

Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота №5

на тему «Синтез цифрових автоматів на тригерах»

з дисципліни “Комп’ютерна логіка. Частина 1”

Виконав:

Давидчук А. М.

Факультет ФІОТ

Група ІО-41

Номер варіанту № 4108

Перевірив

Верба О.А.

Тема: «Синтез цифрових автоматів на тригерах».

Мета: Вивчити методи структурного синтезу керуючих автоматів із жорсткою логікою, одержати навички в їх налагодженні та експериментальному дослідженні.

Виконання роботи

Мій варіант 4108, що у двійковому коді 0001 0000 0000 1100, тому $h_9 = 0, h_8 = 0, h_7 = 0, h_6 = 0, h_5 = 0, h_4 = 1, h_3 = 1, h_2 = 0, h_1 = 0$. Згідно з таблицями варіантів мій варіант:

Порядок з'єднання фрагментів ($h_8 h_4 h_2 = 010$): 2, 3, 1

Послідовність логічних умов ($h_8 h_7 h_3 = 001$): $x_1, x_2, \overline{x_1}$

Послідовність вихідних сигналів ($h_9 h_4 h_1 = 010$): $y_1, y_2, y_4, y_3, y_1, y_2$

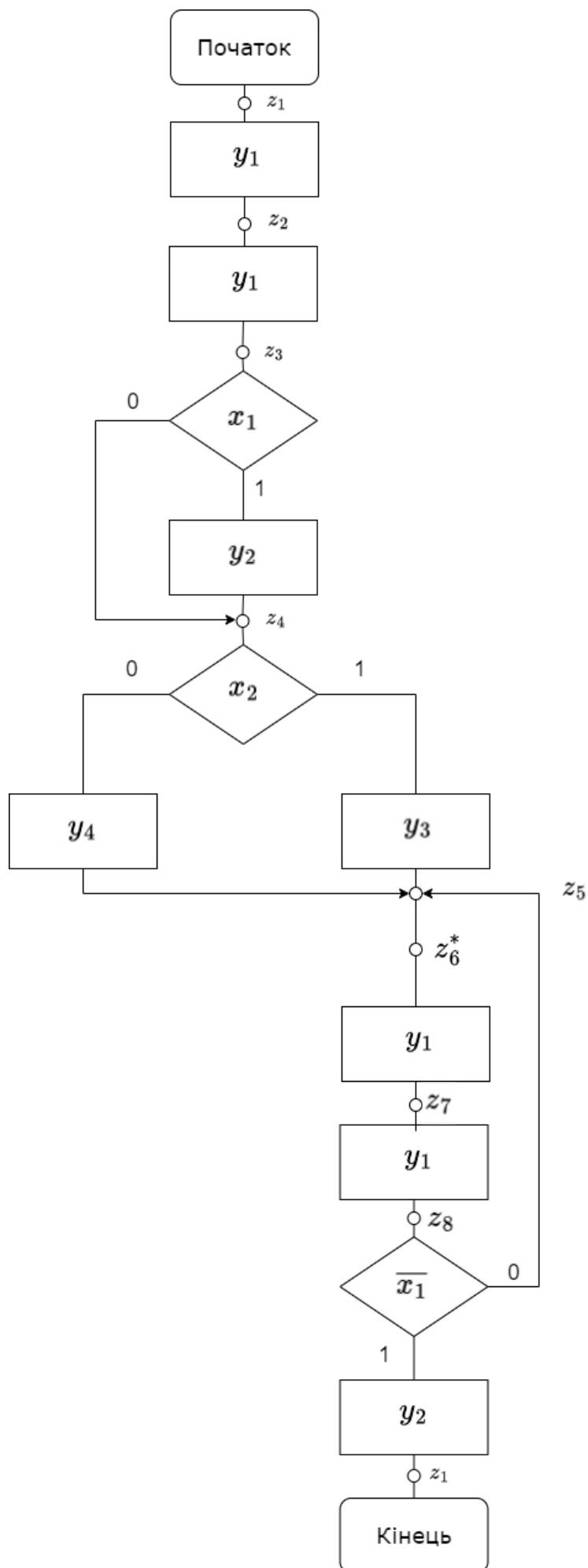
Тип тригерів ($h_8 h_4 = 01$): D

Тип автомата ($h_1 = 0$): Мілі

Сигнал, тривалістю $2t$ ($h_6 h_2 = 00$): y_1

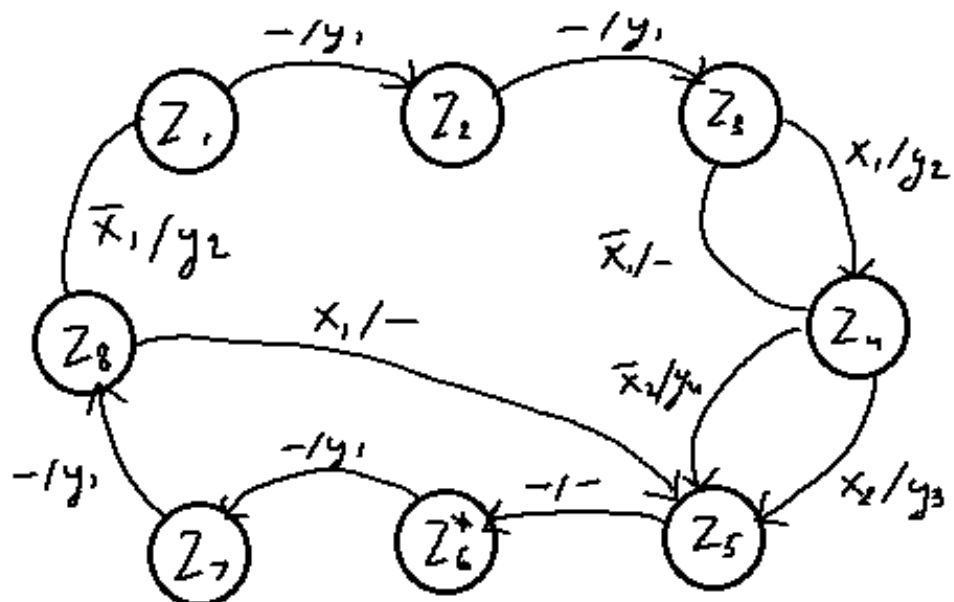
Елементний базис ($h_3 h_2 h_1 = 100$): 2АБО-НЕ, 4І

Мікроалгоритм автомата:



Із зірочкою зазначений додатковий стан

Граф автомата:



Таблиця кодування станів:

Стан	Код стану		
	Q_1	Q_2	Q_3
z_1	0	0	0
z_2	0	0	1
z_3	0	1	1
z_4	0	1	0
z_5	1	1	0
z_6	1	1	1
z_7	1	0	1
z_8	1	0	0

Структурна таблиця автомата:

ПС	Код ПС			НС	Код НС			Логічні умови		Керуючі сигнали				Функції збудження тригерів		
	Q_1^t	Q_2^t	Q_3^t		Q_1^{t+1}	Q_2^{t+1}	Q_3^{t+1}	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	D_1	D_2	D_3
z_1	0	0	0	z_2	0	0	1	-	-	1	0	0	0	0	0	1
z_2	0	0	1	z_3	0	1	1	-	-	1	0	0	0	0	1	1
z_3	0	1	1	z_4	0	1	0	1	-	0	1	0	0	0	1	0
z_3	0	1	1	z_4	0	1	0	0	-	0	0	0	0	0	1	0
z_4	0	1	0	z_5	1	1	0	-	1	0	0	1	0	1	1	0
z_4	0	1	0	z_5	1	1	0	-	0	0	0	0	1	1	1	0
z_5	1	1	0	z_6	1	1	1	-	-	0	0	0	0	1	1	1
z_6	1	1	1	z_7	1	0	1	-	-	1	0	0	0	1	0	1
z_7	1	0	1	z_8	1	0	0	-	-	1	0	0	0	1	0	0
z_8	1	0	0	z_5	1	1	0	1	-	0	0	0	0	1	1	0
z_8	1	0	0	z_1	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0	0	0

Мінімізація функцій $y_1, y_2, y_3, y_4, D_1, D_2, D_3$ як МКНФ:

Q_2

Q_1

0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1

y_1

x_1

$$\overline{x_2} Q_3 \overline{x_2}$$

Q_2

Q_1

0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

y_2

x_1

$$\overline{x_2} Q_3 \overline{x_2}$$

Q_2

Q_1

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0

y_3

x_1

$$\overline{x_2} Q_3 \overline{x_2}$$

$$Q_2$$

$$Q_1 \left| \begin{array}{cccc|cccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right| \begin{array}{l} y_4 \\ x_1 \end{array}$$

$$\overline{x_2} Q_3 \overline{x_2}$$

$$Q_2$$

$$Q_1 \left| \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right| \begin{array}{l} D_1 \\ x_1 \end{array}$$

$$\overline{x_2} Q_3 \overline{x_2}$$

$$Q_2$$

$$Q_1 \left| \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right| \begin{array}{l} D_2 \\ x_1 \end{array}$$

$$\overline{x_2} Q_3 \overline{x_2}$$

$$\begin{array}{c}
 \overline{Q_2} \\
 \left| \begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1
 \end{array} \right| \begin{array}{c} D \\ x_1 \end{array} \\
 \overline{x_2} \quad \overline{Q_3} \quad \overline{x_2}
 \end{array}$$

Звідси МКНФ функцій:

$$y_1 = (\overline{Q_1} \vee Q_3)(Q_1 \vee \overline{Q_2})$$

$$y_2 = (\overline{Q_1} \vee \overline{Q_3})(Q_2 \vee \overline{x_1})(Q_1 \vee x_1)(\overline{Q_2} \vee Q_3)$$

$$y_3 = Q_2(\overline{Q_2} \vee \overline{Q_3})(\overline{Q_1} \vee \overline{Q_2})(Q_3 \vee \overline{Q_2} \vee x_2)$$

$$y_4 = \overline{Q_1} Q_2 (\overline{Q_2} \vee \overline{x_2}) (\overline{Q_2} \vee \overline{Q_3})$$

$$D_1 = (Q_1 \vee \overline{Q_3})(Q_1 \vee Q_2)(Q_3 \vee Q_2 \vee x_1)$$

$$D_2 = (\overline{Q_1} \vee \overline{Q_3})(Q_3 \vee Q_2 \vee Q_1)(\overline{Q_1} \vee Q_2 \vee x_1)$$

$$D_3 = (\overline{Q_2} \vee Q_1)(\overline{Q_1} \vee Q_2)$$

Дозволі логічні елементи: 2АБО-НЕ та 4І, звідси я роблю висновок, що я маю представити автомат за допомогою пари 4І/2АБО-НЕ:

$$Y_1 = \overline{Q_1 Q_3} \vee \overline{Q_1} Q_2$$

$$Y_2 = \overline{\overline{Q_1 Q_3}} \vee \overline{\overline{Q_2 x_1}} \vee \overline{\overline{Q_1 x_1}} \vee \overline{\overline{Q_2 Q_3}}$$

$$Y_3 = \overline{Q_2} \vee \overline{Q_2 Q_3} \vee \overline{Q_1 Q_2} \vee \overline{Q_3 Q_2 x_2}$$

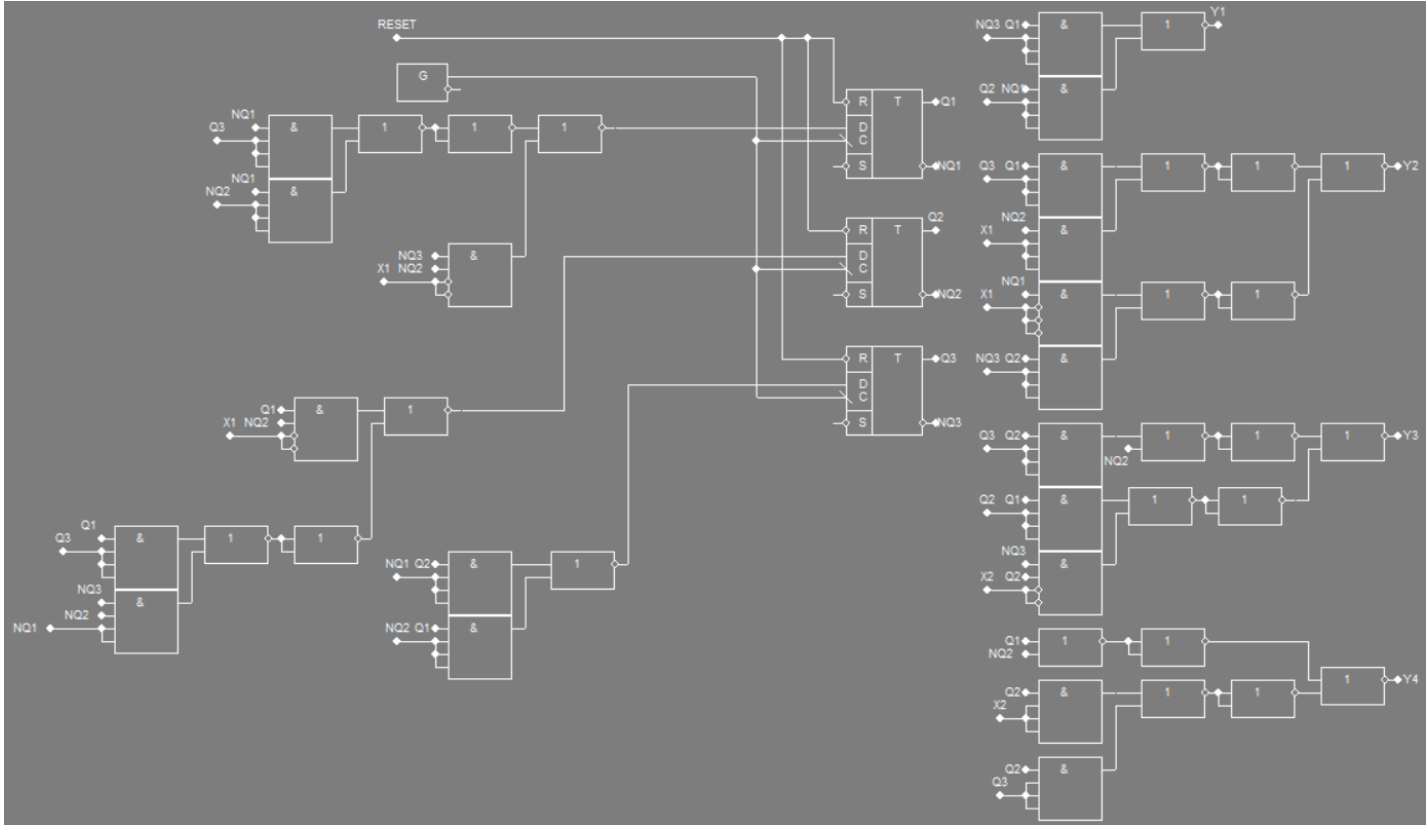
$$Y_4 = \overline{Q_1} \vee \overline{Q_2} \vee Q_2 x_2 \vee Q_2 Q_3$$

$$D_1 = \overline{\overline{\overline{Q_1 Q_3}}} \vee \overline{\overline{\overline{Q_1 Q_2}}} \vee \overline{\overline{\overline{Q_3 Q_2 x_1}}}$$

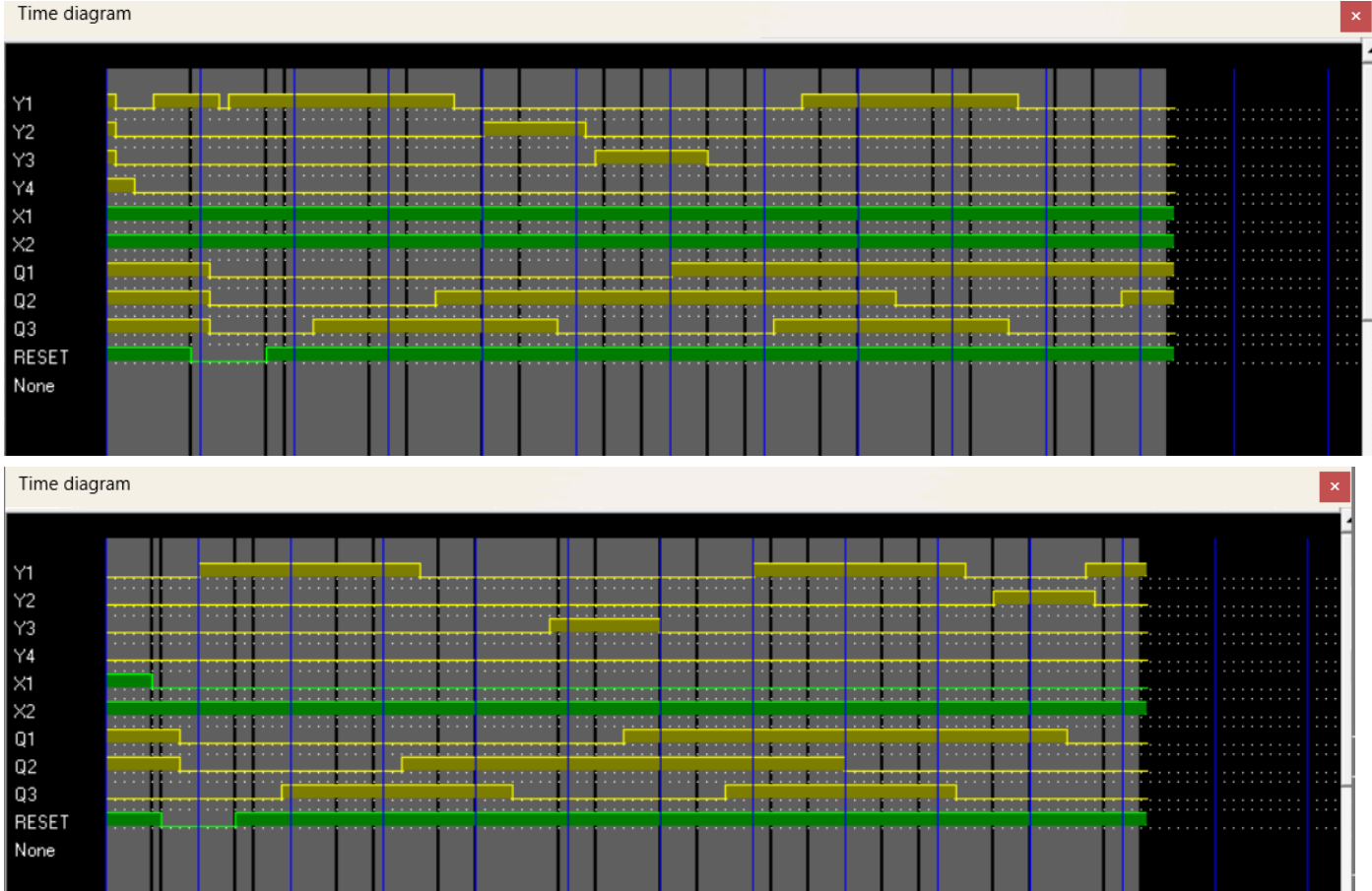
$$D_2 = \overline{Q_1 Q_3} \vee \overline{Q_3 Q_2} \vee \overline{Q_1 Q_2} x_1$$

$$D_3 = \overline{Q_2 Q_1} \vee Q_1 \overline{Q_2}$$

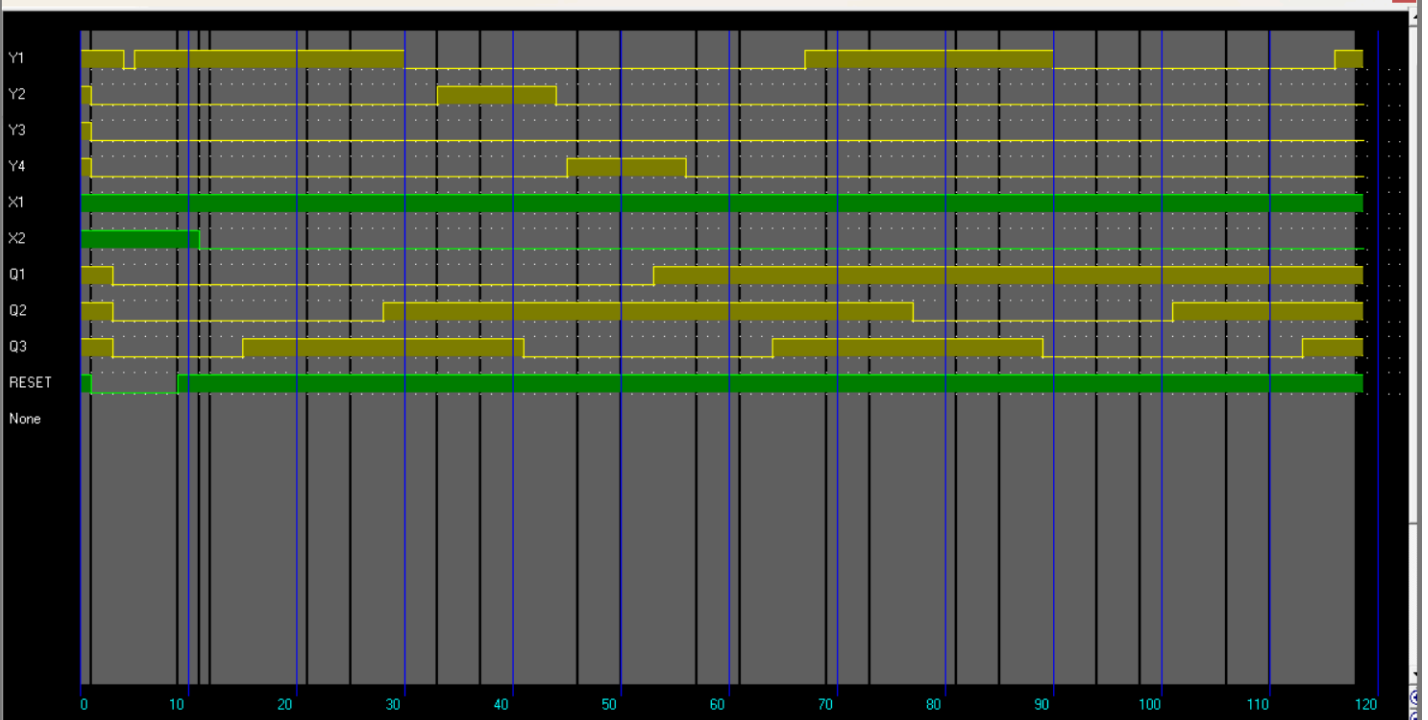
Схема:



Часові діаграми:



Time diagram

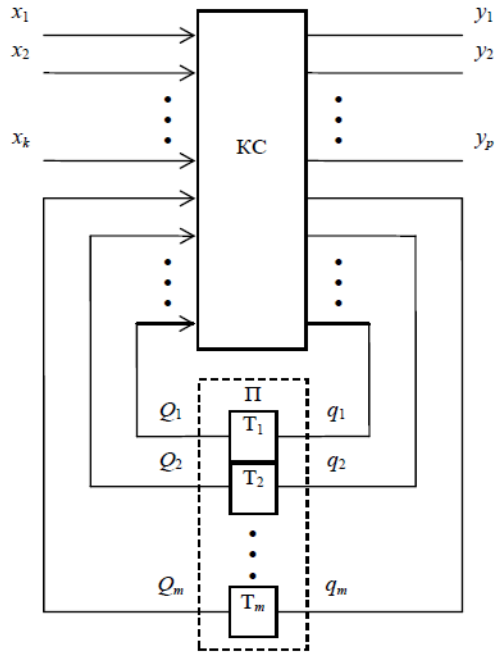


Висновок:

Із заданим мікроалгоритмом я розмітив керуючі та логічні умови, розставив стани, а також додав додатковий, щоб закодувати їх за кодом Грея. Побудував граф автомата Мілі, з неї створив структурну таблицю автомата та мінімізував функції виходу та переходу за допомогою діаграм Вейча для 5 аргументів. Побудував схему і для спрощення розуміння розмітив виходи автомата змінними Q . Успішну роботу автомата продемонстрував на часовій діаграмі, в якості перевірки я змінював аргументи x_1 , x_2 задля демонстрування проходження мікроалгоритму.

Контрольні питання

1. Подати узагальнену структурну схему керуючого автомата:



2. Написати вирази, що визначають закон функціонування автоматів Мілі і Мура:

Функція переходів незмінна, а функція виходів для Мілі є бінарною: приймає поточний стан та аргументи, а функція виходів для Мура є унарною: приймає лише поточний стан.

3. В чому відмінність автоматів Мілі і Мура?

Відповідно у функціях виходу.

4. Як побудувати граф автомата?

Спираючись на мікроалгоритм, почати треба з вузлів: один вузол – певний стан, перехід між станами це дуги. Якщо це автомат Мілі: у вузлах пишемо тільки назву стану, а на дугах аргумент (умова переходу)/вихід. Якщо це автомат Мура: у вузлах пишемо назву стану та вихід, а на дугах аргумент (умова переходу).

5. Як здійснюється розмітка станів автомата?

Якщо це автомат Мілі: після початкового блоку “Початок” та перед блоком “Кінець” помічаємо як за стан z_1 . Після інших логічних або операторних блоків ставимо стани z_i , де $i = \overline{2, n}$.

Якщо це автомат Мура: на початковому блоці “Початок” та на кінцевому “Кінець” помічаємо як стан z_1 . На інших логічних або операторних блоках ставимо стани z_i , де $i = \overline{2, n}$.

6. Від чого залежить кількість тригерів, необхідна для побудови автомата?

Відповідно від кількості станів, а саме $k = \lceil \log_2(M) \rceil$, де k – число тригерів, а M – число станів.

7. В чому сутність “протигоночного” кодування станів автомата?

У тому, що кодувати стани треба за кодом Грея: тобто кодування попереднього стану і поточного відрізняється лише одним бітом, а біт в кодуванні автомата це вивід стану тригера Q . А якщо кодування виконуватиметься не за кодом Грея, то можлива ситуація, коли кодування попереднього та поточного станів відрізняється на 2 і більше бітів, а значить, що станів тригера треба змінювати не один, що може спричинити короткочасні помилкові значення.

8. Як скласти структурну таблицю автомата?

З огляду на граф, ми маємо записати перехід між станами, кодування, вихід, логічні умови та збудження тригерів один рядок для одного переходу.

9. Як побудувати часову діаграму роботи автомата?

Ввести у часову діаграму змінні y , x , Q автоматів, а також RESET задля скидання станів до початкового.

10. Скласти таблицю переходів для JK-, RS-, T- і D-тригерів:

Тригери	Q^t	Q^{t+1}	Умови переходу:
JK	0	0	J=0; K=*
	0	1	J=1; K=*
	1	0	J=*; K=1
	1	1	J=*; K=0
T	0	0	T=0
	0	1	T=1
	1	0	T=1
	1	1	T=0
RS	0	0	R=*; S=0
	0	1	R=0; S=1
	1	0	R=1; S=0
	1	1	R=0; S=*
D	0	0	D=0
	0	1	D=1
	1	0	D=0
	1	1	D=1

11. Коли можливе виникнення помилкових керуючих сигналів (не передбачених графом автомата) і чим визначається їх тривалість?

Різними інтервалами переходу станів тригера.

12. Як визначити час переходу автомата з одного стану в інший?

Час переходу залежить від часу генерації синхросигналів, а також логіки переходу, тобто час затримки КС. яка реалізує функцію переходів.