

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

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота №6

на тему «Синтез автоматів з використанням апарата часових
функцій»

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 автоматів з використанням апарата часових функцій».

Мета: Вивчити метод структурного синтезу синхронних керуючих автоматів з використанням апарата часових функцій, 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

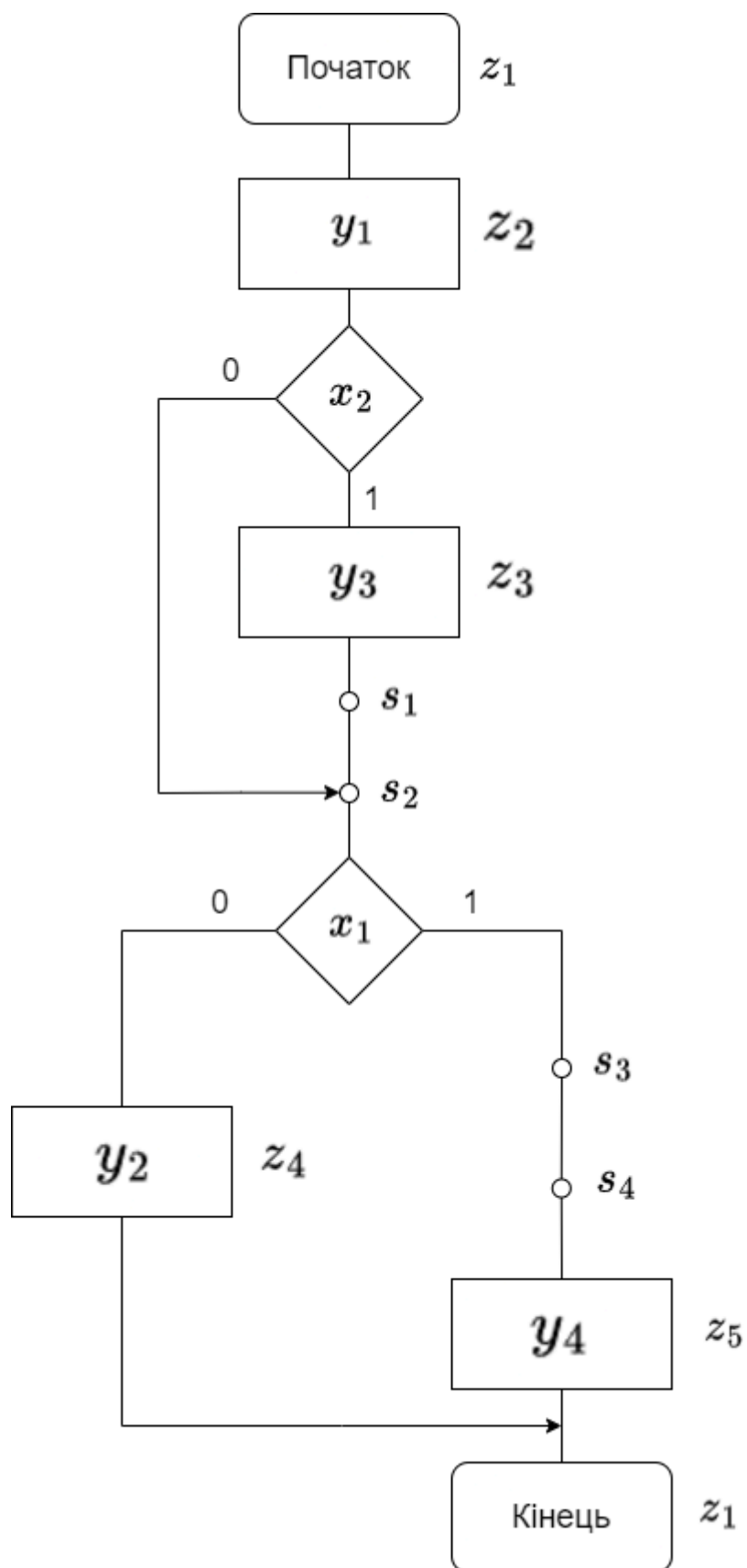
Послідовність логічних умов ($h_7 h_3 = 01$): x_2 , x_1

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

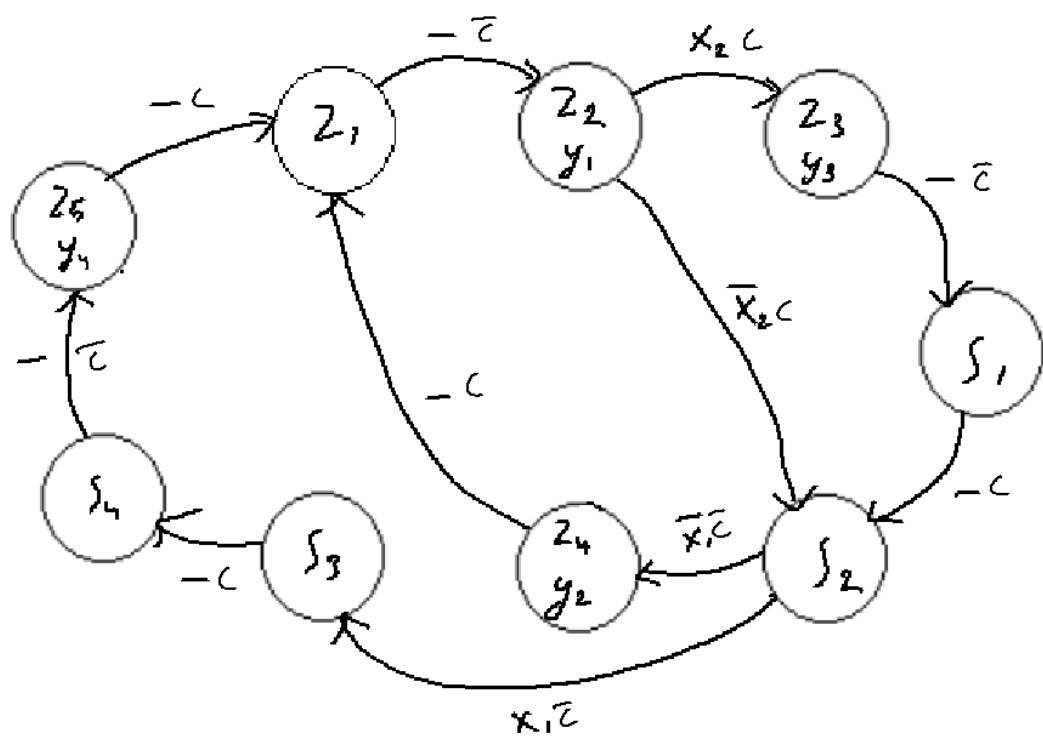
Тип автомата ($h_1 = 0$): Мура

Логічний елемент ($h_3 h_2 = 10$): І-НЕ

Мікроалгоритм автомата:



Граф автомата:



Таблиця кодування станів

Стан	Код стану			
	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
z_1	0	0	0	0
z_2	0	0	0	1
z_3	0	0	1	1
z_4	0	1	0	0
z_5	1	0	0	0
s_1	0	1	1	1
s_2	0	1	0	1
s_3	1	1	0	1
s_4	1	0	0	1

Структурна таблиця автомата

Переходи станів	$Q_4 Q_3 Q_2 Q_1^t$	$Q_4 Q_3 Q_2 Q_1^{t+1}$	Умова	Вихід	$F_4 G_4$	$F_3 G_3$	$F_2 G_2$	$F_1 G_1$
$z_1 - z_2$	0000	0001	$-- \bar{c}$	0	00	00	00	10
$z_2 - z_3$	0001	0011	$- x_2^c$	y_1	00	00	10	00
$z_2 - s_2$	0001	0101	$- \bar{x}_2^c$	y_1	00	10	00	00
$z_3 - s_1$	0011	0111	$-- \bar{c}$	y_3	00	10	00	00
$s_1 - s_2$	0111	0101	$-- c$	0	00	00	01	00
$s_2 - s_3$	0101	1101	$x_1 - \bar{c}$	0	10	00	00	00
$s_2 - z_4$	0101	0100	$\bar{x}_1 - \bar{c}$	0	00	00	00	01
$z_4 - z_1$	0100	0000	$-- c$	y_2	00	01	00	00
$s_3 - s_4$	1101	1001	$-- c$	0	00	01	00	00
$s_4 - z_5$	1001	1000	$-- \bar{c}$	0	00	00	00	01
$z_5 - z_1$	1000	0000	$-- c$	y_5	01	00	00	00

З цієї таблиці випливає:

$$F_4 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{x_1} \overline{c}$$

$$G_4 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} c$$

$$F_3 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{x_2} c \vee \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{c}$$

$$G_3 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} c \vee \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{c}$$

$$F_2 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} x_2 c$$

$$G_2 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} c$$

$$F_1 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{c}$$

$$G_1 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{x_1} \overline{c} \vee \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{c}$$

$$y_1 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}$$

$$y_2 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}$$

$$y_3 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}$$

$$y_4 = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}$$

Формула переходу станів:

$$Q_i^{t+1} = F_i \vee Q_i^t \overline{G_i}$$

З сигналом R :

$$Q_i^{t+1} = F_i R \vee Q_i^t \overline{G_i} R$$

Для формування операторної форми в елементному базисі 4I-HE/4I-HE (для функції Шефера) можна використовувати цю ж формулу. Загальний вигляд операторної формули буде:

$$Q_i^{t+1} = \overline{\overline{F_i R} \wedge \overline{Q_i^t \overline{G_i} R}}$$

Тепер переведу всі F_i та $\overline{G_i}$ в елементний базис 4I-HE/4I-HE

$$F_4 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge \overline{x_1 c}$$

$$\overline{G_4} = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge c$$

$$F_3 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge \overline{x_2 c} \wedge \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge \overline{c}$$

$$\overline{G_3} = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge c \wedge \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge c$$

$$F_2 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge \overline{x_2 c}$$

$$\overline{G_2} = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge c$$

$$F_1 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge \overline{c}$$

$$\overline{G_1} = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge \overline{x_1 c} \wedge \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}} \wedge \overline{c}$$

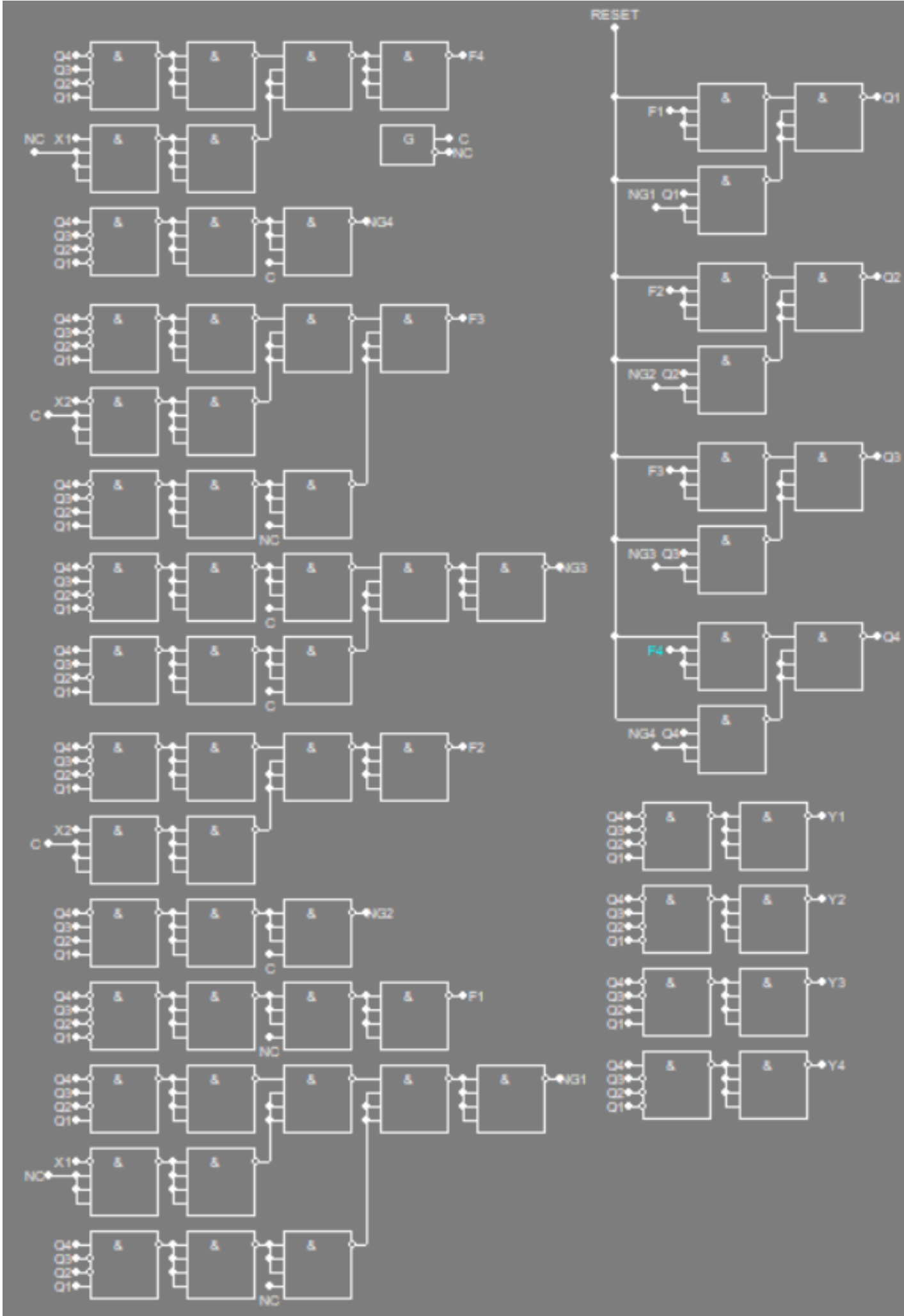
$$y_1 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}}$$

$$y_2 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}}$$

$$y_3 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}}$$

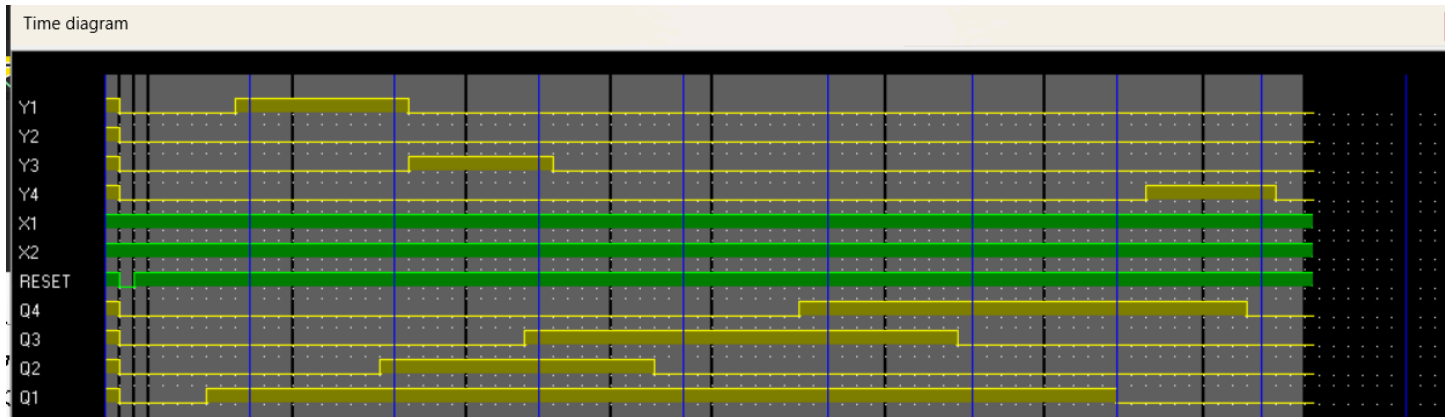
$$y_4 = \overline{\overline{Q_4 Q_3 Q_2 Q_1}}$$

Тепер згідно з цими формулами побудую схему:

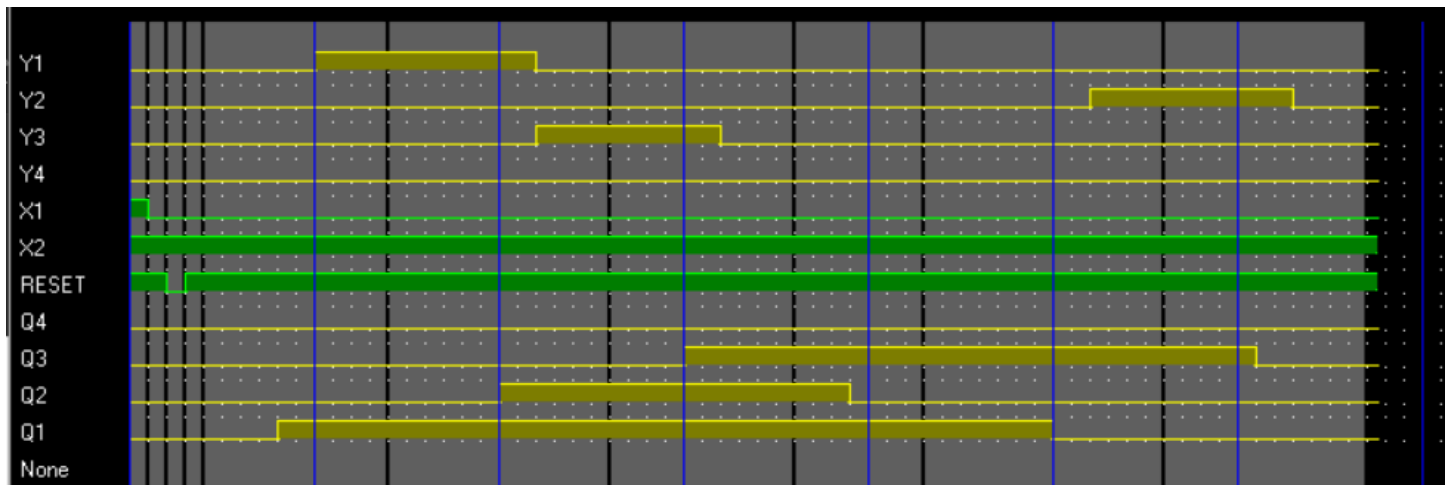


Часові діаграми:

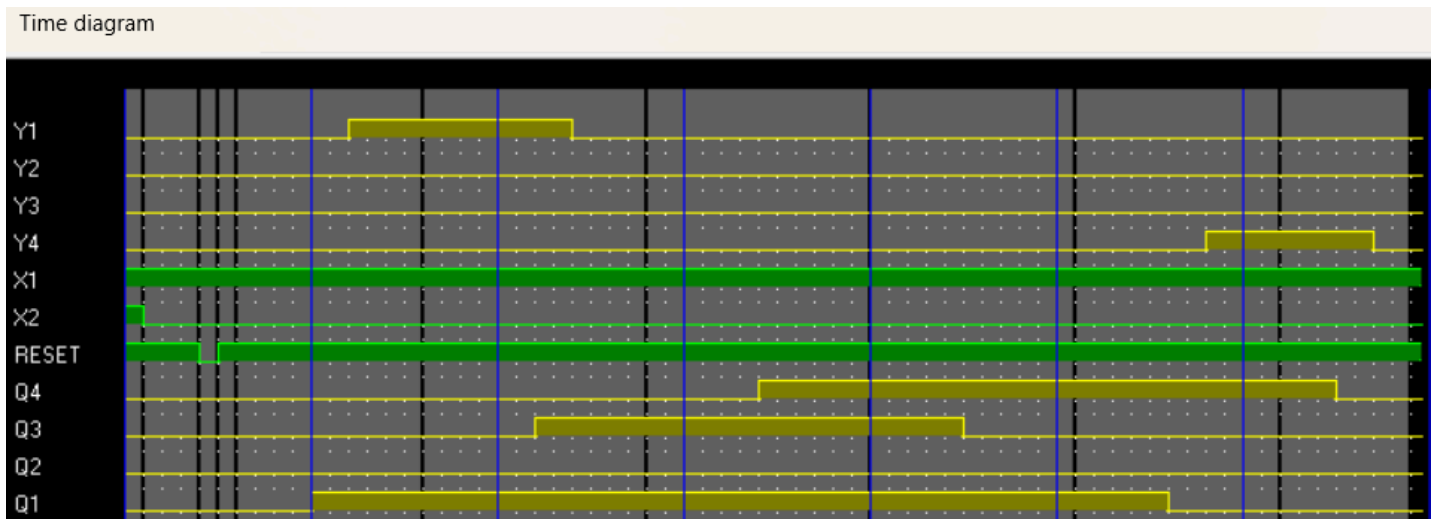
При x_1, x_2 :



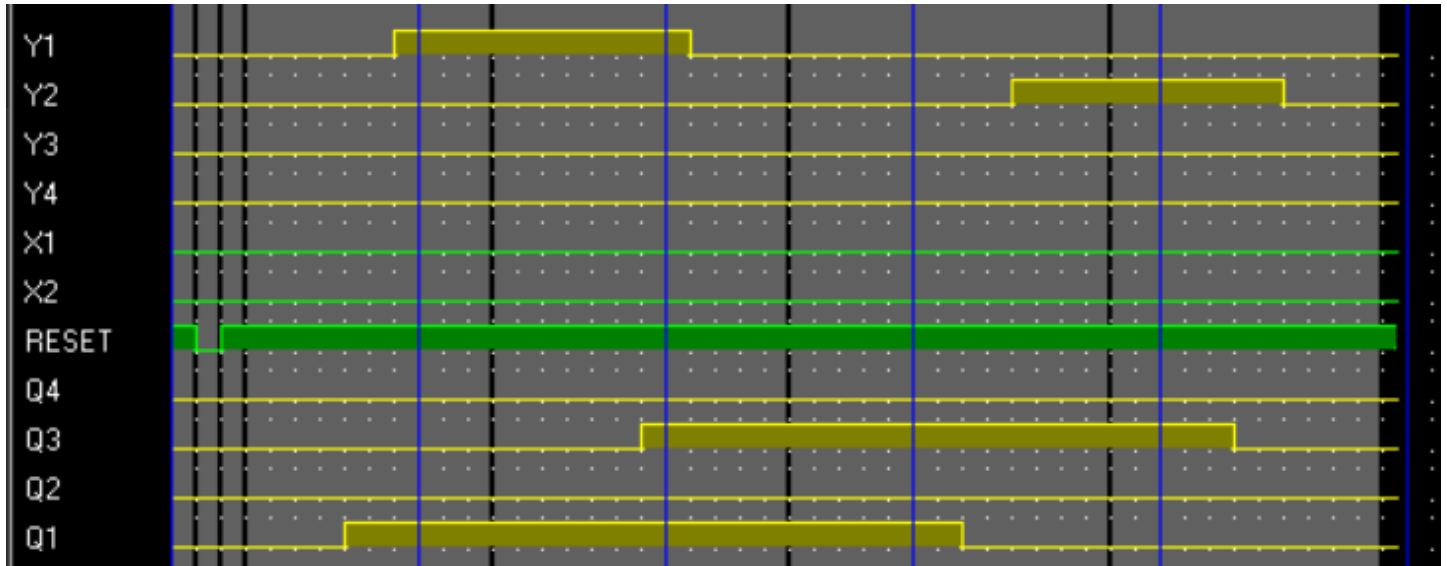
При $\overline{x_1}, x_2$:



При $x_1, \overline{x_2}$:



При $\overline{x_1}, \overline{x_2}$:

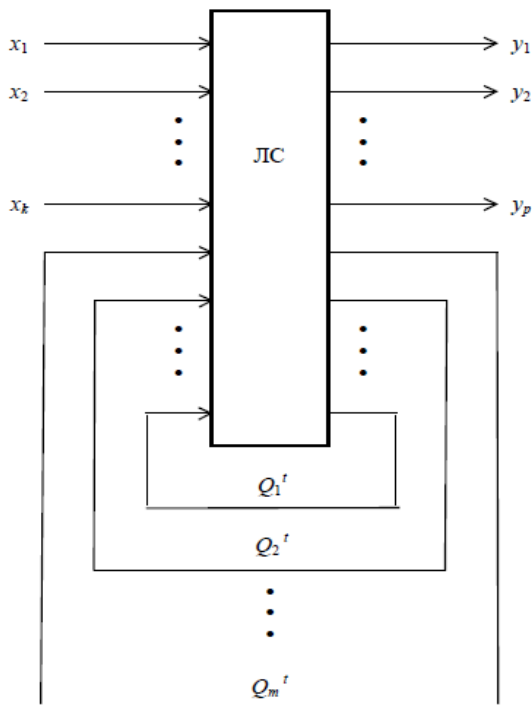


Висновок:

В цій лабораторній я побудував автомат Мура за допомогою часових функції, які замінюють використання тригерів. Набув навичок аналізу мікроалгоритму автомата Мура, синтезу абстрактного та структурного (фізичного) автомату. Під час кодування станів використовував код Грея задля коректної роботи автомата та уникнення “гонок”. Фільтри та інвертори не поставив, адже всі вихідні сигнали формуються з чотирьох станів, без “коротких” та “довгих” шляхів, які могли б спричинити короточасні помилкові сигнали. Набув навичок проєктування автоматів за допомогою ще одного методу: за допомогою часових функцій.

Контрольні питання

1. Подати узагальнену структурну схему керуючого автомата.



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

Автомат Мура:

$$\begin{cases} Z_i^{t+1} = \delta(X_j^t, Z_s^t) \\ Y_i^t = \lambda(Z_s^t) \end{cases}$$

Автомат Мілі:

$$\begin{cases} Z_i^{t+1} = \delta(X_j^t, Z_s^t) \\ Y_i^t = \lambda(X_j^t, Z_s^t) \end{cases}$$

3. В чому відмінність автоматів Мілі та Мура?

Функція виходів для автомата Мура є унарною, а для Мілі бінарною

4. Охарактеризувати основні етапи проектування автомата.

Вхідні дані: мікроалгоритм, автомат якого буде за ним працювати та інструмент побудови (тригери або часові функції)

Побудова абстрактного автомата, а потім структурного фізичного

Побудова абстрактного:

Визначення типу автомата

Розмітка станів

Побудова графу

Побудова структурного:

На основі графу побудувати структурну таблицю

Мінімізувати функції виходів та переходів

Побудувати операторну форму

Побудувати схему

5. 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). У разі часових функцій як інструментарію побудови, то виходи одного вузла помітити одним значенням синхросигнала, а входи іншим – і так зі всіма станами. У разі неможливості такої розмітки додати додатковий вузол (стан).

6. Як здійснюється розмітка станів автомата?

Довільно. Існує багато способів кодування, наприклад код Грея, бінарна розмітка, інверсна бінарна розмітка і т.д., але найефективнішим та найкращим буде код Грея: поточне кодування відрізняється від попереднього лише на один біт.

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

Від кількості бітів в кодуванні для кожного стану. Або $k = \lceil \log_2(M) \rceil$, де k – число тригерів, а M – число станів.

8. 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 короточасні помилкові значення.

Для інструментарію часових функцій потрібно кодувати за кодом Грея для роботи

9. Як скласти структурну таблицю автомата?

Із застосуванням тригерів:

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

Із застосуванням часових функцій:

З огляду на граф, ми маємо записати перехід між станами, кодування, вихід, логічні умови та збудження часових функцій. Функція F набуває 1, якщо перехід з 0 в 1, а G – з 0 в 1: в іншому випадку обоє 0

10. Як побудувати часову діаграму роботи автомата?

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

11. 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	$D=0$