

Структурна теорія цифрових автоматів  
Лабораторна робота №3

# Тема: Проектування і дослідження регістрів

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 СС

Елементи: 3І, 2АБО, НІ

Операції:

- зсув вліво на один розряд
- прийом слова паралельним кодом
- рівнозначність (еквівалентність)

Кодуємо операції:

$s_1$	$s_2$	операція
0	0	зсув вліво на один розряд
0	1	прийом слова паралельним кодом
1	0	рівнозначність (еквівалентність)
1	1	

$s_1^S$	$s_2^S$	$D_i^S$	$Q_{i+1}^S$	$Q_i^S$	$Q_i^{S+1}$	$D'_i$	$R_i$	$S_i$	$J_i$	$K_i$	$T_i$
0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	*	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	*	1	1
0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	*	1
0	0	0	1	1	1	1	0	*	*	0	0
0	0	1	0	0	0	0	*	0	0	*	0
0	0	1	0	1	0	0	1	0	*	1	1
0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	*	1
0	0	1	1	1	1	1	0	*	*	0	0
0	1	0	0	0	0	0	*	0	0	*	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	*	1	1
0	1	0	1	0	0	0	*	0	0	*	0
0	1	0	1	1	0	0	1	0	*	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	*	1
0	1	1	0	1	1	1	0	*	*	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	*	1
0	1	1	1	1	1	1	0	*	*	0	0
1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	*	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	*	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	*	1
1	0	0	1	1	0	0	1	0	*	1	1
1	0	1	0	0	0	0	*	0	0	*	0
1	0	1	0	1	1	1	0	*	*	0	0
1	0	1	1	0	0	0	*	0	0	*	0
1	0	1	1	1	1	1	0	*	*	0	0
1	1	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*
1	1	0	0	1	*	*	*	*	*	*	*
1	1	0	1	0	*	*	*	*	*	*	*
1	1	0	1	1	*	*	*	*	*	*	*
1	1	1	0	0	*	*	*	*	*	*	*
1	1	1	0	1	*	*	*	*	*	*	*
1	1	1	1	0	*	*	*	*	*	*	*
1	1	1	1	1	*	*	*	*	*	*	*

Мінімізуємо функції  $D'_i$ ,  $R_i$ ,  $S_i$ ,  $J_i$ ,  $K_i$ ,  $T_i$  методом Карно-Вейча

$D'_i$		$D_i^S Q_{i+1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	0	0	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	0	0
	01	0	0	0	0	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>
	11	* <sup>•</sup>	*	*	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>
	10	1 <sup>•</sup>	0	0	1 <sup>•</sup>	0	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	0

$$D'_i = s_2 D_i \vee \overline{s_1 s_2} Q_{i+1} \vee s_1 D_i Q_i \vee s_1 \overline{D_i Q_i}$$

$R_i$		$D_i^S Q_{i+1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	0	0	0	0	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>
	01	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	0	0	0	0
	11	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	*	*	*	*
	10	0	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	0	*	0	0	*

$$R_i = s_2 \overline{D_1} \vee \overline{s_1 s_2} Q_{i+1} \vee s_1 \overline{D_i} Q_i$$

$S_i$		$D_i^S Q_{i+1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	0	0	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	0	0
	01	0	0	0	0	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>
	11	* <sup>•</sup>	*	*	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>
	10	1 <sup>•</sup>	0	0	1 <sup>•</sup>	0	*	*	0

$$S_i = s_2 D_i \vee \overline{s_1 s_2} Q_{i+1} \vee s_1 \overline{D_i Q_{i+1} Q_i} \vee s_1 \overline{D_i Q_{i+1} Q_i}$$

$J_i$		$D_i^S Q_{i+1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	0	*	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	*	0
	01	0	*	* <sup>•</sup>	0	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>
	11	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>
	10	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	0	*	*	0

$$J_i = s_1 \overline{D_i} \vee s_2 D_i \vee \overline{s_1 s_2} Q_{i+1}$$

$K_i$		$D_i^S Q_{i+1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	0	*	*	0	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>
	01	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	*	0	0	*
	11	* <sup>••</sup>	* <sup>••</sup>	* <sup>••</sup>	* <sup>••</sup>	*	*	*	*
	10	* <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	* <sup>•</sup>	*	0	0	*

$$K_i = s_1 \overline{D_i} \vee s_2 \overline{D_i} \vee \overline{s_1 s_2 Q_{i+1}}$$

$T_i$		$D_i^S Q_{i+1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	0	1 <sup>•</sup>	0	1 <sup>•</sup>	1 <sup>••</sup>	0	1 <sup>•</sup>	0
	01	0	1 <sup>••</sup>	1 <sup>•</sup>	0	1 <sup>•</sup>	0	0	1 <sup>•</sup>
	11	* <sup>•</sup>	* <sup>•••</sup>	* <sup>••</sup>	* <sup>•</sup>	*	*	*	* <sup>•</sup>
	10	1 <sup>•</sup>	1 <sup>••</sup>	1 <sup>•</sup>	1 <sup>•</sup>	0	0	0	0

Функцію  $T_i$  можна не знаходити, оскільки очевидно, що вона буде складнішою за  $J_i$  та  $K_i$

Обираємо функції  $J_i$  та  $K_i$ :

$$J_i = s_1 \overline{D_i} \vee s_2 D_i \vee \overline{s_1 s_2} Q_{i+1} = (s_1 s_1 \overline{D_i} \vee s_2 s_2 D_i) \vee \overline{s_1 s_2} Q_{i+1}$$

$$K_i = s_1 \overline{D_i} \vee s_2 \overline{D_i} \vee \overline{s_1 s_2 Q_{i+1}} = \overline{D_i D_i} (s_1 \vee s_2) \vee \overline{s_1 s_2 Q_{i+1}}$$

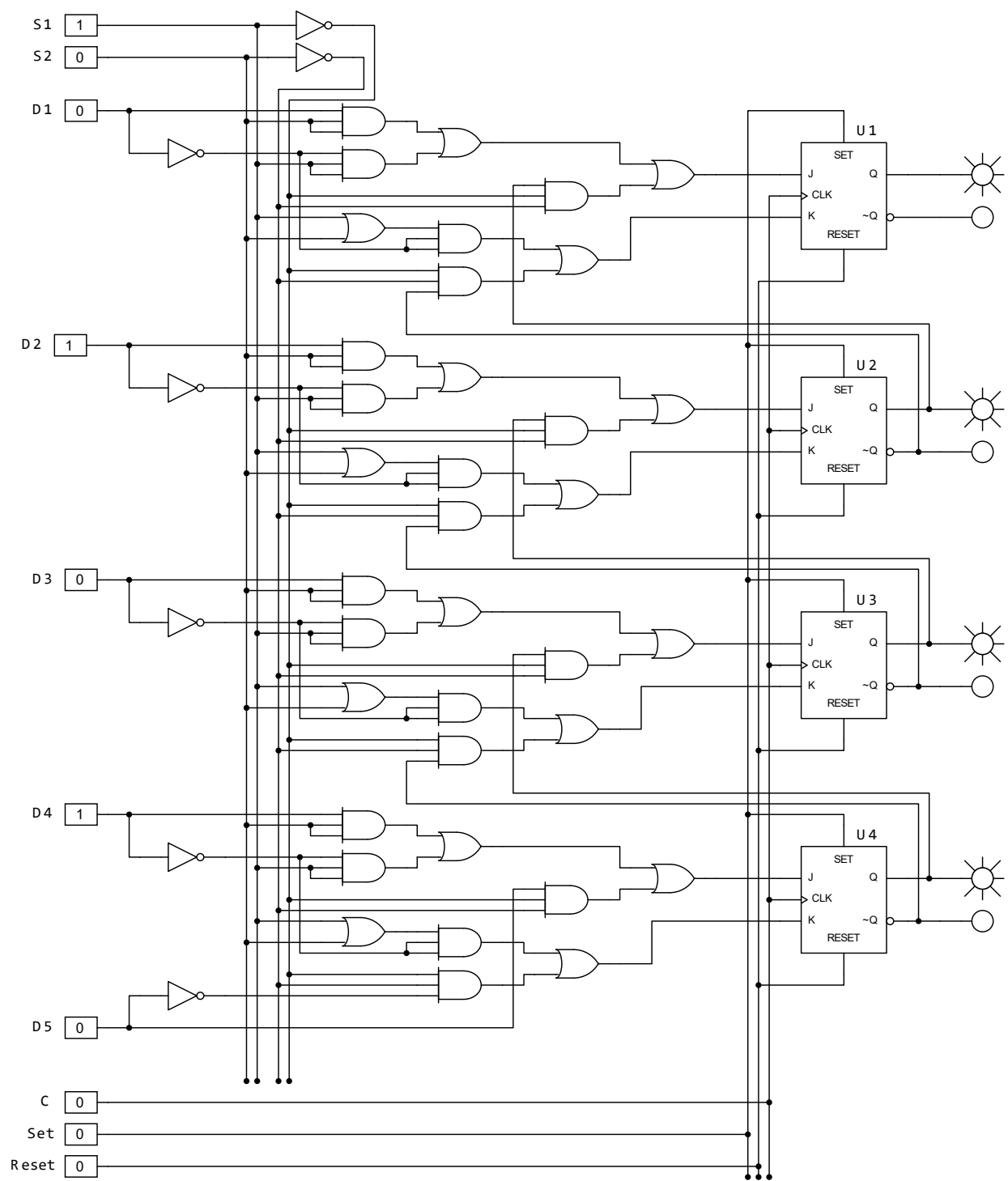


Рис. 1

## 2 СА

Елементи: 2I-НІ

Операції:

- прийом слова паралельним кодом
- кон'юнкція

Кодуємо операції:

$s$	операція
0	прийом слова паралельним кодом
1	кон'юнкція

$C$	$s$	$D_i^S$	$Q_i^S$	$Q_i^{S+1}$	$T_i$	$R_i$	$S_i$
0	0	0	0	0	0	*	0
0	0	0	1	1	0	0	*
0	0	1	0	0	0	*	0
0	0	1	1	1	0	0	*
0	1	0	0	0	0	*	0
0	1	0	1	1	0	0	*
0	1	1	0	0	0	*	0
0	1	1	1	1	0	0	*
1	0	0	0	0	0	*	0
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	0	*
1	1	0	0	0	0	*	0
1	1	0	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0	*	0
1	1	1	1	1	0	0	*

Мінімізуємо функції  $T_i$ ,  $R_i$ ,  $S_i$  методом Карно-Вейча

$T_i$		$D_i^S Q_i^S$			
		00	01	11	10
$C_s$	00	0	0	0	0
	01	0	0	0	0
	11	0	1	0	0
	10	0	1	0	1

$$T_i = C\overline{D_i}Q_i \vee C\overline{s}D_i\overline{Q_i}$$

$R_i$		$D_i^S Q_i^S$			
		00	01	11	10
$C_S$	00	*	0	0	*
	01	*	0	0	*
	11	$\bullet$ *	$\bullet$ 1	0	*
	10	$\bullet$ *	$\bullet$ 1	0	0

$$R_i = C\overline{D_i}$$

$S_i$		$D_i^S Q_i^S$			
		00	01	11	10
$C_S$	00	0	*	*	0
	01	0	*	*	0
	11	0	0	*	0
	10	0	0	$\bullet$ *	$\bullet$ 1

$$S_i = C\overline{s}D_i$$

Обираємо функції  $R_i$  та  $S_i$ :

$$R_i = C\overline{D_i} = \overline{(C\overline{D_i})}, \quad S_i = C\overline{s}D_i = \overline{\overline{\overline{(C\overline{D_i})\overline{s}}}}$$

### Модифікації:

1. Якщо використовувати  $RS$ –тригери без додаткових входів  $R$  та  $S$  з вищим пріорітетом, але залишити входи регістра  $;$ , то функції  $R_i$  та  $S_i$  потребують деякої модифікації: (Позначимо як  $f$  відповідну функцію  $R_i$  чи  $S_i$ )

$f$	$Set$	$Reset$	$S'_i$	$R'_i$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	*	*
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	*	*

Після мінімізації та перетворень функції  $R'_i$  та  $S'_i$  матимуть вигляд:

$$R'_i = \overline{((f \cdot Set) \cdot Reset)}, \quad S'_i = \overline{((f \cdot Reset) \cdot Set)}$$

2. Якщо використовувати  $RS$ –тригери з enable-входами, до яких приєднати сигнал регістра  $C$ , то функції  $R_i$  та  $S_i$  матимуть вигляд:

$$R_i = \overline{D_i}, \quad S_i = \overline{s}D_i = \overline{(\overline{s}D_i)}$$

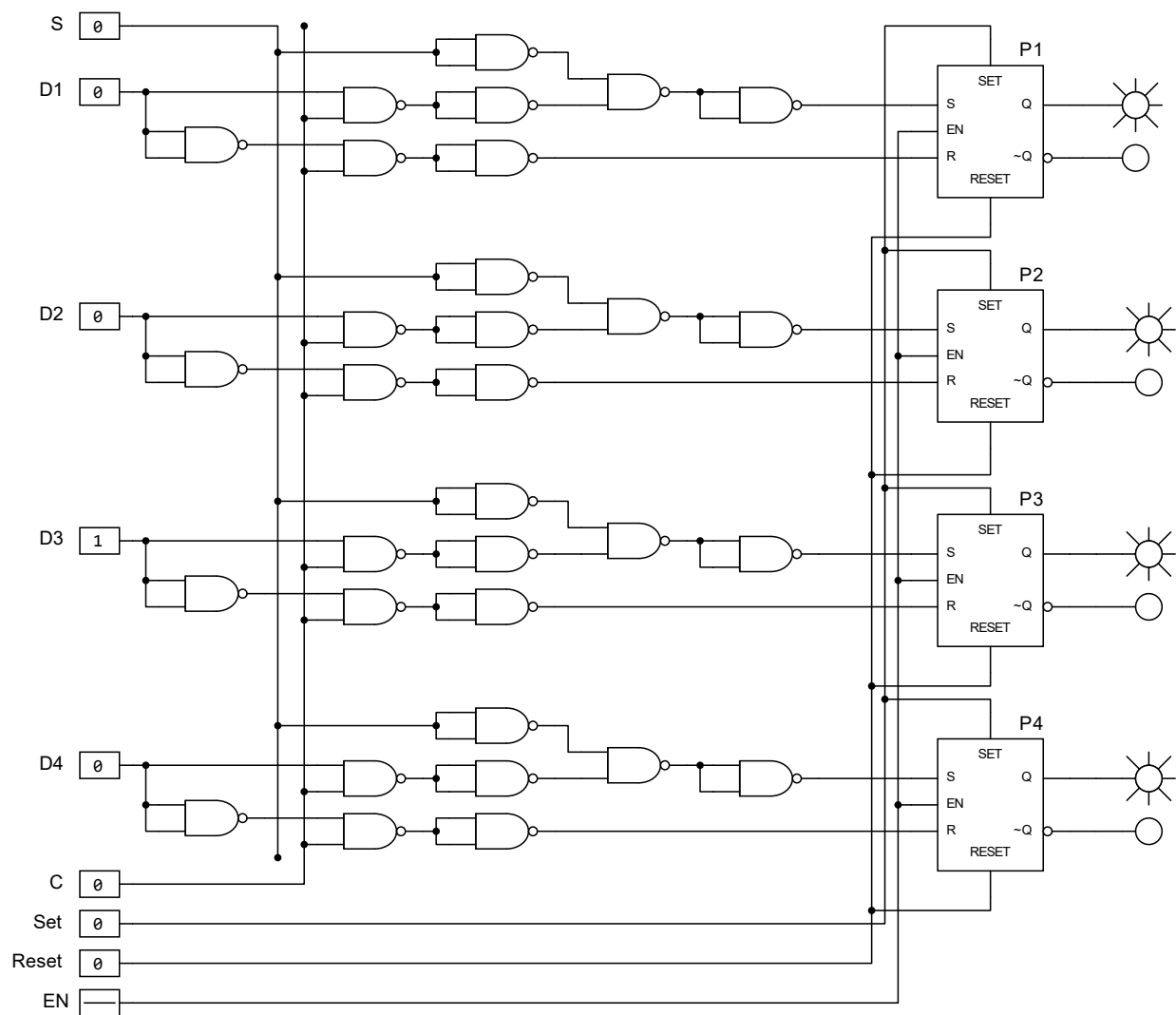


Рис. 2



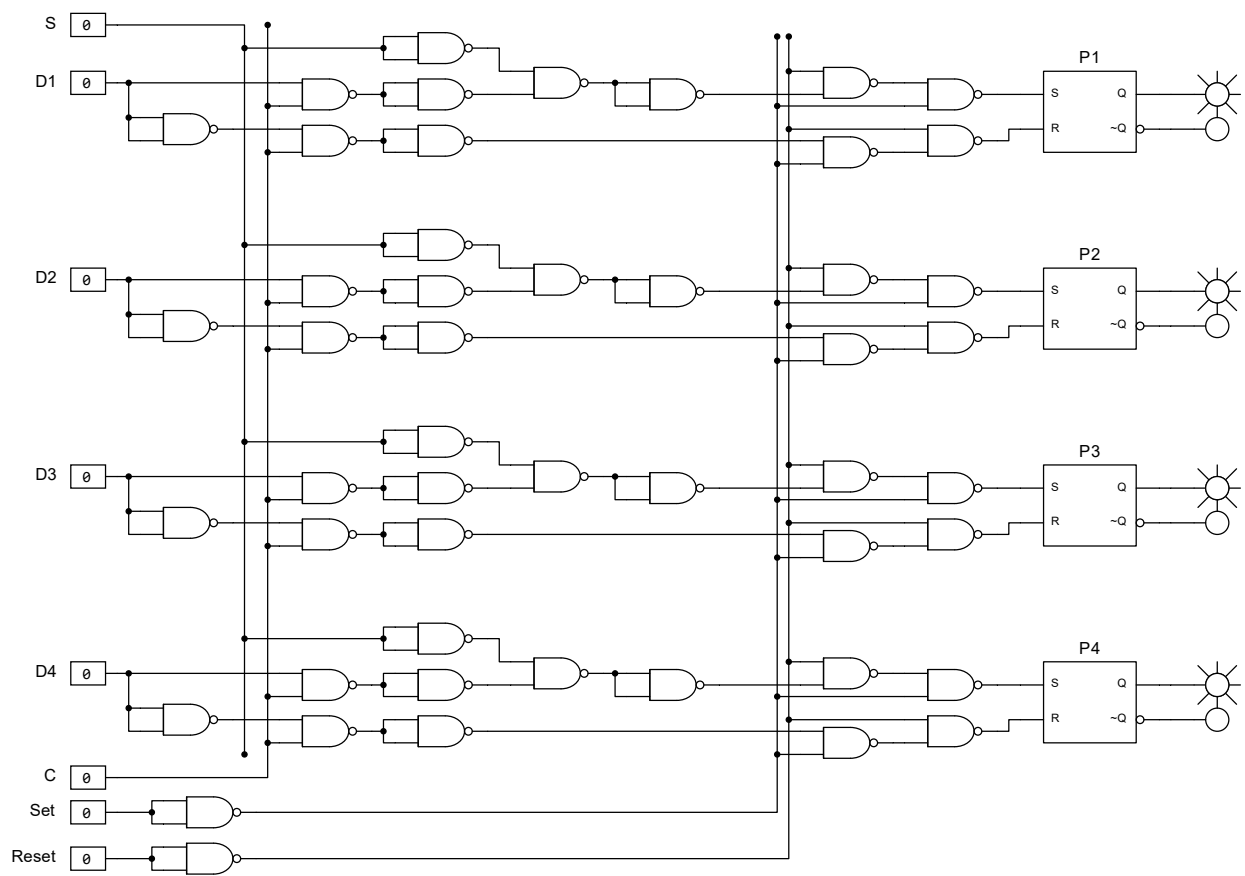


Рис. 3

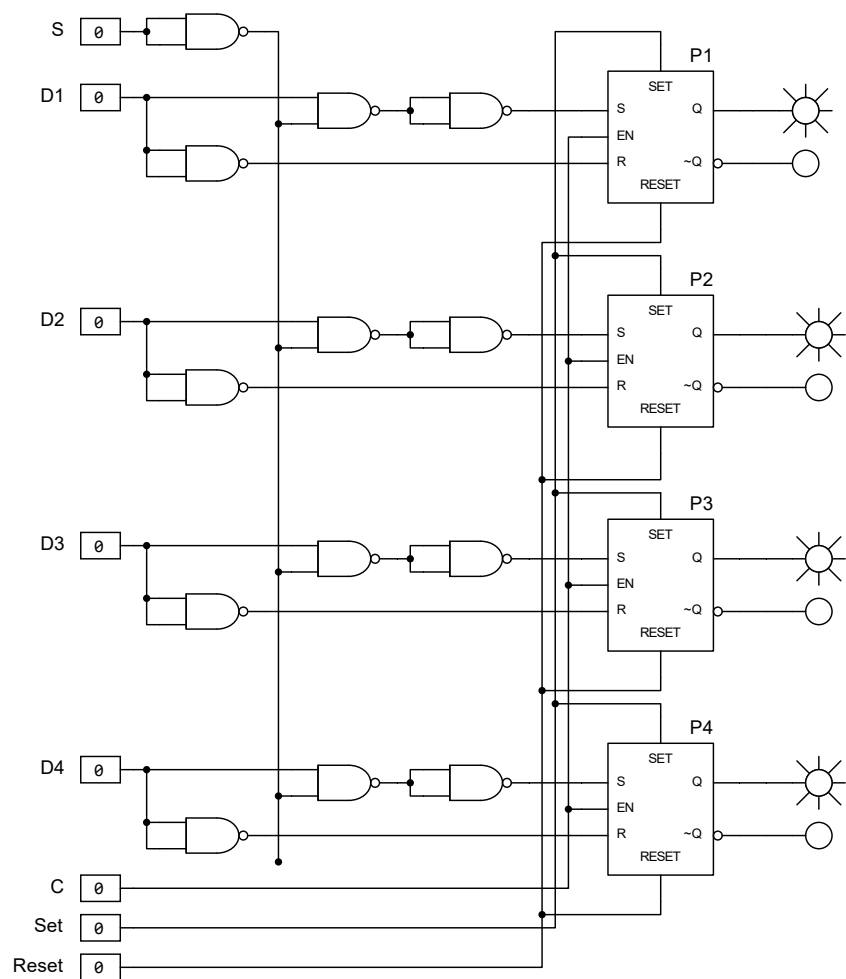


Рис. 4

### 3 АА

Елементи: ЗАБО-НІ

Операції:

- зсув вправо на один розряд
- нерівнозначність (додавання по модулю 2)

Кодуємо операції:

$s_1$	$s_2$	операція
0	0	(без змін)
0	1	зсув вправо на один розряд
1	0	нерівнозначність (додавання по модулю 2)
1	1	

$s_1^S$	$s_2^S$	$D_i^S$	$Q_{i-1}^S$	$Q_i^S$	$Q_i^{S+1}$	$T_i$	$R_i$	$S_i$
0	0	0	0	0	0	0	*	0
0	0	0	0	1	1	0	0	*
0	0	0	1	0	0	0	*	0
0	0	0	1	1	1	0	0	*
0	0	1	0	0	0	0	*	0
0	0	1	0	1	1	0	0	*
0	0	1	1	0	0	0	*	0
0	0	1	1	1	1	0	0	*
0	1	0	0	0	0	0	*	0
0	1	0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	0	*
0	1	1	0	0	0	0	*	0
0	1	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0	0	*
1	0	0	0	0	0	0	*	0
1	0	0	0	1	1	0	0	*
1	0	0	1	0	0	0	*	0
1	0	0	1	1	1	0	0	*
1	0	1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	*	*	*	*
1	1	0	0	1	*	*	*	*
1	1	0	1	0	*	*	*	*
1	1	0	1	1	*	*	*	*
1	1	1	0	0	*	*	*	*
1	1	1	0	1	*	*	*	*
1	1	1	1	0	*	*	*	*
1	1	1	1	1	*	*	*	*

Мінімізуємо функції  $T_i$ ,  $R_i$ ,  $S_i$  методом Карно-Вейча

$T_i$		$D_i^S Q_{i-1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	0	0	0	0	0	0	0	0
	01	0	1 <sup>●</sup>	0	1 <sup>●</sup>	1 <sup>●</sup>	0	1 <sup>●</sup>	0
	11	*	●*	*	●*	●*	●*	●*	●*
	10	0	0	0	0	1 <sup>●</sup>	1 <sup>●</sup>	1 <sup>●</sup>	1 <sup>●</sup>

$$T_i = s_1 D_i \vee s_2 \overline{Q_{i-1} Q_i} \vee s_2 \overline{Q_{i-1}} Q_i$$

$R_i$		$D_i^S Q_{i-1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	*	0	0	*	*	0	0	*
	01	●*	1 <sup>●</sup>	0	0	0	0	1 <sup>●</sup>	●*
	11	●*	●*	*	*	*	●*	●*	●*
	10	*	0	0	*	0	1 <sup>●</sup>	1 <sup>●</sup>	0

$$R_i = s_2 \overline{Q_{i-1}} \vee s_1 D_i Q_i$$

$S_i$		$D_i^S Q_{i-1}^S Q_i^S$							
		000	001	011	010	110	111	101	100
$s_1^S s_2^S$	00	0	*	*	0	0	*	*	0
	01	0	0	●*	1 <sup>●</sup>	1 <sup>●</sup>	●*	0	0
	11	*	*	●*	●*	●*	●*	*	●*
	10	0	*	*	0	1 <sup>●</sup>	0	0	1 <sup>●</sup>

$$S_i = s_2 Q_{i-1} \vee s_1 D_i \overline{Q_i}$$

Обираємо функції  $R_i$  та  $S_i$ :

$$\begin{aligned} R_i &= s_2 \overline{Q_{i-1}} \vee s_1 D_i Q_i = \overline{\overline{s_2 \overline{Q_{i-1}}} \vee \overline{s_1 D_i Q_i}} = \overline{\overline{s_2} \vee \overline{Q_{i-1}}} \vee \overline{\overline{s_1} \vee \overline{D_i} \vee \overline{Q_i}} = \\ &= \overline{(\overline{s_2} \vee \overline{s_2} \vee \overline{Q_{i-1}}) \vee (\overline{s_2} \vee \overline{s_2} \vee \overline{Q_{i-1}}) \vee (\overline{s_1} \vee \overline{D_i} \vee \overline{Q_i})} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_i &= s_2 Q_{i-1} \vee s_1 D_i \overline{Q_i} = \overline{\overline{s_2 Q_{i-1}} \vee \overline{s_1 D_i \overline{Q_i}}} = \overline{\overline{s_2} \vee \overline{Q_{i-1}}} \vee \overline{\overline{s_1} \vee \overline{D_i} \vee \overline{Q_i}} = \\ &= \overline{(\overline{s_2} \vee \overline{s_2} \vee \overline{Q_{i-1}}) \vee (\overline{s_2} \vee \overline{s_2} \vee \overline{Q_{i-1}}) \vee (\overline{s_1} \vee \overline{D_i} \vee \overline{Q_i})} \end{aligned}$$

До даного завдання також актуальна модифікація 1 з попереднього завдання

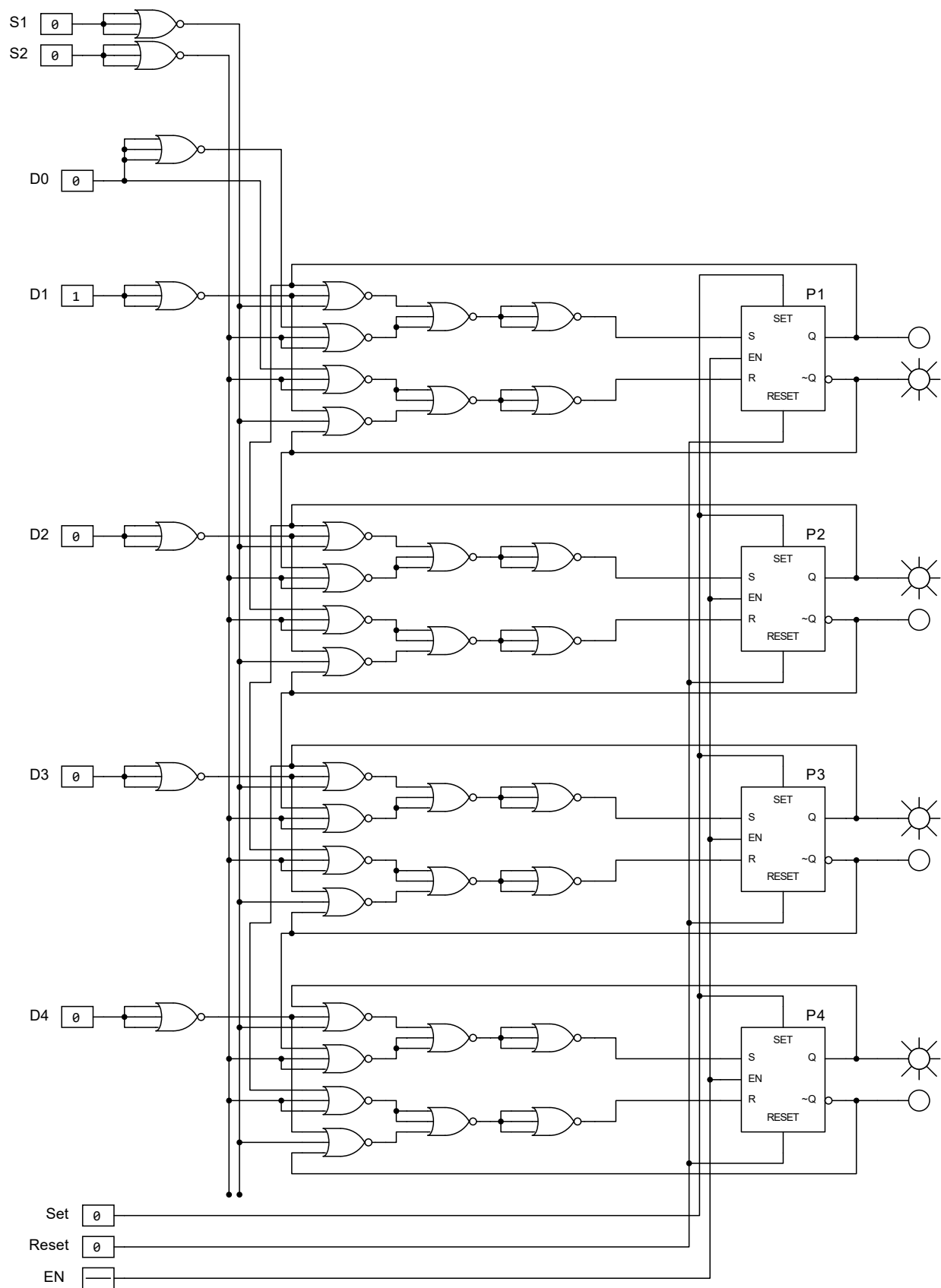


Рис. 5