лекция 2

Тема "Триггеры"

вопрос лекции

1. Общие сведения о триггеры и их назначения.

2. Триггеры на логических элементах.

3. RS-триггер.

4. D-триггер.

5. Т-триггер.

6. JK-триггер.

Основные понятия

Триггеры; триггеры в интегральном исполнении; выход прямой; выход инверсный; вход информационный; вход тактовой (синхронизирующий) вход прямой; вход инверсный; вход потенциальный; вход импульсный; триггеры асинхронные, триггеры синхронные; таблица переходов состояние триггера (нулевой, единичный, неопределенный) двухвходовый асинхронный RS-триггер с прямыми и инверсными входами; D-триггер; Т-триггер; JK - триггер.

2.1. Общие сведения о триггеры и их назначения

Основой последовательность. логических устройств (устройств с памятью) является триггеры. Триггер обеспечивает запоминание элементарного объема дискретной информации - 1 бит.

Триггеры (от английского trigger - защелка) - это спусковые импульсные устройства с положительной обратной связью, имеющих два устойчивых состояния равновесия и могут переходить из одного состояния в другое под действием сигнала, превышающего по значению некоторый уровень - порог срабатывания устройства.

Используются триггеры для следующих целей:

1) превращение импульса произвольной формы в прямоугольную, то есть применяются как формирователи импульсов прямоугольной формы (триггеры Шмитта)

2) создание электронных реле;

3) создание устройств подсчета импульсов и деления частоты следования импульсов;

4) хранение информации в двоичном коде.

2.2. Триггеры на логических элементах

Триггеры в интегральном исполнении строятся из простых логических элементов типа ИЛИ-НЕ, И-НЕ. Как правило, микросхема содержит 1-4 триггеры с общими цепям питания, а иногда и общими кругами синхронизации или управления [5].

В общем случае триггеры состоят из логического устройства управления и собственно триггера как элемента памяти. Есть большое количество различных схем триггеров с различными функциональными возможностями [2].

Обобщенная структурная схема триггера изображена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 - Структурная схема триггера

Устройство управления предназначен для преобразования сигналов, поступающих на входы, в вид, пригодный для управления собственно триггером, выполняет функцию элемента памяти.

Триггер имеет два выхода: Q - прямой (единичный) - инверсный (нулевой).

Входы называются информационными, а входы - тактовыми или синхронизувальнимы.

По способу занесения информации триггеры делятся на асинхронные, изменяющие свое состояние сразу после поступления сигнала на определенный информационный вход, и синхронные, которые срабатывают не только при наличии сигналов на информационных входах, а только после поступления синхронизувального (тактового) сигнала на определенный вход синхронизации.

Описывают работу триггеров (и послидовнисних устройств вообще) также с помощью логических функций или чаще для наглядности с помощью таблиц переходов. В таблицах указываются все возможные комбинации сигналов на информационных входах в данный момент времени и состояние, в которое перейдет триггер под действием этих сигналов в следующий момент времени ti + 1. Причем следующий момент времени в асинхронного триггера наступает сразу после изменения комбинации сигналов на информационных входах, а в синхронного - после поступления тактового сигнала (как правило, это импульс) на соответствующий вход синхронизации.

Состояния триггера в таблицах переходов, как правило, обозначают так:

0 - триггер имеет сигнал на выходе Q = 0 (нулевое состояние) независимо от сигналов на входах;

1 - триггер имеет сигнал на выходе Q = 1 (единичное состояние) независимо от сигналов на входах;

  - Состояние триггера не изменяется при изменении сигналов на входах;

  - Состояние триггера меняется на противоположный при изменении сигналов на входах;

Х - неопределенное состояние триггера, когда он после изменения сигналов на входах равновозможными может оказаться в нулевом (Q = 0) или в единичном (Q = 1) состоянии.

Утверждают, что даже при самой простой конфигурации триггерного устройства, имеет один информационный вход и два выхода, можно получить 25 функциональных разновидностей триггеров. При двух входах их будет уже 625. Практически же применяют 6 - 8 типов.

Наиболее распространенные из них RS - триггеры, D - триггеры, T - триггеры, JK- триггеры. Часто триггеры строят как комбинированные: RSD - триггер, RSТ - триггер и т.п.

2.2.1. RS-триггер

Условные обозначения двухвходовый асинхронных RS - триггеров с прямыми

(такими, реагирующие на наличие 1) и инверсными (такими, реагирующие на наличие 0) входами приведен на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 - Условные обозначения RS-триггера с прямыми (а) и инверсными (б) входами

Свое название RS-триггер получил от первых букв английских слов set - устанавливать (S) и reset - восстанавливать (R).

S - информационный вход предназначен для установки триггера в единичное состояние (Q = 1), а R- вход предназначен для возвращения триггера в нулевое состояние (Q = 0).

Работу триггеров описывают соответствующие таблицы переходов, приведены в табл. 2.1 [5].

Таблица 2.1-таблицы переходов RS-триггеров

а) с прямыми входами б) с инверсными входами

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | |  |
| *S* | *R* | *Q* | *S* | *R* | *Q* |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 |  | 1 | 1 |  |
| 1 | 1 | *Х* | 0 | 0 | *Х* |



Рисунок 2.3 - RS-триггер с инверсными входами на элементах И-НЕ (а) и с прямыми входами на элементах ИЛИ-НЕ (б)

Схема и условное обозначение синхронного RS-триггера с прямыми входами, построенного на элементах И-НЕ, приведены на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 - Синхронный RS-триггер

Необходимо отметить, что тактовые входы бывают потенциальные прямые, как в данном случае (триггер меняет свое состояние при поступлении сигнала 1 на вход С), и инверсные (триггер изменяет состояние при поступлении сигнала 0), или импульсные, также прямые и инверсные (когда триггер меняет свое состояние при изменении сигнала на тактовом входе с 0 на 1 или с 1 на 0 соответственно).

2.2.2. Триггер D-типа (D-триггер)

D-триггер (от английского delay - задержка) имеет два входа: D - информационный и С - тактовый (синхронизирующий): D-триггер синхронный. А это значит, что информация, которая поступает на вход D, запоминается только при поступлении синхронизирующего импульса на вход С, то есть с задержкой на время поступления последнего. Поэтому D-триггер называют триггером задержки.

Условное обозначение D-триггера с прямым импульсным входом синхронизации и таблица переходов приведены на рис. 2.5, а временные диаграммы его работы - на рис. 2.6.



Рисунок 2.5 - Условное обозначение (а) и таблица переходов (б) D-триггера



Рисунок 2.6 - Временные диаграммы работы D-триггера

2.2.3. Триггер Т-типа (Т-триггер)

Т-триггер (от английского toggle - кувыркаться) еще называют триггером-разделитель на два, или счетным триггером. Триггер имеет только один тактовый вход, а его состояние меняется на противоположный с поступлением на вход каждого импульса. Этот триггер используют для пересчета и деления частоты импульсов [4].

Условное обозначение и временные диаграммы работы Т-триггера с инверсным импульсным входом приведены на рис. 2.7.

2.2.4. JK - триггер

Синхронный JK-триггер имеет два информационных входа J и K и тактовой С. Условное обозначение и таблица переходов JK-триггера с прямым импульсным тактовым входом приведены на рис. 2.8.

JK-триггер является универсальным, поскольку он может выполнять роль RS-триггера, если использовать вход J как S, а K - как R (при этом таблица переходов RS- триггера соответствует первым трем строкам таблицы переходов JK-триггера). Если задать единицы на обоих информационных входах, JK-триггер становится Т-триггером.



Рисунок 2.7 - Условное обозначение (а) и временные диаграммы работы (б) Т-триггера



Рисунок 2.8 - Условное обозначение (а) и таблица переходов (б) JK-триггера

Схемы использования JK-триггера как T-триггера D-триггера изображены на рис. 2.9.



Рисунок 2.9 - Использование JK-триггера (а) и D-триггера (б) как T-триггера

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните, что такое триггеры и для чего они могут быть применены?

2. Приведите обобщенную структурную схему триггера, построенного на логических элементах.

3. Объясните разницу между асинхронным и синхронным триггерами.

4. Объясните, как описывают работу триггеров? Приведите примеры.

5. Объясните значение терминов "прямой вход", "инверсный вход", "потенциальный вход", "импульсный вход".

6. Приведите условное обозначение, таблицы переходов и схемы RS-триггеров с прямыми и инверсными входами, построенных на логических элементах.

7. Приведите схему и объясните работу синхронного RS-триггера, построенного на логических элементах И-НЕ.

8. Приведите условные обозначения, таблицы переходов и объясните работу D-триггера, Т-триггера, JK-триггера.

9. Объясните, почему JK- триггер считают универсальным? Приведите и объясните примеры его использования для построения триггеров других типов.

10. Как с помощью D-триггера построить Т-триггер?