

СИНТЕЗ НА ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТНИ СХЕМИ

ЦЕЛ НА СЕМИНАРНОТО УПРАЖНЕНИЕ

Да се добият знания и умения за практическо използване на методите за анализ и синтез на последователностни схеми.

КРАТКА ТЕОРИЯ

6. Каноничен метод за структурен синтез на краен автомат с тактувани елементи памет

Структурният синтез се провежда на базата на предварително зададен автомат чрез обща (комбинирана) таблица на преходите и изходите, т.е. известни са множествата X , Z и A , както и законите за функциониране на автомата, представени чрез функцията на преходите и функцията на изходите (зададени със съответната таблица). Предварително се задава или избира типа на елементарните автомати (тригерите), с помощта на които трябва да се изгради паметта на автомата.

Синтезът протича в следната последователност:

6.1. Избор на необходимия брой входове, изходи и елементарни автомати от следните зависимости:

$$r \geq \log 2 n,$$

$$p \geq \log 2 m,$$

$$t \geq \log 2 l,$$

където r – брой входове; p – брой изходи; t – брой на елементарните автомати; n – брой на входните букви (входна азбука); m – брой на изходните букви (изходна азбука); l – брой на състоянията на автомата.

6.2. Кодирание:

Кодират се входните въздействия X чрез набори от двоични входни променливи x ;

Кодират се изходните реакции Z чрез двоични изходни функции z ;

Кодират се вътрешните състояния на автомата A чрез набори от състояния на елементарните автомати Q ;

На етапа на кодиране се прави избор на необходимия брой двоични променливи от следната зависимост:

$$\lceil \log 2 \rceil \leq n \leq N,$$

където N е броят на подлежащите на кодиране величини; n – броят на използваните за кодиране двоични величини; скобите $\lceil \dots \rceil$ означават закръгление до по-голямото цяло (число).

След определяне на r , p и t се избира взаимно еднозначно съответствие между набори на двоичните величини (входни, изходни, вътрешни променливи) и входните въздействия, изходните реакции и вътрешните състояния.

6.3. На базата на изходната таблица на автомата и приетите кодирания се построява и попълва **кодирана таблица на преходите и изходите**.

Тази таблица съдържа четири зони:

а) *Зона на независимите променливи*. Независими са входните променливи x и вътрешните променливи (вътрешните състояния на елементарните автомати) Q . За всяка променлива се предвижда отделна колона. Зоната се попълва, като на всеки ред се записва набор, съставен от съчетание на стойностите на входните променливи и вътрешните променливи. Тези набори се подреждат в таблицата по възходящ ред;

б) *Зона на преходите*. Тя съдържа толкова колони, колкото е броят на вътрешните променливи. Попълва се в съответствие с таблицата, чрез която е зададен автоматът и възприетият начин на подлежащите на кодиране величини;

в) *Зона на изходите*. Тя е съставена от толкова колони, колкото е броят на изходните функции. Попълва се, като на всеки ред се нанасят кодовите комбинации за изходните реакции, които съответстват на двойките входно въздействие-вътрешно състояние.

При синтез на автомат на Мур, зона на изходите в кодираната таблица не се предвижда. Причина за това е, че изходната реакция при автомат на Мур зависи единствено от неговото вътрешно състояние. Изходните функции се намират непосредствено от таблицата, в която е извършено кодиране на вътрешните състояния.

г) *Зона на възбудителните функции* на елементарните автомати (логическите функции, които реализират сигналите на входовете на елементарните автомати се наричат *възбудителни*. Те могат да бъдат непълно определени, ако елементарният автомат има дублирани преходи или ако елементарният автомат има забранени входни сигнали). Тази зона съдържа толкова колони, колкото е броят на входовете на елементарните автомати. Колонки за тактовите входове на елементарните автомати не се построяват. Стойностите за всяка функция се получават от матрицата на входа (входовете) на елементарните автомати, избрани (определени) за елементи памет. За всеки ред се записват такива стойности за входни сигнали на съответния ЕА, които да го заставят да извърши съответният преход от старо (зоната на независимите променливи в момент от време t) в ново вътрешно състояние (зоната на преходите в момент от време $t+1$).

Възбудителните функции определят стойността на входния сигнал на автомата в s -тия такт в зависимост от състоянието Q_1, Q_2, \dots, Q_m на елементарните автомати и стойностите на сигналите x_1, x_2, \dots, x_n на физическите входове на автомата в същия такт. Тъй като стойностите на аргументите и функцията се определят за един и същи такт, тя е превключвателна функция.

6.4. Намиране на минималните форми на изходните и възбудителните функции

Минимизират се изходните и възбудителните функции и се представят в определен за реализирането им при синтеза на схемата базис.

6.5. Съставяне и анализ на схемата на автомата

Пример 6-1. Да се синтезира автомат на Мили, зададен с комбинирана таблица на преходите и изходите (таблица 6-1). Да се реализира с логически елементи И, ИЛИ, НЕ и елементарни автомати тип Т и тип D.

Таблица 6-1

$X_i \backslash A_j$	a_0	a_1	a_2	a_3
X_1	a_1/Z_3	a_2/Z_2	a_3/Z_3	a_3/Z_2
X_2	a_0/Z_2	a_0/Z_1	a_1/Z_1	a_0/Z_1

Кодиране:
Входни въздействия

	x
X_1	0
X_2	1

Вътрешни състояния

	Q_1	Q_2
a_0	0	0
a_1	1	0
a_2	1	1
a_3	0	1

Изходни реакции

	z_1^*	z_2^*
Z_1	0	0
Z_2	1	1
Z_3	0	1

Със символ звезда (*) са отбелязани физическите изходи на схемата (z_1^* и z_2^*).

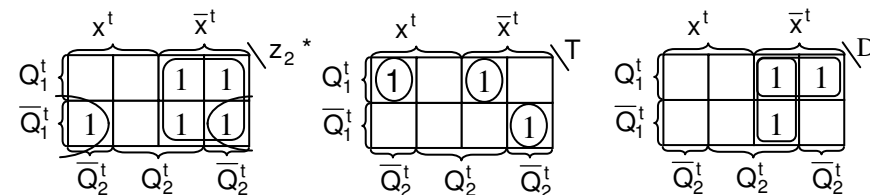
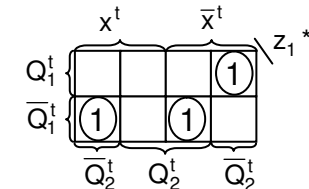
Кодирана таблица 6-1.1

	x^t	Q_1^t	Q_2^t	Q_1^{t+1}	Q_2^{t+1}	z_1^*	z_2^*	T	D
X_1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
	0	0	1	0	1	1	1	0	1
	0	1	0	1	1	1	1	0	1
	0	1	1	0	1	0	1	1	1
X_2	1	0	0	0	0	1	1	0	0
	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	Зона I		Зона II		Зона III		Зона IV		

Зона IV (зоната на възбудителните функции) се попълва за всеки ред, като сигналите за входове T и D за всеки преход се намират от матриците на входа на двата елементарни автомата.

След попълването на кодираната таблица следва намирането на изходните и възбудителните функции:

$$\begin{matrix} 0-0 \\ 0-1 \\ 1-0 \\ 1-1 \end{matrix} \left\| \begin{matrix} \bar{0} \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{matrix} \right\|, \begin{matrix} 0-0 \\ 0-1 \\ 1-0 \\ 1-1 \end{matrix} \left\| \begin{matrix} \bar{0} \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{matrix} \right\|$$

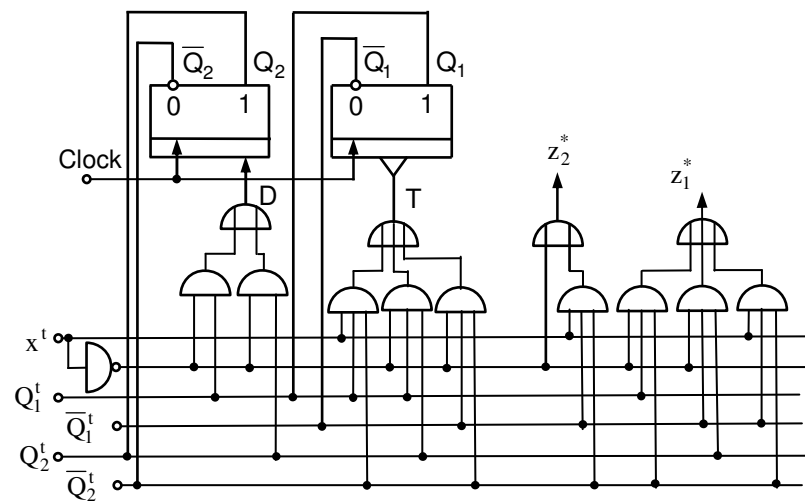


$$z_1^* = \bar{x}^t Q_1^t \bar{Q}_2^t + \bar{x}^t \bar{Q}_1^t Q_2^t + x^t \bar{Q}_1^t Q_2^t; \quad z_2^* = \bar{x}^t + x^t \bar{Q}_1^t \bar{Q}_2^t;$$

$$T = x^t Q_1^t \bar{Q}_2^t + \bar{x}^t Q_1^t Q_2^t + \bar{x}^t \bar{Q}_1^t \bar{Q}_2^t; \quad D = \bar{x}^t Q_1^t + \bar{x}^t Q_2^t.$$

Функциите z_1^* и T не могат да се минимизират.

От намерените аналитични зависимости на изходните и възбудителни функции се построява схемата на автомата (фиг. 6.1).



Фиг.6.1. Структурна схема на автомата от пример 6-1

След съставянето на структурната схема на автомата на Мили, следва анализ на схемата. Прави се с цел проверка за правилното функциониране на автомата в съответствие с таблицата на преходите и изходите, чрез които е зададен (таблица 6-1).

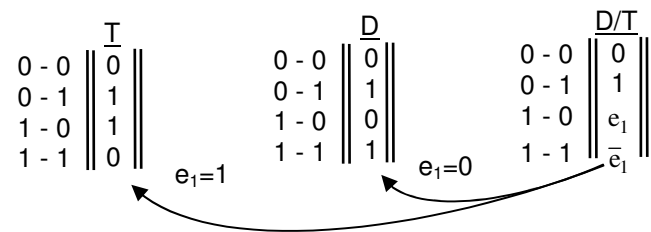
В пример 6-1 елементарните автомати (ЕА) са зададени по условие, Т и D тип. По-оптимално решение на задачата може да се намери чрез *подходящ избор на елементарни автомати*.

Типът на използваните при синтеза ЕА определя броя и вида на възбудителните функции, а оттам до голяма степен – и сложността на получената схема. Следователно целесъобразно е да се търси такъв тип ЕА, при който схемната реализация на последователна схема (ПС) ще се опрости. За съжаление строги критерии и формални методи за оптимален избор на ЕА не съществуват.

Един от възможните подходи се състои в това дадената ПС да се синтезира за всички типове ЕА, получените схеми да се сравнят и от тях да се избере най-простата. Този подход е много трудоемък, още повече като се вземе пред вид, че на практика е възможно и допустимо всеки от участващите в една ПС ЕА да бъде от различен тип.

Основната идея на един по-целесъобразен подход при избор на ЕА е в процеса на синтез да се използва не конкретен тип ЕА, а някакво обобщено описание на ЕА, от което могат да се получат различни типове ЕА. Това може да се осъществи например чрез *обобщени матрици* на входовете на различни ЕА.

Матриците на ЕА тип Т и D (фиг. 6.2)



Фиг.6.2. Обобщена матрица D/T на входните сигнали на тригери с един вход

Пример 6-2. Да се синтезира автомат на Мили, като в кодираната таблица 6-1.1 от пример 6-1 в зона IV се използват обобщени D/T матрици и се извърши обоснован избор на ЕА с един вход. Да се намерят съответните възбудителни функции и се построи структурната схема на автомата. Да се реализира схемата с логически елементи И, ИЛИ, НЕ и избраните елементарни автомати с един вход.

Кодирана таблица 6-1.1

	x^t	Q_1^t	Q_2^t	Q_1^{t+1}	Q_2^{t+1}	z_1^*	z_2^*	D/T	D/T
X_1	0	0	0	1	0	0	1		
	0	0	1	0	1	1	1		
	0	1	0	1	1	1	1		
	0	1	1	0	1	0	1		
X_2	1	0	0	0	0	1	1		
	1	0	1	0	0	0	0		
	1	1	0	0	0	0	0		
	1	1	1	1	0	0	0		
	Зона I			Зона II		Зона III		Зона IV	