

Міністерство освіти і науки України  
Національний авіаційний університет  
Навчально-науковий інститут комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Розрахунково-графічна робота  
з дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка»

Виконав:  
студент ННІКІТ  
групи СП-225  
Клокун Владислав  
Перевірив:  
Іскренко Ю. Ю.

Київ 2017

## 1 Завдання

Завданням розрахунково-графічної роботи є розробка алгоритму виконання вказаної в завданні операції та синтезу функціональної схеми керуючого автомата.

Параметр	Значення
№	16
Тип операції	Додавання
Початковий код операндів	ДК
Розрядність операндів	16
КВМСМ	МДК
Структура ОБ	ЗМО
Тип автомата	Мілі
Пам'ять автомата	<i>D</i>
ОР	<i>P</i>
ЛО	<i>NAND</i>

Табл. 1: Завдання на розрахунково-графічну роботу

З завдання на розрахунково-графічну роботу (табл. 1) видні такі характеристики цільового арифметико-логічного пристрою:

1. Тип арифметичної операції — додавання двійкових чисел.
2. Початковий код подання операндів — доповняльний.
3. Розрядність операндів — 16 біт.
4. Код виконання операції у суматорі — доповняльний модифікований.
5. Структура операційного блока — із закріпленими мікроопераціями.
6. Тип керуючого блока — автомат Мілі з пам'яттю на *D*-тригерах.
7. Схема логічної ознаки парності молодшого байту.

## 2 Хід роботи

### 2.1 Розробка алгоритму

Алгоритм додавання двійкових чисел можна словесно описати так:

1. У першому і другому машинних тактах із вхідної шини паралельним кодом записуються операнди *A* і *B* у відповідні регістри *RGA* і *RGB*. Зчитування операндів здійснюється ЦПК.

2. Протягом одного машинного такту виконується мікрооперація додавання.
3. Якщо розрядна сітка не переповнилась, результат записується у регістр  $RGC$ .
4. Якщо розрядна сітка переповнилась, результат не фіксується, і в ЦПК подається сигнал переповнення «ПП».

## 2.2 Побудова граф-схем

У процесі виконання розрахунково-графічної роботи за алгоритмом була розроблена мікропрограма додавання (її змістовний граф на рис. 1).

Далі отриманий на попередньому етапі змістовний граф мікропрограми був закодований і розмічений (рис. 2).

## 2.3 Синтез

За результатом кодування графа згідно відповідно до завдання був синтезований автомат Мілі (рис. 3).

З синтезованого автомата Мілі видно, що максимальна кількість станів автомата  $L = 8$ . Для реалізації такої кількості станів необхідно використати  $n = \lceil \log_2 8 \rceil = 3$   $D$ -тригери.

Закодуємо стани автомата Мілі значеннями виходів  $D$ -тригерів за принципом кодування Грея та зобразимо це відповідним чином на рисунку.

$$\begin{aligned} z_1 &= \overline{Q_1 Q_2 Q_3}, & z_2 &= \overline{Q_1 Q_2} Q_3, & z_3 &= \overline{Q_1} Q_2 Q_3, \\ z_4 &= \overline{Q_1} Q_2 \overline{Q_1}, & z_5 &= Q_3 Q_2 \overline{Q_1}, & z_6 &= Q_3 Q_2 Q_1, \\ z_7 &= Q_3 \overline{Q_2} Q_1, & z_8 &= Q_3 \overline{Q_2} \overline{Q_1}. \end{aligned}$$

Для наочності складемо структурну таблицю переходів автомата Мілі (табл. 2).

$z_i$	$k(z_i)$	$z_j$	$k(z_j)$	$\{x_i\}$	$\{y_i\}$	$D_1$	$D_2$	$D_3$
$z_1$	000	$z_1$	000	$\overline{\beta_1}$	—	0	0	0
$z_1$	000	$z_2$	001	1	$y_1$	0	0	1
$z_2$	001	$z_3$	011	1	$y_2$	0	1	1
$z_3$	011	$z_4$	010	1	$y_3$	0	1	0
$z_4$	010	$z_5$	110	1	$y_4$	1	1	0
$z_5$	110	$z_6$	111	1	$y_5$	1	1	1
$z_6$	111	$z_7$	101	1	$y_6$	1	0	1
$z_7$	101	$z_1$	000	$\overline{x_1}$	$y_9$	0	0	0
$z_7$	101	$z_8$	100	$\overline{x_1}$	$y_7$	1	0	0
$z_8$	100	$z_1$	000	1	$y_8$	0	0	0

Табл. 2: Структурна таблиця переходів автомата Мілі

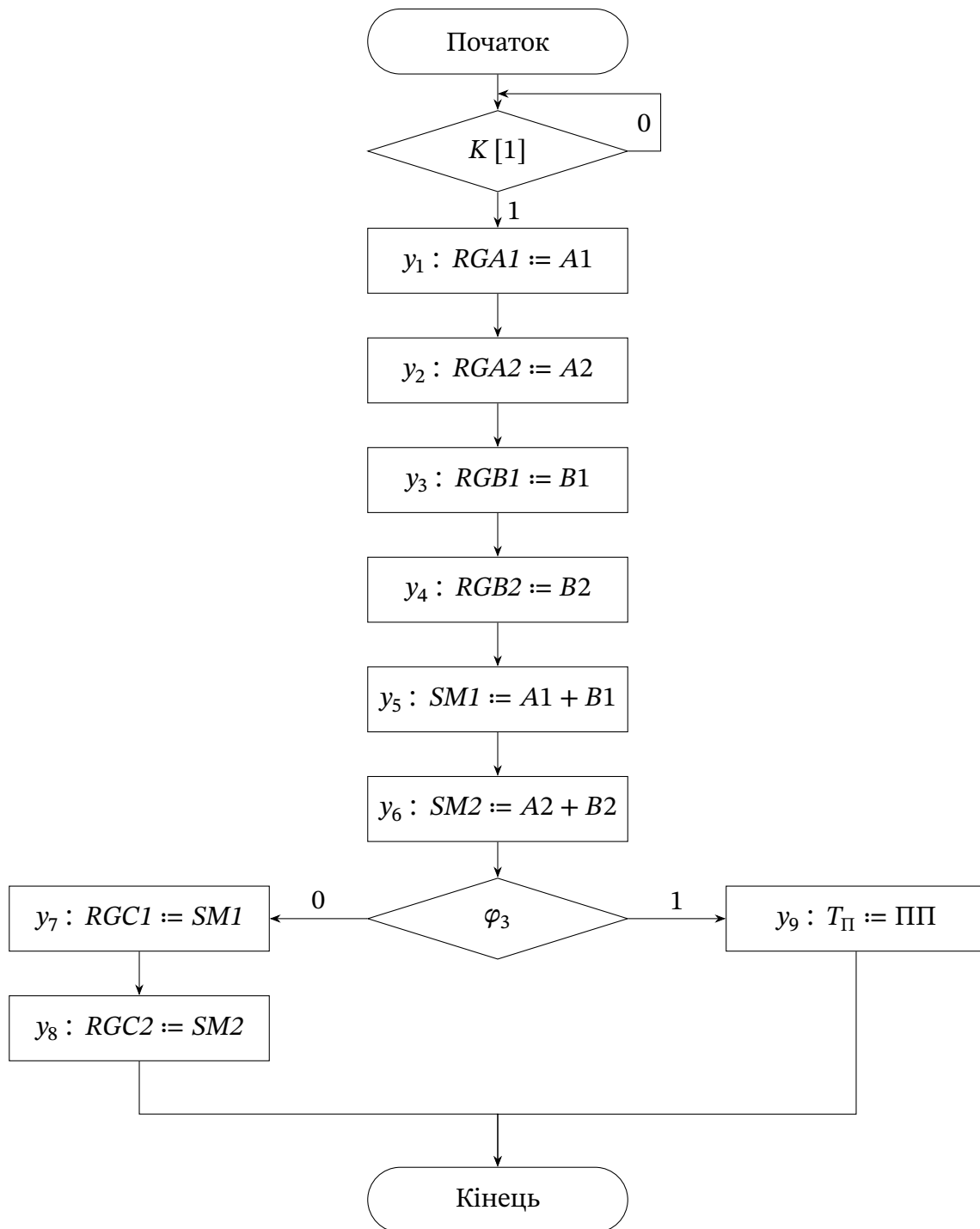


Рис. 1: Змістовний граф мікропрограми додавання

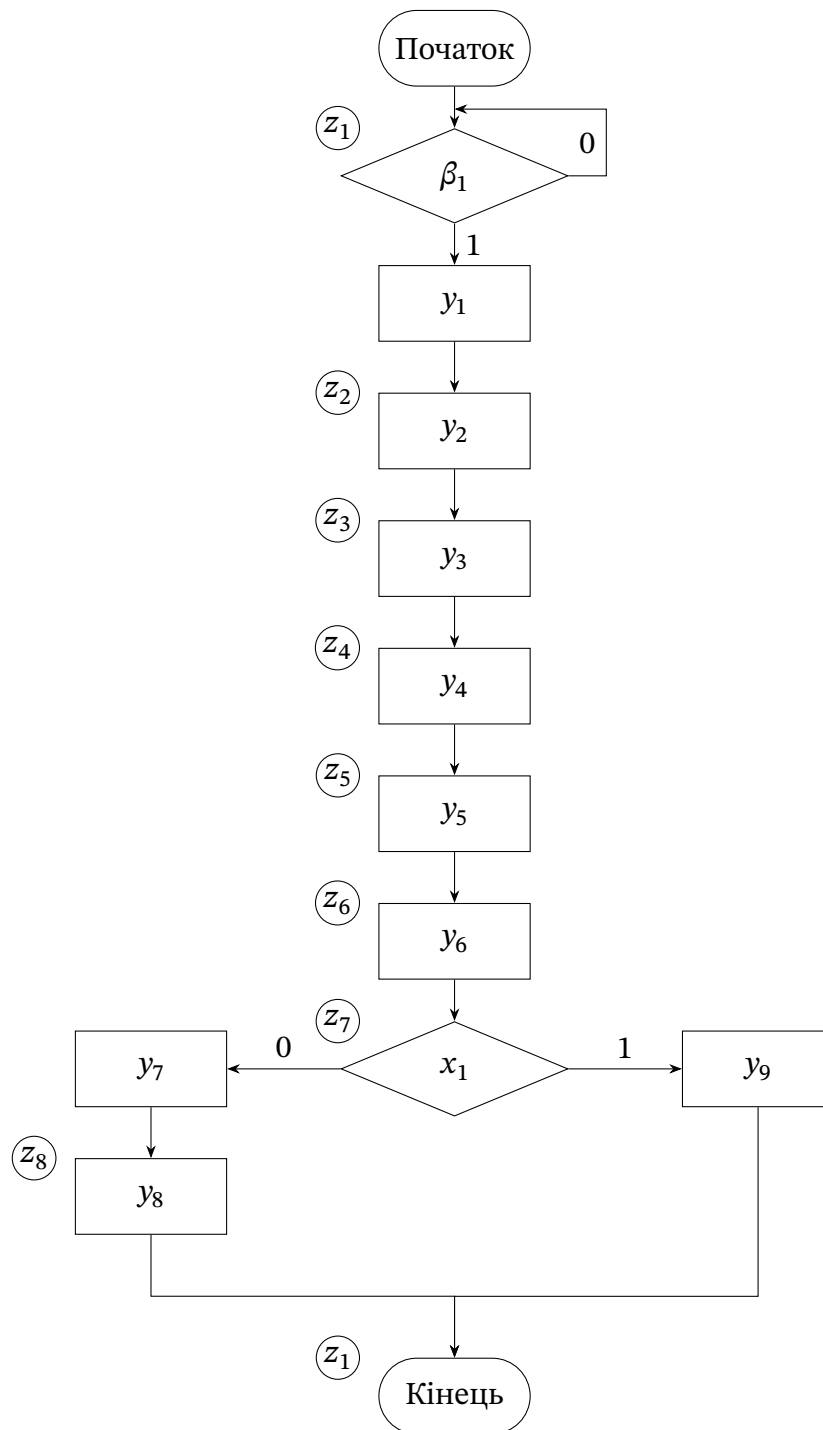


Рис. 2: Закодований граф мікропрограми додавання

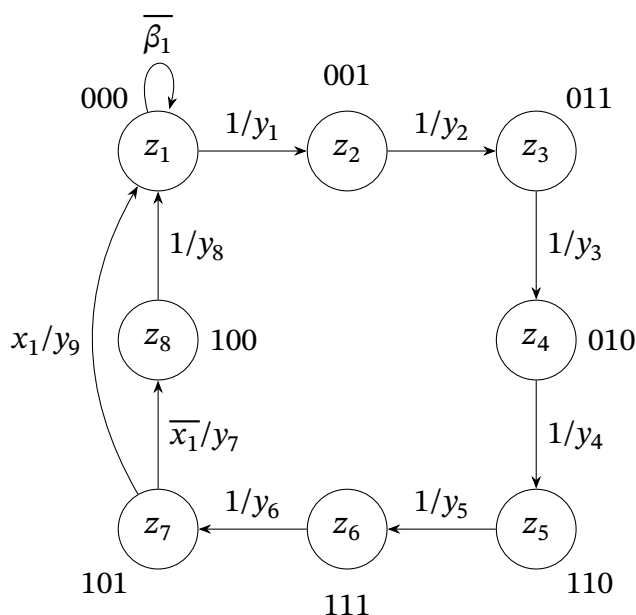


Рис. 3: Граф автомата Мілі для мікропрограми додавання

На підставі даних структурної таблиці переходів автомату Мілі записуємо системи логічних рівнянь. Для функцій збудження входів:

$$D_1 = z_4 \vee z_5 \vee z_6 \vee z_7 \overline{x_2},$$

$$D_2 = z_2 \vee z_3 \vee z_4 \vee z_5,$$

$$D_3 = z_1 \vee z_2 \vee z_5 \vee z_6.$$

Перетворимо отримані функції до заданого у завданні елементного базису NAND («I—HE», тут і далі позначається символом  $\bar{\wedge}$ ):

$$D_1 = z_4 \vee z_5 \vee z_6 \vee z_7 \overline{x_2} = \overline{z_4} \bar{\wedge} \overline{z_5} \bar{\wedge} \overline{z_6} \bar{\wedge} (z_7 \bar{\wedge} x_2),$$

$$D_2 = z_2 \vee z_3 \vee z_4 \vee z_5 = \overline{z_2} \bar{\wedge} \overline{z_3} \bar{\wedge} \overline{z_4} \bar{\wedge} \overline{z_5},$$

$$D_3 = z_1 \vee z_2 \vee z_5 \vee z_6 = \overline{z_1} \bar{\wedge} \overline{z_2} \bar{\wedge} \overline{z_5} \bar{\wedge} \overline{z_6}.$$

Для вихідних сигналів:

$$y_1 = z_1, \quad y_2 = z_2, \quad y_3 = z_3,$$

$$y_4 = z_4, \quad y_5 = z_5, \quad y_6 = z_6,$$

$$y_7 = z_7 \overline{x_1}, \quad y_8 = z_8, \quad y_9 = z_7 x_1.$$

В результаті розробили функціональну схему керуючого автомату (рис. 4).

### 3 Висновок

Під час виконання даної розрахунково-графічної роботи ми навчились розробляти мікропрограми для виконання арифметично-логічних операцій, синтезувати за

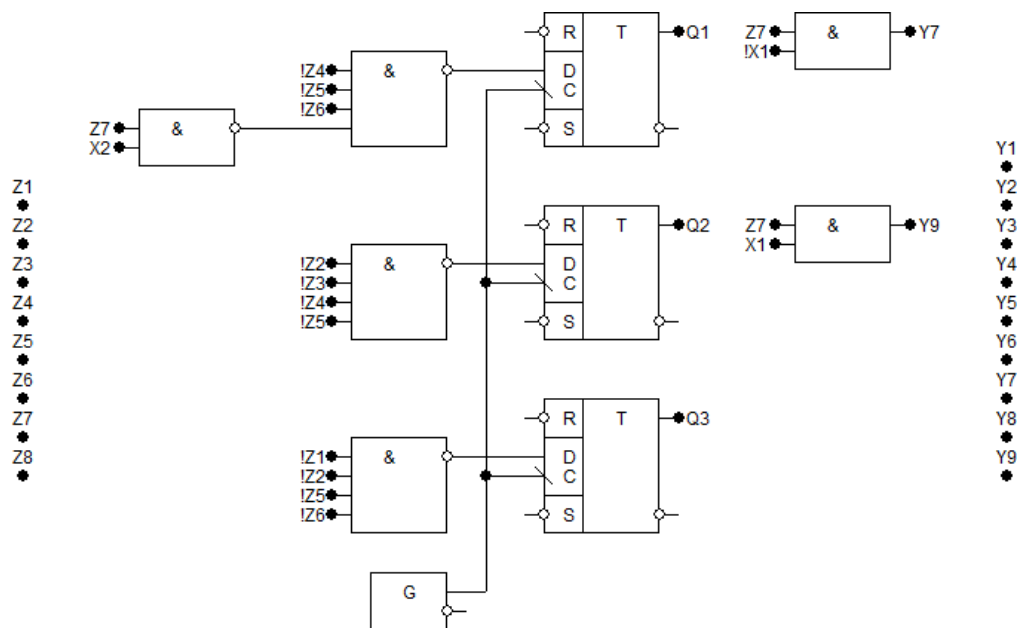


Рис. 4: Функціональна схема керуючого автомата

розробленим алгоритмом відповідні керуючі автомати та реалізовувати синтезовані автомати у вигляді функціональних схем.