

# Лабораторна робота #1

Грищенко 28-ий по списку,  $28_{10} = 0011100_2$

## Завдання 1-4. Булева функція

Таблиця 1.1

$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$y$
0	0	0	0	<b>0</b>
0	0	0	1	0
0	0	1	0	<b>0</b>
0	0	1	1	1
0	1	0	0	<b>1</b>
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	<b>1</b>
1	0	0	1	<b>1</b>
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	<b>0</b>
1	1	1	1	<b>0</b>

Діаграма Вейча:

		$x_1$			
		$x_2$			
$x_4$	$x_3$	0	0	1	1
		0	0	1	0
		1	0	1	1
		0	1	0	0

МДНФ:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_1 \bar{x}_2 x_4 \vee \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$$

$$\bar{f}(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_2 x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$$

$f(x_1, x_2, x_3, x_4) =$	Форма
$= x_1 \bar{x}_2 x_4 \vee \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	I/АБО
$= \overline{x_1 \bar{x}_2 x_4 \wedge \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 \wedge x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4}$	I-НІ/I-НІ
$= (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_4)(x_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4)(x_1 \vee x_3 \vee \bar{x}_4)(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)$	АБО/I-НІ
$= \bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4 \vee \bar{x}_1 \vee x_3 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4$	АБО-НІ/АБО
$\bar{f}(x_1, x_2, x_3, x_4) =$	
$= x_2 x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	I/АБО-НІ
$= \bar{x}_2 \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \wedge x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \wedge \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	I-НІ/I
$= (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_3) \wedge (x_2 \vee x_3 \vee x_4) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)$	АБО/I
$= \overline{(\bar{x}_2 \vee \bar{x}_3) \vee (x_2 \vee x_3 \vee x_4) \vee (x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \vee (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)}$	АБО-НІ/АБО-НІ

$a_3 a_2 a_1 = 100$ , отже будуємо операторні представлення функції на елементах

1. 2АБО-НІ, 4І
2. 2І-НІ

Використаємо для них нормальні форми I/АБО-НІ та I-НІ/I-НІ відповідно.

Змінні поєднуємо у групи:

1.

$$\begin{aligned} x_2 x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 &= \overline{(x_2 x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4} = \\ &= \overline{((x_2 x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4)) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4} \end{aligned}$$

2.

$$\overline{x_1 \bar{x}_2 x_4 \wedge \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 \wedge x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4} = \overline{(x_1 \bar{x}_2 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_2 x_3 \wedge \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_1 \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \bar{x}_4)}$$

Маємо відповідні схеми:

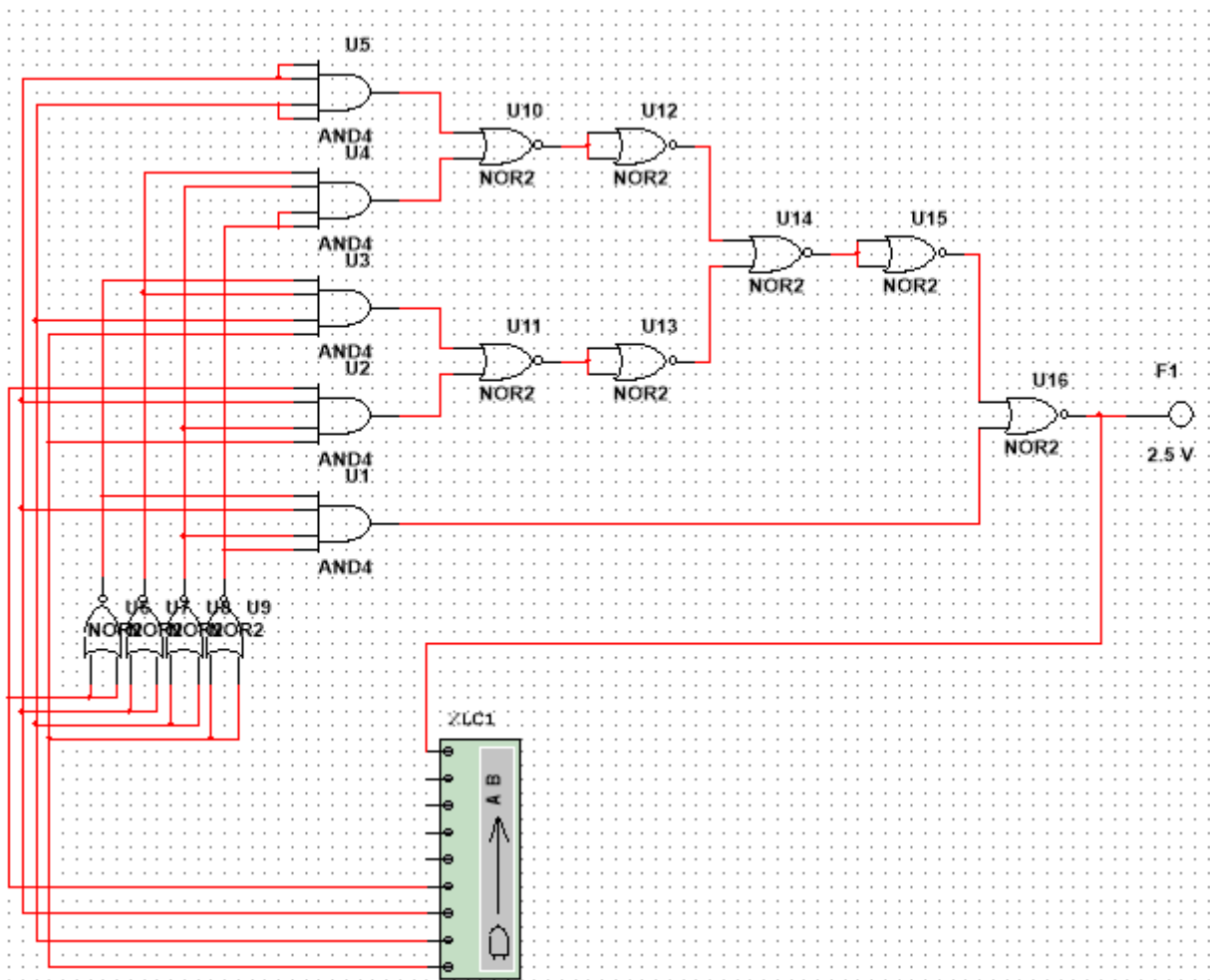
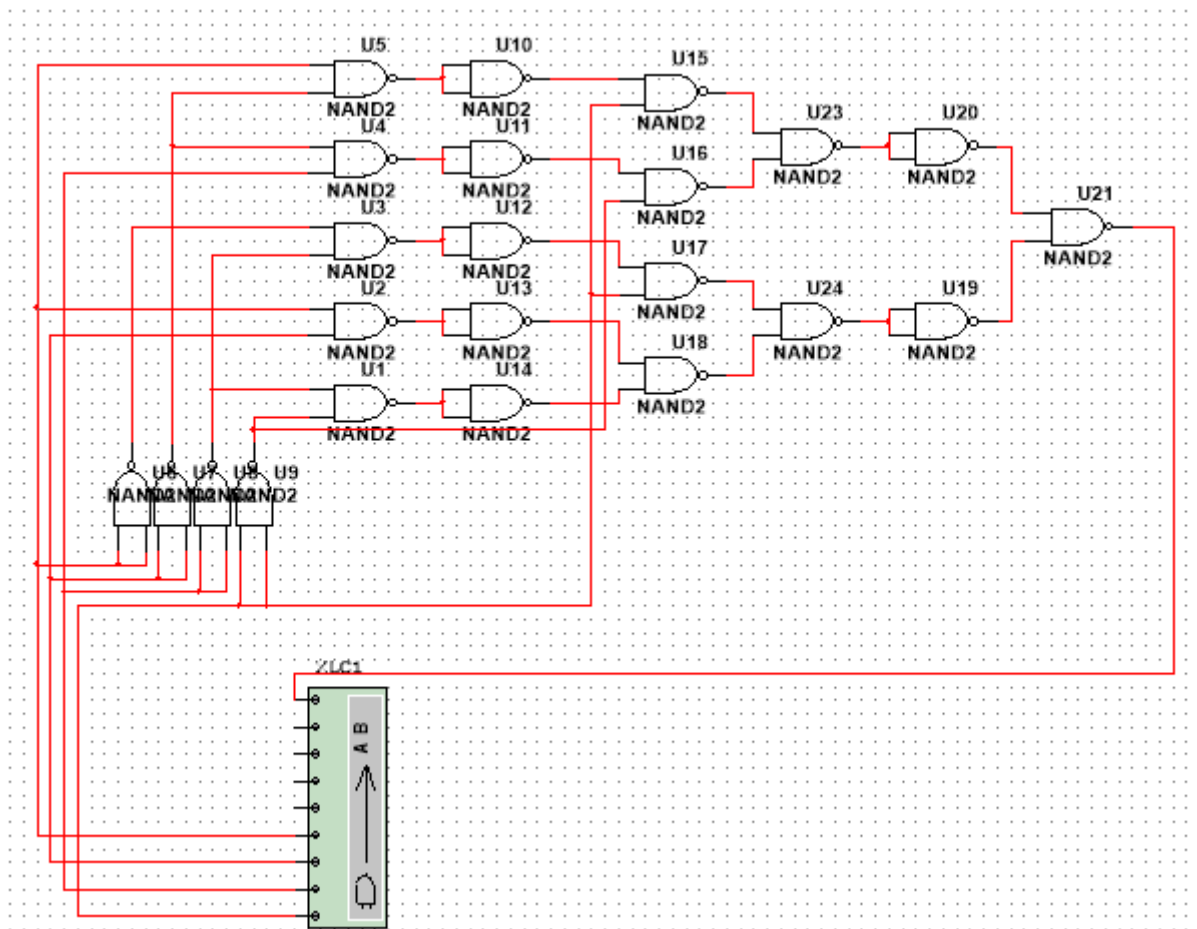


Схема 1 (2АБО-НІ, 4І)



## Схема 2 (2І-НІ)

Складність у числі умовних корпусів системи:

1.  $N = \frac{11 \times 3 + 5 \times 5}{14} \approx 4,14$
2.  $N = \frac{23 \times 3}{14} \approx 4,93$

Отже, схема, реалізована на елементах 2АБО-НІ та 4І, є найкращою за параметром N.

Час затримки сигналів:

1.  $T = 22 \times 6 + 24 = 156$
2.  $T = 22 \times 7 = 154$

Отже, схема, реалізована на елементах 2І-НІ є кращою за параметром T.

## Завдання 5. Перетворювач кодів

Інформація							
на вході				на виході			
x <sub>4</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>1</sub>
0	0	0	0	0	0	1	<b>0</b>
0	0	0	1	0	1	0	<b>0</b>
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	<b>1</b>
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	<b>1</b>
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	<b>1</b>
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0	<b>0</b>
1	1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	1	<b>0</b>

Маємо 4 ДДНФ:

$$\begin{aligned}
 f_1(x_1, x_2, x_3, x_4) &= \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \\
 &\vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 x_4 \\
 f_2(x_1, x_2, x_3, x_4) &= \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \\
 &\vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 x_3 x_4 \\
 f_3(x_1, x_2, x_3, x_4) &= x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \\
 &\vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \\
 f_4(x_1, x_2, x_3, x_4) &= x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \\
 &\vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4
 \end{aligned}$$

Мінімізуємо систему функцій, застосовуючи модифікований алгоритм Квайна:

$$\begin{aligned}
 A = \{ & \overset{1}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2)}, \overset{2}{x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3)}, \overset{3}{\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(1,3)}, \overset{4}{x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2,3)}, \\
 & \overset{5}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3)}, \overset{6}{x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,4)}, \overset{7}{\bar{x}_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(1,4)}, \overset{8}{x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(2,4)}, \\
 & \overset{9}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,4)}, \overset{10}{x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)}, \overset{11}{\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)}, \overset{12}{x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,3,4)}, \\
 & \overset{13}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4(1,2,3,4)}, \overset{14}{\bar{x}_1 x_2 x_3 x_4(1)}, \overset{15}{x_1 x_2 x_3 x_4(2)} \}
 \end{aligned}$$

1.  $1 \vee 5 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_4(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(2,3)$
2.  $1 \vee 9 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,4)$

3.  $2 \vee 4 = x_1 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3) \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2,3)$
4.  $2 \vee 10 = x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(3) \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3) \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)$
5.  $3 \vee 4 = x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(1,3) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2,3)$
6.  $3 \vee 7 = \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_4(1) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(1,3) \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(1,4)$
7.  $3 \vee 11 = \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3(1,3) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(1,3) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)$
8.  $4 \vee 8 = x_1 x_2 \bar{x}_4(2) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2,3) \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(2,4)$
9.  $4 \vee 12 = x_1 x_2 \bar{x}_3(2,3) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(2,3) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,3,4)$
10.  $5 \vee 13 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(2,3) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4(1,2,3,4)$
11.  $6 \vee 8 = x_1 x_3 \bar{x}_4(4) \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,4) \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(2,4)$
12.  $7 \vee 8 = x_2 x_3 \bar{x}_4(4) \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(1,4) \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(2,4)$
13.  $7 \vee 14 = \bar{x}_1 x_2 x_3(1) \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(1,4) \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 x_4(1)$
14.  $8 \vee 15 = x_1 x_2 x_3(2) \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4(2,4) \vee x_1 x_2 x_3 x_4(2)$
15.  $9 \vee 10 = \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,4) \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)$
16.  $9 \vee 11 = \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,4) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)$
17.  $9 \vee 13 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4(1,2,3,4)$
18.  $10 \vee 12 = x_1 \bar{x}_3 x_4(1,3,4) \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,3,4)$
19.  $11 \vee 12 = x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,3,4)$
20.  $12 \vee 15 = x_1 x_2 x_4(2) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4(1,2,3,4) \vee x_1 x_2 x_3 x_4(2)$
21.  $13 \vee 14 = \bar{x}_1 x_3 x_4(1) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 x_4(1,2,3,4) \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 x_4(1)$

$$B = \{ \overset{1}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_4(2)}, \overset{2}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(2)}, \overset{3}{x_1 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3)}, \overset{4}{x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(3)}, \overset{5}{x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3)}, \overset{6}{\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_4(1)}, \\ \overset{7}{\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3(1,3)}, \overset{8}{x_1 x_2 \bar{x}_4(2)}, \overset{9}{x_1 x_2 \bar{x}_3(2,3)}, \overset{10}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3)}, \overset{11}{x_1 x_3 \bar{x}_4(4)}, \overset{12}{x_2 x_3 \bar{x}_4(4)}, \\ \overset{13}{\bar{x}_1 x_2 x_3(1)}, \overset{14}{x_1 x_2 x_3(2)}, \overset{15}{\bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,4)}, \overset{16}{\bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4(1,4)}, \overset{17}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4)}, \overset{18}{x_1 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)}, \\ \overset{19}{x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)}, \overset{20}{x_1 x_2 x_4(2)}, \overset{21}{\bar{x}_1 x_3 x_4(1)} \}$$

1.  $1 \vee 17 = \bar{x}_1 \bar{x}_2(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_4(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4)$
2.  $2 \vee 10 = \bar{x}_1 \bar{x}_2(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3)$
3.  $3 \vee 18 = x_1 x_4(3) \vee x_1 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3) \vee x_1 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)$
4.  $7 \vee 9 = x_2 \bar{x}_3(3) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3(1,3) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3(2,3)$
5.  $7 \vee 13 = \bar{x}_1 x_2(1) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3(1,3) \vee \bar{x}_1 x_2 x_3(1)$
6.  $8 \vee 20 = x_1 x_2(2) \vee x_1 x_2 \bar{x}_4(2) \vee \bar{x}_1 x_2 x_4(2)$
7.  $9 \vee 14 = x_1 x_2(2) \vee x_1 x_2 \bar{x}_3(2,3) \vee x_1 x_2 x_3(2)$
8.  $15 \vee 19 = \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)$
9.  $16 \vee 18 = \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee x_1 \bar{x}_3 x_4(1,3,4)$
10.  $16 \vee 21 = \bar{x}_1 x_4(1) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee \bar{x}_1 x_3 x_4(1)$

Більше склеювань робити не можемо. Маємо прості імпліканти:

$$y = \bar{x}_1 \bar{x}_2(2) \vee x_1 x_4(3) \vee x_2 \bar{x}_3(3) \vee \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee \bar{x}_1 x_4(1) \vee \bar{x}_1 x_2(1) \vee x_1 x_2(2) \vee \\ \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(3) \vee x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4(3) \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_4(1) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3) \vee x_1 x_3 \bar{x}_4(4) \vee x_2 x_3 \bar{x}_4(4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \vee x_2 \bar{x}_3 x_4(1,3,4) \vee \\ \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3) \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,4)$$

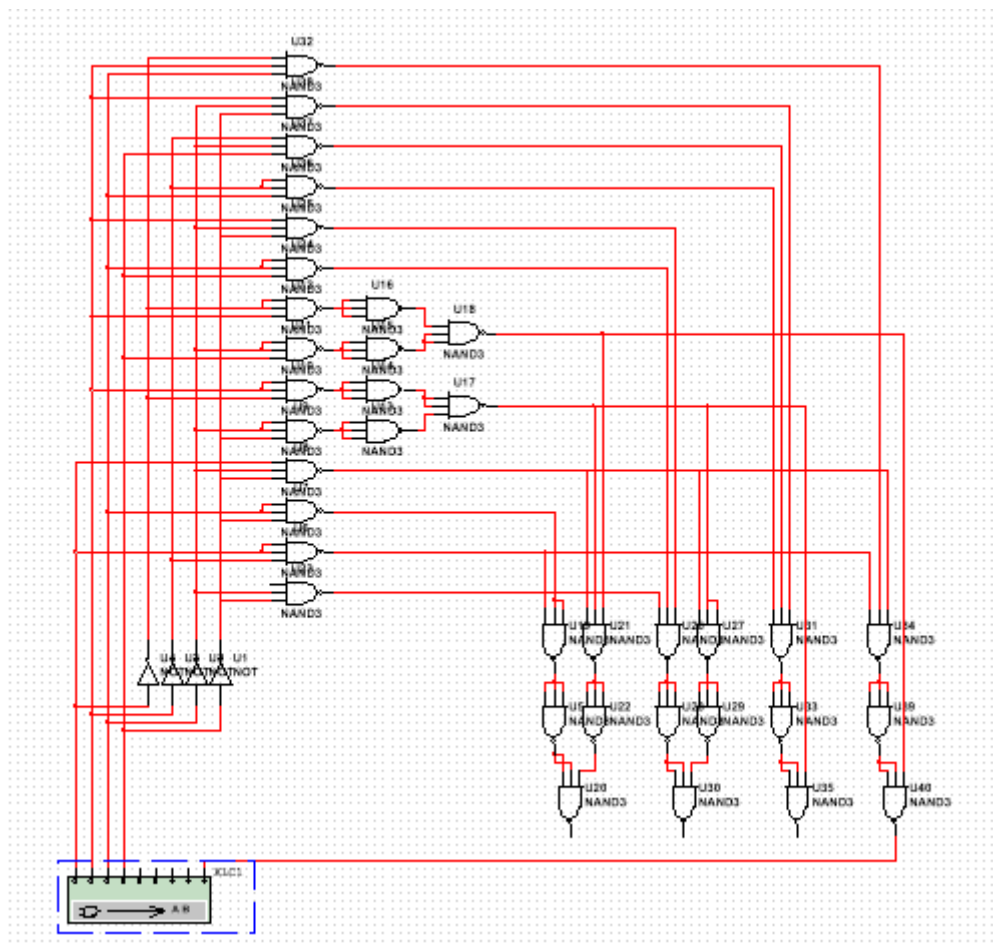
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15												
	2	3	1	3	2	3	1	2	3	1	4	1	4	2	4	1	2	4	1	3	4	1	2	3	4	1	2
<u><math>\bar{x}_1\bar{x}_2</math> (2)</u>	*						*									*											
<u><math>x_1x_2</math> (2)</u>					*												*										*
$x_1x_4$ (3)																*											
<u><math>x_2x_3</math> (3)</u>				*		*											*				*						
<u><math>\bar{x}_3\bar{x}_4</math> (1,4)</u>										*		*	*			*	*	*			*						
<u><math>\bar{x}_1x_4</math> (1)</u>										*				*						*					*		
<u><math>\bar{x}_1x_2</math> (1)</u>			*						*							*									*		
<u><math>\bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3</math> (3)</u>		*														*											
<u><math>x_2x_3x_4</math> (3)</u>				*		*																					
<u><math>\bar{x}_1x_2x_4</math> (1)</u>			*						*																		
<u><math>\bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3</math> (2,3)</u>						*	*														*	*					
<u><math>x_1x_3x_4</math> (4)</u>								*		*																	
<u><math>\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4</math> (4)</u>								*	*																		
<u><math>\bar{x}_1\bar{x}_2x_4</math> (1,2,4)</u>										*	*	*								*	*		*				
<u><math>x_2x_3x_4</math> (1,3,4)</u>												*	*	*	*	*	*	*									
<u><math>\bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3x_4</math> (1,2,3)</u>					*	*	*																				
<u><math>\bar{x}_1\bar{x}_2x_3x_4</math> (1,4)</u>								*	*																		
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

В таблиці підкреслене — це ядро функції. Жирним виділені імпліканти, які ми оберемо для нашої системи, будемо вважати цей набір мінімальним

Маємо:

$$\begin{aligned}
 f_1(x_1, x_2, x_3, x_4) &= \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee \bar{x}_1 x_2(1) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3) \vee x_1 \bar{x}_3 x_3 \bar{x}_4(1,4) = \\
 &= \bar{x}_3 x_4(1,4) \wedge \bar{x}_1 x_2(1) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3) \wedge x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,4) \\
 &= (\bar{x}_3 x_4(1,4) \wedge \bar{x}_1 x_2(1)) \wedge (\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 \wedge x_3 \bar{x}_4(1,2,3) \wedge x_1 \bar{x}_2 \wedge x_3 \bar{x}_4(1,4)) \\
 f_2(x_1, x_2, x_3, x_4) &= \bar{x}_1 \bar{x}_2(2) \vee x_1 x_2(2) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3) = \\
 &= \bar{x}_1 \bar{x}_2(2) \wedge x_1 x_2(2) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3) \\
 &= (\bar{x}_1 \bar{x}_2(2) \wedge x_1 x_2(2) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3)) \wedge (\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 \wedge x_3 \bar{x}_4(1,2,3))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_3(x_1, x_2, x_3, x_4) &= x_2 \bar{x}_3(3) \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(3) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3) = \\
 &= \overline{x_2 \bar{x}_3(3) \wedge x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(3) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4(1,2,3)} \\
 &= \overline{(x_2 \bar{x}_3(3) \wedge x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3(3) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3(2,3)) \wedge \overline{\bar{x}_1 \bar{x}_2} \wedge \overline{x_3 \bar{x}_4}(1,2,3)} \\
 f_4(x_1, x_2, x_3, x_4) &= \bar{x}_3 x_4(1,4) \vee x_2 x_3 \bar{x}_4(4) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \vee x_1 \bar{x}_3 x_3 \bar{x}_4(1,4) = \\
 &= \overline{\bar{x}_3 x_4(1,4) \wedge x_2 x_3 \bar{x}_4(4) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4) \wedge x_1 \bar{x}_3 x_3 \bar{x}_4(1,4)} \\
 &= \overline{(\bar{x}_3 x_4(1,4) \wedge x_2 x_3 \bar{x}_4(4) \wedge \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4(1,2,4)) \wedge \overline{\bar{x}_1 \bar{x}_2} \wedge \overline{x_3 \bar{x}_4}(1,4)}
 \end{aligned}$$



Складність у числі умовних корпусів системи:  $N = \frac{40 \times 4}{14} \approx 11,43$

Рівень схеми:  $L=7$

Час затримки сигналів:  $T=22 \times 7=154$



## Завдання 6. Мультиплексор

Пробуємо виключити різні пари змінних, розглядаємо залишкові функції.

**Картка Кarnaugh для  $x_1, x_2, x_3, x_4$**

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
0	0	1	1
0	0	1	0
1	0	1	1
0	1	0	0

**Групування для  $x_2, x_3$  (залишок  $x_1$ )**

$x_2$	$x_3$	$y_3$	$y_1$
1	1	1	1
1	0	1	0
0	1	0	0

**Групування для  $x_2, x_4$  (залишок  $x_1$ )**

$x_2$	$x_4$	$y_3$	$y_1$
1	1	1	1
1	0	1	0
0	1	0	0

**Групування для  $x_1, x_2$  (залишок  $x_3, x_4$ )**

$x_1$	$x_2$	$y_3$	$y_1$
1	1	1	1
1	0	1	0
0	1	0	0

**Виведення функцій:**

Для  $x_2, x_3$  (залишок  $x_1$ ):

$$y_2 = \overline{x_1} \vee x_4 = \overline{x_1} \overline{x_4}$$

$$y_2 = x_1 \overline{x_4} \vee \overline{x_1} x_4 = \overline{x_1 \overline{x_4} \wedge \overline{x_1} x_4}$$

$$y_0 = x_1$$

$$y_3 = 0$$

Для  $x_2, x_4$  (залишок  $x_1$ ):

$$y_2 = \overline{x_2}$$

$$y_3 = x_1 \overline{x_2} = \overline{x_1 x_2}$$

$$y_3 = \overline{x_2} \vee x_1 = \overline{x_1 x_2}$$

$$y_0 = x_1 x_2 = \overline{\overline{x_1 x_2}}$$

Для  $x_1, x_2$  (залишок  $x_3, x_4$ ):

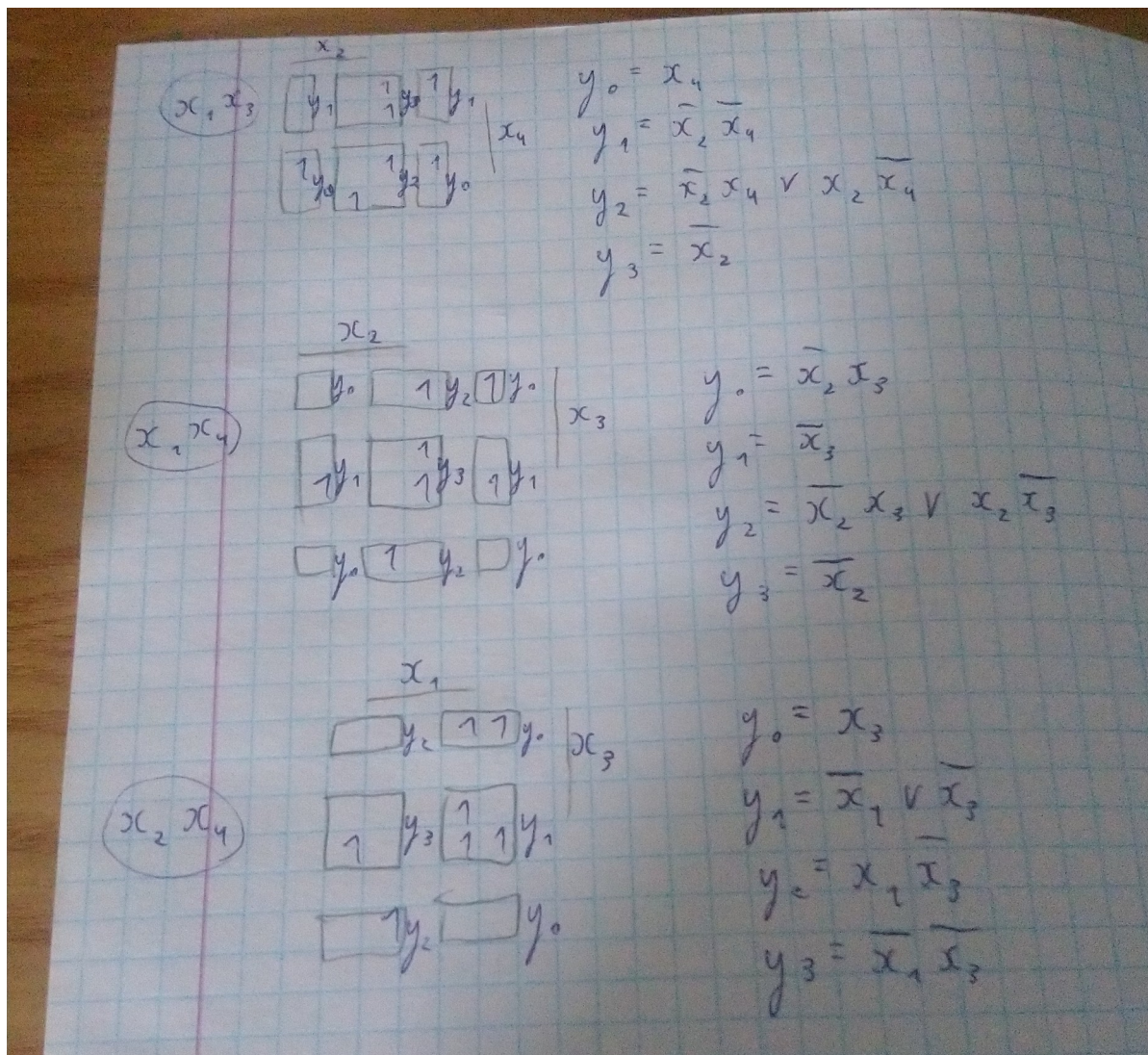
$$y_0 = x_3 \overline{x_4} \vee \overline{x_3} x_4$$

$$y_1 = \overline{x_3} x_4$$

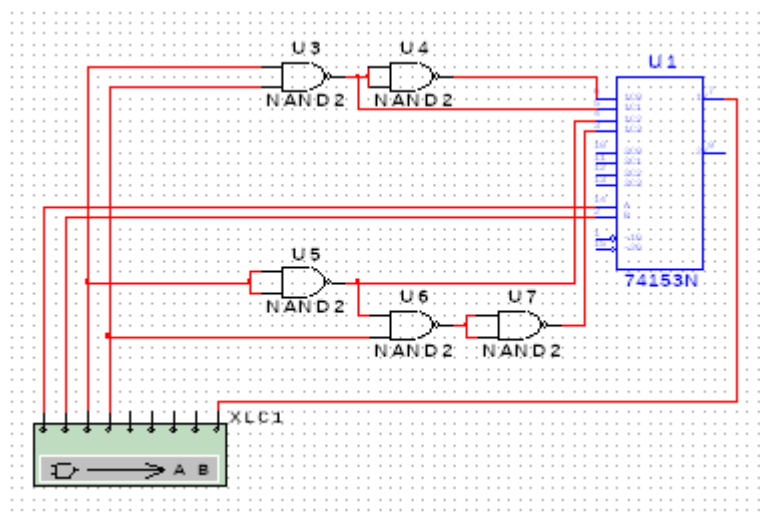
$$y_2 = x_3 \vee x_4$$

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





Найпростіша реалізація залишкових функцій буде при виключенні  $x_3, x_4$ .

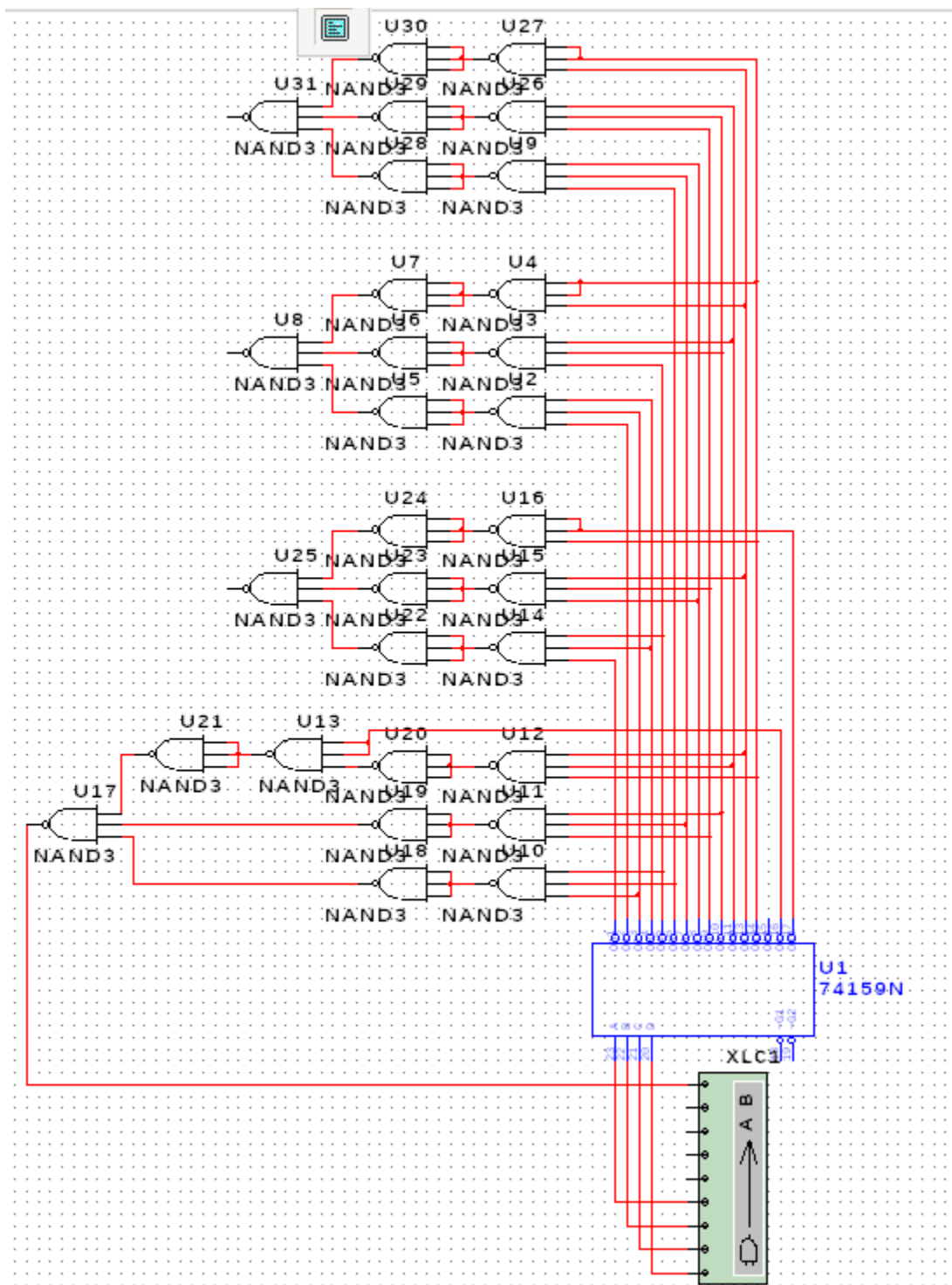


Складність у числі умовних корпусів системи:  $N = \frac{5 \times 2}{14} + 1 \approx 1,71$

Отже, ця схема значно простіша за ту, що ми спроектували у завданнях 1-4.

## Завдання 7. Дешифратор

$$\begin{aligned}
 f_1(x_1, x_2, x_3, x_4) &= 2 \vee 4 \vee 5 \vee 6 \vee 8 \vee 9 \vee 10 \vee 11 \vee 12 \vee 14 = \overline{\overline{(2 \wedge 4 \wedge 5)} \wedge (6 \wedge 8 \wedge 9) \wedge (10 \wedge 11 \wedge 12)} \wedge \bar{14} \\
 f_2(x_1, x_2, x_3, x_4) &= 0 \vee 3 \vee 4 \vee 7 \vee 8 \vee 11 \vee 12 \vee 15 = \overline{\overline{(0 \wedge 3 \wedge 4)} \wedge (7 \wedge 8 \wedge 11) \wedge (12 \wedge 15)} \\
 f_3(x_1, x_2, x_3, x_4) &= 1 \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 9 \vee 10 \vee 11 \vee 12 = \overline{\overline{(1 \wedge 2 \wedge 3)} \wedge (4 \wedge 9) \wedge (10 \wedge 11 \wedge 12)} \\
 f_4(x_1, x_2, x_3, x_4) &= 5 \vee 6 \vee 7 \vee 8 \vee 9 \vee 10 \vee 11 \vee 12 = \overline{\overline{(5 \wedge 6 \wedge 7)} \wedge (8 \wedge 9 \wedge 10) \wedge (11 \wedge 12)}
 \end{aligned}$$



$$N = \frac{30 \times 4}{14} + 1 \approx 9,57$$

Отже, у порівнянні зі схемою з завдання 5, така схема простіша у числі умовних корпусів мікросхем.