

СИНТЕЗ МНОГОТАКТНЫХ СИНХРОННЫХ СХЕМ С ТРИГГЕРАМИ

Состояния на выходах многотактных переключательных систем с памятью зависят не только от комбинации мгновенных значений независимых входных переменных, но и от предшествовавших состояний входных и выходных переменных. Поэтому комбинаторную схему построить нельзя, а приходится вводить элементы памяти, что проще всего сделать, используя триггеры.

При построении многотактных схем с триггерами используют методы, в которых многотактная логика сводится к последовательности одноктактных логик. В рассматриваемом ниже методе проектирование разбивается на три шага.

Первый шаг. Для каждого триггера схемы запись характеристического уравнения триггера применяемого типа.

Второй шаг. Вывод уравнения применения для каждого из триггеров схемы. Уравнение применения описывает поведение данного триггера в $n+1$ такте как функцию состояний всех триггеров схемы в такте n .

Третий шаг. Сравнение коэффициентов характеристических уравнений и уравнений применения с целью получения переключательных формул, описывающих включение каждого триггера в общей схеме. Переключательные формулы, как правило, подлежат упрощению одним из известных методов, например, с использованием диаграмм Карно. При упрощении надо учитывать то обстоятельство, что полученные в результате упрощения формулы должны соответствовать виду характеристических уравнений триггеров применяемых типов.

Для того, чтобы отличить в формулах состояния переменных в такте $n+1$ от состояний в такте n их обычно отмечают звёздочкой; так, например, Q^*_A и Q_A означает состояния на выходе триггера A в тактах $n+1$ и n соответственно.

Другие аспекты проектирования многотактных схем с триггерами, такие, как выбор элементной базы, начальная установка триггеров и т.п., не относятся к проблеме собственно синтеза и в каждом конкретном случае должны рассматриваться особо.

В качестве примера рассмотрим схему, последовательно сменяющую на трёх выходах комбинации 001; 010; 100; 101 и 110 при приходе каждого тактового импульса. Элементная база – микросхемы ТТЛ серии 155 JK-MS-триггеры К155ТВ1, имеющие по три конъюнктивно объединённых входа J и K , входы

предустановки \bar{S} и \bar{R} , и прямой и инверсный выходы Q и \bar{Q} (рис 8.1).

По условиям задачи должно быть использовано три триггера, на которых можно реализовать восемь различных комбинаций состояний на их выходах, следовательно, три состояния являются избыточными, поэтому потребуется предустановка триггеров в одно из разрешённых состояний, например, в состояние 001.

Характеристическое уравнение данного JK-триггера имеет вид

$$Q^* = J_1 J_2 J_3 \bar{Q} + \bar{K}_1 \bar{K}_2 \bar{K}_3 Q.$$

Составим уравнения применения для триггеров проектируемой схемы. Обозначим триггеры A , B и C . Последовательность состояний триггеров после каждого тактового импульса имеет вид:

Q_A	Q_B	Q_C	Q^*_A	Q^*_B	Q^*_C
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1

Уравнения применения триггеров составляются по этой последовательности так же, как СДНФ по таблице истинности. Например, для триггера A надо записать:

$$Q^*_A = \bar{Q}_A Q_B \bar{Q}_C + Q_A \bar{Q}_B \bar{Q}_C + Q_A \bar{Q}_B Q_C.$$

Это выражение похоже на СДНФ, но не является ею, поскольку правая часть выражения относится к состояниям триггеров в такте n , а левая определяет состояние триггера A в $n+1$ такте. Поэтому при дальнейшем упрощении выражения нельзя исключать переменную Q_A .

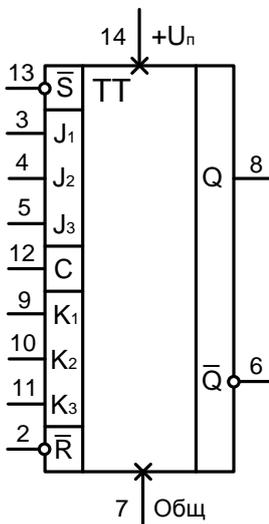


Рис. 8.1 Микросхема К155ТВ1

Для целей дальнейшего упрощения выражений запишем уравнение применения всех трёх триггеров в матрицах Карно (рис. 8.2) и произведём упрощение, записав функции в виде, аналогичном характеристическому уравнению триггера.

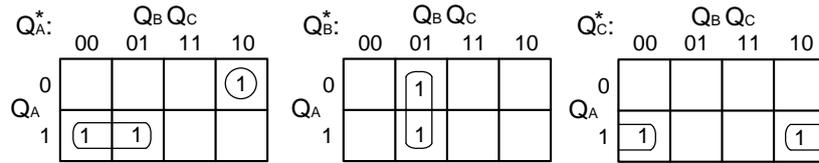


Рис. 8.2. Уравнения применения триггеров А, В и С, записанные в виде матрицы Карно

$$Q^*_A = Q_B \bar{Q}_C \bar{Q}_A + \bar{Q}_B Q_A;$$

$$Q^*_B = Q_C \bar{Q}_B = Q_C \bar{Q}_B + 0;$$

$$Q^*_C = Q_A \bar{Q}_C = Q_A \bar{Q}_C + 0.$$

Нули, добавленные в выражения для Q^*_B и Q^*_C , не изменяют функции, а лишь представляют их в виде, похожем на характеристическое уравнение JK-триггера.

Сравнивая коэффициенты при переменных $Q^*_A, \bar{Q}_A, Q_B, \bar{Q}_B, Q_C, \bar{Q}_C$ и коэффициенты $J_1 J_2 J_3$ и $\bar{K}_1 \bar{K}_2 \bar{K}_3$ при переменной Q характеристического уравнения триггера, определяем способ подключения каждого триггера.

Для триггера А получаем:

$$J_1 J_2 J_3 = Q_B \bar{Q}_C, \text{ откуда } J_1 = Q_B, J_2 = \bar{Q}_C, J_3 = 1;$$

$$\bar{K}_1 \bar{K}_2 \bar{K}_3 = \bar{Q}_B, \text{ откуда } K_1 = Q_B, K_2 = K_3 = 1.$$

Для триггера В:

$$J_1 J_2 J_3 = Q_C, \text{ откуда } J_1 = Q_C, J_2 = J_3 = 1;$$

$$\bar{K}_1 \bar{K}_2 \bar{K}_3 = 0, \text{ откуда } K_1 = K_2 = K_3 = 1.$$

Для триггера С:

$$J_1 = Q_A, J_2 = J_3 = 1;$$

$$K_1 = K_2 = K_3 = 1.$$

По этим выражениям можно построить принципиальную схему устройства (рис. 8.3). В ней следует предусмотреть начальную установку в состояние 001 сигналом НУ логического нуля, подаваемым на входы \bar{R} триггеров А и В и на вход \bar{S} триггера С. После предустановки при работе схемы сигнал НУ должен иметь состояние логической единицы. На остальные входы предустановки триггеров и на входы J и K триггеров, на которых в соответствии с уравнениями должна быть логическая единица, нужно подать напряжение +5 В через резистор 1 кОм, соединив их друг с другом.

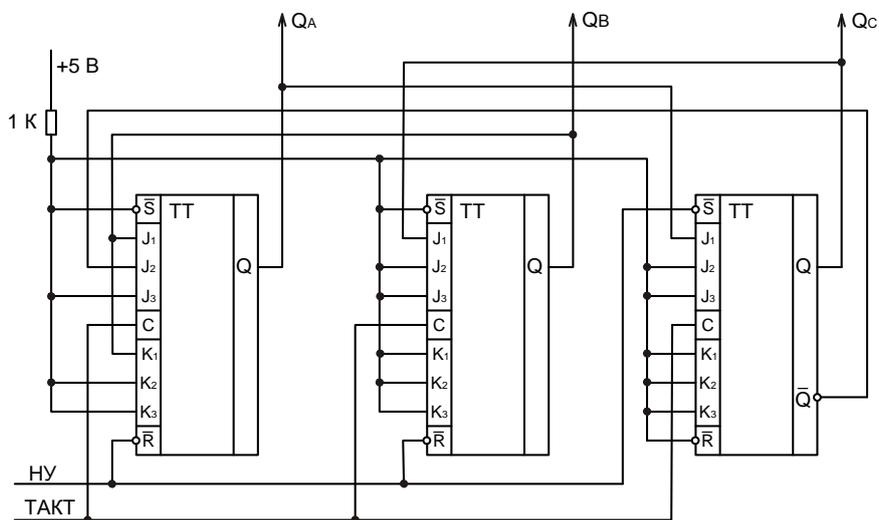


Рис. 8.3. Принципиальная схема устройства