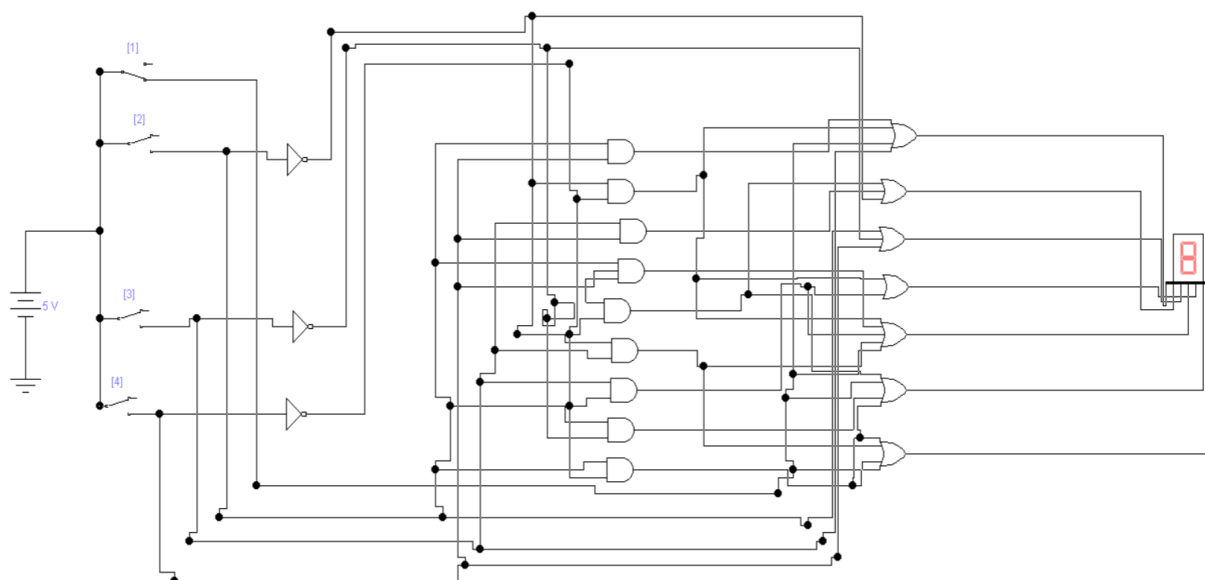


Рисунок 3.14 – Схема для цифри 8

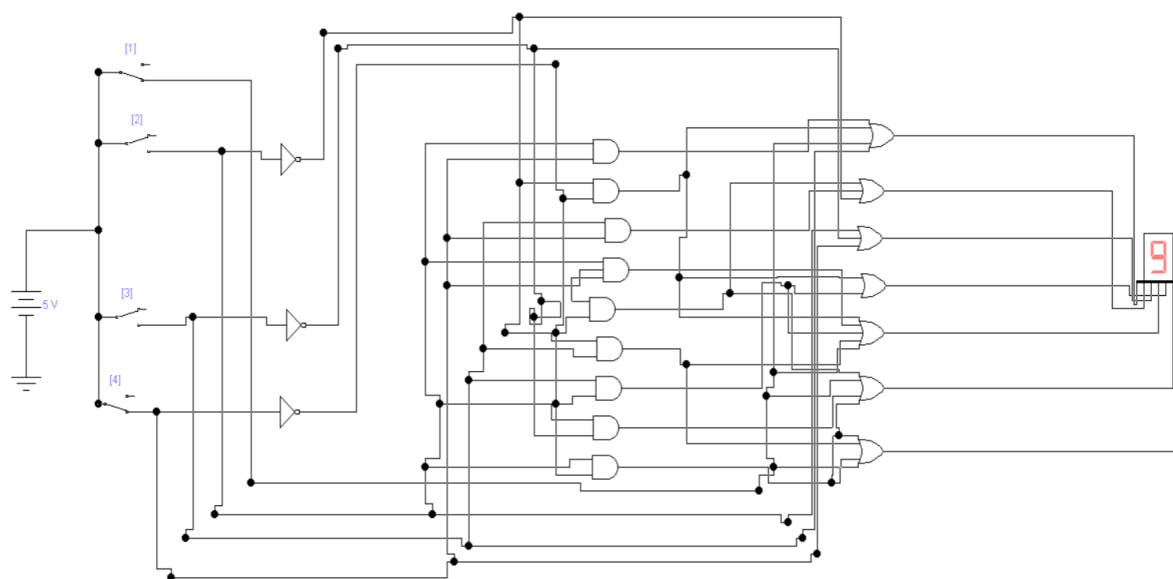


Рисунок 3.15 – Схема для цифри 9

Висновки: в ході виконання лабораторної роботи було побудовано схему управління семисегментним індикатором для відображення десяткових цифр в програмі draw.io та здійснено моделювання її роботи у програмі Electronics WorkBench.

Для побудови готової схеми необхідно було оптимізувати вирази кожного сегменту за допомогою карт Карно та зобразити схематично. В

робочій програмі Electronics WorkBench для побудови відповідної схеми було використано такі елементи:

- Логічні елементи:
 - Інвертор
 - Кон'юнктор
 - Диз'юнктор
- Базові елементи
 - Елемент живлення
 - Перемикач
- Індикатори
 - Семисегментний індкатор

		Дубницький Я.В.			Житомирська політехніка.24.121.07.000 – ІПЗ-21-4	Арк.
		Локтікова Т.М.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Лабораторна робота №4: Вивчення принципів побудови кодів Хеммінга та пристроїв кодування-декодування цих кодів.

Мета: вивчити властивості кодів Хеммінга, правила їх побудови за заданими характеристиками, а також принципи побудови пристроїв кодування й декодування.

№ варіанту	Вихідні дані		
	Кількість інформаційних входів, k	Перевірочні символи розташувати	Вихідна кодова комбінація
7	7	в кінці	1100011

Хід роботи:

Варіант 7

3.1 Завдання 1:

За заданою кількістю k інформаційних символів визначається кількість r перевірочних символів, як мінімальне r, що задовольняє виразу (3.2)

$$2^r \geq k + r + 1$$

Підставляємо значення: $k = 7$

$$2^r \geq r + 1$$

Із виразу знаходимо, що $r = 4$, тоді $n = k + r = 7 + 4 = 11$

3.2 Завдання 2:

Будується перевірочна матриця коду, що має r рядків і n стовпців з урахуванням вимог до розміщення перевірочних символів у кодовій комбінації.

За умов розташування перевірочних символів на початку кодової комбінації необхідно перевірочну матрицю побудувати так, щоб перші чотири стовпці містили рівно по одній одиниці, тобто:

		Дубницький Я.В.			Житомирська політехніка. 24.121.07.000 – ІПЗ-21-4	Арк.
		Локтікова Т.М.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{4,11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Породжуюча матриця для цього коду буде мати вигляд

$$G_{7,11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

3.3 Завдання 3:

За побудованою перевіркою матрицю записують перевірочні співвідношення, які задають алгоритм кодування й декодування. Для мого варіанту такими співвідношеннями будуть:

$$a_1 \oplus a_5 \oplus a_6 \oplus a_8 \oplus a_9 = 0$$

$$a_2 \oplus a_5 \oplus a_7 \oplus a_8 \oplus a_{10} = 0$$

$$a_3 \oplus a_6 \oplus a_7 \oplus a_8 = 0$$

$$a_4 \oplus a_9 \oplus a_{10} = 0$$

Перевірочні символи тут a_1, a_2, a_3, a_4 , інші символи – інформаційні.

Значення перевірочних символів визначають із перевірочних рівнянь.

Так, для нашої системи отримаємо:

$$a_1 = a_5 \oplus a_6 \oplus a_8 \oplus a_9$$

$$a_2 = a_5 \oplus a_7 \oplus a_8 \oplus a_{10}$$

$$a_3 = a_6 \oplus a_7 \oplus a_8$$

$$a_4 = a_9 \oplus a_{10}$$

Елементи синдрому обчислюються за лівими частинами перевірочних рівнянь. Так, для розглянутого прикладу

$$s_1 = a_1^* \oplus a_5^* \oplus a_6^* \oplus a_8^* \oplus a_9^*$$

$$s_2 = a_2^* \oplus a_5^* \oplus a_7^* \oplus a_8^* \oplus a_{10}^*$$

$$s_3 = a_3^* \oplus a_6^* \oplus a_7^* \oplus a_8^*$$

$$s_4 = a_4^* \oplus a_9^* \oplus a_{10}^*$$

Обрахуємо код Хеммінга для мого варіанта:

Вихідна кодова комбінація: 1100011

a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
1	1	0	0	1	1

Для обрахунку перевірочних символів підставимо значення в перевірочні рівняння:

$$a_1 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$a_2 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$a_3 = 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$a_4 = 1 \oplus 1 = 0$$

Отримаємо код Хеммінга:

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
1	0	1	0	1	1	0	0	1	1

або в іншому записі:

c_1	c_2	c_3	c_4	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
1	0	1	0	1	1	0	0	1	1

Зробимо перевірку спотворивши один із бітів:

$$A = 1010110111$$

$$A^* = 1010100111$$

Обрахуємо синдром:

$$s_1 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$s_2 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$s_3 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

Отримаємо синдром:

$$\bar{S} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Після перевірки, отриманий синдром дорівнює нулю, що означає, що код є правильним і помилки не виявлено.

Висновки: в ході виконання лабораторної роботи було вивчено властивості кодів Хеммінга, правила їх побудови за заданими характеристиками, а також принципи побудови пристроїв кодування й декодування.

		Дубницький Я.В.			Житомирська політехніка. 24.121.07.000 – ІПЗ-21-4	Арк.
		Локтікова Т.М.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		