

Структурна теорія цифрових автоматів
Лабораторна робота №4

Тема: Проектування і дослідження лічильників

Куценко Євгеній, ІПС-31

Варіант: 11 (001011): $a_6 = 0, a_5 = 0, a_4 = 1, a_3 = 0, a_2 = 1, a_1 = 1$

1

Стани лічильника								Функції збудження тригерів							
Q_4^S	Q_3^S	Q_2^S	Q_1^S	Q_4^{S+1}	Q_3^{S+1}	Q_2^{S+1}	Q_1^{S+1}	T_4	T_3	T_2	T_1	D_4	D_3	D_2	D_1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Q_4^S	Q_3^S	Q_2^S	Q_1^S	Q_4^{S+1}	Q_3^{S+1}	Q_2^{S+1}	Q_1^{S+1}	J_4	J_3	J_2	J_1	K_4	K_3	K_2	K_1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	*	*	*	*	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	*	1	*	*	0	*
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	*	*	*	*	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	*	0	1	*	0	*	*
0	1	0	1	0	1	1	1	0	*	1	*	*	0	*	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	*	*	*	*	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1	*	0	1	1	0	*	*	*
1	0	1	1	1	1	0	0	*	1	*	*	0	*	1	1
1	1	0	0	1	1	1	0	*	*	1	0	0	0	*	*
1	1	1	0	0	0	0	1	*	*	*	1	1	1	1	*

Мінімізуємо функції T_i , D_i , J_i , K_i , ($i = \overline{1,4}$) методом Карно-Вейча

T_4		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	0	0	0
	01	0	0	1 [•]	* [•]
	11	0	*	* [•]	1 [•]
	10	0	*	0	*

D_4		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	0	0	0
	01	0	0	1 [•]	* [•]
	11	1 [•]	* ^{••}	* [•]	0
	10	1 [•]	* ^{••}	1 [•]	*

J_4		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	0	0	0
	01	0	0	1 [•]	* [•]
	11	*	*	* [•]	* [•]
	10	*	*	*	*

K_4		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	*	*	*
	01	*	*	* [•]	* [•]
	11	0	*	* [•]	1 [•]
	10	0	*	0	*

$$T_4 = J_4 = K_4 = Q_3Q_2 = \overline{\overline{(Q_3Q_3Q_2)}}$$

T_3		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	0	1 [•]	0
	01	0	0	1 ^{••}	* [•]
	11	0	*	* ^{••}	1 [•]
	10	0	*	1 [•]	*

D_3		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	0	1 [•]	0
	01	1 [•]	1 [•]	0	*
	11	1 [•]	* [•]	* [•]	0
	10	0	*	1 [•]	*

J_3		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	0	1 [•]	0
	01	*	*	1 [•]	*
	11	*	*	* [•]	*
	10	0	*	1 [•]	*

K_3		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	*	* [•]	* [•]
	01	0	0	1 [•]	* [•]
	11	0	*	* [•]	1 [•]
	10	*	*	* [•]	* [•]

$$T_3 = Q_3Q_2 \vee Q_2Q_1 = \overline{\overline{Q_3Q_3Q_2 \vee Q_2Q_2Q_1}} = \overline{\overline{(Q_3Q_3Q_2)} \cdot \overline{\overline{(Q_2Q_2Q_1)}} \cdot \overline{\overline{(Q_2Q_2Q_1)}}}$$

$$J_3 = Q_2Q_1 = \overline{\overline{(Q_2Q_2Q_1)}}$$

$$K_3 = Q_2$$

T_2		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{1}$	0
	01	0	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{1}$	*
	11	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{1}$
	10	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$

D_2		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	$\overset{\bullet}{1}$	0	$\overset{\bullet}{1}$
	01	0	$\overset{\bullet}{1}$	0	$\overset{\bullet}{*}$
	11	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	*	0
	10	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	0	*

J_2		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$	*
	01	0	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$	*
	11	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{*}$
	10	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{*}$

K_2		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	*	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{1}$	0
	01	*	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{1}$	*
	11	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{1}$
	10	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$

$$T_2 = J_2 = K_2 = Q_4 \vee Q_1 = \overline{\overline{Q_4 \vee Q_1}} = \overline{(Q_4 Q_4 Q_1)}$$

T_1		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$
	01	$\overset{\bullet}{1}$	0	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$
	11	0	*	*	$\overset{\bullet}{1}$
	10	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$

D_1		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	$\overset{\bullet}{*}$	0	0	$\overset{\bullet\bullet}{1}$
	01	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{1}$	0	$\overset{\bullet}{*}$
	11	0	*	*	$\overset{\bullet}{1}$
	10	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$	0	$\overset{\bullet\bullet}{*}$

J_1		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$
	01	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$
	11	0	*	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{*}$
	10	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$

K_1		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_4Q_3	00	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$
	01	*	0	$\overset{\bullet}{1}$	$\overset{\bullet}{*}$
	11	*	*	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{*}$
	10	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet}{*}$	$\overset{\bullet\bullet}{1}$	$\overset{\bullet\bullet}{*}$

$$T_1 = Q_2 \vee \overline{Q_3} \vee \overline{Q_4 Q_1} = \dots$$

$$J_1 = \overline{Q_4} \vee \overline{Q_4} \vee Q_2 = \overline{\overline{\overline{Q_4} \vee \overline{Q_3} \vee Q_2}} = \overline{(Q_4 Q_3 \overline{Q_2})}$$

$$K_1 = \overline{Q_3} \vee Q_2 = \overline{\overline{\overline{\overline{Q_3} \vee Q_2}}} = \overline{(Q_3 Q_3 \overline{Q_2})}$$

Обираємо $J_i, K_i, i = \overline{1,4}$

Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	DEC	HEX
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	1	1	11	B
1	1	0	0	12	C
1	1	1	0	14	E

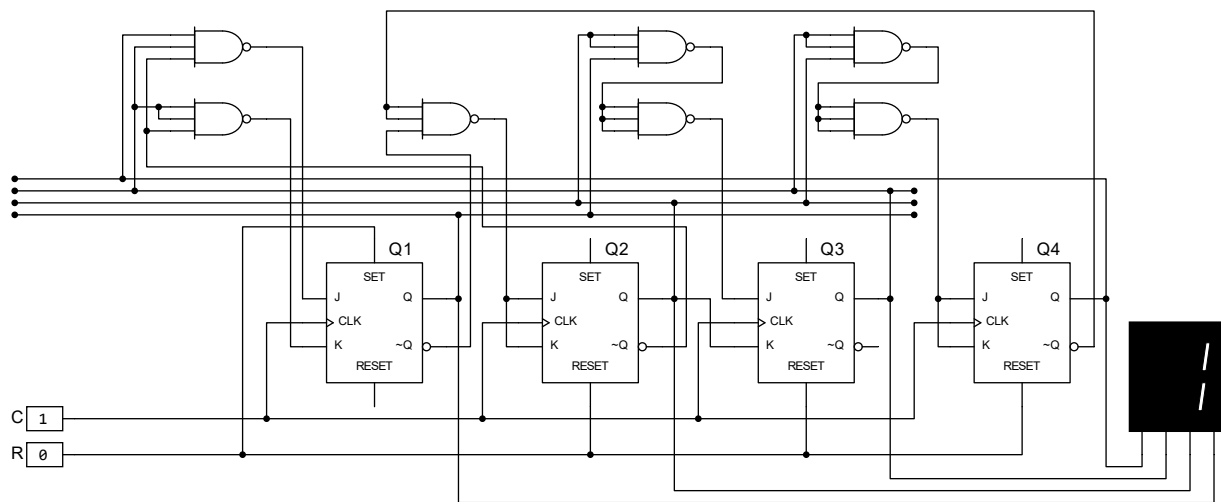


Рис. 1:

2

Будуємо збільшувальний лічильник з природним порядком рахунку по модулю 31 шляхом виключення стану $a_5a_4a_3a_2a_1 = 01011$ з таблиці станів лічильника з природним порядком рахунку по модулю 32.

Кількість розрядів: $n = \lceil \log_2 31 \rceil = 5$

Обираємо паралельний спосіб переносів і запишемо функції $T_i, i = \overline{1, 4}$ для вихідного лічильника:

$$T_1 = 1$$

$$T_2 = Q_1$$

$$T_3 = Q_2Q_1$$

$$T_4 = Q_3Q_2Q_1$$

$$T_5 = Q_4Q_3Q_2Q_1$$

Позначимо стани:

$$A = 01010, \quad f_A = \overline{Q_5}Q_4\overline{Q_3}Q_2\overline{Q_1}$$

$$B = 01011$$

$$C = 01100$$

Тоді за правилами модифікації T_i отримаємо:

$$T_1^* = T_1 \cdot f_A = (\overline{Q_5}Q_4\overline{Q_3}Q_2\overline{Q_1})$$

$$T_2^* = T_2 \vee f_A = Q_1 \vee \overline{Q_5}Q_4\overline{Q_3}Q_2\overline{Q_1}$$

$$T_3^* = T_3 \vee f_A = Q_2Q_1 \vee \overline{Q_5}Q_4\overline{Q_3}Q_2\overline{Q_1}$$

$$T_4^* = T_4 = Q_3Q_2Q_1$$

$$T_5^* = T_5 = Q_4Q_3Q_2Q_1$$

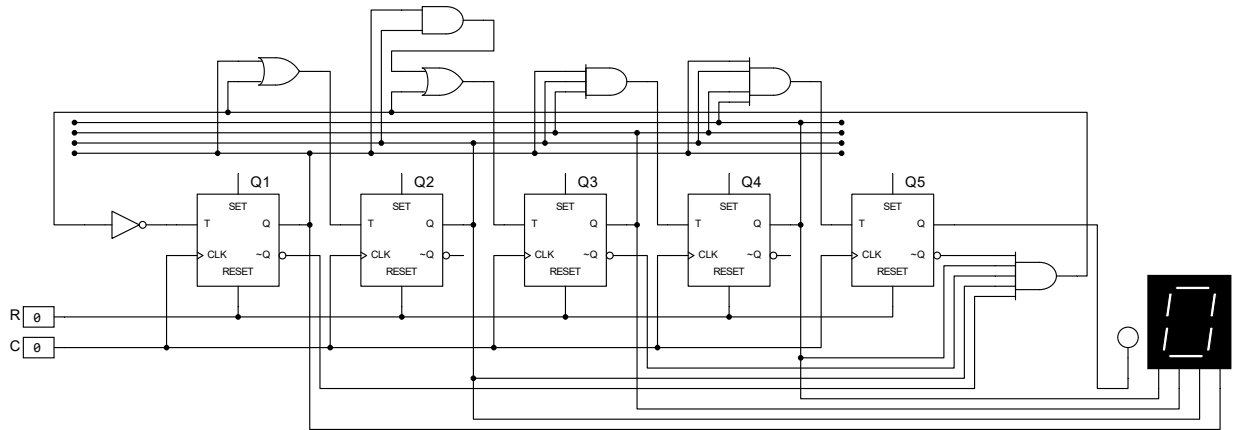
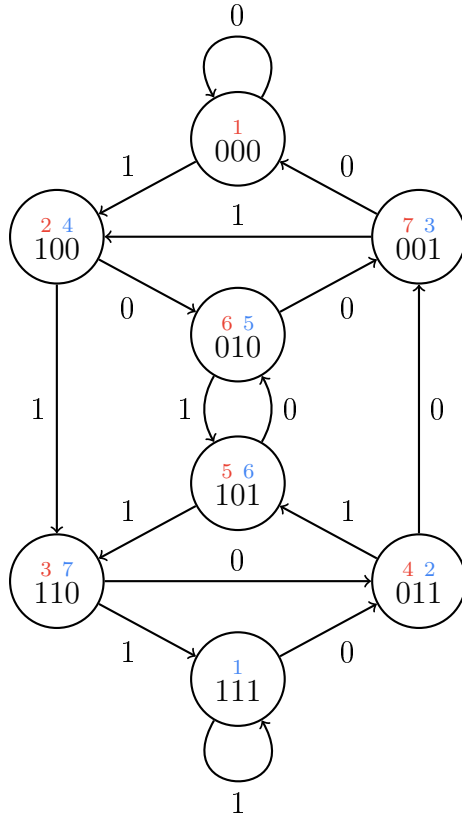


Рис. 2:

3

Будуємо кільцевий лічильник з коефіцієнтом перерахунку $K = 4 + 2a_2 + a_1 = 7$
 $n = \lceil \log_2 7 \rceil = 3$



Розглядаємо наступні цикли довжини 7:

1. 000 100 110 011 101 010 001
2. 111 011 001 100 010 101 110

Q_3	Q_2	Q_1	f_1	f_2
0	0	0	1	*
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	*	0

f_1		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_3	0	$\dot{1}$	0	$\dot{1}$	0
	1	$\dot{1}$	0	$\dot{*}$	0

f_2		Q_2Q_1			
		00	01	11	10
Q_3	0	*	$\dot{1}$	0	$\dot{1}$
	1	0	$\dot{1}$	0	$\dot{1}$

Обираємо f_1 , знайдемо операторне представлення на елементах 2АБО-НІ:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= \overline{Q_2Q_1} \vee Q_2Q_1 = \overline{\overline{Q_2Q_1} \vee Q_2Q_1} = \overline{(Q_2 \vee Q_1) \cdot (\overline{Q_2} \vee \overline{Q_1})} = \overline{Q_2Q_1} \vee \overline{Q_2Q_1} = \\
 &= \overline{\overline{\overline{Q_2Q_1}}} \vee \overline{\overline{\overline{Q_1Q_2}}} = \overline{\overline{Q_2 \vee Q_1}} \vee \overline{\overline{Q_1 \vee Q_2}}
 \end{aligned}$$

