

Міністерство освіти та науки України
Донбаська державна машинобудівна академія

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«КОМП'ЮТЕРНА ЛОГІКА»

для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

Затверджено
На засіданні метод. ради каф. АВП
Протокол № 4 від 20 січня 2020 р.

Краматорськ, 2020

УДК 681.51

Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Комп'ютерна логіка» для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» денної форми навчання / Уклад .: О.В. Разживін. - Краматорськ: ДДМА, 2020-28с.

Укладач:

О.В. Разживін, доцент,

Відповід. за випуск:

О.В. Суботін, доцент

Без редагування.

Підп. к печаті

Офсетна печать. Умов. печ. л. 1,75

Тираж 40

Формат 60×84/16

Навч.-видання. л. 1,27

Зак. №

ДДМА, 84313, Донецька обл., м. Краматорськ, вул. Академічна, 72

ЗМІСТ

1 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	4
2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	5
2.1 Системи числення	5
2.2 Тригерні системи	10
2.3 Синтез керуючих автоматів з жорсткою логікою	15
3 ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	22
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	28

1.1 Системи числення і двійковий сигнал

Сигнал – це стан процесу на даний момент часу. Двійковий сигнал - сигнал, що ототожнюється з символами «0» і «1».

Відповідність між фізичним процесом і двійковими сигналами встановлюється шляхом процесу за рівнями: високим і низьким. Логічні пристрої можуть функціонувати при позитивній та негативній логіці. При позитивній логіці високий рівень потенціалу ототожнюється з символом «1», а при негативній логіці - з символом «0» (рис.1.1). Найбільше застосування отримала позитивна логіка. Квантування сигналу може бути і за часом.

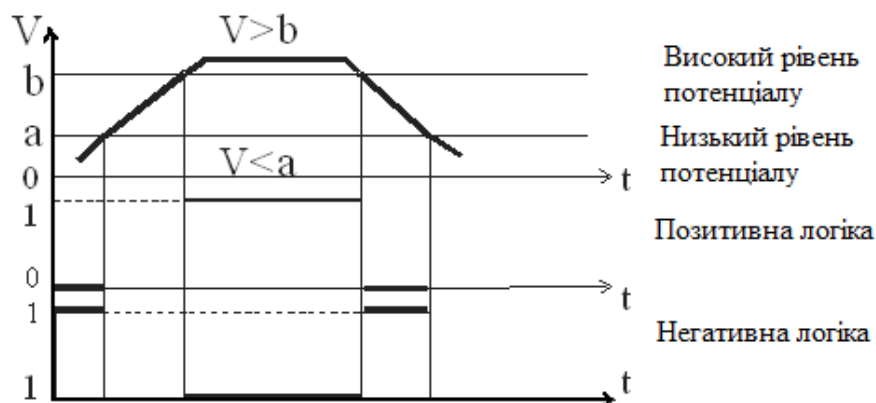


Рисунок 1.1 – Відповідність між фізичним процесом і двійковими сигналами

Система числення – це сукупність прийомів і правил для найменування і позначення чисел.

$$\text{Число } A = \{a_n a_{n-1} \dots a_i \dots a_2 a_1 a_0\}$$

де a_i – цифра, що має кількісний еквівалент.

Системи числення бувають:

1. Непозиційної - системи, у яких місце розташування цифри в числі не впливає на кількісний еквівалент числа. Найбільшого поширення набув так званий унітарний код: 11111.

2. Позиційні - системи, у яких кількісний еквівалент числа залежить від

величини та місця розташування цифри.

Число в позиційній системі числення можна виразити сумою творів підстави системи числення r у відповідній мірі на числа (розряди) a , які приймають значення від 0 до $r - 1$

$$\dots a_2 a_1 a_0, a_{-1} a_{-2} a_{-3} \dots = \dots a_2 r^2 + a_1 r^1 + a_0 r^0 + a_{-1} r^{-1} + a_{-2} r^{-2} \dots$$

где r - підстава системи числення;

a - розряди, що приймають значення від 0 до $r - 1$.

Найбільшого поширення набули такі позиційні системи числення:

1) Десяткова, що має підставу $r = 10$, а значення раз рядів змінюються від 0 до 9;

$$(433)_{10} = 4 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$$

2) Двійкова, що має підставу $r = 2$ і розряди 0 або 1

$$433_{10} = 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

Коли число має дробову частину, то вона відділяється від цілої частини крапкою або комою.

Переклад десяткового числа в двійкове здійснюється окремо для цілої і дробової частин числа. Переклад цілої частини зводиться до запису в зворотному порядку залишків (0 або 1), одержуваних при діленні початкового числа і кожного наступного послідовного на два. Дрібна частина отримується з частин (0 або 1) при її послідовному множенні на два (рис. 1.2), причому процес множення проводиться до тих пір, поки дрібна частина звернеться в нуль або вийде необхідна кількість знаків (розрядів) після розділової коми (крапки) .

Десяткове число

29,3125

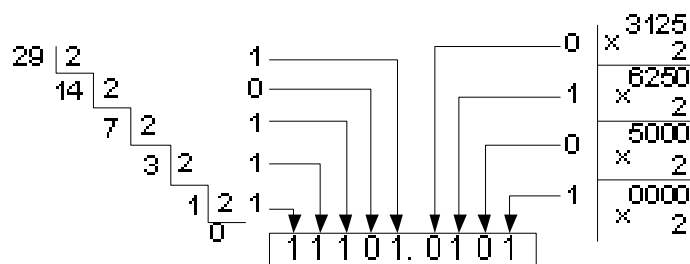


Рисунок 1.2 - Схема перекладу десяткового числа в двійкове

Перетворення двійкового числа в десяткове виконується аналогічно, але ділити і множити необхідно на число 10 в двійковій системі числення, тобто на 1010 (см. рис.1.3).

Двоичное число

11101.0101

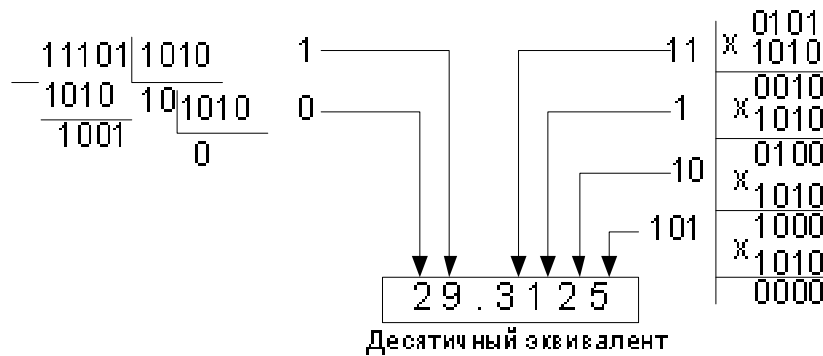


Рисунок 1.3 – Схема переводу двійкового числа в десяткове

Чотири розряду двійкового числа називають тетрадой.

3) Вісімкова система числення має підставу системи числення $r = 8$, а значення розрядів a -от 0 до 7. З двійкової системи число переводиться в вісімкову наступним чином: $8 = 2^3$ (три розряду в тетраді).

$$433_{10} = 110110001_2 = (110) (110) (001) = 661_8.$$

$$661_8 = 6 \cdot 8^2 + 6 \cdot 8^1 + 1 \cdot 8^0.$$

З восьмеричної число переводиться в двійкову:

$$661_8 = (110) (110) (001) = 110110001_2.$$

4) Шістнадцяткова система числення має підставу системи числення $r = 16$, а значення розрядів a - від 0 до 15.

Розряди позначаються: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F. З двійкової системи числення число переводиться в шістнадцяткову наступним чином: $16=2^4$ (чотири розряду в тетраді).

$$433_{10} = 110110001_2 = (0001) (1011) (0001) = 1B1_{16}$$

$$1B_{16} = 1 \cdot 16^2 + 11 \cdot 16^1 + 1 \cdot 16^0 = 433_{10}$$

З шестнадцатеричної число переводиться в двійкову:

$$1B_{16} = (0001) (1011) (0001) = 110110001_2$$

Для перетворення числа з будь-якої системи числення в десяткову необхідно обчислити значення многочлена за схемою Горнера:

$$(\dots((a_{n-1}r + a_{n-2})r + a_{n-3})r + \dots a_1)r + a_0,$$

де n -число розрядів вихідної системи числення; a – значення розрядів; r – підставу числення вихідної системи.

Наприклад:

$$433_{10} = 661_8 = ((6)8 + 6)8 + 1 = 433_{10}$$

Зворотний код n - розрядного числа N з підставою r доповнює його до максимально можливого значення r^{n-1} , т.е. $N_0 = r^{n-1} - N$. При цьому цифра кожного розряду зворотного коду N_0 доповнює відповідну цифру початкового числа N до найбільшої цифри $r - 1$ (для десяткових чисел - до 9).

Додатковий код числа N виходить як різниця $N_0 = r^n - N$, тобто додатковий код більше зворотного коду на 1.

Додавання цілих двійкових чисел з урахуванням знаків можна звести до звичайного підсумовування їх додаткових або зворотних кодів. Ці коди для позитивних чисел збігаються з прямим кодом, в якому один розряд (зазвичай старший) використовується для кодування знака числа (0 - для позитивного і 1 - для негативного). Зворотний код для негативного числа виходить з прямого заміною 0 на 1, і 1 на 0 у всіх розрядах, включаючи і знаковий. Щоб висловити негативне число в додатковому коді, досить до зворотного коду додати 1.

Інформація о числі, яка представлена у формі відрізняється від загальноприйнятої, називається кодом числа.

Наприклад:

$$433_{10} = 110110001_2 .$$

Для виконання операцій над десятковими числами в цифрових пристроях використовуються двійковій-десяткові коди. У цих кодах кожна десяткова цифра представляється групою довічних цифр тетрадою. Використовується кілька різновидів двійковій-десяткових кодів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Двійковій-десяткові коди

Двійковій-десяткові коди	Десяткові цифри									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8421	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001
8421 с надлишком 3	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100
2421	0000	0001	0010	0011	0100	1011	1100	1101	1110	1111

Код 8421 зручний при машинному перекладі числа з десяткової системи числення в двійкову і назад, а також при підсумовуванні на звичайних двійкових суматорах двох чисел.

Позитивна особливість коду 2421 полягає в тому, що заміна в тетраді нулів на одиниці, а одиниць на нулі перетворює кожен десяткову цифру X в $9-X$, тобто виходить зворотний код. Для перетворення його в додатковий код досить додати одиницю. Цей код зветься самедодаткового і застосовується при виконанні арифметичних операцій над десятковими числами в зворотному і додатковому коді.

Самедодатковим кодом є і код 6421 з надлишком 3.

При аналого-цифрових перетвореннях широко застосовується код Грея (циклічний або рефлексних-двійковий код). Він дозволяє істотно скоротити час перетворення і спростити кодує логіку. Недолік коду Грея: утруднення виконання арифметичних операцій і цифроаналогових перетворень.

Перехід від двійкового коду до коду Грея здійснюється за наступним правилом (рис. 1.4): старші розряди збігаються, а будь-який наступний розряд

X_i коду Грея дорівнює сумі по модулю 2 відповідного X_i , і попереднього X_{i-1} розрядів двійкового коду, тобто $X_i = \tilde{X}_i \oplus X_{i-1}$ (перенесення в старший розряд не враховується). При зворотному переході старші розряди також збігаються, але кожен наступний розряд виходить в результаті підсумовування по модулю 2 отриманого попереднього розряду двійкового коду та відповідного розряду коду Грея, тобто. $X_i = X_{i-1} \oplus \tilde{X}_i$

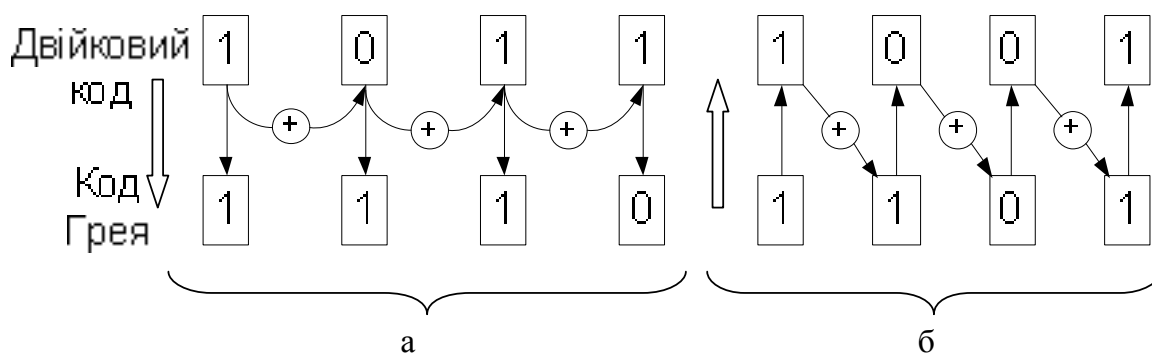


Рисунок 1.4 – Схема перетворення: двійкового коду - в код Грея (а),
коду Грея - в двійковий (б)

У таблиці 1.2 представлені значення двійкового коду та коду Грея для десяткових чисел.

Таблиця 1.2 - Значення двійкового коду та коду Грея

Десяткові числа	Двійковий код	Код Грея	Десяткові числа	Двійковий код	Код Грея
0	0000	0000	8	1000	1100
1	0001	0001	9	1001	1101
2	0010	0011	10	1010	1111
3	0011	0010	11	1011	1110
4	0100	0110	12	1100	1010
5	0101	0111	13	1101	1011
6	0110	0101	14	1110	1001
7	0111	0100	15	1111	1000

Для подання обчислювальної інформації необхідно закодувати символи: цифри, букви, знаки пунктуації, математичні і спеціальні знаки, символи, що управляють. Код символу - це машинна одиниця інформації, яка представляється групою двійкових розрядів, званої стилем. Довжина складу залежить від кількості символів. Переважне поширення набули восьмирозрядні (байтові) склади, за допомогою яких можна закодувати 256 сигналів. Організована сукупність кодів всіх символів утворює алфавітно-цифровий код.

1.6 Синтез керуючих автоматів з жорсткою логікою

Синтез керуючого автомата Мілі здійснюється в наступній послідовності:

1. На блок-схемі алгоритму відзначаються стану автомата, всього станів $N = 4$ (див. рис. 1.21).

Правила позначки станів автоматів:

а) індексом $a_1(x)$ відзначаються входи в вершину, яка слідує за початковою і вхід в кінцеву вершину.

б) індексом $a_2(x)$, $a_3(x)$ і т.д. відзначаються входи в вершини, які слідують за операторними вершинами.

2. Визначається кількість тригерів пам'яті і організовується пам'ять автомата $m = \log_2 4 = 2$ тригера. Стану кодуються:

$$\begin{array}{ll} a_1 - 00(\bar{P}_1\bar{P}_2), & a_3 - 10(P_1\bar{P}_2), \\ a_2 - 01(\bar{P}_1P_2), & a_4 - 11(P_1P_2). \end{array}$$

З метою ліквідації ефекту гонок використовуємо спосіб імпульсної синхронізації, застосовуємо 2 синхронних RS- тригера і використовуємо стандартний дешифратор.

3. Будується спрямований граф мікропрограми (див. рис. 1.22).

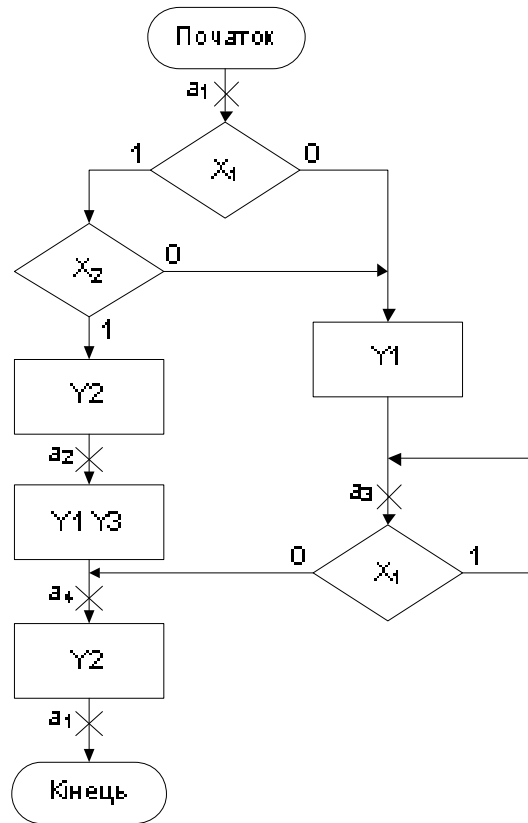


Рисунок 1.21 – Блок-схема алгоритму технологічного процесу

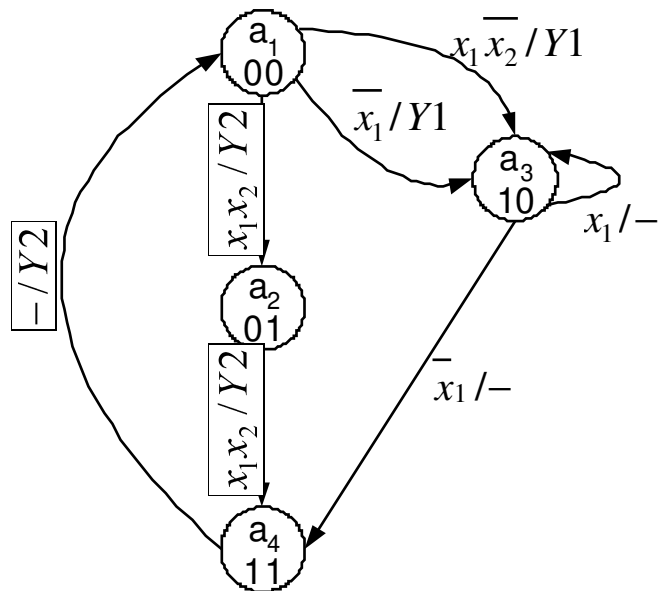


Рисунок 1.22 – Спрямований граф мікропрограми

4. Заповнюється поєднана структурна таблиця (див. табл. 1.13).

Таблиця 1.13 - Суміщена структурна таблиця

Початковий стан	Код початкового стану	Наступний стан	Код наступного стану	Вхідні сигнали (лог. умови.)	Вихідні (керуючі) сигнали	Сигнали збурення
a ₁	00	a ₂	01	x ₁ x ₂	Y2	S ₂
		a ₃	10	x ₁ \bar{x}_2	Y1	S ₁
		a ₃	10	\bar{x}_1	Y1	S ₁
a ₂	01	a ₄	11	–	Y1Y3	S ₁
a ₃	10	a ₃	10	x ₁	–	–
		a ₄	11	\bar{x}_1	–	S ₂
a ₄	11	a ₁	00	–	Y2	R ₁ R ₂

5. Записуються булеві функції в ДДНФ:

$$Y1 = a_1 x_1 \bar{x}_2 \vee a_1 \bar{x}_1 \vee a_2,$$

$$Y2 = a_1 x_1 x_2 \vee a_4,$$

$$Y3 = a_2,$$

$$S_1 = a_1 x_1 \bar{x}_2 \vee a_1 \bar{x}_1 \vee a_2,$$

$$R_1 = a_4,$$

$$S_2 = a_1 x_1 x_2 \vee a_3 \bar{x}_1,$$

$$R_2 = a_4.$$

6. Мінімізуються булеві функції (рис. 1.23).

$$Y1 = S_1 = a_1 (x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \vee a_2 = a_1 \bar{x}_1 \vee a_1 \bar{x}_2 \vee a_2.$$

$$Y2 = a_1 x_1 x_2 \vee a_4.$$

$$Y3 = a_2.$$

$$R_1 = a_4.$$

$$S_2 = a_1 x_1 x_2 \vee a_3 \bar{x}_1.$$

$$R_2 = a_4.$$

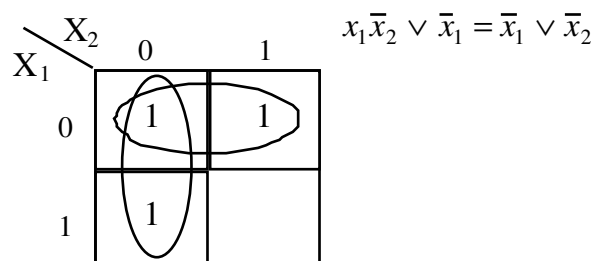


Рисунок 1.23 – Карта Карно

7. Будується логічна функціональна схема керуючого автомата (рис. 1.23).

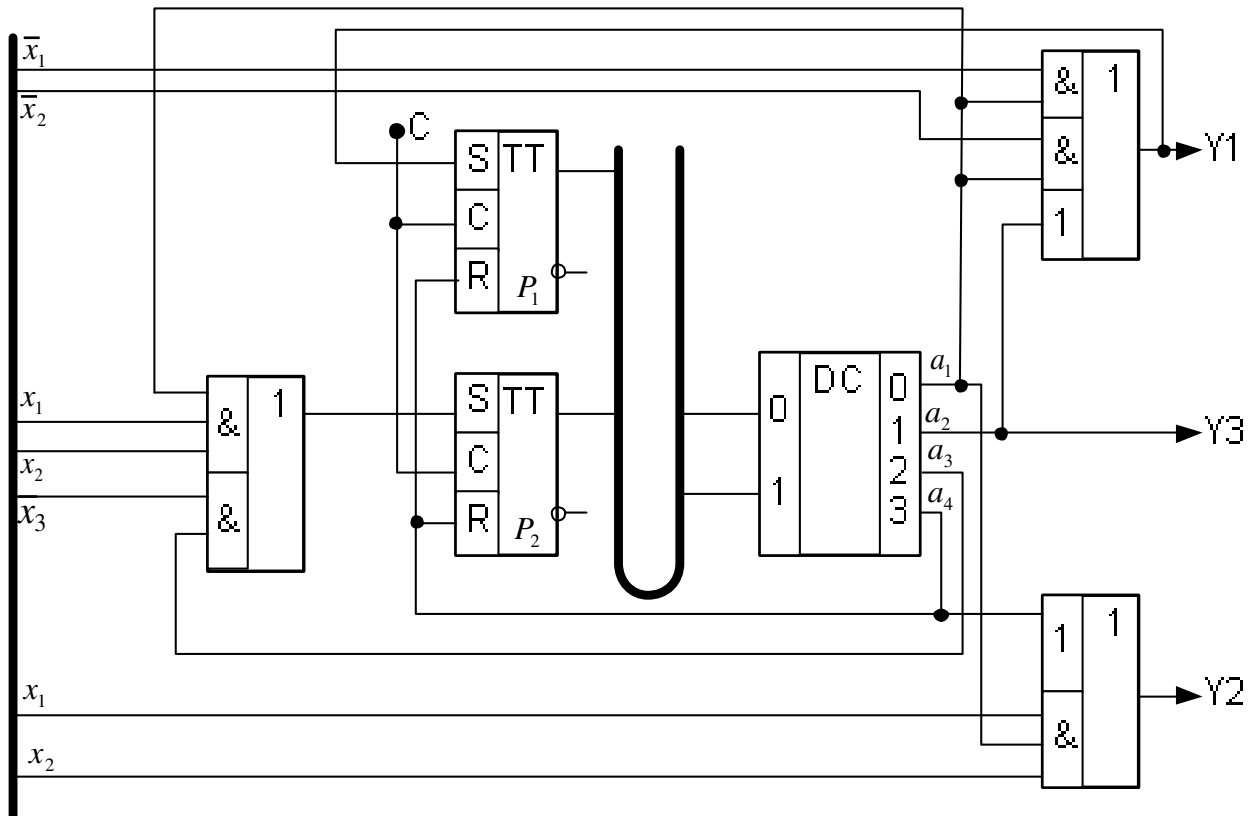


Рисунок 1.23 - Функціональна схема керуючого автомата Мілі

Синтез керуючого автомата Мура здійснюється в наступній послідовності:

1. Нехай технологічний процес буде поставлено блок-схемою алгоритму (ЕГА)

На блок-схемі алгоритму відзначаються стани автомата. всього станів $N = 5$ (рис. 1.24).

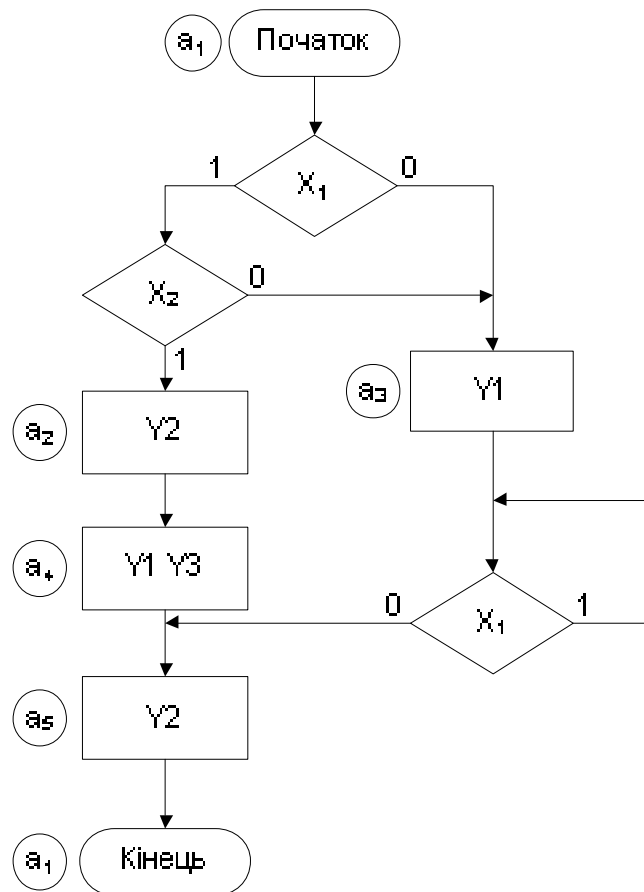


Рисунок 1.24 – Блок-схема алгоритму технологічного процесу

Правила відмітки стану автомата:

- а) індексом (a_1) відзначаються початкова і кінцева вершини;
- б) індексами (a_2) , (a_3) і т.д. відзначаються операторні вершини.

2. Визначається кількість тригерів і організовується пам'ять автомата $m_p = \log_2 5 = 2.3$.

Приймаємо 3 тригера JK- типу. З метою усунення ефекту гонок застосуємо спосіб імпульсної синхронізації за рівнем синхроімпульсу - С. Стани пам'яті автомата закодуємо трьохрозрядним двійковим позиційним кодом:

$$\begin{aligned}
 a_1 &- \bar{P}_1 \bar{P}_2 P_3 (001), \\
 a_2 &- \bar{P}_1 P_2 \bar{P}_3 (010), \\
 a_3 &- P_1 \bar{P}_2 \bar{P}_3 (100), \\
 a_4 &- P_1 \bar{P}_2 P_3 (101), \\
 a_5 &- P_1 P_2 P_3 (111).
 \end{aligned}$$

Уявімо стану пам'яті автомата 3-розрядних позиційним двійковим кодом без дешифратора станів.

3. Будується спрямований граф мікропрограми (рис. 1.25).

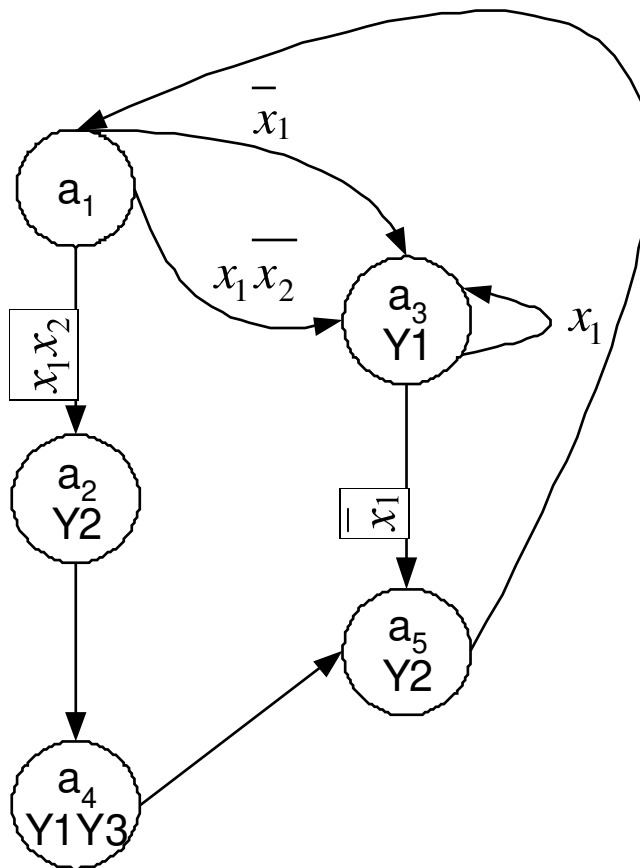


Рисунок 1.25 – Спрямований граф мікропрограми

4. Заповнюється поєднана структурна таблиця на підставі направленого графа мікропрограми та організації пам'яті автомата (табл.1.14)

Таблиця 1.14 – Структурна поєднана таблиця

Початковий стан	Код початкового стану	Вихідні (керуючі) сигнали	Наступний стан	Код наступного стану	Вхідні сигнали (лог. умови.)	Сигнали збурення
a ₁	001	–	a ₂	010	x ₁ x ₂	J ₂ K ₃
			a ₃	100	x ₁ \bar{x}_2	J ₁ K ₃
					\bar{x}_1	J ₁ K ₃
a ₂	010	Y ₂	a ₄	101	–	J ₁ J ₃ K ₃
a ₃	100	Y ₁	a ₃	100	x ₁	–
			a ₅	111	\bar{x}_1	J ₂ J ₃
a ₄	101	Y ₁ Y ₃	a ₅	111	–	J ₃
a ₅	111	Y ₂	a ₁	001	–	K ₁ K ₂

5. Записуються булеві функції в ДДНФ керуючих сигналів і сигналів збудження тригерів пам'яті на підставі канонічного методу структурного синтезу автоматів.

Керуючі сигнали:

$$Y_1 = a_3 \vee a_4,$$

$$Y_2 = a_2 \vee a_5,$$

$$Y_3 = a_4.$$

Сигнали збурення:

$$J_1 = a_1 x_1 \bar{x}_2 \vee a_1 \bar{x}_1 \vee a_2, K_1 = a_5,$$

$$J_2 = a_1 x_1 x_2 \vee a_3 \bar{x}_1, K_2 = a_2 \vee a_5,$$

$$J_3 = a_2 \vee a_3 \bar{x}_1,$$

$$K_3 = a_1 x_1 x_2 \vee a_1 x_1 \bar{x}_2 \vee a_1 \bar{x}_1.$$

6. Мінімізуються булеві функції

Мінімальні ДНФ:

$$J_1 = a_1 x_1 \bar{x}_2 \vee a_1 \bar{x}_1 \vee a_2 =$$

$$a_1 (x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \vee a_2,$$

$$K_3 = a_1 x_1 x_2 \vee a_1 x_1 \bar{x}_2 \vee a_1 \bar{x}_1 =$$

$$a_1 x_1 (x_2 \vee \bar{x}_2) \vee a_1 \bar{x}_1 = a_1 (x_1 \vee \bar{x}_1) = a_1.$$

$$Y_1 = a_3 \vee a_4, Y_2 = a_2 \vee a_5,$$

$$Y_3 = a_4,$$

$$J_1 = a_1 (x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \vee a_2,$$

$$K_1 = a_5,$$

$$J_2 = a_1 x_1 x_2 \vee a_3 \bar{x}_1,$$

$$K_2 = Y_2 = a_2 \vee a_5,$$

$$J_3 = a_2 \vee a_3 \bar{x}_1,$$

$$K_3 = a_1.$$

7. Будується логічна схема керуючого автомата (див. рис. 1.26).

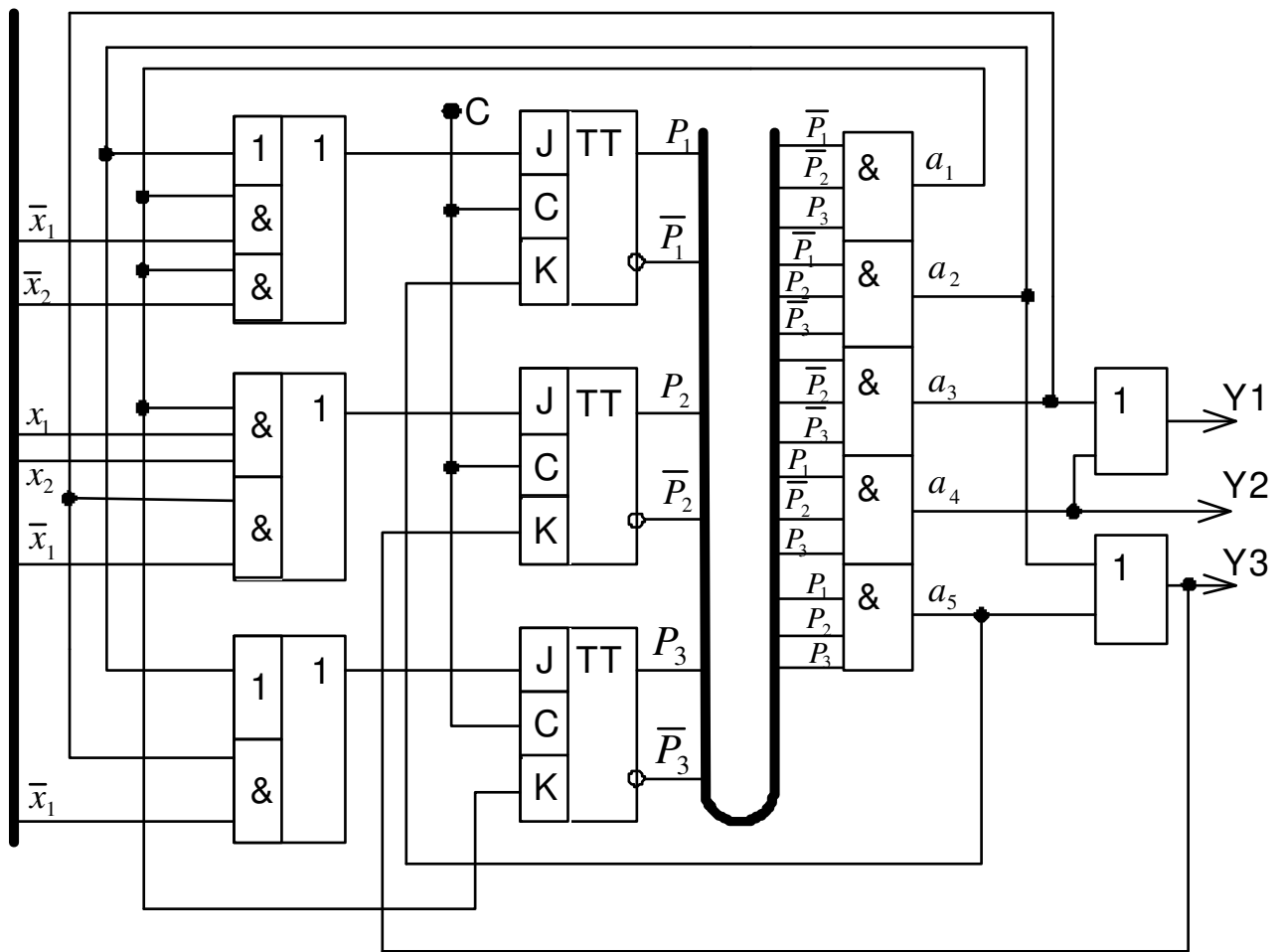


Рисунок 1.26 – Функціональна схема керуючого автомата Мура

Завдання до виконання контрольної роботи

а) Синтез функціональної схеми керуючого автомата Мілі

За заданою блок схемою алгоритму (БСА) здійснити синтез і побудувати функціональну схему:

1. Керуючого автомата Мілі.
2. Перевірити за отриманими схемами автоматів функціонування автоматів на всіх переходах відповідно до БСА.

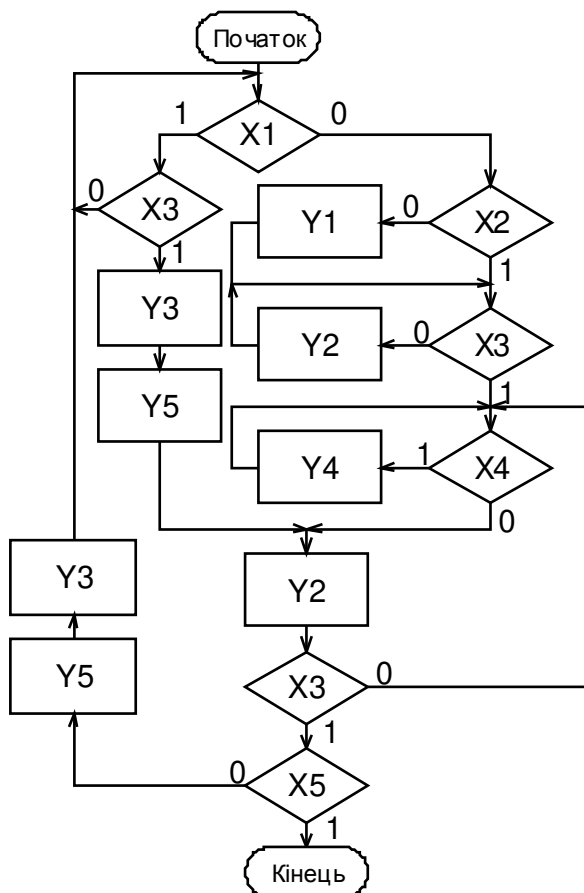
б) Синтез функціональної схеми керуючого автомата Мура

За заданою блок схемою алгоритму (БСА) здійснити синтез і побудувати функціональну схему:

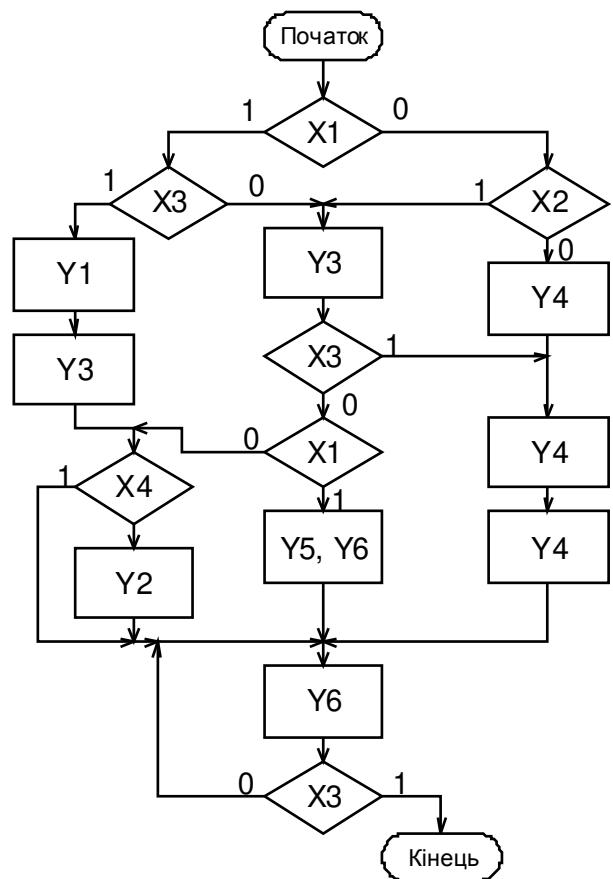
1. Керуючого автомата Мура.
2. Перевірити за отриманими схемами автоматів функціонування автоматів на всіх переходах відповідно до БСА.

Для варіантів 1-10 пам'ять виконати на D-тригерах, а для варіантів 11-20 на RS-тригерах, 21-30 на JK-тригерах.

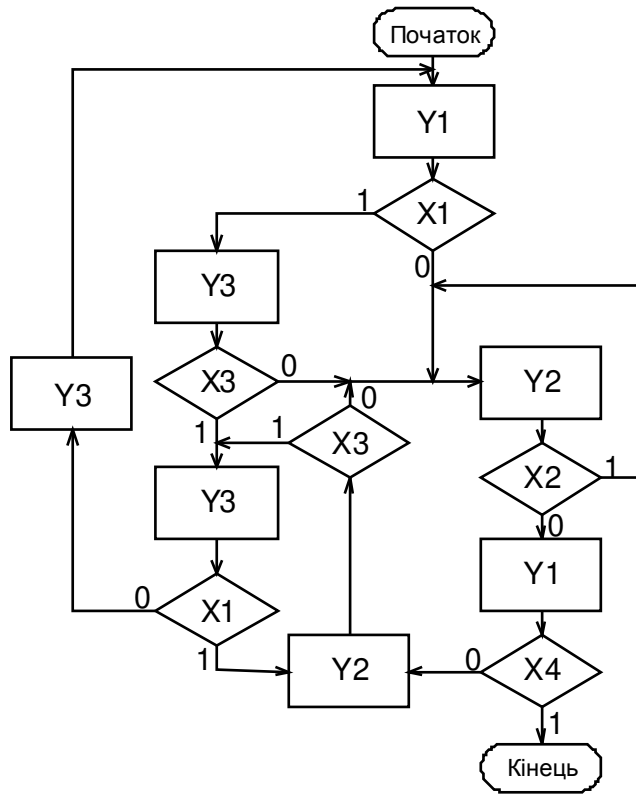
Варіант 1, 16



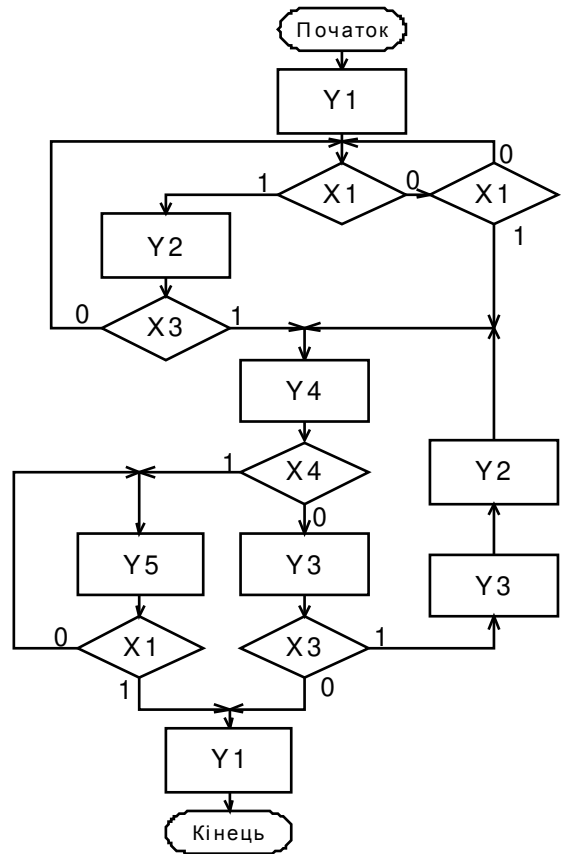
Варіант 2, 17



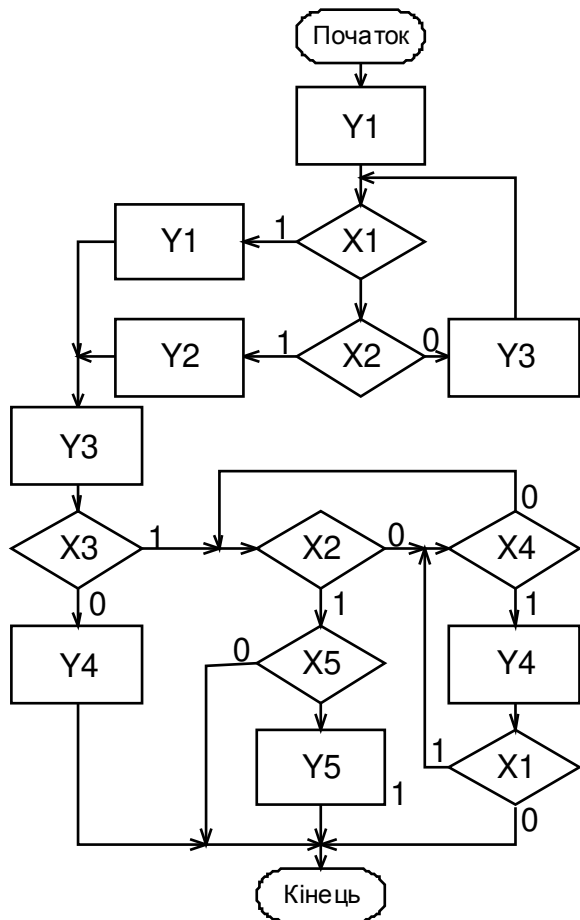
Варіант 3, 18



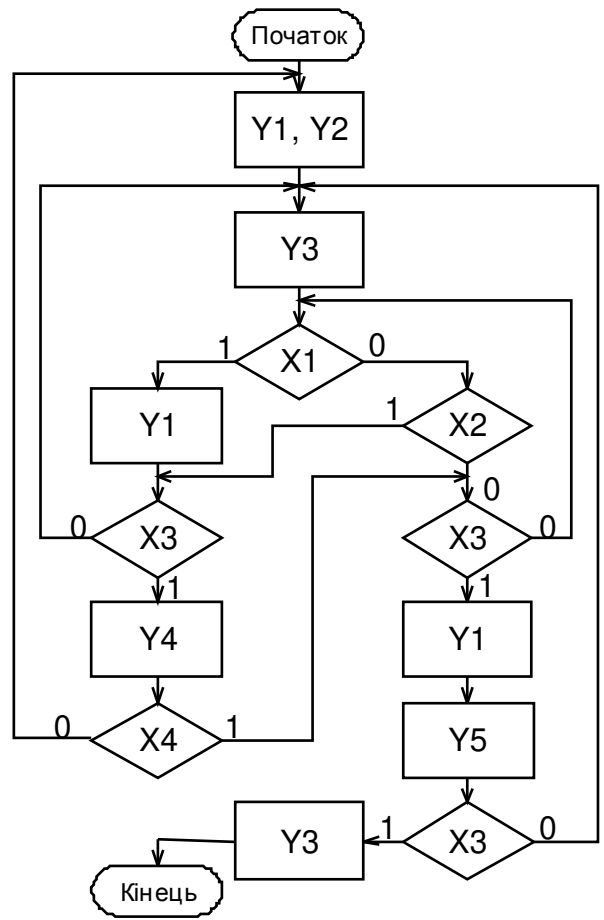
Варіант 4, 19



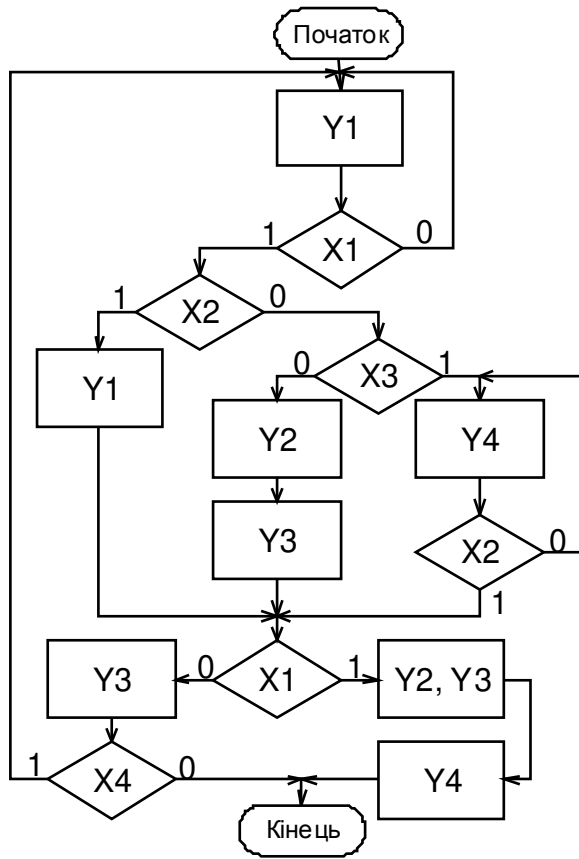
Варіант 5, 20



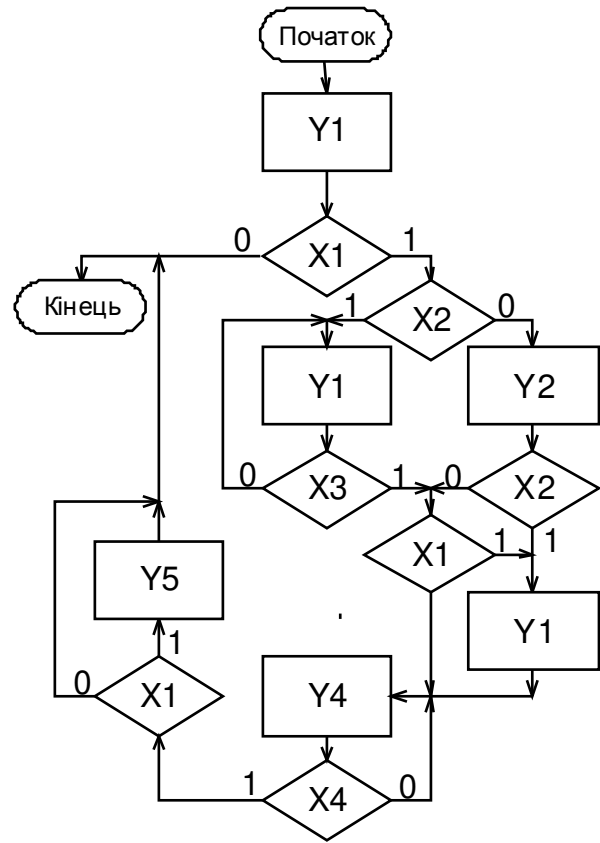
Варіант 6, 21



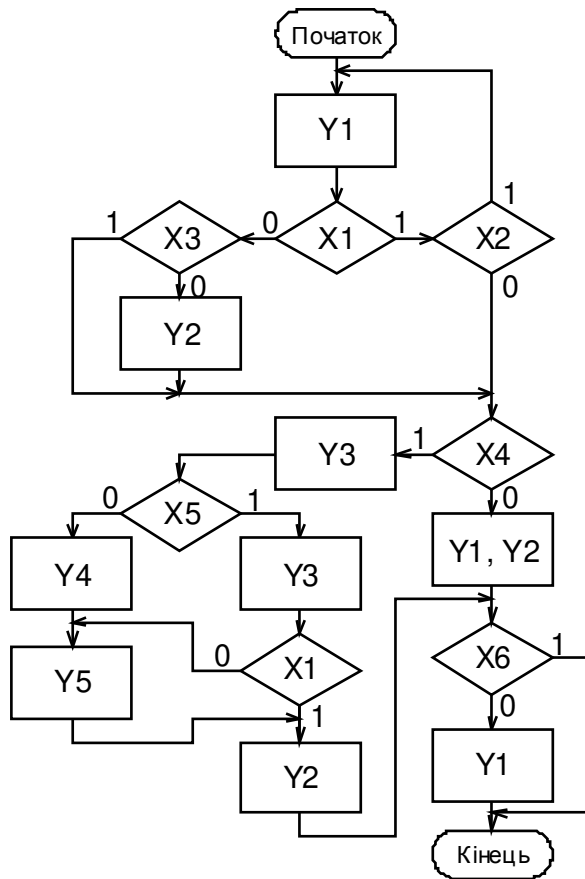
Варіант 7, 22



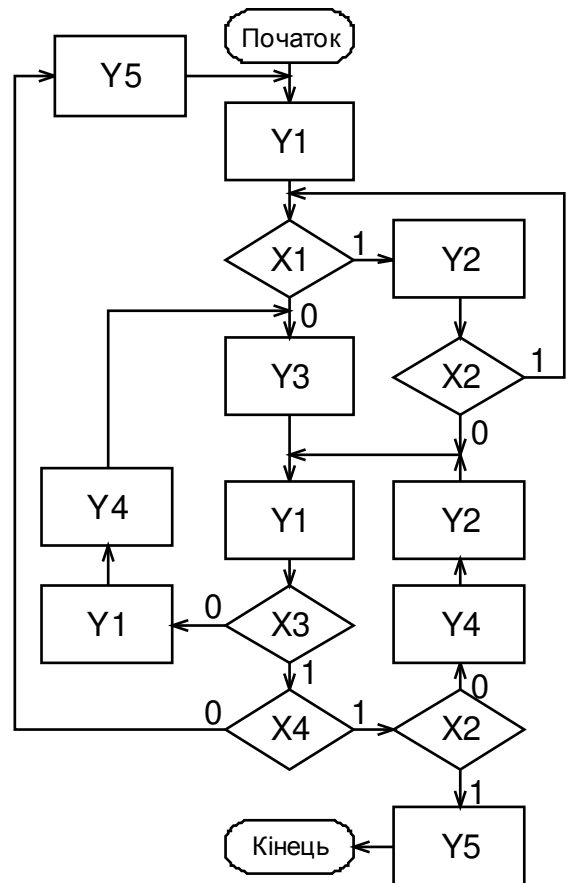
Варіант 8, 23



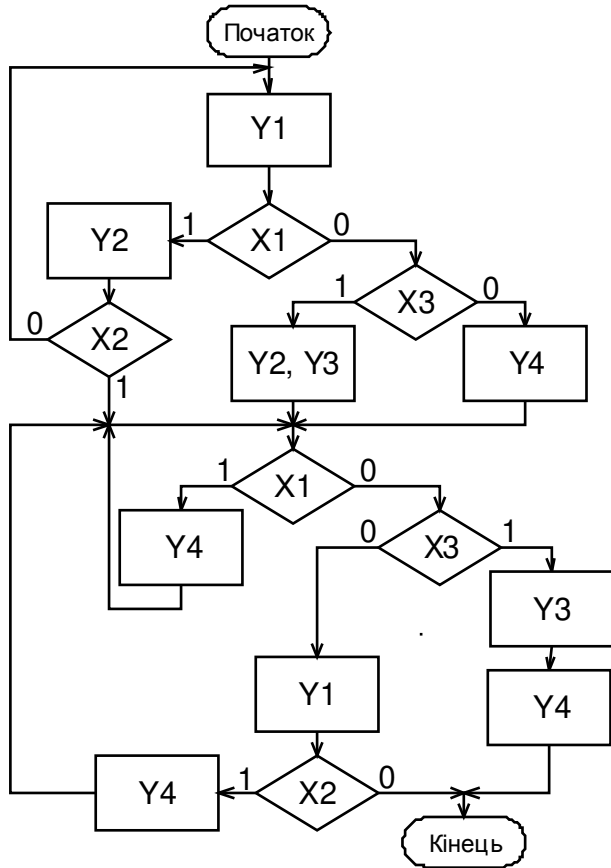
Варіант 9, 24



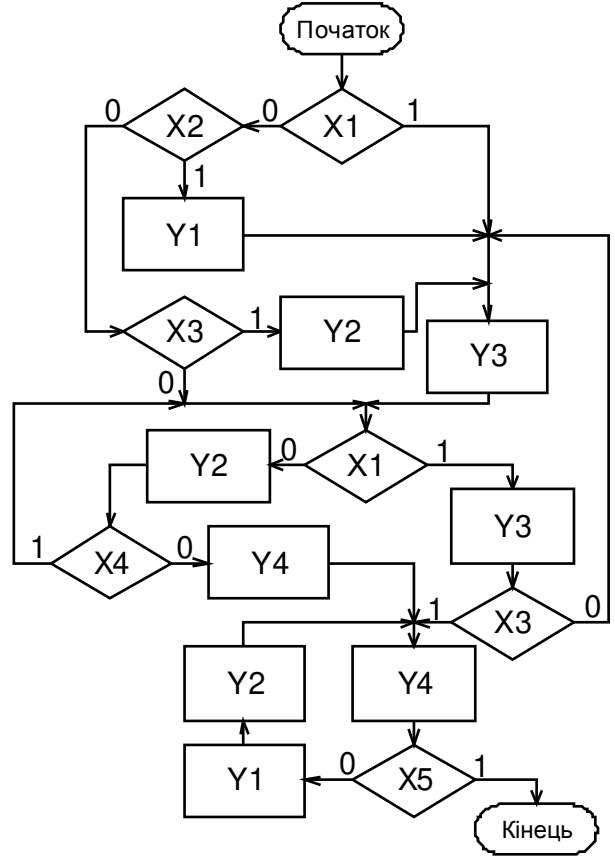
Варіант 10, 25



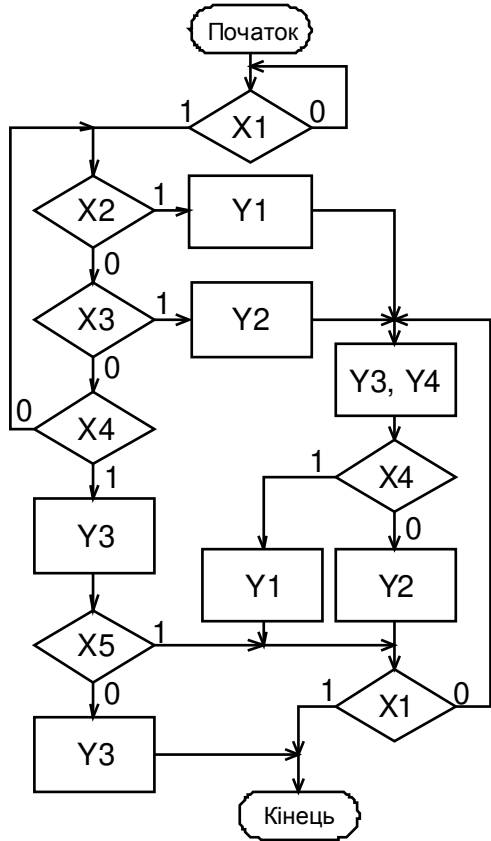
Варіант 11, 26



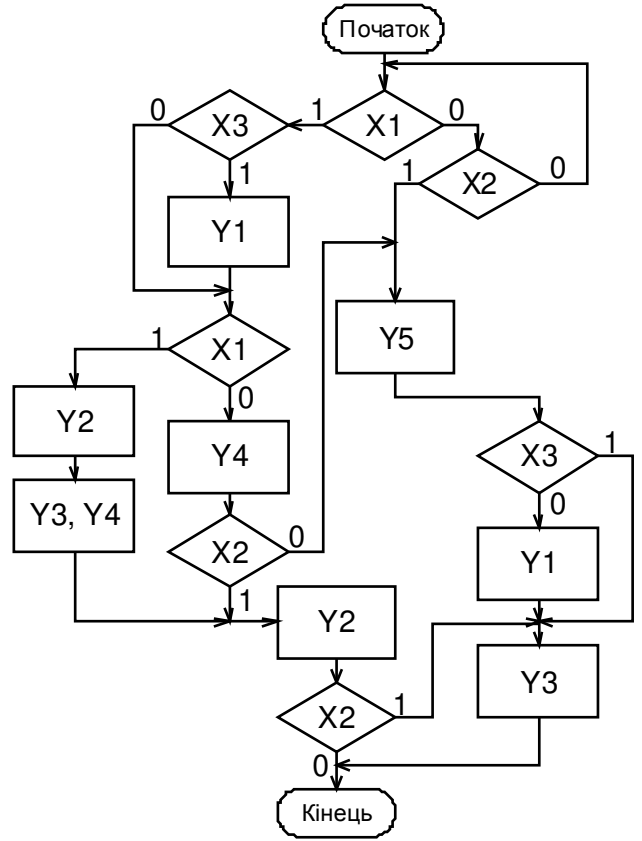
Варіант 12, 27



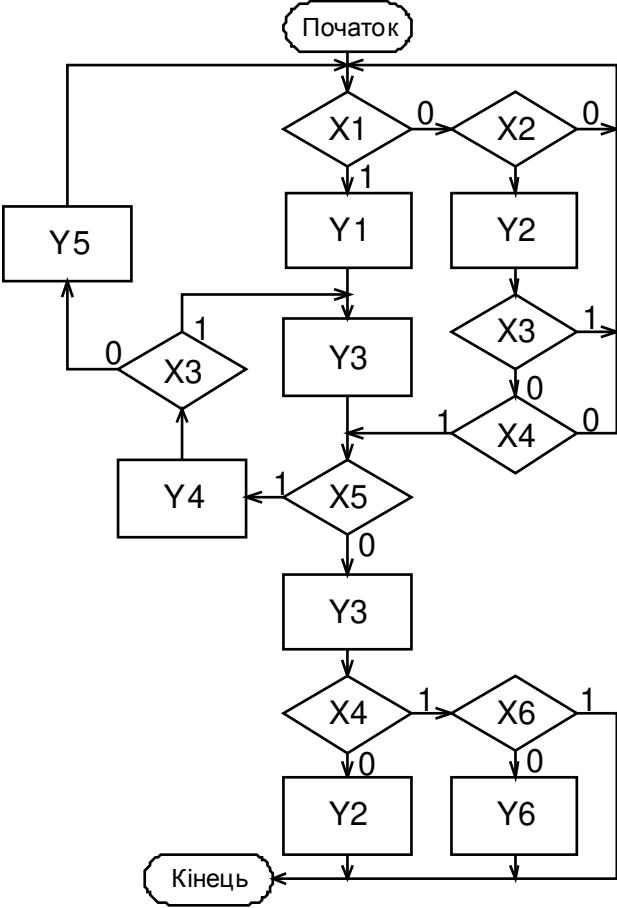
Варіант 13, 28



Варіант 14, 29



Варіант 15, 30



ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Разживін О.В. Комп'ютерна логіка. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія"/ О.В. Разживін, Єнікєєв О.Ф.: Краматорськ: ДДМА, - 2020.-116с.
2. Єнікєєв О.Ф. Схемотехніка та мікроелектроніка: навчальний посібник для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / О.Ф. Єнікєєв, О. В. Разживін, О. В. Суботін, О.В. Суботін. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 156 с.
4. Матвієнко М.П. Комп'ютерна схемотехніка. Навчальний посібник - Київ: ТОВ "Центр навчальної літератури", 2012. - 190 с.
5. Никитин В. А. Схемотехника интегральных схем ТТЛ, ТТЛШ и КМОП: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 64 с.
6. Микушин А. В. Сажнев А. М. Сединин В. И. Цифровые устройства и микропроцессоры СПб, БХВ-Петербург, 2010.
7. Матвієнко М.П. Архітектура комп'ютерів. Навчальний посібник. - Київ: ТОВ "Центр навчальної літератури", 2012. - 264 с.
8. Довгий П.С., Поляков В.И. Арифметические основы ЭВМ. Учебно-методическое пособие по выполнению домашних заданий по дисциплине "Дискретная математика" - СПб: СпбГУ ИТМО, 2010 - 56 с.
9. С.Б.Гашков. Занимательная компьютерная арифметика - М.:Либроком, 2012 - 226
10. Мейлахс А.Л. Практикум по математическим основам информатики. Часть 1. Системы исчисления. Двоичная арифметика. Представление чисел в памяти ЭВМ - М., 2012 - 63 с.
11. Говорущенко Т.О. Комп'ютерна логіка: Методичні вказівки до виконання практичних і лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Комп'ютерна інженерія» / Т.О.Говорущенко. – Хмельницький: ХНУ, 2013. – 96 с.