

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка
факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем**

Лабораторна робота №8

Тема: Синтез керуючого автомата Мура на базі регістра зсуву

Роботу виконав
студент 3 курсу
мережевий адміністратор
Цибульський Роман
Олександрович

Київ 2023

Мета роботи: Провести структурний синтез керуючого автомата Мура на базі регістра зсуву.

Лабораторне завдання

1. Згідно Вашого варіанту, розробіть функціональну схему керуючого автомата
2. В якості завдання візьміть завдання дане в лабораторній роботі No7 (табл. 7.5).

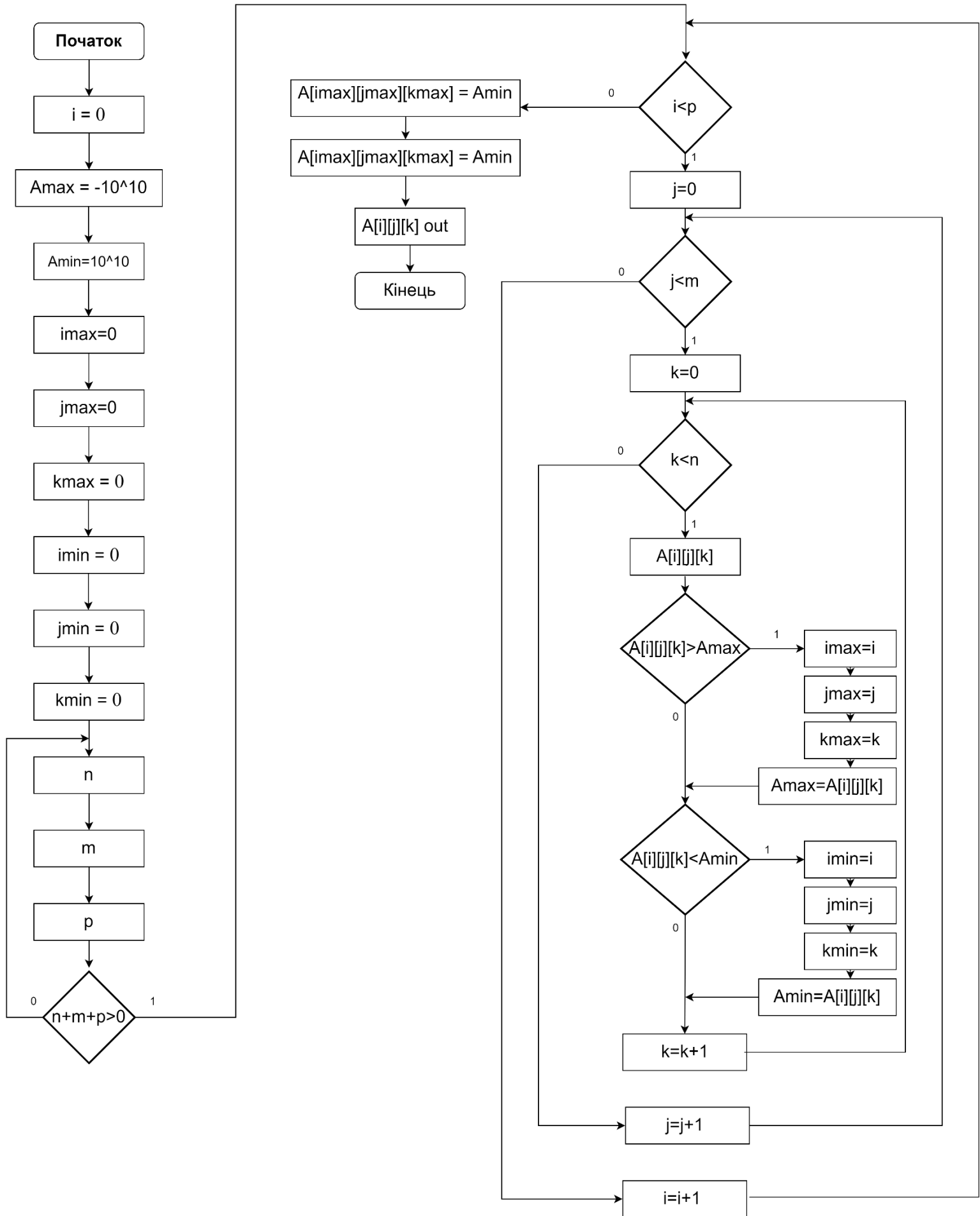
Номер варіанту $6248 = 1\ 1000\ 0110\ 1000, 00\ 0110\ 1000$ за умовою

Н6	Н7	Н8	Н9	Н10	Завдання
1	1	0	0	0	знаходить максимальний та мінімальний елемент масиву $A(n,n,n)$ та міняє їх місцями

3. Мікропроцесорний автомат необхідно реалізувати у вигляді автомата Мура на базі регістра зсуву. Як елемент пам'яті використовуйте D-тригери. Функціональну схему керуючих частин синтезувати на елементах:

Н3	Н4	Логічні елементи
0	1	I-НЕ

1.1. Змістовна схема алгоритму

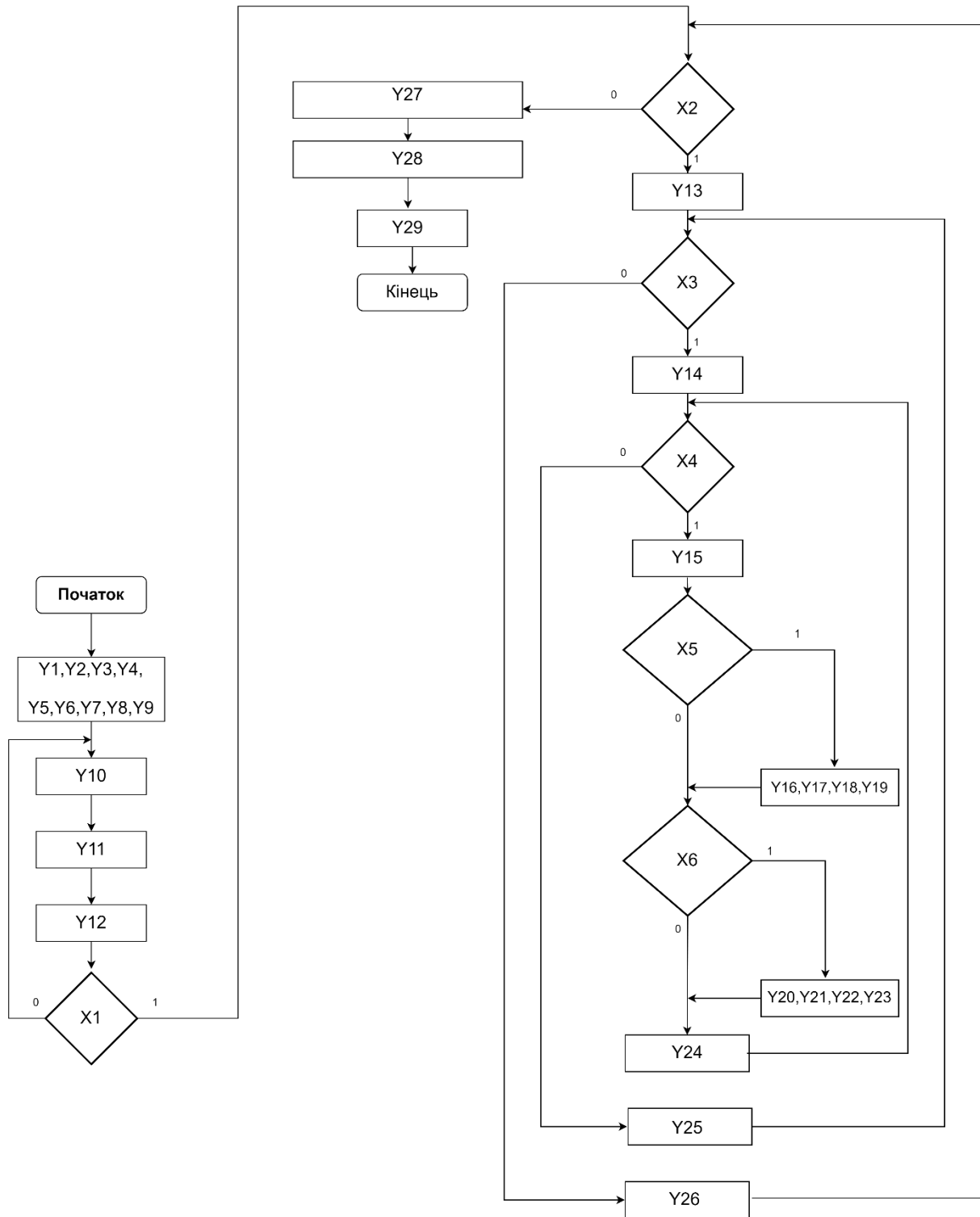


1.2. Таблиця кодування вершин

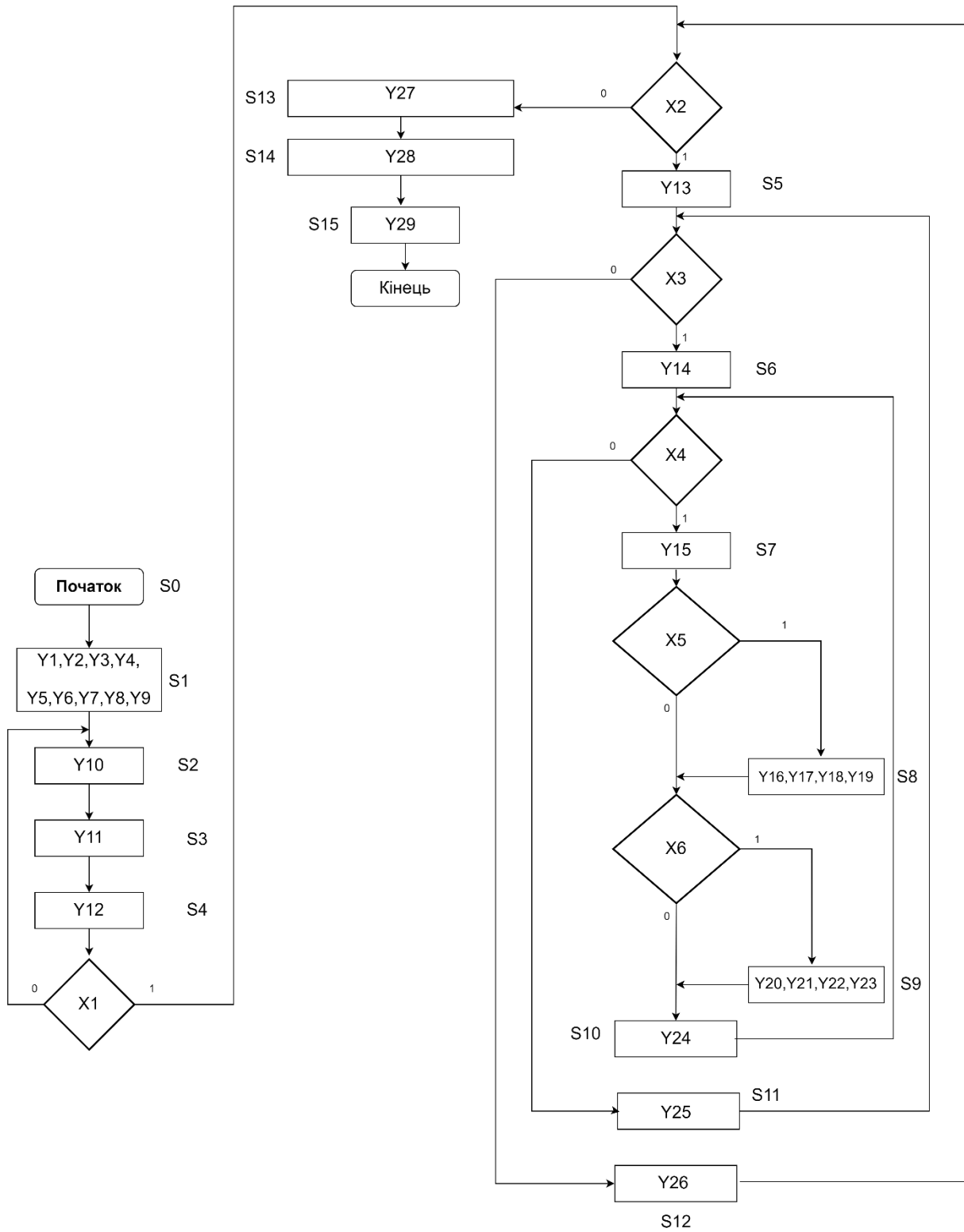
Код	Зміст	Примітка
Y1	$i = 0$	ініціалізація лічильника виміру i масиву $\text{arr}[i][j][k]$
Y2	$A_{\max} = -10^{10}$	ініціалізація значення максимального елементу
Y3	$A_{\min} = 10^{10}$	ініціалізація значення мінімального елементу
Y4	$\text{imax}=0$	ініціалізація індексу максимального елементу виміру i
Y5	$\text{jmax}=0$	ініціалізація індексу максимального елементу виміру j
Y6	$\text{kmax}=0$	ініціалізація індексу максимального елементу виміру k
Y7	$\text{imin}=0$	ініціалізація індексу мінімального елементу виміру i
Y8	$\text{jmin}=0$	ініціалізація індексу мінімального елементу виміру j
Y9	$\text{kmin}=0$	ініціалізація індексу мінімального елементу виміру k
Y10	n	завантаження до відповідного регістру розрядність виміру k масиву $\text{arr}[i][j][k]$
Y11	m	завантаження до відповідного регістру розрядність виміру j масиву $\text{arr}[i][j][k]$
Y12	p	завантаження до відповідного регістру розрядність виміру i масиву $\text{arr}[i][j][k]$
Y13	$j = 0$	ініціалізація лічильника виміру j масиву $\text{arr}[i][j][k]$
Y14	$k = 0$	ініціалізація лічильника виміру k масиву $\text{arr}[i][j][k]$
Y15	$A[i][j][k]$	завантаження до відповідного регістру значення елемента масиву A
Y16	$\text{imax}=i$	переініціалізація індексу максимального елементу виміру i
Y17	$\text{jmax}=j$	ініціалізація індексу максимального елементу виміру j
Y18	$\text{kmax}=k$	ініціалізація індексу максимального елементу виміру k
Y19	$A_{\max} = A[i][j][k]$	Перевизначення максимального елементу на поточний
Y20	$\text{imin}=i$	ініціалізація індексу мінімального елементу виміру i
Y21	$\text{jmin}=j$	ініціалізація індексу мінімального елементу виміру j
Y22	$\text{kmin}=k$	ініціалізація індексу мінімального елементу виміру k
Y23	$A_{\min} = A[i][j][k]$	Перевизначення мінімального елементу на поточний

Y24	$k=k+1$	перехід до дослідження наступного елемента виміру k
Y25	$j=j+1$	перехід до дослідження наступного елемента виміру j
Y26	$i=i+1$	перехід до дослідження наступного елемента виміру i
Y27	$A[i_{max}][j_{max}][k_{max}] = A_{min}$	Заміна найменшого значення на найбільше
Y28	$A[i_{max}][j_{max}][k_{max}] = A_{min}$	Заміна найбільшого значення на найменше
Y29	$A[i][j][k]$ Out	Виведення зміненого масиву
X1	$n+m+p > 0$	умовна вершина: так – розмір вхідного масиву додатній, ні – перевизначення розміру масива
X2	$i < p$	умовна вершина: так – дослідження чергового елемента масиву A виміру i , ні – всі елементи масиву A досліджені
X3	$j \leq m$	умовна вершина: так – дослідження чергового елемента масиву A виміру j , ні – всі елементи масиву A досліджені
X4	$k \leq n$	умовна вершина: так – дослідження чергового елемента масиву A виміру k , ні – всі елементи масиву A досліджені
X5	$A[i][j][k] > A_{max}$	умовна вершина: так – елемент масиву більше за максимальний, ні – елемент менше
X6	$A[i][j][k] < A_{min}$	умовна вершина: так – елемент масиву менше за мінімальний, ні – елемент більше

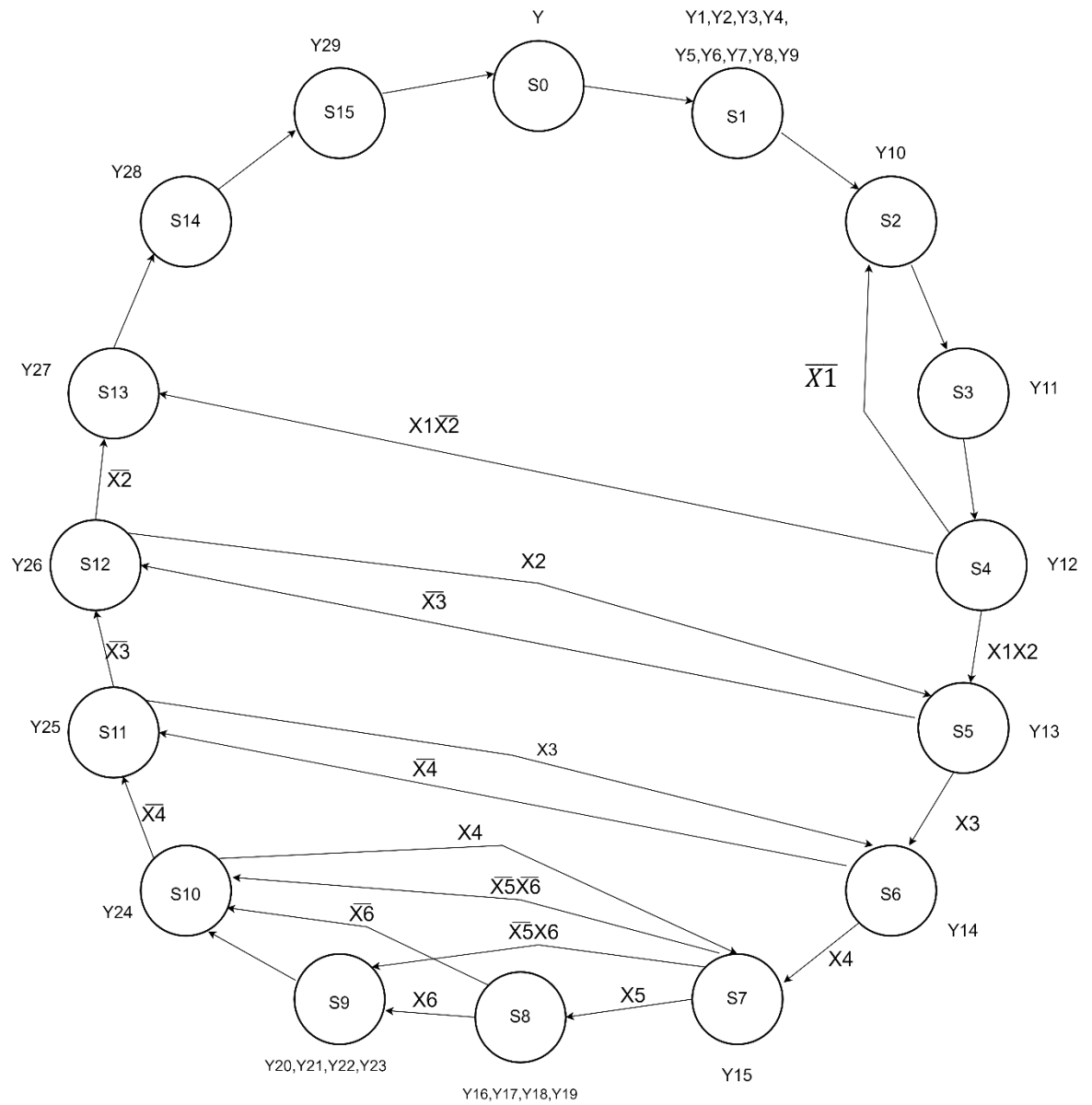
1.3. Закодована мікроопераційна схема алгоритму



1.4. Відмічена ГСА



1.5. Граф-схема переходів



1.6. Прямая таблица переходів-виходів автомата Мура

Початковий стан sm	Y (вихідний сигнал, що виробляється при переході)	Стан переходу sk	X (умова переходу)
S0	-	S1	Clk
S1	Y1,Y2,Y3,Y4, Y5,Y6,Y7,Y8,Y9	S2	Clk
S2	Y10	S3	Clk
S3	Y11	S4	Clk
S4	Y12	S2	$\overline{X1}$
		S5	$X1X2$
		S13	$X1\overline{X2}$
S5	Y13	S6	X3
		S12	$\overline{X3}$
S6	Y14	S7	X4
		S11	$\overline{X4}$
S7	Y15	S8	X5
		S9	$\overline{X5X6}$
		S10	$\overline{X5X6}$
S8	Y16,Y17,Y18,Y19	S9	X6
		S10	$\overline{X6}$
S9	Y20,Y21,Y22,Y23	S10	Clk
S10	Y24	S7	X4
		S11	$\overline{X4}$
S11	Y25	S6	X3
		S12	$\overline{X3}$
S12	Y26	S5	X2
		S13	$\overline{X2}$
S13	Y27	S14	Clk
S14	Y28	S15	Clk
S15	Y29	S0	Clk

1.7. Зворотня таблиця переходів-виходів автомата Мура

Початковий стан sm	Y (вихідний сигнал, що виробляється при переході)	Стан переходу sk	X (умова переходу)
S0	Y1,Y2,Y3,Y4, Y5,Y6,Y7,Y8,Y9	S1	Clk
S1	Y10	S2	Clk
S4			$\overline{X1}$
S2	Y11	S3	Clk
S3	Y12	S4	Clk
S4	Y13	S5	X1X2
S12			X2
S5	Y14	S6	X3
S11			
S10	Y15	S7	X4
S6			
S7	Y16,Y17,Y18,Y19	S8	X5
S7	Y20,Y21,Y22,Y23	S9	$\overline{X5X6}$
S8			X6
S7	Y24	S10	$\overline{X5X6}$
S8			$\overline{X6}$
S9			Clk
S6	Y25	S11	$\overline{X4}$
S10			
S5	Y26	S12	$\overline{X3}$
S11			
S4	Y27	S13	X1 $\overline{X2}$
S12			$\overline{X2}$
S13	Y28	S14	Clk
S14	Y29	S15	Clk
S15	Y29	S0	Clk

S0 - 1000 0000 0000 0000
 S1 - 0100 0000 0000 0000
 S2 - 0010 0000 0000 0000
 S3 - 0001 0000 0000 0000
 S4 - 0000 1000 0000 0000
 S5 - 0000 0100 0000 0000
 S6 - 0000 0010 0000 0000
 S7 - 0000 0001 0000 0000
 S8 - 0000 0000 1000 0000
 S9 - 0000 0000 0100 0000
 S10 - 0000 0000 0010 0000
 S11 - 0000 0000 0001 0000
 S12 - 0000 0000 0000 1000
 S13 - 0000 0000 0000 0100
 S14 - 0000 0000 0000 0010
 S15 - 0000 0000 0000 0001

Початковий стан sm		Y (вихідний сигнал, що виробляється при переході)	Стан переходу sk	K(sk)	X (умова переходу)	ФЗ
S0	1000 0000 0000 0000	Y1,Y2,Y3,Y4, Y5,Y6,Y7,Y8,Y9	S1	0100 0000 0000 0000	Clk	D2
S1	0100 0000 0000 0000	Y10	S2	0010 0000 0000 0000	Clk	D3
S4	0000 1000 0000 0000				$\overline{X1}$	
S2	0010 0000 0000 0000	Y11	S3	0001 0000 0000 0000	Clk	D4
S3	0001 0000 0000 0000	Y12	S4	0000 1000 0000 0000	Clk	D5
S4	0000 1000 0000 0000	Y13	S5	0000 0100 0000 0000	X1X2	D6
S12	0000 0000 0000 1000				X2	
S5	0000 0100 0000 0000	Y14	S6	0000 0010 0000 0000	X3	D7
S11	0000 0000 0001 0000					
S10	0000 0000 0010 0000	Y15	S7	0000 0001 0000 0000	X4	D8
S6	0000 0010 0000 0000					
S7	0000 0001 0000 0000	Y16,Y17,Y18,Y19	S8	0000 0000 1000 0000	X5	D9
S7	0000 0001 0000 0000	Y20,Y21,Y22,Y23	S9	0000 0000 0100 0000	$\overline{X5}X6$	D10
S8	0000 0000 1000 0000				X6	
S7	0000 0001 0000 0000	Y24	S10	0000 0000 0010 0000	$\overline{X5}\overline{X6}$	D11
S8	0000 0000 1000 0000				$\overline{X6}$	
S9	0000 0000 0100 0000				Clk	
S6	0000 0010 0000 0000	Y25	S11	0000 0000 0001 0000	$\overline{X4}$	D12
S10	0000 0000 0010 0000					
S5	0000 0100 0000 0000	Y26	S12	0000 0000 0000 1000	$\overline{X3}$	D13
S11	0000 0000 0001 0000					
S4	0000 1000 0000 0000	Y27	S13	0000 0000 0000 0100	X1 $\overline{X2}$	D14
S12	0000 0000 0000 1000				$\overline{X2}$	

S13	0000 0000 0000 0100	Y28	S14	0000 0000 0000 0010	Clk	D15
S14	0000 0000 0000 0010	Y29	S15	0000 0000 0000 0001	Clk	D16
S15	0000 0000 0000 0001	-	S0	1000 0000 0000 0000	Clk	D1

$$D1 = S15$$

$$D2 = S0$$

$$D3 = S1 + S4\overline{X1} = nS1|(s4|\overline{X1})$$

$$D4 = S2$$

$$D5 = S3$$

$$D6 = S4 X1X2 + S12X2 = (S4 |X1|X2)|(S12|X2)$$

$$D7 = x3S5 + x3S11 = (x3|S5)|(x3|S11)$$

$$D8 = X4S6 + X4S10 = (X4|S6)|(X4|S10)$$

$$D9 = S7X5$$

$$D10 = S7\overline{X5}X6 + S8X6 = (S7|\overline{X5}|X6)|(S8|X6)$$

$$D11 = S7\overline{X5}\overline{X6} + S8\overline{X6} + S9 = (S7|\overline{X5}|\overline{X6})|(S8|\overline{X6}) | \overline{S9}$$

$$D12 = \overline{X4}(S6 + S10) = (\overline{X4}|S6)|(\overline{X4}|S10)$$

$$D13 = \overline{X3}(S5 + S11) = (\overline{x3}|S5)|(\overline{x3}|S11)$$

$$D14 = S4X1\overline{X2} + S12\overline{X2}$$

$$D15 = S13$$

$$D16 = S14$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9 = S1$$

$$Y10 = S2$$

$$Y11 = S3$$

$$Y12 = S4$$

$$Y13 = S5$$

$$Y14 = S6$$

$$Y15 = S7$$

$$Y16, Y17, Y18, Y19 = S8$$

$$Y20, Y21, Y22, Y23 = S9$$

$$Y24 = S10$$

$$Y25 = S11$$

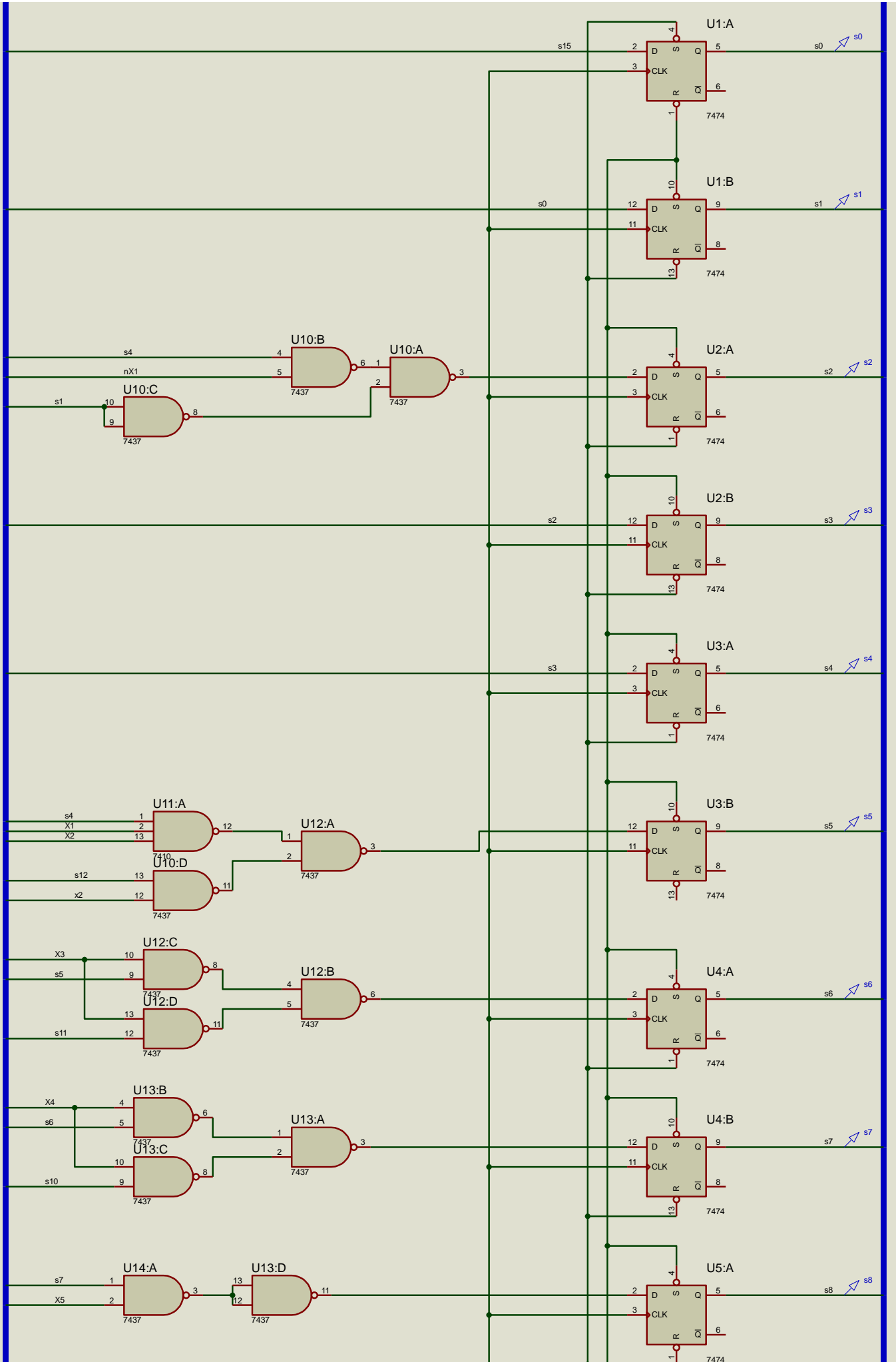
$$Y26 = S12$$

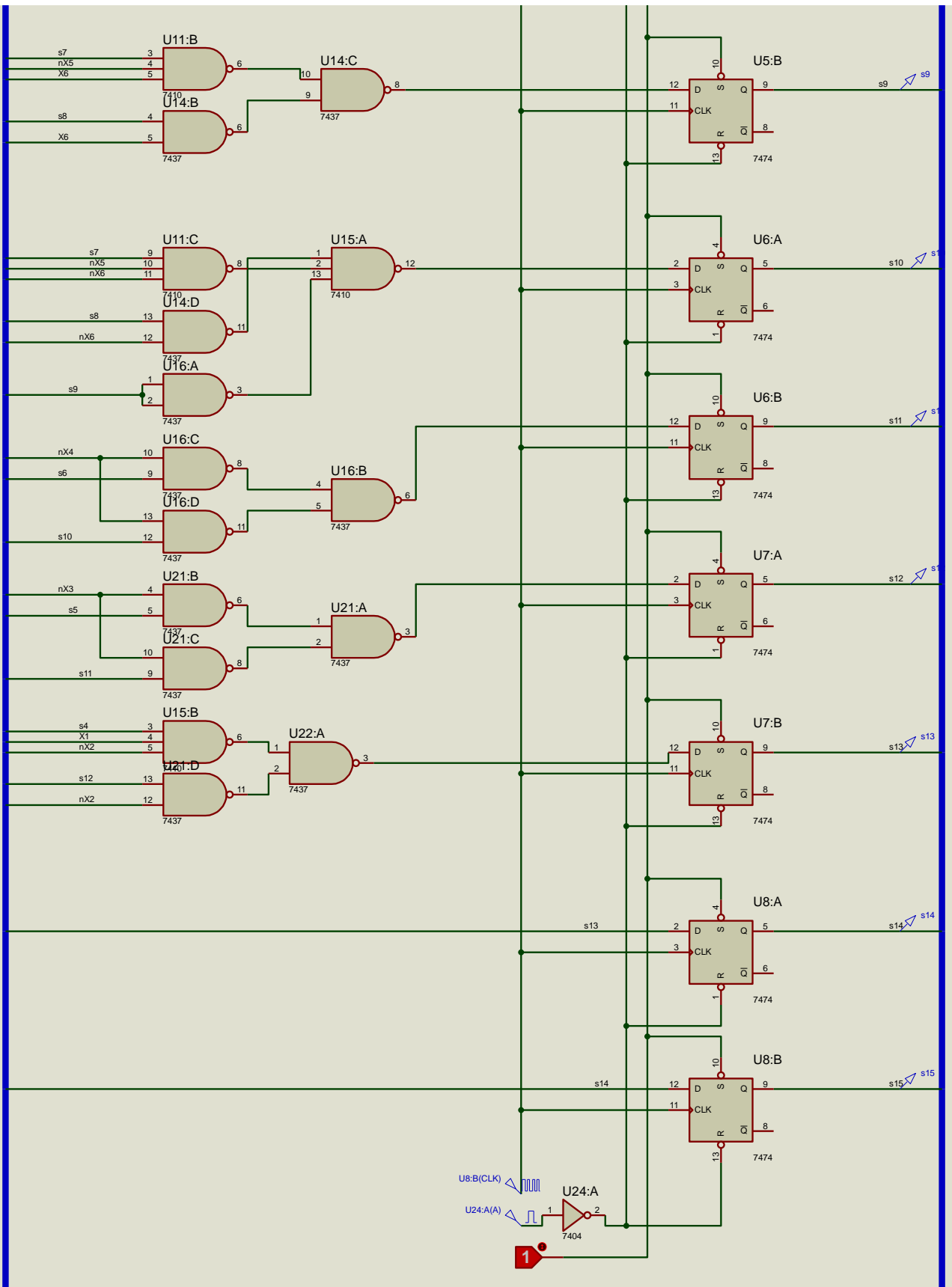
$$Y27 = S13$$

$$Y28 = S14$$

$$Y29 = S15$$

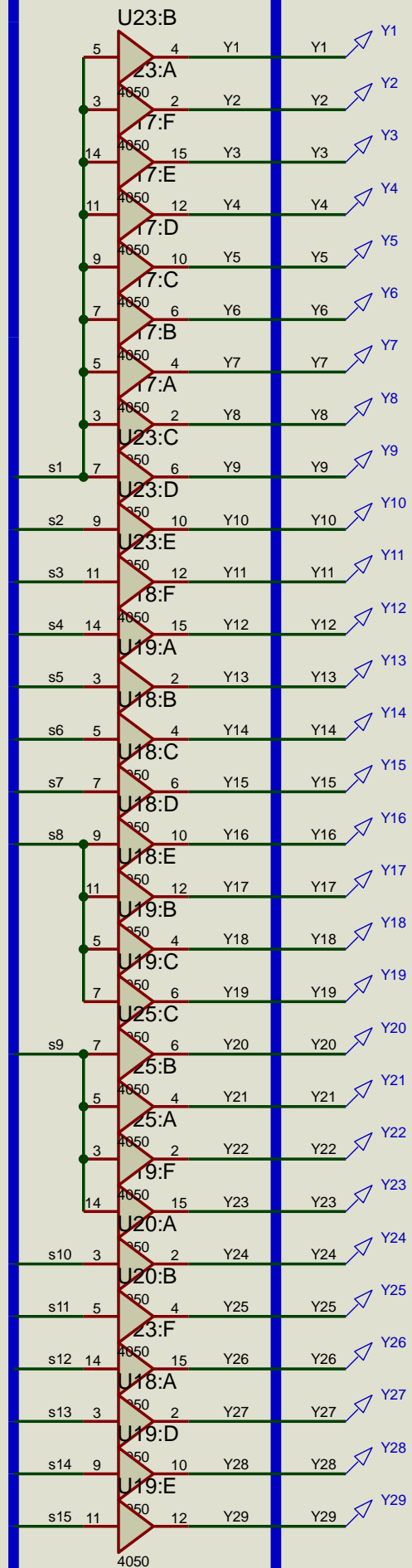
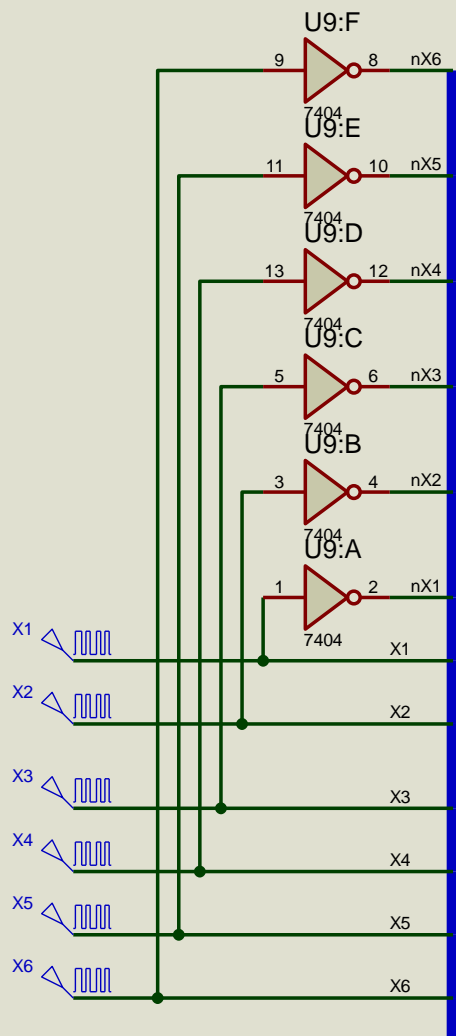
Частина функціональної схема автомата Мура на регістрах зсуву.



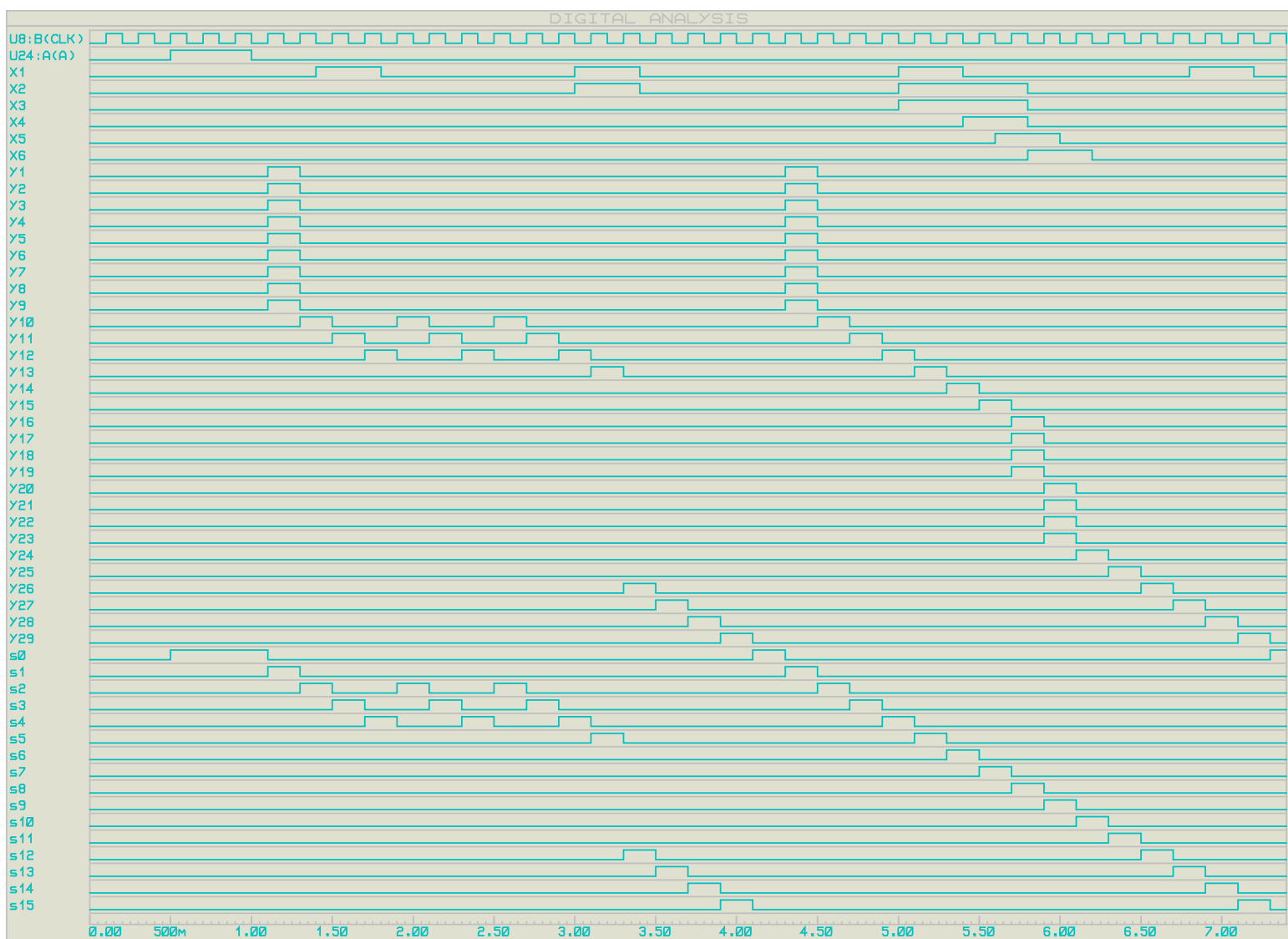


Ча
ф

начення



Графіки для вхідних та вихідних сигналів



Висновок: в даній лабораторній роботі провела структурний синтез керуючого автомата Мура, а також зби́рала його схему в Proteus і перевірила коректність її роботи.

Контрольні питання:

1. Коли доцільно використовувати в якості керуючого автомата автомат Мура на базі регістра зсуву?
Коли алгоритм автомата лінійний, відсутні умовні вершини.
2. Чи можна вважати регістр зсуву автоматом Мура на базі регістра зсуву?

Ні, регістр зсуву не можна вважати автоматом Мура на базі регістра зсуву, оскільки автомат Мура має вихідний сигнал, який залежить від поточного

стану автомата, тоді як регістр зсуву не має вихідного сигналу, який залежить від поточного стану.

3. Чи можна в якості пам'яті автомата Мура на базі регістра зсуву використати Т-тригери?

Так, можна використовувати Т-тригери в якості пам'яті автомата Мура на базі регістра зсуву. Т-тригер є одним із типів тригерів, який можна використовувати для збереження інформації у вигляді 0 або 1.