

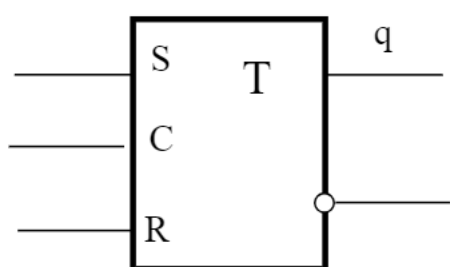
6. Синтез автоматов на RS- и JK- триггер

6.1 Особенности синтеза автоматов на RS- триггерах



том случае, если элементами памяти автомата являются RS-триггеры, при синтезе автомата необходимо учесть особенности логики работы таких триггеров. Главная особенность RS-триггера по сравнению с D-триггером заключается в том, что RS-триггер имеет два информационных входа. Информационные входы RS-триггера обозначаются буквами S (SET) и R (RESET). Вход S используется для установки триггера в состояние "1", вход R - для установки триггера в состояние "0". Обычно в таких триггерах активным является сигнал "1", т.е. для записи в триггер как символа "1", так и символа "0" на соответствующие входы триггера нужно подавать сигнал "1".

Условное графическое обозначение синхронного RS-триггера и его таблица переходов (при $C=1$) показаны на рис.6.1.



Входы		Состояния	
S	R	0	1
0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	1	1
1	1	-	-

Рис. 6.1

Как видно из таблицы переходов, комбинация сигналов $S = 0$ и $R = 0$ соответствует режиму хранения, при котором триггер сохраняет свое состояние. Если на вход триггера подается комбинация сигналов $S = 0$ и $R = 1$, триггер переходит в состояние "0" (или остается в нем). При поступлении сигналов $S = 1$ и $R = 0$ триггер переходит в состояние "1" (или остается в нем). Напомним, что комбинация входных сигналов $S = 1$ и $R = 1$ для RS-триггера является запрещенной.

Характеристическая таблица RS-триггера составляется по таблице переходов и имеет вид табл.6.1.

Таблица 6.1.

Состояния		Входы	
Q_t	Q_{t+1}	S	R
0	0	0	-
0	1	1	0
1	0	0	1

1	1	-	0
---	---	---	---

Из характеристической таблицы можно записать логическую функцию, описывающую значение сигнала S для перевода триггера в состояние $Q_{t+1} = 1$:

$$S = \bar{Q}_t Q_{t+1}.$$

С учетом того, что при $Q_t = Q_{t+1} = 1$ значение сигнала S является неопределенным, эту функцию можно упростить следующим образом:

$$S = \bar{Q}_t Q_{t+1} \rightarrow Q_t Q_{t+1} = Q_{t+1}$$

Таким образом, для установки RS-триггера в состояние 1 на вход S следует подать сигнал 1.

Аналогичным образом может быть получена логическая функция для сигнала R :

$$R = \bar{Q}_t \bar{Q}_{t+1} \rightarrow Q_t \bar{Q}_{t+1} = \bar{Q}_{t+1}.$$

6.2. Пример синтеза автомата на RS-триггерах

В качестве примера рассмотрим автомат, синтез которого приведен в 5.2. При этом автомат был синтезирован с использованием Т-триггеров.

Кодированная таблица переходов и выходов этого автомата имеет вид табл.6.2. (см. таблицу 5.4).

Таблица 6.2

Вход	Состояния и выходы					
	Q_0		Q_1		Q_2	
a	q_t^1	q_t^2	q_t^1	q_t^2	q_t^1	q_t^2
	0^α	0	0^β	1	1^χ	0
0	0^α	0, 0	1^β	0, 0	0^χ	0, 0
1	0	1, 0	0	1, 0	0	0, 1

Синтез проведем в обычной последовательности, начиная с выбора типа элементов памяти.

Выбор типа элементов памяти. В качестве элементов памяти используются RS-триггеры.

Преобразование таблицы переходов и выходов в таблицу функций возбуждения RS-триггеров. Преобразование заключается в том, что для каждого элемента памяти каждой паре состояний Q_t и Q_{t+1} ставится в соответствие значения сигналов S и R , заданные в характеристической таблице. Полученная таким образом таблица функций возбуждения RS-триггеров имеет вид табл.6.3.

В таблице 6.3 полужирным шрифтом и индексом выделены пары состояний $q_t^1 = 0$ и $q_{t+1}^1 = 0$ (столбец Q_0), $q_t^1 = 0$ и $q_{t+1}^1 = 1$ (столбец Q_1), $q_t^1 =$

1 и $q^1_{t+1} = 0$ (столбец Q_2). Соответствующие значения входных сигналов RS-триггеров также выделены в таблице функций возбуждения (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Вход	Состояния и выходы					
	Q_0		Q_1		Q_2	
a	\bar{q}^1_t	\bar{q}^2_t	\bar{q}^1_t	q^2_t	q^1_t	\bar{q}^2_t
	0	0	0	0	0	0
	$S_1 R_1$	$S_2 R_2$	$S_1 R_1$	$S_2 R_2$	$S_1 R_1$	$S_2 R_2$
0	0 ^{α} - ^{α}	0 -	1 ^{β} 0 ^{β}	0 1	0 ^{χ} ^{χ}	0 -
1	0 -	1 0	0 -	- 0	0 1	0 -

Запись функций возбуждения и выходов в СДНФ. Функции возбуждения RS-триггеров имеют следующий вид:

$$S_1 = \bar{a}q^1q^2; \quad R_1 = \bar{a}q^1q^2 \vee aq^1q^2;$$

$$S_2 = aq^1q^2; \quad R_2 = \bar{a}q^1q^2.$$

Функция выхода записывается по кодированной таблице переходов и выходов:

$$Y = aq^1q^2;$$

Минимизация функций возбуждения и выхода. Если не проводить доопределение, то минимизировать можно только функцию R_1 . Для минимизации используем метод Карно (рис.6.2.).

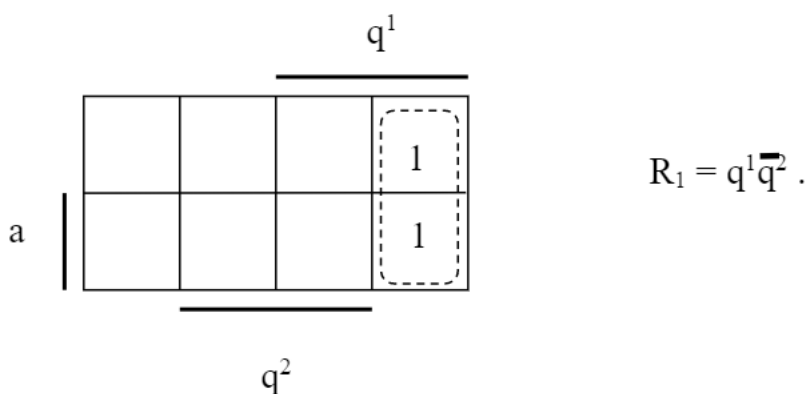


Рис.6.2

Выбор типа логических элементов. Заданы элементы типа И-НЕ.

Преобразование функций возбуждения триггеров и выхода. Преобразование выполняется путем двойной инверсии.

Функции возбуждения JK-триггеров:

$$\begin{aligned} S_1 &= \overline{a} \overline{q^1} q^2; & R_1 &= q^1 \overline{q^2}; \\ S_2 &= a \overline{q^1} \overline{q^2}; & R_2 &= \overline{a} q^1 \overline{q^2}. \end{aligned}$$

$$\text{Функция выхода: } Y = a q^1 q^2.$$

Построение функциональной схемы автомата. Функциональная схема автомата строится в соответствии с общей структурой автомата Мили, а также

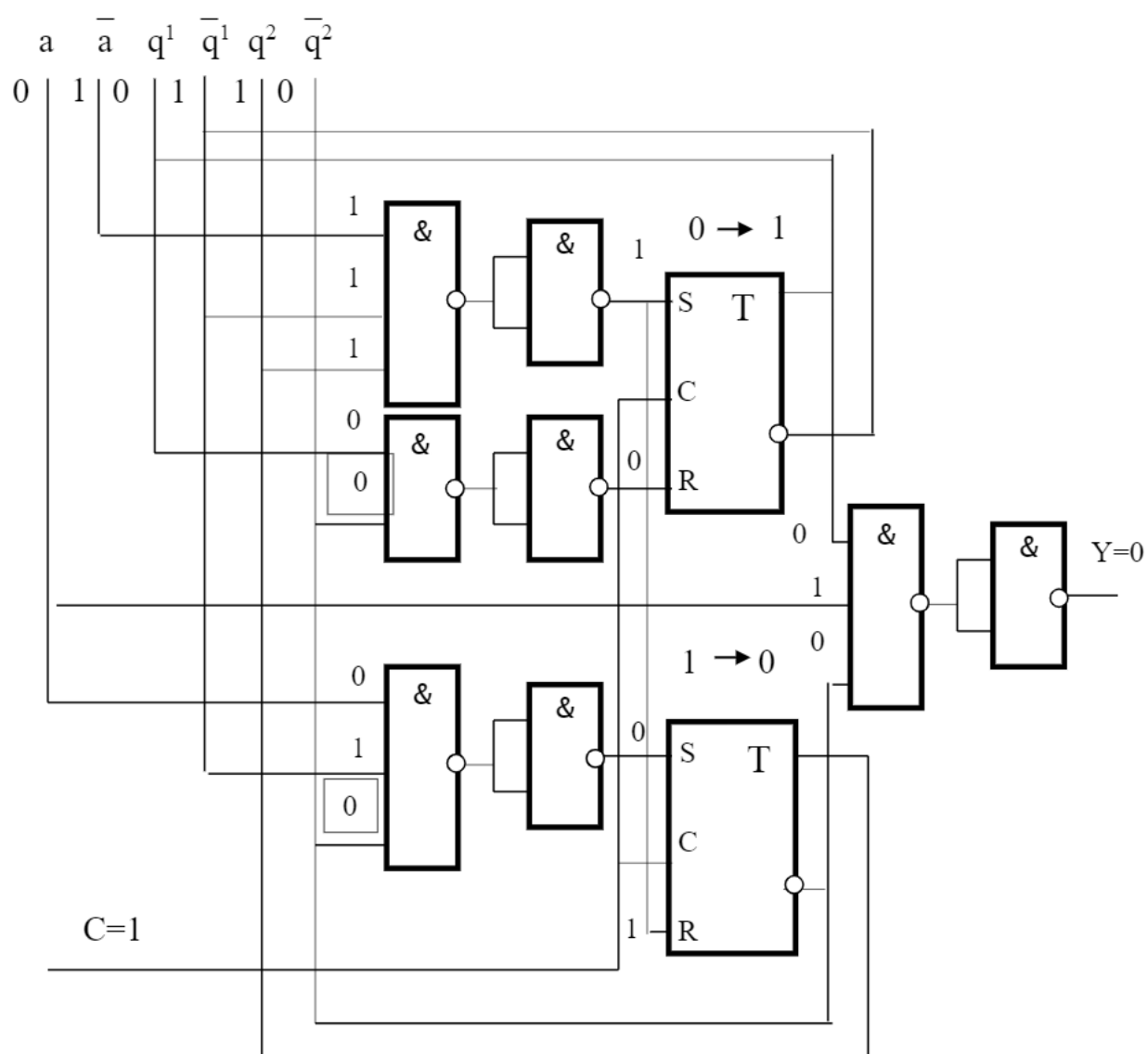


Рис. 6.3

функциями возбуждения триггеров и функцией выхода. Функциональная схема автомата приведена на рис. 6.3. При построении схемы необходимо учесть, что функции возбуждения S_1 и R_2 совпадают. Поэтому эти функции могут быть реализованы при помощи одних и тех же логических элементов.

Проверка правильности работы автомата. Для проверки правильности работы автомата рассмотрим случай, когда автомат находится в состоянии Q_1 и на его вход поступает сигнал $a = 0$. Тогда:

$$Q_t = Q_1, \text{ т.е. } q_t^1 = 0 \text{ и } q_t^2 = 1 \text{ (см. кодирование состояний),}$$

$$a = 0.$$

Значения сигналов на входах элементов схемы для этого случая показаны на рис. 6.3. В соответствии с логикой работы элементов схемы на выходе автомата формируется сигнал $Y = 0$ и элементы памяти переходят в состояние $q_{t+1}^1 = 1$ и $q_{t+1}^2 = 0$, т.е. автомат переходит в состояние Q_2 . Таким образом, работа автомата соответствует таблице переходов и выходов.

При сравнении полученной в данном примере схемы со схемой, выполненной на Т-триггерах (см. 5.2), можно сделать вывод, что комбинационные схемы автомата при использовании RS- триггеров имеют более простую структуру.

6.3. Особенности синтеза автомата на JK-триггерах

JK-триггер имеет два информационных входа, которые обозначаются буквами J и K. Логика работы JK-триггера во многом совпадает с логикой работы RS- триггера. При этом назначение входов J и K аналогично назначению входов S и R соответственно. Условное графическое обозначение синхронного JK-триггера и его таблица переходов (при $C=1$) показаны на рис.6.4.

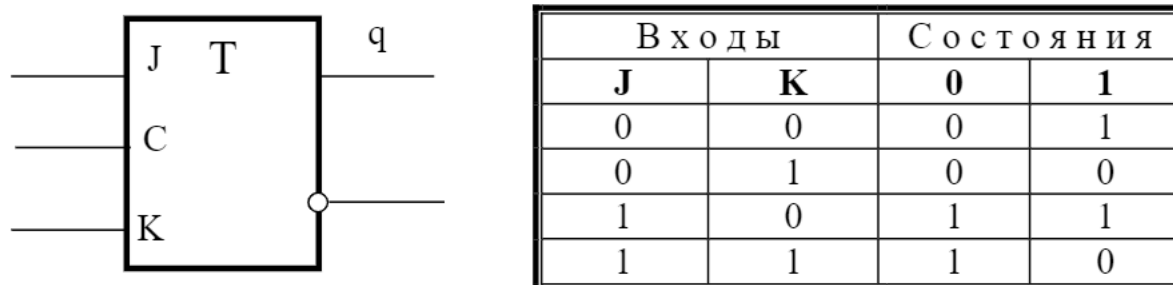


Рис. 6.4

Как видно из таблицы переходов, JK-триггер отличается от RS-триггера тем, что для JK-триггера допускаются любые комбинации входных сигналов.

При поступлении на входы JK-триггера сигналов $J=1$ и $K=1$ триггер изменяет свое состояние. Характеристическая таблица JK-триггера составляется по таблице переходов и имеет вид табл.6.4.

Из характеристической таблицы можно записать логическую функцию,

Таблица 6.4

С о с т о я н и я		В х о д ы	
Q_t	Q_{t+1}	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

описывающую значение сигнала J для перевода триггера в состояние $Q_{t+1} = 1$:

$$J = \bar{Q}_t Q_{t+1}.$$

С учетом того, что при $Q_t = Q_{t+1} = 1$ значение сигнала J является неопределенным, эту функцию можно упростить следующим образом:

$$J = \bar{Q}_t Q_{t+1} \vee Q_t Q_{t+1} = Q_{t+1}.$$

Таким образом, для установки JK-триггера в состояние 1 на вход J следует подать сигнал 1.

Аналогичным образом может быть получена логическая функция для сигнала K:

$$K = \bar{Q}_t \bar{Q}_{t+1} \vee Q_t \bar{Q}_{t+1} = \bar{Q}_{t+1}.$$

Полученные выражения для функций J и K совпадают с аналогичными выражениями для функций S и R соответственно (см. п. 6.2).

Последовательность синтеза автомата на JK-триггерах та же, что и при синтезе автомата на RS-триггерах. Если выполнять синтез автомата, заданного в п. 6.2, с использованием JK-триггеров, то из таблицы переходов и выходов (табл. 6.2) можно получить таблицу функций возбуждения JK-триггеров, имеющую вид табл.6.5.

Таблица 6.5

Вход	С о с т о я н и я и в ы х о д ы					
	Q_0		Q_1		Q_2	
a	\bar{q}_t^1	\bar{q}_t^2	\bar{q}_t^1	q_t^2	q_t^1	\bar{q}_t^2
	0	0	0	0	0	0
	$J_1 K_1$	$J_2 K_2$	$J_1 K_1$	$J_2 K_2$	$J_1 K_1$	$J_2 K_2$
0	$0^\alpha \text{ } _\alpha$	0 -	$1^\beta \text{ } 0^\beta$	0 1	$0^x \text{ } 1^x$	0 -
1	0 -	1 0	0 -	- 0	0 1	0 -

Функции возбуждения JK-триггеров имеют следующий вид:

--

--

-

$$J_1 = aq^1q^2;$$

$$K_1 = aq^1q^2 \vee aq^1q^2;$$

$$J_2 = aq^1\bar{q}^2;$$

$$K_2 = aq^1\bar{q}^2;$$

Функция выхода: $Y = aq^1\bar{q}^2$.

Если не проводить доопределения, то минимизировать можно только функцию K_1 . При этом выражения для функций J_1 , K_1 , J_2 , K_2 и Y полностью совпадают с выражениями, полученными в подразделе 12.2 для функций S_1 , R_1 , S_2 и R_2 . Таким образом, при синтезе рассматриваемого автомата на RS- и JK-триггерах схема автомата получается одинаковой. Далее будет показано, что при минимизации с доопределением логических функций схемы могут отличаться друг от друга.

Контрольные вопросы

- Опишите логику работы RS-триггера.
- Составьте таблицу переходов RS-триггера.
- Как составить таблицу функций возбуждения для автомата на RS-триггерах?
- Чем JK-триггер отличается от RS-триггера?
- Опишите логику работы JK-триггера.
- Составьте таблицу переходов JK-триггера.
- Как составить таблицу функций возбуждения для автомата на JK-триггерах?
- Почему функции возбуждения для автомата на RS- и JK-триггерах могут совпадать?
- В каком порядке проводится проверка работоспособности автомата Мили?
- Что происходит с синхронным JK-триггером, если на его входы поступают сигналы $J=1$, $K=1$ и $C=0$?

