

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №10

Тема роботи. Побудова та аналіз роботи комбінаційного логічного пристрою.

Мета роботи: вивчення методів побудови та аналіз роботи за допомогою часових діаграм комбінаційного логічного пристрою

Теоретичні відомості

Комбінаційні цифрові пристрої – це клас цифрових пристроїв електроніки, які не мають внутрішніх запам'ятовуючих елементів, і тому стан вихідних сигналів у кожний момент часу однозначно визначений набором (комбінацією) вхідних сигналів, які надходять на його входи у цей момент.

Комбінаційна логіка використовується в обчислювальних схемах для формування вхідних сигналів і для підготовки даних, які підлягають збереженню. На практиці обчислювальні пристрої зазвичай поєднують комбінаційну логіку (наприклад, арифметико-логічний пристрій (АЛП) для математичних обчислень містить комбінаційні вузли). Математику комбінаційної логіки забезпечує булева алгебра, базовими операціями якої є: кон'юнкція (множення), диз'юнкція (додавання) і заперечення (інверсія). У комбінаційних схемах використовуються логічні елементи: кон'юнктор (І), диз'юнктор (АБО), інвертор (НЕ), а також похідні елементи: І-НЕ, АБО-НЕ і «Рівнозначність» (виключаюче АБО). Найбільш відомі комбінаційні пристрої електроніки це суматор, напівсуматор, шифратор, дешифратор, мультиплексор і демультиплексор.

Практичне завдання

Побудувати комбінаційний логічний пристрій, що реалізує логічну функцію, яка має такий загальний вигляд:

$$y = f1[f2(a1, a2), f3(a3, a4)], \quad (9.1)$$

де $f1, f2, f3$ – елементарні логічні функції; $a1, a2, a3, a4$ – логічні змінні.

Для реалізації логічної функції потрібно:

- побудувати схему комбінаційного пристрою, що реалізує задану логічну функцію;
- скласти таблицю істинності заданої функції;
- побудувати часові діаграми роботи комбінаційного пристрою.

Для побудови пристрою застосовувати двовходові логічні елементи: 2І, 2І-НЕ, 2АБО, 2АБО-НЕ та інвертор НЕ. Вважати, що на входи логічного пристрою надходять лише прямі сигнали вхідних змінних $x1, x2, x3, x4$. Вихідні дані для розрахунку наведені у табл. 9.1.

Примітка. У таблиці 9.1 прийняті такі позначення:

- „А” – логічний елемент „АБО”;
- „І” – логічний елемент „І”;
- „А-Н” – логічний елемент „АБО-НЕ”;
- „І-Н” – логічний елемент „І-НЕ”;

„В-А” - логічний елемент „виключаюче АБО” ;
 „3” - логічний елемент „ЗАБОРОНА”.

Таблиця 9.1 – Вихідні дані для розрахунку

Цифри зал. книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
дес.	один.										
	a1	$\overline{x1}$	$x1$	$\overline{x1}$	$x1$	$\overline{x1}$	$x1$	$\overline{x1}$	$x1$	$\overline{x1}$	$x1$
a2		$\overline{x2}$	$\overline{x2}$	$x2$	$x2$	$\overline{x2}$	$\overline{x2}$	$x2$	$x2$	$\overline{x2}$	$\overline{x2}$
	a3	$x3$	$\overline{x3}$	$\overline{x3}$	$\overline{x3}$	$x3$	$x3$	$x3$	$\overline{x3}$	$\overline{x3}$	$\overline{x3}$
a4		$\overline{x4}$	$x4$	$x4$	$\overline{x4}$	$x4$	$x4$	$\overline{x4}$	$x4$	$x4$	$\overline{x4}$
	f1	I	A	I-H	A-H	3	B-A	I-H	A-H	3	B-A
	f2	A-H	I-H	A-H	I-H	A-H	I-H	A-H	I-H	A-H	I-H
	f3	I-H	A-H	I-H	A-H	I-H	A-H	I-H	A-H	I-H	A-H

Приклад розрахунку

Вихідні дані: $a1 = \overline{x1}$, $a2 = x2$, $a3 = 0$, $a4 = x4$.
 $f1 = I - HE$, $f2 = I - HE$, $f3 = ABO - HE$.

Розв’язування

Логічна функція, задана, має вигляд:

$$y = f1[f2(a1, a2), f3(a3, a4)], \quad (9.1)$$

де $f1, f2, f3$ – елементарні логічні функції; $a1, a2, a3, a4$ – логічні змінні.

$$f2(a1, a2) = \overline{x1 * x2}$$

$$f3(a3, a4) = \overline{0 + x4}$$

$$f1(\overline{f2 * f3}) = \overline{(\overline{x1 * x2}) * (0 + x4)}$$

Логічна функція, яку потрібно реалізувати, має вигляд:

$$y = \overline{\overline{x1} \cdot \overline{x2} \cdot (0 + x4)}.$$

Оскільки $x3 = 0$, то $f3 = \overline{x4}$. Отже, отримаємо:

$$y = \overline{\overline{x1} \cdot \overline{x2} \cdot \overline{x4}}. \quad (9.2)$$

Для реалізації отриманої логічної функції потрібні такі логічні елементи:

- два інвертори для інверсні змінних $\overline{x1}$, $\overline{x4}$;
- два елементи 2I-HE для реалізації функцій:

$$f2 = \overline{x1} \cdot \overline{x2}, \quad f1 = \overline{f2 \cdot f3}.$$

Логічна схема комбінаційного пристрою, що реалізує наведену функцію має вигляд:

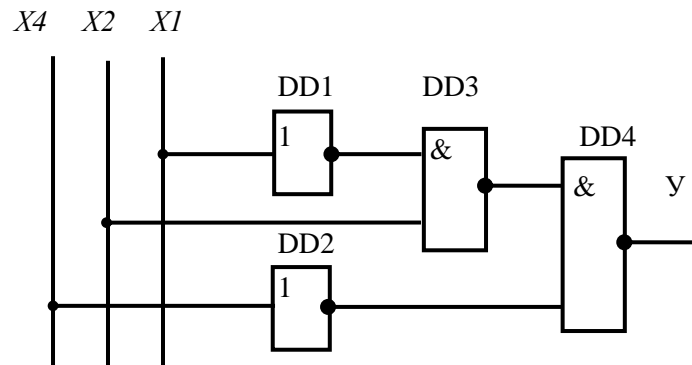


Рис. 9.1 - Комбінаційний пристрій. Схема логіки.

Логічні елементи, що реалізують комбінаційний пристрій:

DD1: $\overline{x_1}$;

DD2: $f_3 = \overline{x_4}$;

DD3: $f_2 = \overline{\overline{x_1} \cdot x_2}$;

DD4: $f_1 = \overline{\overline{f_2 \cdot f_3}} = f_2 = \overline{\overline{\overline{\overline{x_1} \cdot x_2} \cdot \overline{x_4}}} = y$.

Таблиця 9.2 – Таблиця істинності логічної функції (9.2) для 3-х змінних

Комб. вх. змінних	x_4	x_2	x_1	$\overline{x_1}$	$f_2 = \overline{\overline{x_1} \cdot x_2}$	$f_3 = \overline{x_4}$	$f_1 = \overline{f_2 \cdot f_3} = y$
0	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0	1	1
3	0	1	1	0	1	1	0
4	1	0	0	1	1	0	1
5	1	0	1	0	1	0	1
6	1	1	0	1	0	0	1
7	1	1	1	0	1	0	1

Наведеній у табл.9.2 таблиці істинності відповідають часові діаграми на рис. 9.2.

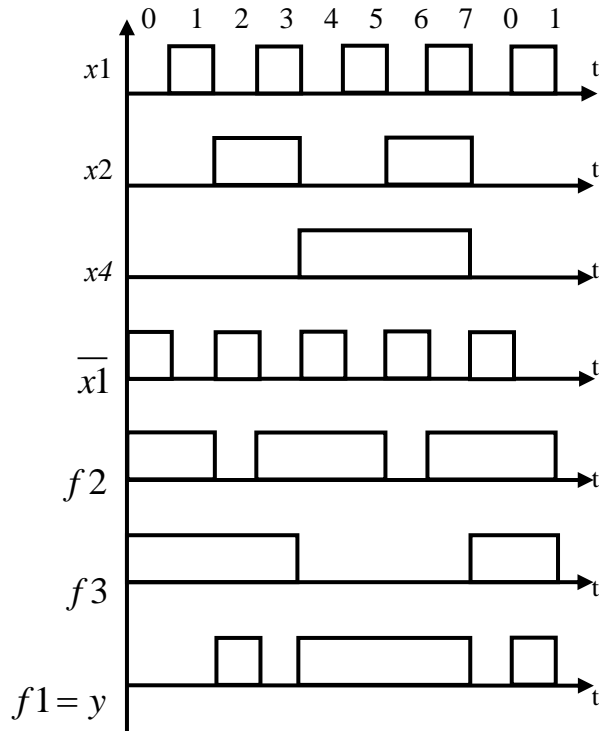


Рис. 9.2 – Часові діаграми роботи комбінаційного пристрою

З аналізу таблиці істинності та часових діаграм видно, що логічна функція (9.2) істинна ($y = 1$) за комбінації вхідних змінних 2 та 4-7.

Таблиця 9.3 – Таблиця істинності логічної функції (9.2) для 4-х змінних

Коди системи числення						f_2	f_3	$f_1=y_1$
Кількість комбінацій 2^x	16-ва	2-ва						
		X4	X3	X2	X1			
0	0000	0	0	0	0			
1	0001	0	0	0	1			
2	0002	0	0	1	0			
3	0003	0	0	1	1			
4	0004	0	1	0	0			
5	0005	0	1	0	1			
6	0006	0	1	1	0			
7	0007	0	1	1	1			

8	0008	1	0	0	0			
9	0009	1	0	0	1			
10	000A	1	0	1	0			
11	000B	1	0	1	1			
12	000C	1	1	0	0			
13	000D	1	1	0	1			
14	000E	1	1	1	0			
15	000F	1	1	1	1			