

Лабораторна робота №5

Проектування автомата з пам'яттю

Мета роботи: Освоєння етапів і методів проектування логічних схем третього типу з використанням елементів пам'яті.

Необхідно спроектувати логічну схему цифрового пристрою, яка упорядкує задану послідовність (згідно варіанту) з неупорядкованої послідовності з трьох деталей А, В, С, що поодиночці рухаються по конвеєрній лінії і з'являються в “поле зору” пристрою в тактові моменти часу.

Розглянемо виконання завдання на прикладі.

Хай задана послідовність BABCВ.

З умови завдання видно, що робота такого пристрою полягає у виконанні послідовності операцій певного циклу і для того, щоб була виконана чергова операція, сам пристрій повинен знаходитися в строго визначеному стані. Такі пристрої відносяться до скінченних автоматів.

Стан скінченного автомата визначається станом пам'яті. У зв'язку з тим, що впорядкована послідовність складається з п'яти букв, пам'ять автомата повинна складатися з п'яти станів. Позначимо їх S_0, S_1, S_2, S_3, S_4 , або в двійковій системі $S_{000}, S_{001}, S_{010}, S_{011}, S_{100}$.

Відповідно до заданої послідовності BABCВ, яку повинен сформулювати автомат, стан S_{000} вважається початковим станом або станом очікування першої деталі В, а інші S_{001} - стан очікування деталі А; S_{010} - стан очікування другої деталі В; S_{011} - стан очікування деталі С; S_{100} - стан очікування третьої деталі В.

Розглянемо роботу автомата і побудуємо його граф і функціональну схему.

У початковому стані S_{000} при появі у “полі зору” автомата деталі А або С він повинен їх “відкинути”, тобто виробити на виході сигнал $\bar{Y}(t)$ і залишатися в тому ж стані S_{000} . Якщо в деякий момент у “полі зору” автомата з'явилася деталь В, він повинен її пропустити, тобто виробити на виході керуючий сигнал $Y(t)$ і перейти в стан S_{001} . Для цього автомат повинен виробити один з сигналів сукупності $Q(t)$, щоб сформулювати стан пам'яті для наступного $[t+1]$ такту.

Пам'ять автомата реалізовуватимемо за допомогою тригерів з рахунковими входами.

Такий тригер має два стійкі стани 1 і 0, що змінюються щоразу, коли на його вхід приходить одиничний сигнал. Кількість станів пам'яті, яка реалізується за допомогою тригерів, визначається числом 2^n де n - кількість тригерів. Це означає, що за допомогою одного тригера можна отримати два стани пам'яті, двох тригерів - 4, а трьох тригерів - 8 станів пам'яті. У нашому випадку необхідно мати п'ять станів пам'яті, отже їх можна отримати за допомогою трьох тригерів. При цьому три стани будуть надлишковими.

Побудуємо функціональну схему скінченного автомата (рис.5.1).

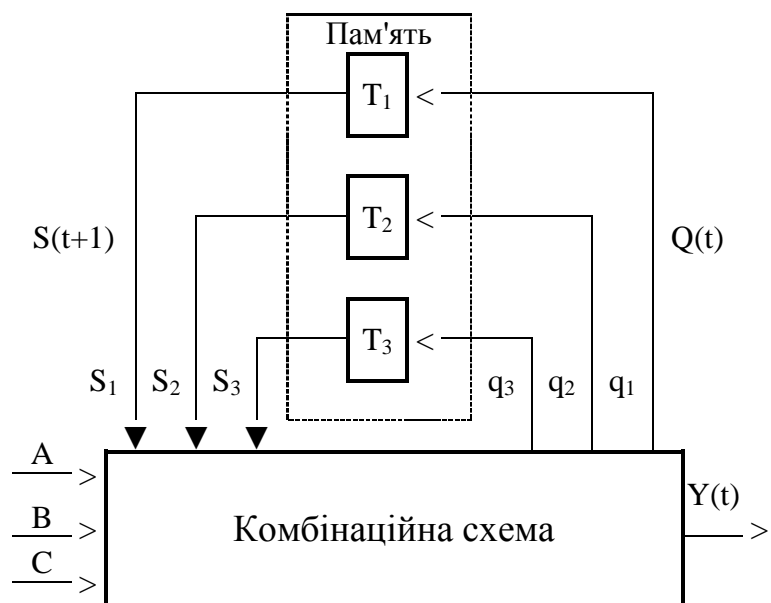


Рис.5.1 - Функціональна схема скінченного

Стан автомата, як видно з рис.5.1, забезпечуватиметься сукупністю S_1, S_2, S_3 . Тому,

для забезпечення стану S_{000} необхідно, щоб в попередній $[t-1]$ такт на входи тригерів надійшла така сукупність сигналів q_1, q_2, q_3 , щоб на їх входах сформулювати $S_1 = 0$, $S_2 = 0$, $S_3 = 0$.

Якщо автомат в даний тактовий момент $[t]$ знаходиться в початковому стані S_{000} і на його вхід надійшов сигнал про наявність деталі В, то її комбінаційна схема, окрім конкретного сигналу Y , зобов'язана виробити і подати на вхід тригера T_3 сигнал $q_3 = 1$. Такий сигнал переведе тригер T_3 в стан 1 і забезпечить на виході з пам'яті сукупність $S_1 = 0$, $S_2 = 0$, $S_3 = 1$, тобто стан S_{001} .

Якщо в тактовий момент $[t]$ автомат знаходиться в стані S_{001} , то з появою в його "полі зору" деталі В чи С він повинен сформулювати сигнал \bar{Y} - відкинути, а з появою деталі А сформулювати сигнал Y - пропустити і сигнали - $q_2 = 1$ і $q_3 = 1$. Сигнал $q_2 = 1$ забезпечує на виході тригера T_2 - $S_2 = 1$, а сигнал $q_3 = 1$ на виході тригера T_3 - $S_3 = 0$, тобто стан S_{010} .

Надалі при появі у "полі зору" автомата, який знаходиться в стані S_{010} , деталей А або С він виробляє сигнал \bar{Y} - відкинути, а при появі деталі В - формує сигнал Y - пропустити і сигнал $q_3 = 1$, тобто сформулювати стан S_{011} . Всі інші стани автомата можна описати на основі аналогічних міркувань.

Побудуємо граф роботи автомата (рис.5.2). На графі вершинам відповідає стан автомата.

Після побудови графа і функціональної схеми перейдемо до складання таблиці функціонування автомата для вихідних сигналів Y і сигналів Q (табл.5). При цьому вважатимемо, що кожного разу в конкретному стані послідовно задаються сукупності: $A = 1, B = 0, C = 0$; $A = 0, B = 1, C = 0$; $A = 0, B = 0, C = 1$.

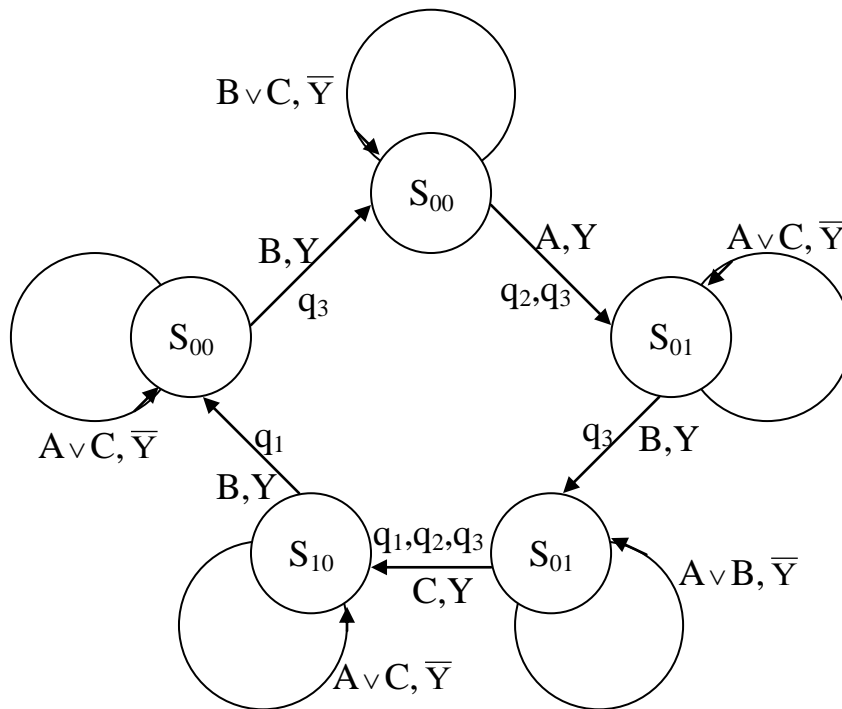


Рис.5.2. Граф скінч. автомата

Таблиця 5 - Таблиця функціонування автомата

Стан комбінаційного автомата	Вхідні сигнали КС						№ набору	Виходи з КС			Сигнал управління Y
	Зовнішні			З пам'яті				q ₁	q ₂	q ₃	
	A	B	C	S ₁	S ₂	S ₃					
S ₀₀₀	1	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	16	0	0	1	1
	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0
S ₀₀₁	1	0	0	0	0	1	33	0	1	1	1
	0	1	0	0	0	1	17	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	1	9	0	0	0	0
S ₀₁₀	1	0	0	0	1	0	34	0	0	0	0
	0	1	0	0	1	0	18	0	0	1	1
	0	0	1	0	1	0	10	0	0	0	0
S ₀₁₁	1	0	0	0	1	1	35	0	0	0	0
	0	1	0	0	1	1	19	0	0	0	0
	0	0	1	0	1	1	11	1	1	1	1
S ₁₀₀	1	0	0	1	0	0	36	0	0	0	0
	0	1	0	1	0	0	20	1	0	0	1
	0	0	1	1	0	0	12	0	0	0	0

З таблиці функціонування для всіх вхідних змінних запишемо ФАЛ у ПДНФ:

$$Y = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 \overline{S}_2 \overline{S}_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 \overline{S}_2 S_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 S_2 \overline{S}_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 S_2 S_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} S_1 \overline{S}_2 \overline{S}_3$$

$$q_1 = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 S_2 S_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} S_1 \overline{S}_2 \overline{S}_3$$

$$q_2 = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 \overline{S}_2 S_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 S_2 S_3$$

$$q_3 = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 \overline{S}_2 \overline{S}_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 \overline{S}_2 S_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 S_2 \overline{S}_3 + \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{S}_1 S_2 S_3$$

Використовуючи числовий спосіб задання ФАЛ можна записати так:

$$Y = \sum(11, 16, 18, 20, 33)$$

$$q_1 = \sum(11, 20)$$

$$q_2 = \sum(11, 33)$$

$$q_3 = \sum(11, 16, 18, 33)$$

Оскільки на вході комбінаційної схеми шість змінних (A, B, C, S₁, S₂, S₃) то мінімізацію ФАЛ здійснимо за допомогою шестимісної карти Вейча (рис.5.3). Оскільки така карта складається з декількох підкарт, то в кожній підкарті сусідніми є кон'юнкції, які розташовані поряд або на протилежних сторонах підкарти.

В окремих же підкартах сусідніми будуть ті клітинки кон'юнкцій, які розташовані на відповідних місцях, тобто ті, які співпадають, якщо підкарти наклали одна на одну. Наприклад, клітинці 15 сусідніми є клітинки 7, 11, 31, 47 в своїй підкарті і клітинки 12, 13 і 14 в інших підкартах.

Відповідно до табл.1 автомат визначений на 15-ти наборах: 32, 16, 8, 33, 17, 9, 34, 18, 10, 35, 19, 11, 36, 20, 12. На решті всіх наборів виходи автомата байдужі, тобто вони можуть бути "довизначені" так, щоб при мінімізації збільшувалася площа покриття,

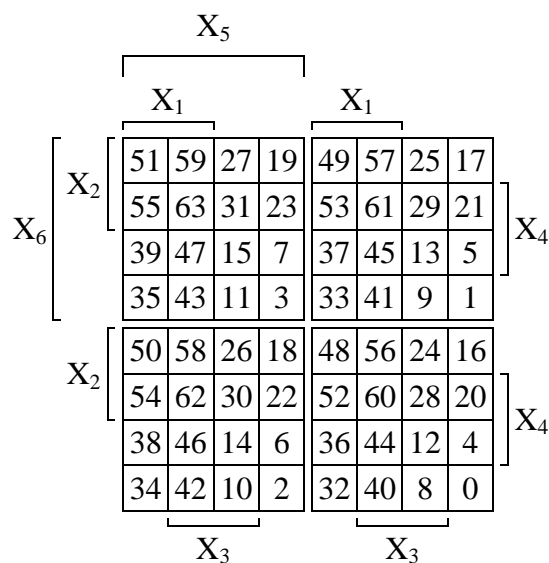


Рис.5.3. Шестимісна карта Вейча.

тобто кількість “склеюваних” клітинок карт Вейча. На картах Вейча всі клітинки, на яких значення виходів автомата не визначено, позначаємо символом *.

Карта Вейча для мінімізації функції виходу зображена на рис.5.7. На ній клітинки наборів 11, 16, 18, 20, 33 позначені символом 1. Це набори, на яких функція Y приймає відповідне значення.

Клітинки наборів 8, 9, 10, 12, 17, 19, 32, 34, 35, 36 приймають значення 0. Всі інші клітинки наборів, на яких автомат невизначений - позначимо символом * (щоб не затемнити карту, 0 або * можна не ставити, тобто для одного з значень клітинки можна залишити порожніми – незаповненими, але при цьому варто пам'ятати значення ФАЛ).

		S_2									
		A				A					
S_3	B	*	*	*	0	*	*	*	0	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		0	*	1	*	1	*	0	*		
	B	*	*	*	1	*	*	*	1	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	1		
		*	*	*	*	0	*	0	*		
		0	*	0	*	0	*	0	*		
		C				C					

Рис.5.7. Карта Вейча для мінімізації функції Y

		S_2									
		A				A					
S_3	B	*	*	*	0	*	*	*	0	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		0	*	1	*	0	*	0	*		
	B	*	*	*	0	*	*	*	0	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	1		
		*	*	*	*	0	*	0	*		
		0	*	0	*	0	*	0	*		
		C				C					

Рис.5.4. Карта Вейча для мінімізації функції q_1

		S_2									
		A				A					
S_3	B	*	*	*	0	*	*	*	0	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		0	*	1	*	1	*	0	*		
	B	*	*	*	0	*	*	*	0	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	0		
		*	*	*	*	0	*	0	*		
		0	*	0	*	0	*	0	*		
		C				C					

Рис.5.5. Карта Вейча для мінімізації функції q_2

		S_2									
		A				A					
S_3	B	*	*	*	0	*	*	*	0	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		*	*	*	*	*	*	*	*		
		0	*	1	*	1	*	0	*		
	B	*	*	*	1	*	*	*	1	S_1	
		*	*	*	*	*	*	*	0		
		*	*	*	*	0	*	0	*		
		0	*	0	*	0	*	0	*		
		C				C					

Рис.5.6. Карта Вейча для мінімізації функції q_3

Аналогічно проводимо мінімізацію функцій q_1 (рис.5.4), q_2 (рис.5.5) і q_3 (рис.5.6).

Після мінімізації ПДНФ мають вигляд:

$$Y = A\bar{S}_2S_3 + CS_2S_3 + BS_1\bar{S}_3 + B\bar{S}_1\bar{S}_3$$

$$q_1 = CS_2S_3 + BS_1\bar{S}_3$$

$$q_2 = A\bar{S}_2S_3 + CS_2S_3$$

$$q_3 = A\bar{S}_2S_3 + B\bar{S}_1\bar{S}_3 + CS_2S_3$$

На основі отриманих формул в базисі елементів І, АБО, НЕ і з використанням тригерів з рахунковим входом будемо логічну схему скінченного автомата, рис.5.8.

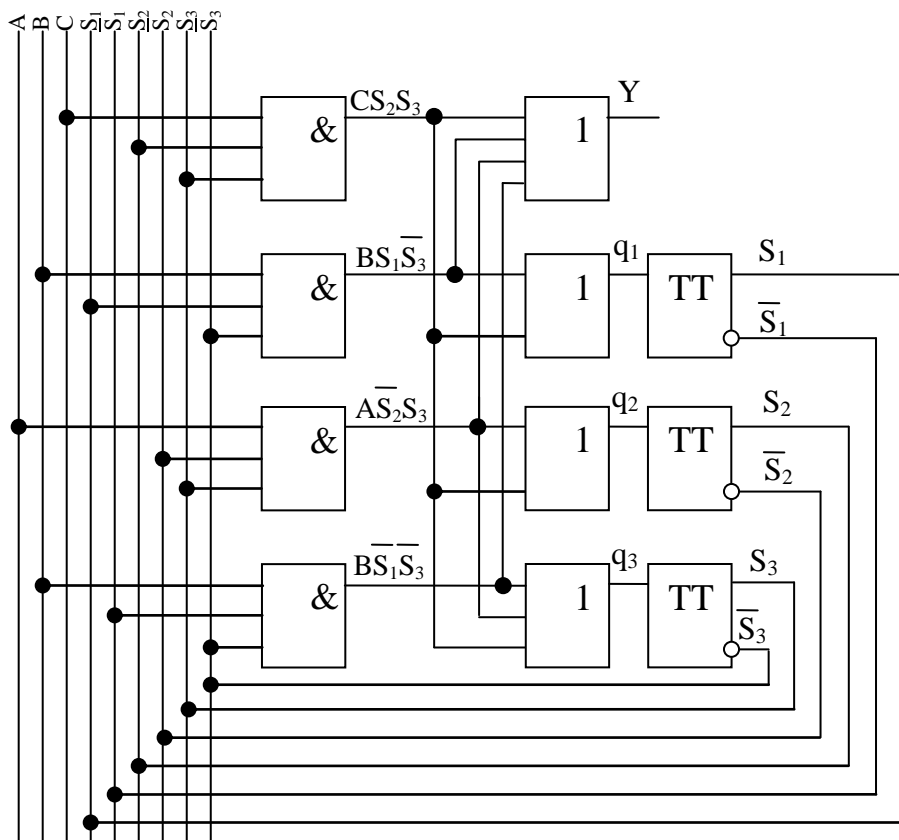


Рис. 5.8. Логічна схема скінченного автомата

Завдання

Згідно варіанту побудувати функціональну схему, граф і таблицю функціонування скінченного автомата, провести мінімізацію функцій виходу і на основі отриманих формул в базисі елементів І, АБО, НЕ та використовуючи тригери з рахунковим входом побудувати логічну схему скінченного автомата.

№ вар.	Послідовність
1	AABCB
2	ABCBA
3	BACAB
4	CBABC
5	BCAAB
6	CCBBA
7	BABCA
8	CACAB
9	ACABV
10	BCACA
11	AACBV
12	VBABC
13	VABAC
14	VACBC
15	VCBCA

Контрольні запитання:

1. Що таке тригер?
2. Скільки станів пам'яті можна реалізувати за допомогою 1 чи n тригерів ?
3. Як виконувати мінімізацію не повністю визначених функцій?
4. Скільки підкарт потрібно для мінімізації функції від n змінних за методом мінімізуючих карт?
5. Які функції називають часовими ?