	ЗВО: Національний університет «Львівська політехніка» Навчальний рік: 2024/2025 Семестр: весняний	Навчальна дисципліна: Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерних систем Лабораторна робота № 3: Мінімізація логічних функцій																																				
	Кафедра систем автоматизованого проектування Викладач: доц. Стефанович Т.О.	Група: ПП-12 Студент: Венгрин Владислав Тарасович Варіант: 3																																				
Мета роботи																																						
Вивчення методів проектування комбінаційних схем в заданому базисі логічних елементів.																																						
Теоретичні відомості																																						
<p>Логічні функції можна задавати різними способами.</p> <p>За табличного способу задання логічна функція подається як таблиця істинності, в яку записують всі можливі набори аргументів, і для кожного набору встановлюється значення функції як 0, або 1. Від таблиці істинності можна перейти до алгебраїчної форми подання функції. В цій формі зручно проводити її перетворення, наприклад, з метою мінімізації.</p> <p>Мінтерм — це кон'юнкція, в яку входять всіх n вхідних змінних в прямій або інверсній формі.</p> <p>Макстерм — диз'юнкція, в яку входять всіх n вхідних змінних в прямій або інверсній формі.</p> <p>ДДНФ логічної функції — це диз'юнкція мінтермів, які відповідають наборам вхідних змінних, для яких функція рівна 1.</p> <p>ДКНФ логічної функції — це кон'юнкція макстермів, які відповідають наборам вхідних змінних, для яких функція рівна 0.</p> <p>ДДНФ і ДКНФ використовуються для початкового подання логічних функцій, але, як правило, ці форми не є оптимальними для побудови комбінаційних схем. Тому шукають таку форму подання функції, для якої вираз буде складатися з мінімальної кількості змінних. З метою мінімізації застосовують склеювання суміжних мінтермів або макстермів. Кон'юнкції або диз'юнкції, які отримують в результаті, мають назву імплікант. Для спрощення мінімізації застосовують карти Карно. Для приведення мінімізованих логічних функцій до одного з базисів І-НЕ (NAND) або АБО-НЕ (NOR) використовують теореми де Моргана.</p>																																						
Завдання, хід роботи, результати																																						
<p>1. Мінімізація функції трьох змінних.</p> <p>1.1. Таблиця істинності</p>																																						
<table><tr><td>x_2</td><td>x_1</td><td>x_0</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>			x_2	x_1	x_0	Y	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
x_2	x_1	x_0	Y																																			
0	0	0	0																																			
0	0	1	1																																			
0	1	0	0																																			
0	1	1	1																																			
1	0	0	1																																			
1	0	1	0																																			
1	1	0	1																																			
1	1	1	0																																			

1.2. Досконала диз'юнктивна нормальна форма (ДДНФ)

$$Y = \bar{x}_2\bar{x}_1x_0 + \bar{x}_2x_1x_0 + x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 + x_2x_1\bar{x}_0$$

Логічні елементи в NI Multisim: NOT — 3; AND3 — 4; OR4 — 1

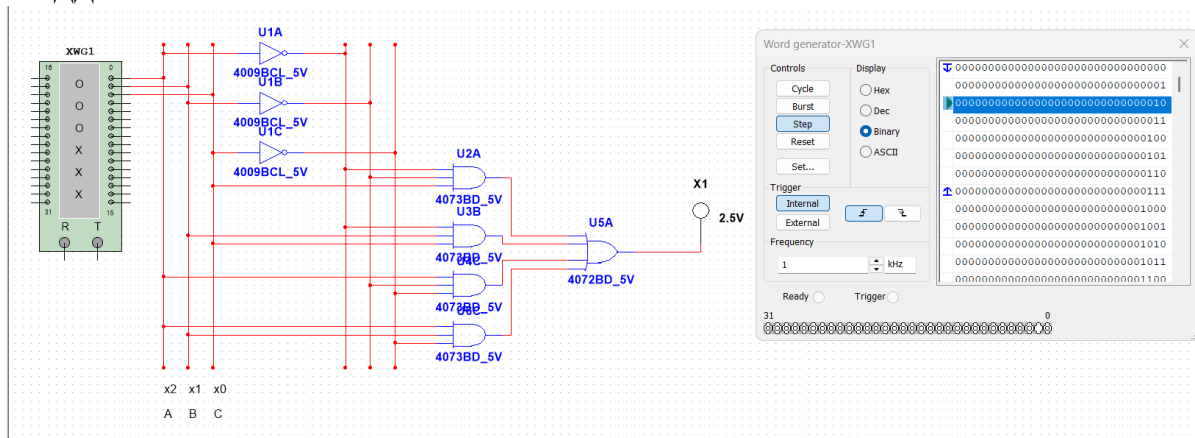
1.3. Досконала кон'юнктивна нормальна форма (ДКНФ)

$$Y = (x_2 + x_1 + x_0)(x_2 + \bar{x}_1 + x_0)(\bar{x}_2 + x_1 + \bar{x}_0)(\bar{x}_2 + \bar{x}_1 + \bar{x}_0)$$

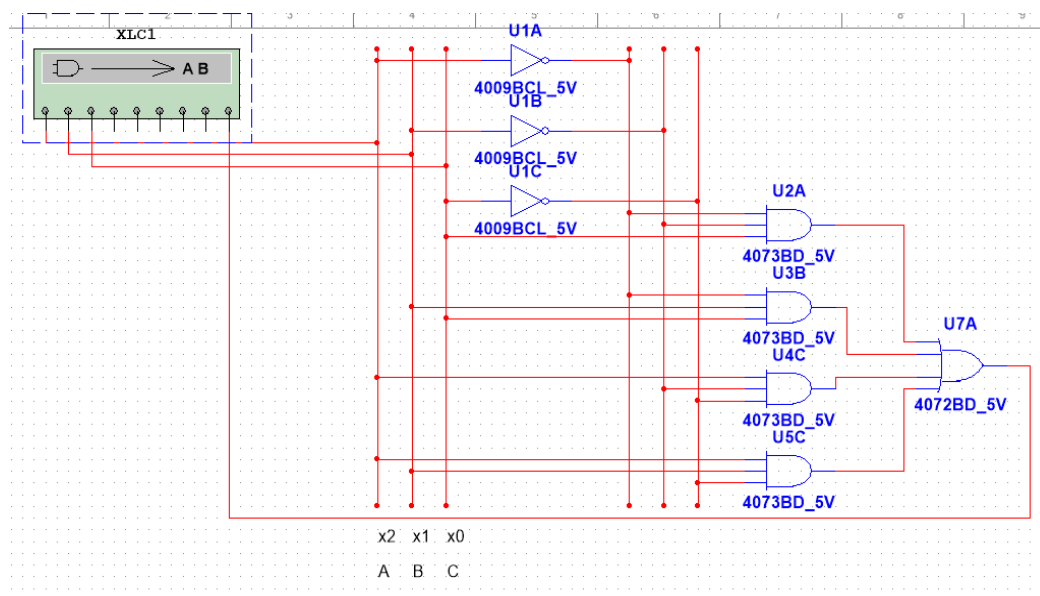
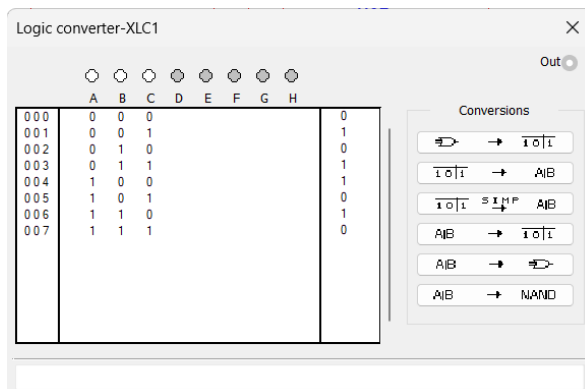
Логічні елементи в NI Multisim: NOT — 3; OR3 — 4; AND4 — 1

1.4. Схеми у NI Multisim

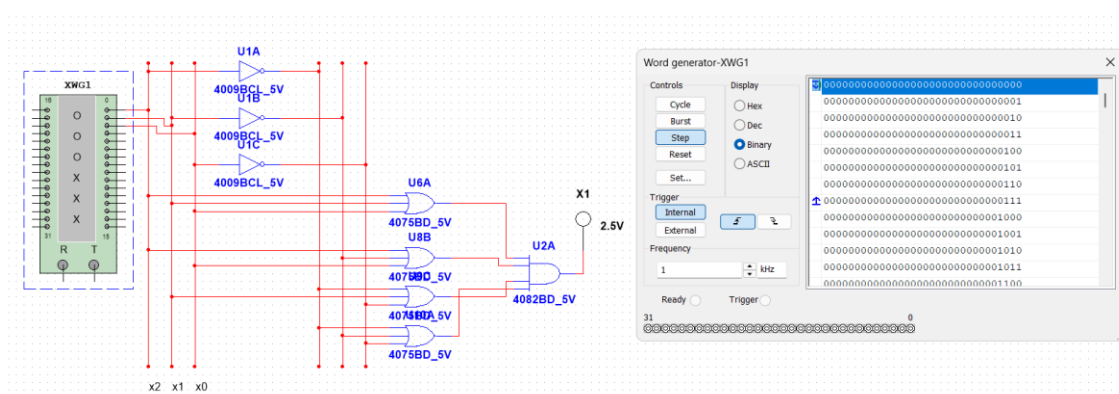
1.4.1. ДДНФ з Word Generator



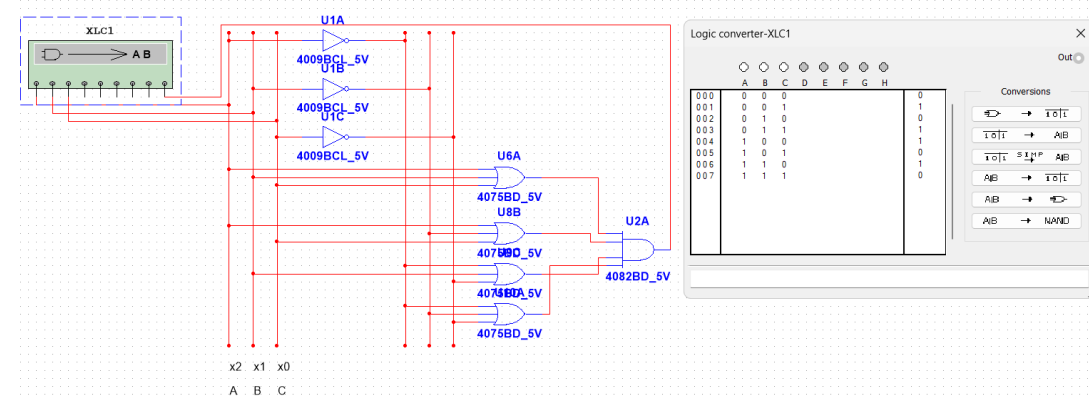
1.4.2. ДДНФ з Logical Converter



1.4.3. ДКНФ з Word Generator



1.4.4. ДКНФ з Logical Converter



1.5. Мінімізація логічної функції з допомогою карт Карно

Мінімальна диз'юнктивна форма (МДФ)

	x_0	\bar{x}_0
$\bar{x}_2\bar{x}_1$	1	
\bar{x}_2x_1	1	
x_2x_1		1
$x_2\bar{x}_1$		1

Суміжні мінтерми:

$$\bar{x}_2\bar{x}_1x_0 \text{ і } \bar{x}_2x_1x_0 \Rightarrow \bar{x}_2x_0$$

$$x_2x_1\bar{x}_0 \text{ і } x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 \Rightarrow x_2\bar{x}_0$$

$$Y = \bar{x}_2x_0 + x_2\bar{x}_0$$

Логічні елементи в NI Multisim: NOT — 2; AND2 — 2; OR2 — 1

Мінімальна кон'юнктивна форма (МКФ)

	x_0	\bar{x}_0
$\bar{x}_2\bar{x}_1$		0
\bar{x}_2x_1		0
x_2x_1	0	
$x_2\bar{x}_1$	0	

Суміжні макстерми:

$$\bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0 \text{ і } \bar{x}_2x_1\bar{x}_0 \Rightarrow \bar{x}_2\bar{x}_0$$

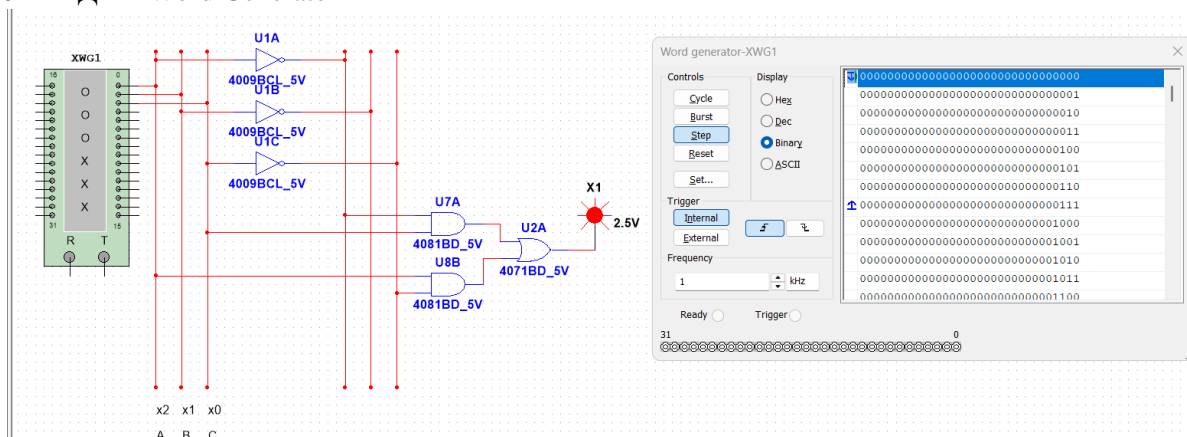
$$x_2x_1x_0 \text{ і } x_2\bar{x}_1x_0 \Rightarrow x_2x_0$$

$$Y = (\bar{x}_2 + \bar{x}_0)(x_2 + x_0)$$

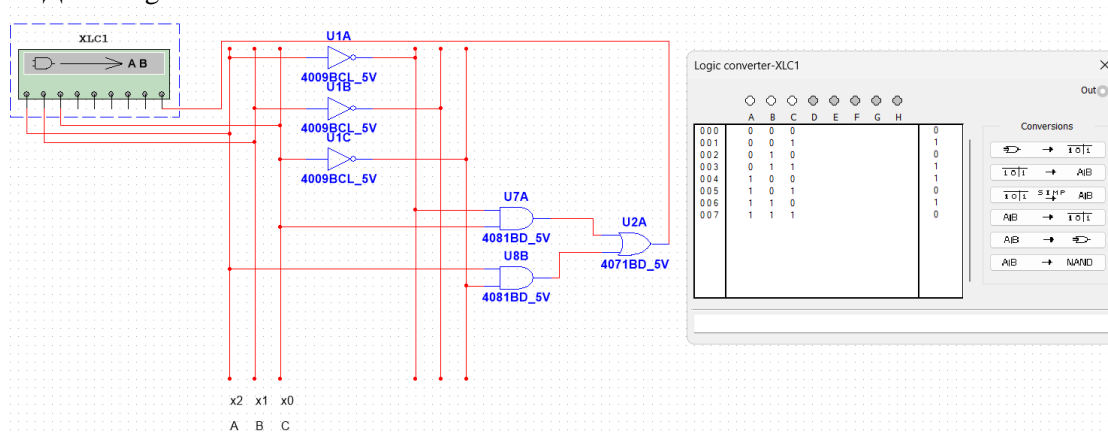
Логічні елементи в NI Multisim: NOT — 2; OR2 — 3; AND3 — 1

1.6. Схеми у NI Multisim

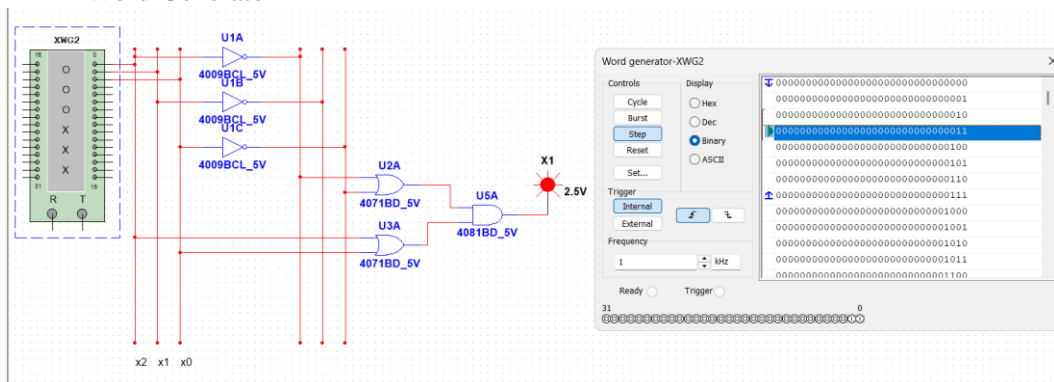
1.6.1. МДФ з Word Generator



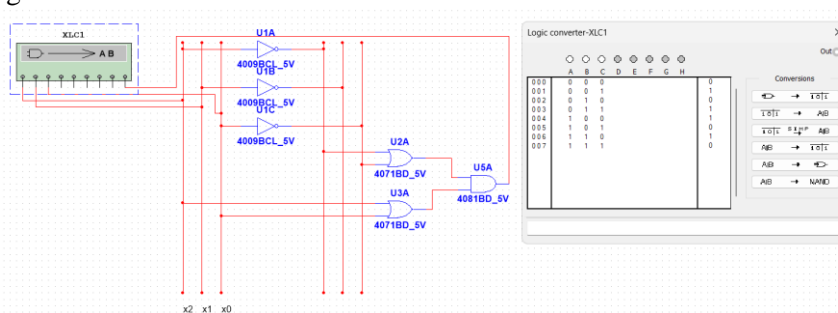
1.6.2. МДФ з Logical Converter



1.6.3. МКФ з Word Generator



1.6.4. МКФ з Logical Converter



2. Мінімізація функції чотирьох змінних

2.1. Таблиця істинності

x_3	x_2	x_1	x_0	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

2.2. Мінімізація логічної функції з допомогою карт Карно

ДДНФ функції

$$F(x_3, x_2, x_1, x_0) = \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \overline{x_0} \vee \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_3} x_2 x_1 \overline{x_0} \vee x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_3 \overline{x_2} x_1 \overline{x_0} \vee x_3 x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_3 x_2 x_1 \overline{x_0}$$

ДКНФ функції

$$F(x_3, x_2, x_1, x_0) = (x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \overline{x_0}) \wedge (x_3 \vee x_2 \vee \overline{x_1} \vee \overline{x_0}) \wedge (x_3 \vee \overline{x_2} \vee x_1 \vee \overline{x_0}) \wedge (x_3 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1} \vee \overline{x_0}) \wedge (\overline{x_3} \vee x_2 \vee x_1 \vee \overline{x_0}) \wedge (\overline{x_3} \vee x_2 \vee \overline{x_1} \vee \overline{x_0}) \wedge (\overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1} \vee x_0)$$

Мінімальна диз'юнктивна форма (МДФ)

$x_3 x_2$	$x_1 x_0$			
	$\overline{x_1} \overline{x_0}$	$\overline{x_1} x_0$	$x_1 x_0$	$x_1 \overline{x_0}$
$\overline{x_3} \overline{x_2}$	1			1
$\overline{x_3} x_2$	1			1
$x_3 \overline{x_2}$		1	1	
$x_3 x_2$	1			1

МДФ:

$$\overline{x_0} \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \overline{x_3} \vee x_0 x_1 x_3$$

$$\overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \Rightarrow \overline{x_3} \overline{x_1} \overline{x_0}$$

$$\overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \overline{x_0} \vee \overline{x_3} x_2 x_1 \overline{x_0} \Rightarrow \overline{x_3} x_1 \overline{x_0}$$

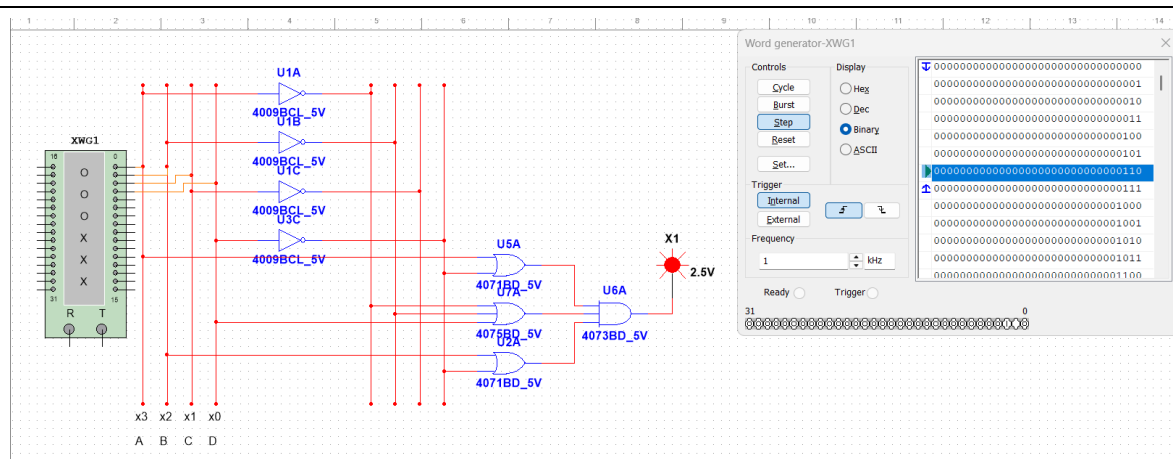
$$\overline{x_3} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_3} x_1 \overline{x_0} \Rightarrow \overline{x_3} \overline{x_0}$$

$$\overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \Rightarrow \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0}$$

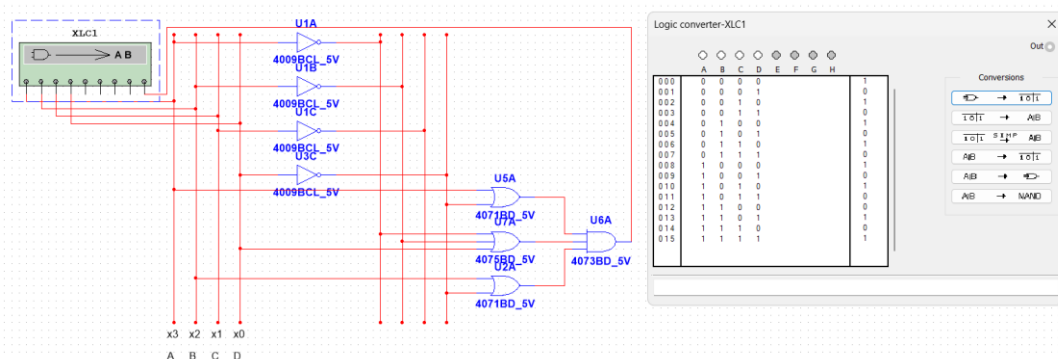
$$\overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \overline{x_0} \vee x_3 \overline{x_2} x_1 \overline{x_0} \Rightarrow \overline{x_2} x_1 \overline{x_0}$$

$$\overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_2} x_1 \overline{x_0} \Rightarrow \overline{x_2} \overline{x_0}$$

$$x_3 x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_3 x_2 x_1 \overline{x_0} \Rightarrow x_3 x_2 \overline{x_0}$$



2.3.4. МКФ з Logical Converter



3. Приведення логічної функції чотирьох змінних до одного базису

3.1. Базис І-НЕ (NAND)

$$F = \bar{x}_3\bar{x}_0 + \bar{x}_2\bar{x}_0 + x_3x_2x_0$$

Застосуємо теорему де Моргана.

$$Y = x_3x_2x_0 + x_3\bar{x}_2\bar{x}_0 + \bar{x}_3\bar{x}_0 = \overline{\overline{x_3x_2x_0} \cdot \overline{x_3\bar{x}_2\bar{x}_0} \cdot \overline{\bar{x}_3\bar{x}_0}}$$

3.2. Базис АБО-НЕ (NOR)

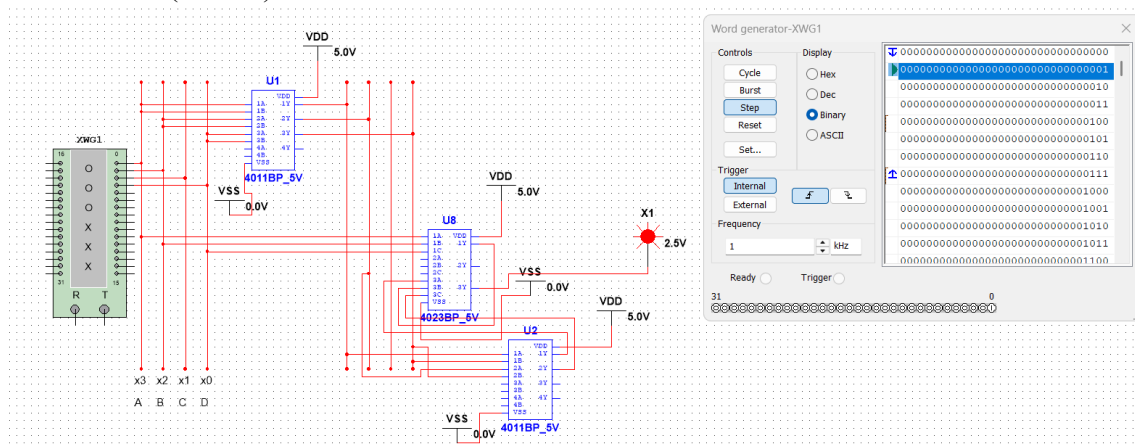
$$Y = (x_3 + \bar{x}_0) \cdot (x_2 + \bar{x}_0) \cdot (\bar{x}_3 + \bar{x}_2 + x_0)$$

Застосуємо теорему де Моргана.

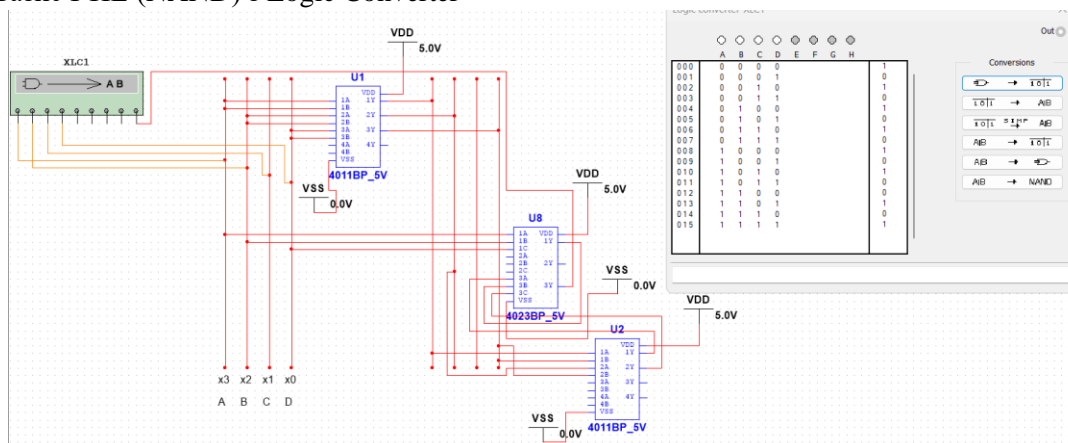
$$Y = (x_3 + \bar{x}_0) \cdot (x_2 + \bar{x}_0) \cdot (\bar{x}_3 + \bar{x}_2 + x_0) = \overline{\overline{(x_3 + \bar{x}_0)} + \overline{(x_2 + \bar{x}_0)} + \overline{(\bar{x}_3 + \bar{x}_2 + x_0)}}$$

3.3. Схеми у NI Multisim

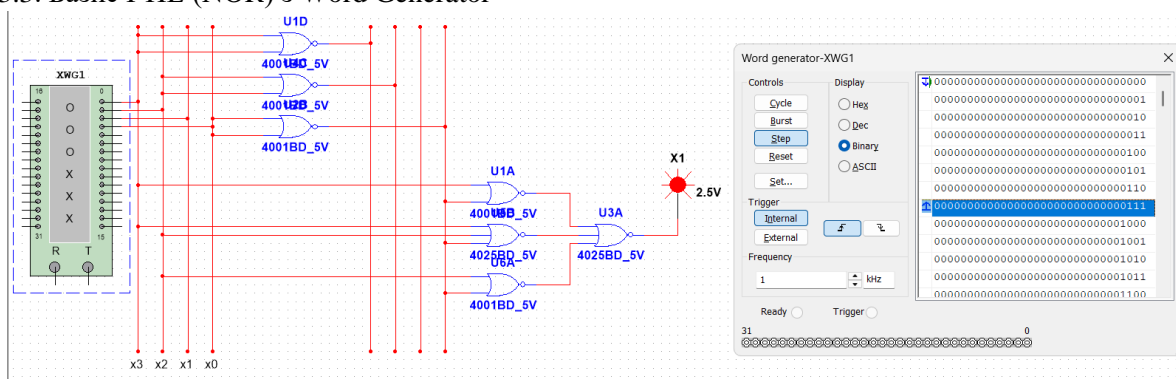
3.3.1. Базис І-НЕ (NAND) з Word Generator



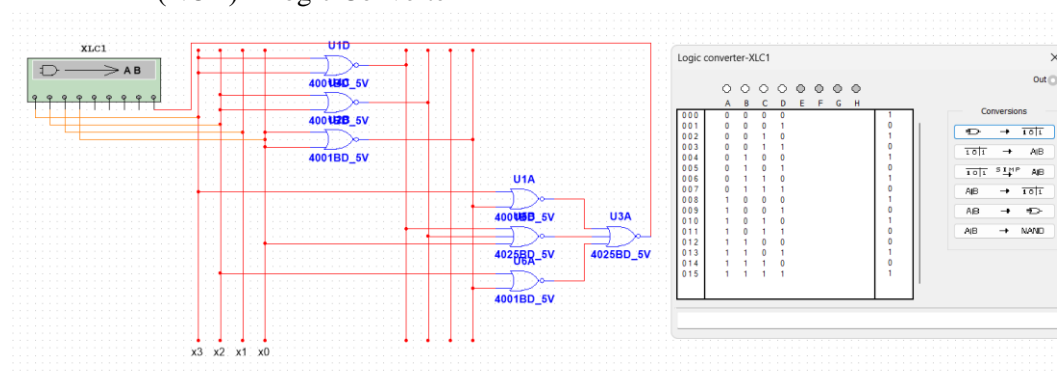
3.3.2. Базис I-HE (NAND) з Logic Converter



3.3.3. Базис I-HE (NOR) з Word Generator

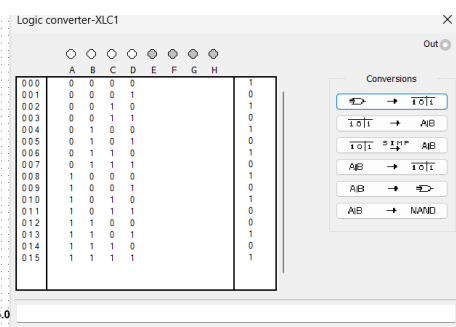
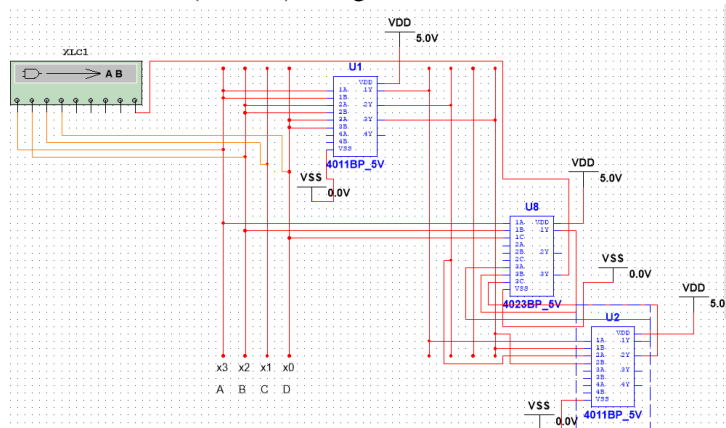


3.3.4. Базис I-АБО (NOR) з Logic Converter

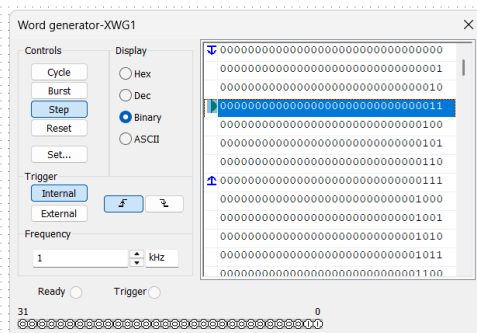
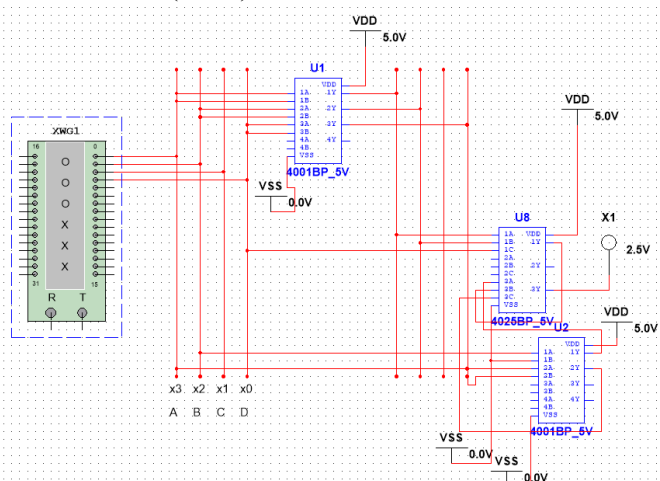


3.4. Схеми у NI Multisim на базі мікросхем 4000 серії

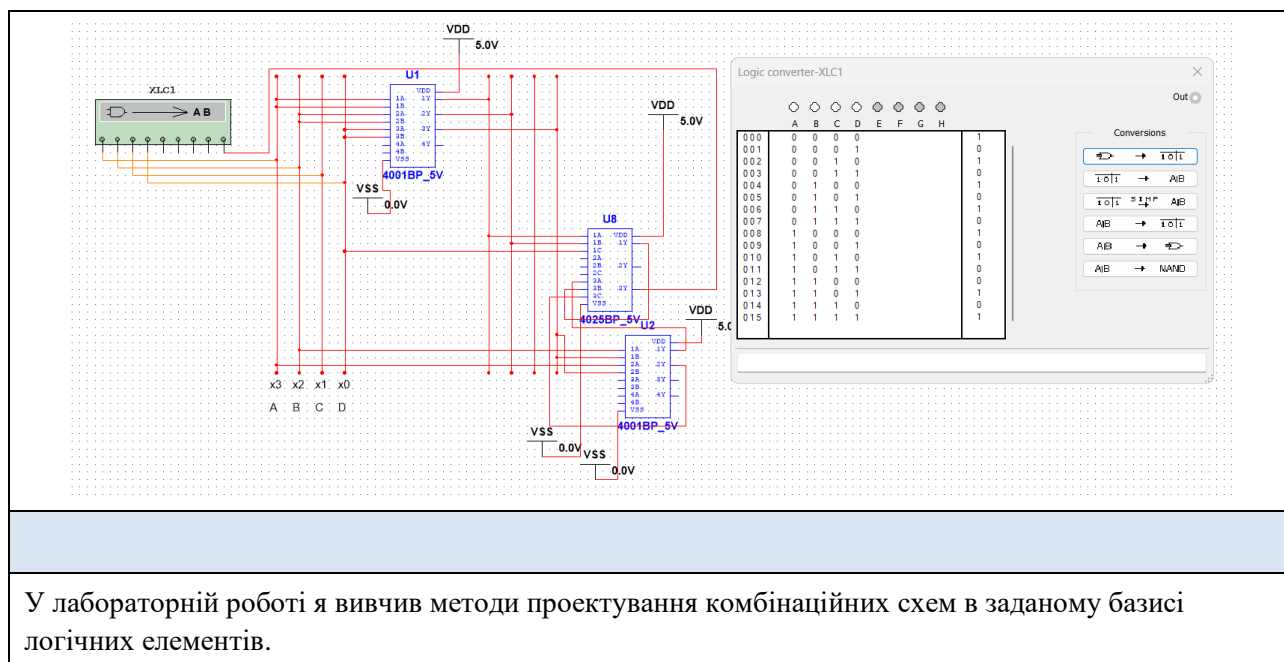
3.4.1. Базис I-HE (NAND) з Word Generator



3.4.3. Базис I-HE (NOR) з Word Generator



3.4.4. Базис І-АБО (NOR) з Logic Converter



У лабораторній роботі я вивчив методи проектування комбінаційних схем в заданому базисі логічних елементів.