

Проектування комбінаційних схем на мікросхемах різного ступеню інтеграції

Хома Андрій

25/10/2018

11 варіант

1 Представлення булевої функції.

$a_1 = 1, a_2 = 1, a_3 = 0, a_4 = 1, a_5 = 0, a_6 = 0, a_7 = 0$

x_4	x_3	x_2	x_1	y	\bar{y}
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1

Табл. 1: Представлення булевої функції

2 Побудова МДНФ для y та \bar{y} . Представити функцію y всіх восьми нормальних формах.

ДДНФ: $f(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_1 x_2 x_3 x_4} \vee \overline{x_1 x_2 x_3 \overline{x_4}} \vee x_1 x_2 \overline{x_3 x_4} \vee x_1 \overline{x_2 x_3 \overline{x_4}} \vee \overline{x_1 x_2 x_3 x_4} \vee \overline{x_1 x_2 \overline{x_3 x_4}} \vee x_1 \overline{x_2 x_3 x_4}$

ДДНФ: $\bar{f}(x_4, x_3, x_2, x_1) = x_1 \overline{x_2 x_3 \overline{x_4}} \vee \overline{x_1 x_2 x_3 \overline{x_4}} \vee \overline{x_1 x_2 x_3 x_4} \vee x_1 x_2 x_3 \overline{x_4} \vee x_1 \overline{x_2 x_3 x_4} \vee x_1 x_2 \overline{x_3 x_4} \vee \overline{x_1 x_2 x_3 x_4} \vee \overline{x_1 x_2 x_3 \overline{x_4}} \vee \overline{x_1 x_2 \overline{x_3 x_4}} \vee \overline{x_1 \overline{x_2 x_3 \overline{x_4}}}$

Діаграма Вейча для $f(x_4, x_3, x_2, x_1)$

x_3			
x_4		1	1
			1
		1	1
		1	1
x_1			

Діаграма Вейча для $\bar{f}(x_4, x_3, x_2, x_1)$

x_3			
x_4	1		1
	1	1	1
	1	1	
	1		1
x_1			

МДНФ: $f(x_4, x_3, x_2, x_1) = \bar{x}_1\bar{x}_3 \vee x_2\bar{x}_3x_4 \vee x_1\bar{x}_2x_3$

МДНФ: $\bar{f}(x_4, x_3, x_2, x_1) = x_1\bar{x}_3 \vee x_2x_3 \vee x_1x_2x_4 \vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_3$

$$\bar{x}_1\bar{x}_3 \vee x_2\bar{x}_3x_4 \vee x_1\bar{x}_2x_3 \quad (AND/OR) \quad (1)$$

$$\overline{(\bar{x}_1\bar{x}_3)} \wedge \overline{(x_2\bar{x}_3x_4)} \wedge \overline{(x_1\bar{x}_2x_3)} \quad (AND - NOT/AND - NOT) \quad (2)$$

$$\overline{(x_1 \vee x_3)} \wedge \overline{(\bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)} \wedge \overline{(\bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3)} \quad (OR/AND - NOT) \quad (3)$$

$$\overline{(x_1 \vee x_3)} \vee \overline{(\bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)} \vee \overline{(\bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3)} \quad (OR - NOT/OR) \quad (4)$$

$$\overline{(\bar{x}_1x_3)} \vee \overline{(x_2x_3)} \vee \overline{(x_1x_2x_4)} \vee \overline{(x_1\bar{x}_2\bar{x}_3)} \quad (AND/OR - NOT) \quad (5)$$

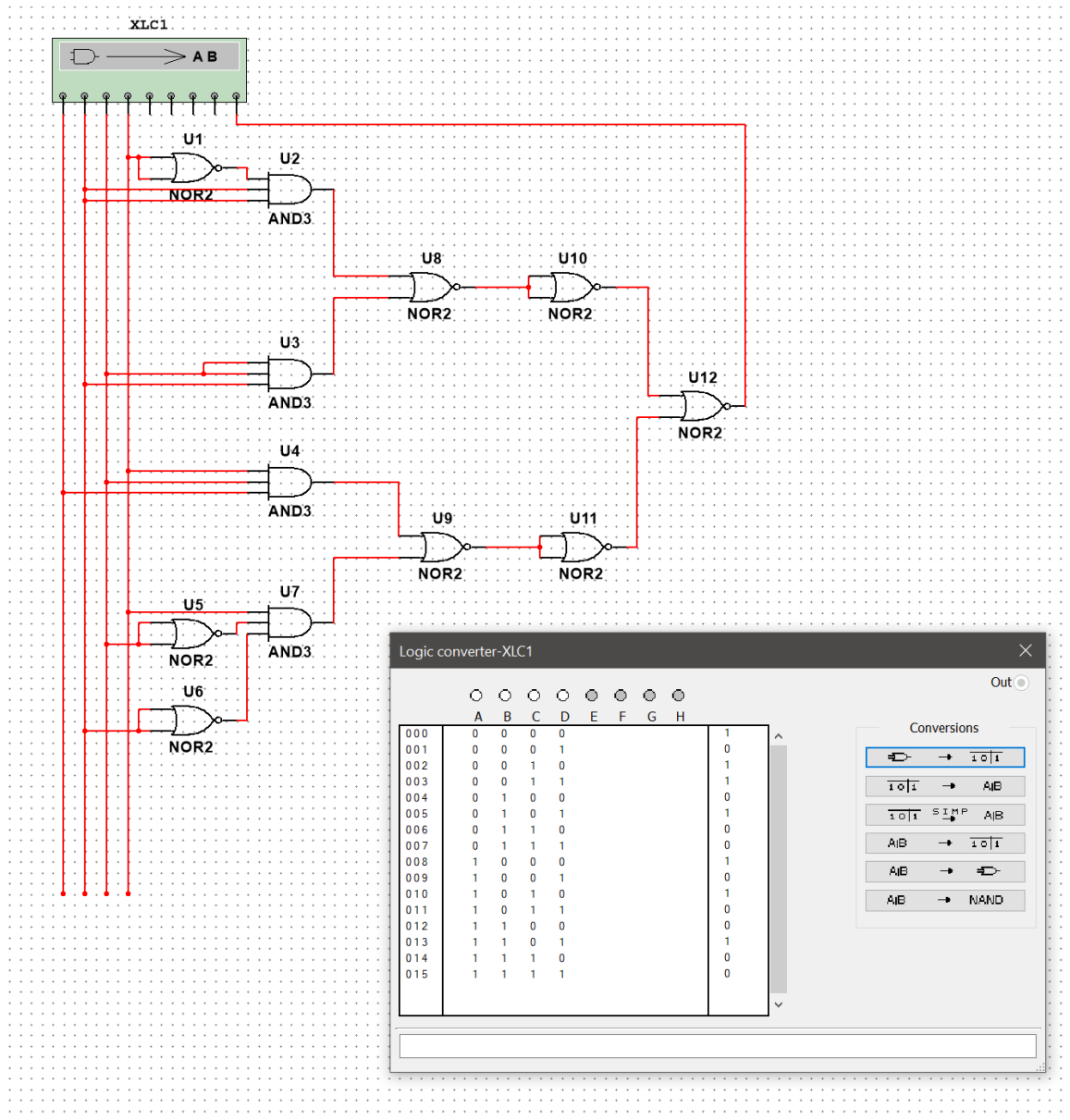
$$\overline{(\bar{x}_1x_3)} \wedge \overline{(x_2x_3)} \wedge \overline{(x_1x_2x_4)} \wedge \overline{(x_1\bar{x}_2\bar{x}_3)} \quad (AND - NOT/AND) \quad (6)$$

$$(x_1 \vee \bar{x}_3) \wedge (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_3) \wedge (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3) \quad (OR/AND) \quad (7)$$

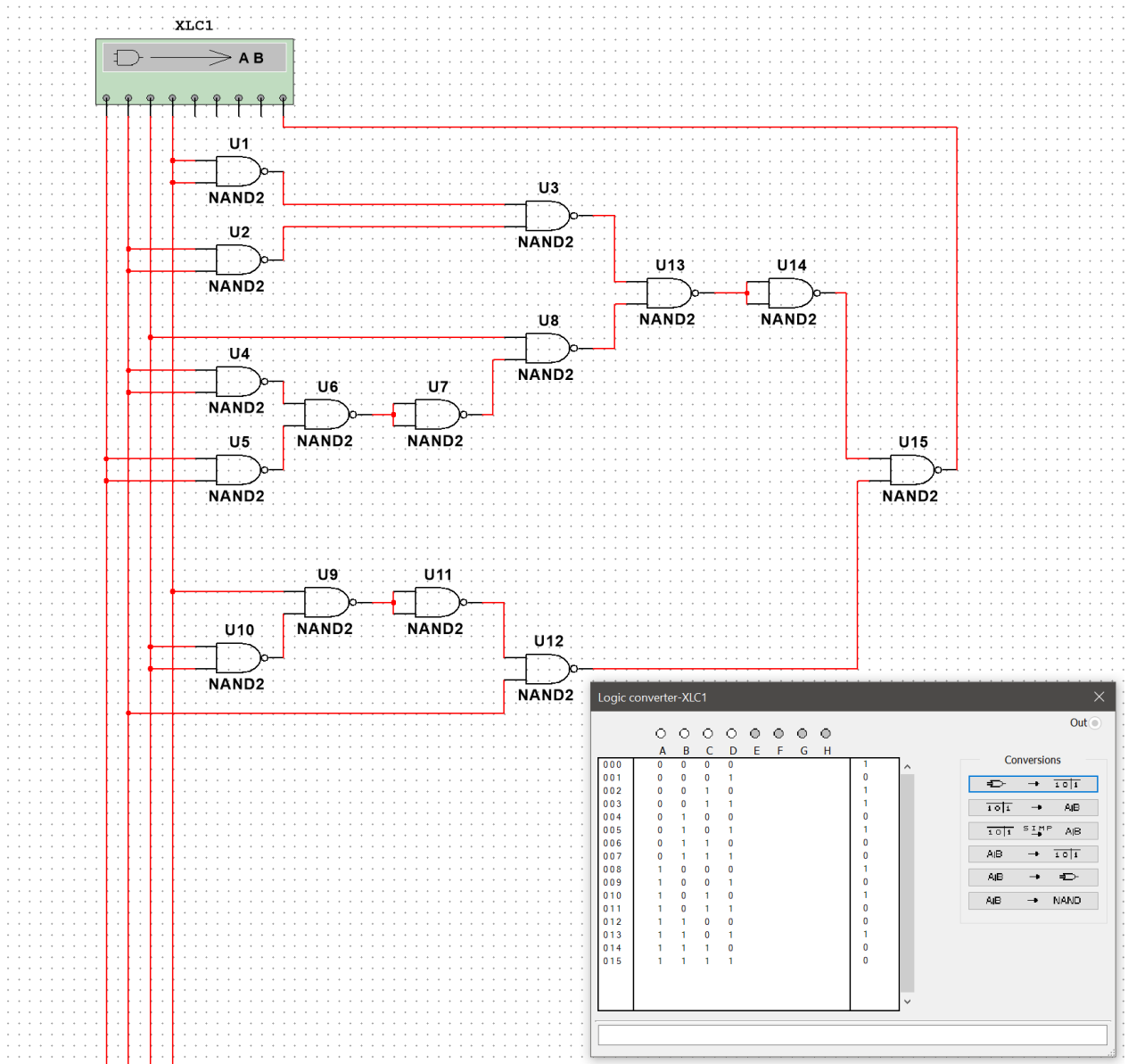
$$\overline{(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_3)} \vee \overline{(\bar{x}_2 \vee \bar{x}_3)} \vee \overline{(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_4)} \vee \overline{(\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3)} \quad (OR - NOT/OR - NOT) \quad (8)$$

3 Одержати операторні представлення функції, що можуть бути реалізовані на елементах 2OR-NOT/ 3AND, 2AND-NOT

Використаємо 5-ту нормальну форму щоб побудувати нашу булеву функцію використовуючи елементи 2OR-NOT та 3AND.



Використаємо 2-гу нормальну форму щоб побудувати нашу булеву функцію використовуючи елементи 2AND-NOT.



4 Визначити операторну форму, що забезпечує отримання комбінаційної схеми з максимальною швидкодією і мінімальними витратами обладнання

Складність по Квайну визначається як сумарне число входів усіх логічних елементів.

$$N = \sum_{i=1}^r \frac{m_i n_i}{14},$$

де r – число типів мікросхем, m_i – кількість мікросхем i -го типу, n_i – сумарне число виходів і входів.

Для першої схеми отримуємо $N = \frac{8 \cdot 3}{14} + \frac{4 \cdot 4}{14} = \frac{20}{7}$

Для другої схеми $N = \frac{15 \cdot 3}{14}$

Час затримки сигналу визначається як шлях в схемі, що вимагає максимального часу для поширення сигналу.

Для першої схеми маємо $T = 1 * 24 + 4 * 20 = 104 \text{ ms}$

Для другої схеми $T = 7 * 20 = 140 \text{ ms}$

Як можна помітити перша схема є оптимальнішою по обом параметрам.

5 На елементах 3AND-NOT побудувати перетворювач кодів. У процесі проектування використовувати методи сумісної мінімізації системи булевих функцій. Для отриманої схеми обчислити складність по Квайну та час затримки.

Інформація							
Вхід				Вихід			
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	1
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	0
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	1
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	1	0

Табл. 2: Представлення системи булевих функцій

$$\text{ДДНФ } f_1(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_4}x_3\overline{x_2}x_1 \vee \overline{x_4}x_3x_2\overline{x_1} \vee \overline{x_4}x_3x_2x_1 \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}\overline{x_1} \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee x_4\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee x_4\overline{x_3}x_2x_1 \vee x_4x_3\overline{x_2}\overline{x_1}$$

$$\text{ДДНФ } f_2(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee \overline{x_4}\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee \overline{x_4}\overline{x_3}x_2x_1 \vee \overline{x_4}x_3\overline{x_2}\overline{x_1} \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee x_4\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee x_4\overline{x_3}x_2x_1 \vee x_4x_3\overline{x_2}\overline{x_1}$$

$$\text{ДДНФ } f_3(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}\overline{x_1} \vee \overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee \overline{x_4}\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee \overline{x_4}x_3\overline{x_2}\overline{x_1} \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}\overline{x_1} \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee x_4\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee x_4x_3\overline{x_2}\overline{x_1}$$

$$\text{ДДНФ } f_4(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}\overline{x_1} \vee \overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee \overline{x_4}\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee \overline{x_4}x_3\overline{x_2}\overline{x_1} \vee \overline{x_4}x_3\overline{x_2}x_1 \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}\overline{x_1} \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee x_4\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee x_4x_3\overline{x_2}\overline{x_1}$$

Зробимо операцію склеювання.

	0		1		2		3		4			5	6		7		8			9			10			11			12				14	15
	3	4	2	4	2	4	2	3	2	3	4	1	1	4	1	3	1	3	4	1	2	4	1	2	4	1	2	3	1	2	3	4	4	3
$\overline{x_1} (4)$		*				*					*			*					*					*							*	*		
$x_4 x_3 (1)$																*				*			*											
$x_2 x_1 (3)$								*							*													*					*	
$\overline{x_3} x_2 (2)$						*		*															*			*								
$\overline{x_3} x_1 (2)$			*				*														*					*								
$\overline{x_2} x_1 (3)$	*									*								*												*				
$\overline{x_3} x_2 (4)$		*		*														*			*													
$x_4 \overline{x_2} x_1 (1)$																*													*					
$\overline{x_4} x_3 x_2 (1)$														*		*																		
$\overline{x_4} x_3 x_1 (1)$												*			*																			
$x_3 \overline{x_2} x_1 (2)$									*																				*					

$$\text{МДНФ } f(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_1} (4) \vee x_4 \overline{x_3} (1) \vee x_2 x_1 (3) \vee \overline{x_3} x_2 (2) \vee \overline{x_3} x_1 (2) \vee \overline{x_2} x_1 (3) \vee \overline{x_3} x_2 (4) \vee x_4 \overline{x_2} x_1 (1) \vee \overline{x_4} x_3 x_2 (1) \vee \overline{x_4} x_3 x_1 (1) \vee x_3 \overline{x_2} x_1 (2)$$

$$\text{МДНФ } f_1(x_4, x_3, x_2, x_1) = x_4 \overline{x_3} \vee x_4 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee \overline{x_4} x_3 x_2 \vee \overline{x_4} x_3 x_1$$

$$\text{МДНФ } f_2(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_3} x_2 \vee \overline{x_3} x_1 \vee x_3 \overline{x_2} x_1$$

$$\text{МДНФ } f_3(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_2} x_1 \vee x_2 x_1$$

$$\text{МДНФ } f_4(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{x_1} \vee \overline{x_3} x_2$$

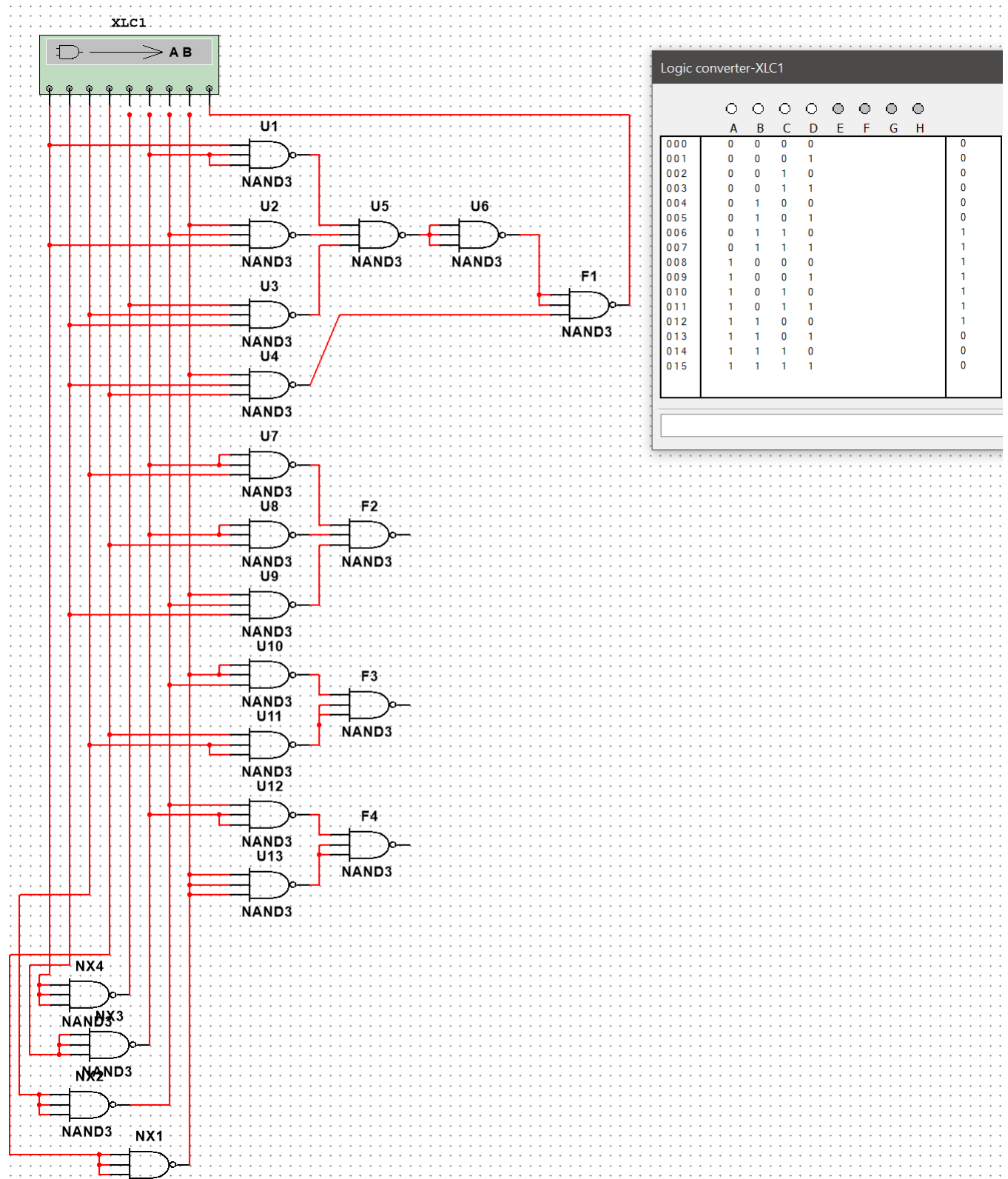
Перетворимо МДНФ наших функцій в форму AND-NOT/AND-NOT

$$f_1(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{\overline{(x_4 \overline{x_3})} \wedge \overline{(x_4 x_2 x_1)} \wedge \overline{(x_4 x_3 x_2)} \wedge \overline{(x_4 x_3 x_1)}}$$

$$f_2(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{\overline{(\overline{x_3} x_2)} \wedge \overline{(\overline{x_3} x_1)} \wedge \overline{(x_3 \overline{x_2} x_1)}}$$

$$f_3(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{\overline{(\overline{x_2} x_1)} \wedge \overline{(x_2 x_1)}}$$

$$f_4(x_4, x_3, x_2, x_1) = \overline{\overline{(\overline{x_1})} \wedge \overline{(\overline{x_3} x_2)}}$$



$$T = 5 \times 20 = 100ms$$

$$T = 5 \times 20 = 100ms$$

Побудуємо розклад булевої функції по x_4x_3 , x_4x_2 , x_4x_1 , x_3x_2 , x_3x_1 , x_2x_1 .
Помітимо що розклад по x_4x_3 мінімальний.



7 Побудувати перетворювач кодів з використанням елементів 3AND-NOT і дешифратора на чотири входи.

Інформація							
Вхід				Вихід			
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	1
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	0
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	1
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	1	0

Табл. 3: Представлення системи булевих функцій

Тоді отримаємо наступне представлення наших булевих функцій.

$$f_1 : 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$$

$$f_2 : 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12$$

$$f_3 : 0, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15$$

$$f_4 : 0, 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14$$

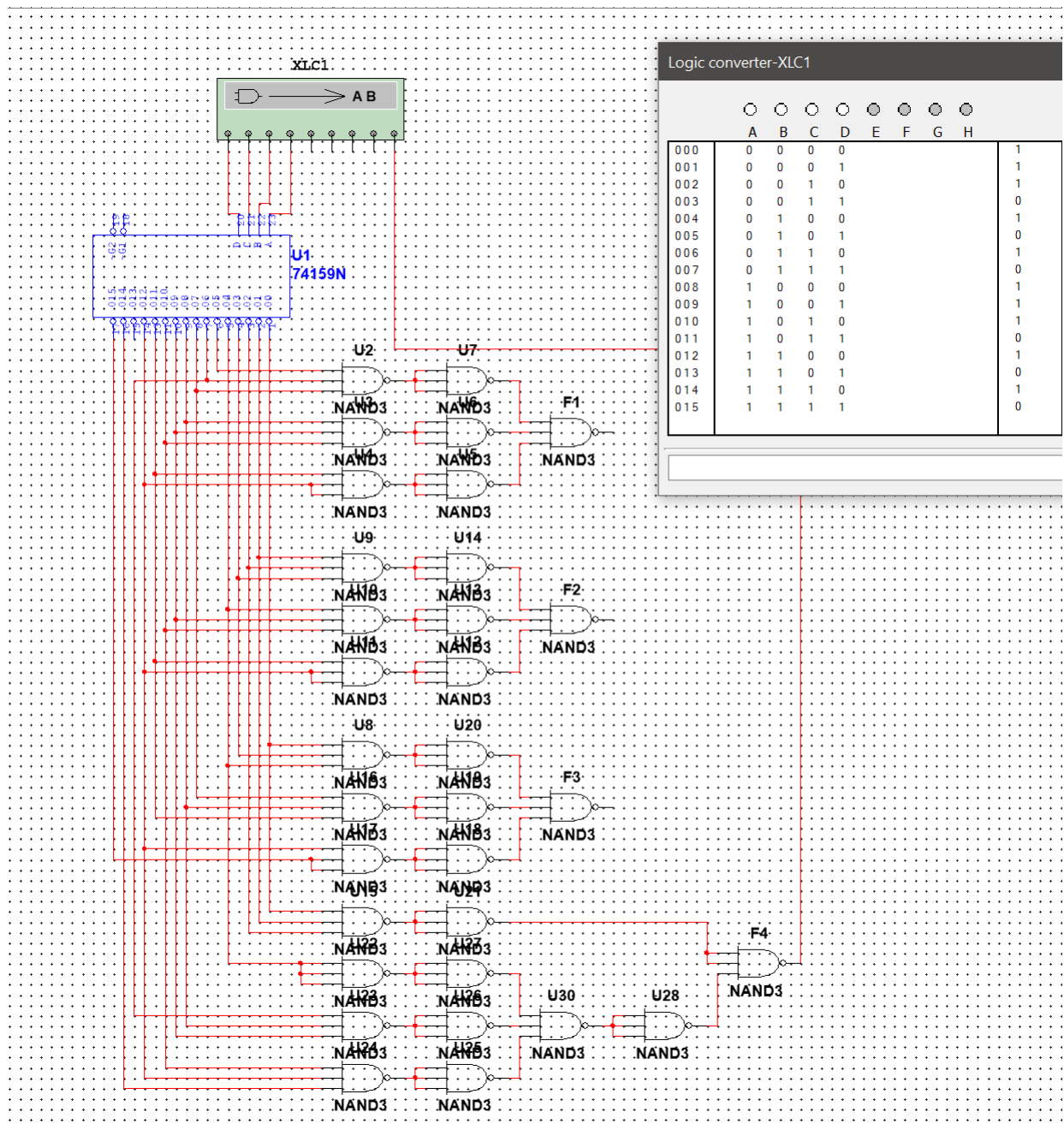
Представимо їх в термах оператора 3AND-NOT.

$$f_1 : \overline{5 \wedge 6 \wedge 7 \wedge 8 \wedge 9 \wedge 10 \wedge 11 \wedge 12}$$

$$f_2 : \overline{1 \wedge 2 \wedge 3 \wedge 4 \wedge 9 \wedge 10 \wedge 11 \wedge 12}$$

$$f_3 : \overline{0 \wedge 3 \wedge 4 \wedge 7 \wedge 8 \wedge 11 \wedge 12 \wedge 15}$$

$$f_4 : \overline{0 \wedge 1 \wedge 2 \wedge 4 \wedge 6 \wedge 8 \wedge 9 \wedge 10 \wedge 12 \wedge 14}$$



$$N = \frac{32 \times 4}{14}$$

$$T = 5 \times 20 = 100ms$$