**Сдвигающие регистры (сдвигатели)**

Для схем регистров и временных диаграмм используйте **бумагу в клетку** и жирный карандаш (поправки делайте ластиком). Длительность такта на временной диаграмме – одна клетка, амплитуда прямоугольных импульсов сигналов (или групп сигналов) – тоже одна клетка.

Вставьте качественное фото схем и временных диаграмм в файл WORD с полным текстом задания и подробными пояснениями. Результаты работы каждый студент выкладывает в ЭИОС в свой личный кабинет. Если портал не работает, то староста создает архив из нескольких заданий и отправляет его мне по почте.

Имя файла: «Группа\_Фамилия\_№ в журнале (№ варианта)\_«Сдвигатели».

Для экспериментов с регистром ИР1 используйте шестнадцатеричное число N, с регистром ИР13 – число NN.

Для регистров ИР1 и ИР13, исследованных в Che 6, нарисуйте временные диаграммы на временном промежутке с минимальным количеством тактов (такты 0, 1, 2, …). Значения (уровни) сигналов на выходах можно получить двумя способами:

1. используя таблицу истинности (функционирования) регистра, задавая в каждом такте значения сигналов на входах и обдумывая значения на выходах;
2. с помощью модели, которая имеется в Che 6, изменяя в пределах каждого такта значения сигналов на входах и фиксируя на бумаге значения выходных сигналов.

Освобождающиеся при сдвиге разряды заполняйте нулями.

Для каждого регистра надо построить **три временных диаграммы.** Для регистра ИР13 имеется **дополнительное задание, включающее 2 опыта.**

Изменение кода на шине данных и содержимого регистра показывайте не отдельно для каждой линии, как на **рис. 1,** а на одной линии с «перекрестьями», как на **рис. 3.** Показывайте коды в двоичном виде, как на **рис. 3.**

**Задания:**

* 1. Нарисуйте УГО **ИР1.** Преобразуйте временную диаграмму (ВД) **рис. 1** так, чтобы она занимала минимальное число тактов при постоянной длительности такта. Любое изменение любого сигнала происходит в начале нового такта:

Такт 0 – появление на входах регистра 4-х-разрядного кода, т.е. сигналов D(3/0), и сигнала D0П=0.

Такты 1-3 – сигнал V=1.

Такт 2 – С1=1.

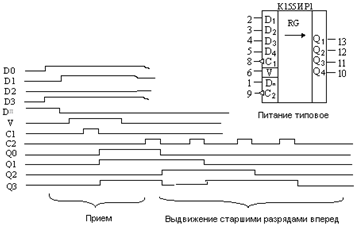
Такты 4-… V=0.

Такты 5-12 – сдвиг принятого кода на регистре, выдвижение старшими разрядами вперед под действием четырех импульсов сигнала синхронизации С.

* 1. Для **ИР1** нарисуйте ВД приема в регистр **параллельного** кода числа N и преобразования его в **последовательный** код.
  2. Для **ИР1** нарисуйте ВД приема **последовательного** кода числа N в регистр, поступающего старшими разрядами вперед, и преобразования его в **параллельный** код.
  3. Нарисуйте УГО **ИР13.** Преобразуйте ВД **рис.2** так, чтобы она занимала минимальное число тактов при одинаковой длительности такта. Любое изменение любого сигнала происходит в начале нового такта.
  4. Для **ИР13** нарисуйте ВД приема в регистр **параллельного** кода числа NN и преобразования его в **последовательный** код (старшими разрядами вперед).
  5. Для **ИР13** нарисуйте ВД приема **последовательного** кода числа NN в регистр (старшими разрядами вперед) и преобразования его в **параллельный** код.
  6. Дополнительное задание для **ИР13 (см. ниже).**

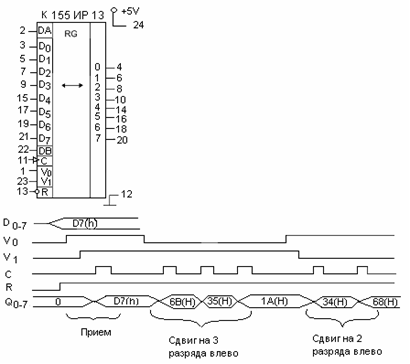
**Варианты заданий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | № студента  в журнале | Число N (hex)  для регистра ИР1 | Число NN (hex)  для регистра ИР13 |
| 1 | 1,6,11,16 | 5 | 55 |
| 2 | 2,7, 12,17 | A | AA |
| 3 | 3,8,13,18 | B | BB |
| 4 | 4,9,14,19 | C | CC |
| 5 | 5,10,15,20 | D | DD |



**Рис. 1 – Условное графическое обозначение (УГО) и пример временной диаграммы (ВД) работы регистра ИР1. Прием числа и сдвиг старшими разрядами вперед**

(вывод 8 – земля, вывод 16 – +5В; DП – это D0П, так как прием последовательного кода производится, начиная с младших разрядов, и очередной бит записывается в младший, нулевой, разряд регистра)



**Рис. 2. Условное графическое обозначение (УГО) и пример временной диаграммы работы регистра К155ИР13** из пособия по ТТЛ

**Внимание. Данная временная диаграмма:**

**-**  **содержит ошибку,** так как управляющие сигналы V0 и V1 должны меняться при C=1 (см.ниже таблицу функционированиярегистра);

**- содержит неточность** в том, как показано изменение кода на шине данных и содержимого регистра (переключение регистра происходит по переднему фронту синхроимпульса, покажите его начинающимся после переднего фронта синхроимпульса, время переключения существенно меньше длительности такта и длительности синхроимпульса).

На **рис. 3** приведен пример правильной временной диаграммы работы сдвигающего регистра К155ИР13 (исходные данные и микропрограмма, т.е. последовательность действий, та же).

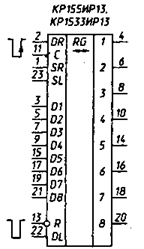


**Рис. 3. Пример правильной временной диаграммы работы сдвигающего регистра К155ИР13 (на входах: DB = DA = 0).** Сигнал С проинвертирован

**Таблица 2 – Таблица истинности (функционирования) К155ИР13** (вход R является асинхронным превалирующим)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **R** | **V0** | **V1** | **C** | **Режим** |
| 0 | ~ | ~ | ~ | Сброс (Установка в 0) |
| 1 | 0 | 0 | ~ | Хранение |
| 1 | 1 | 1 | 29 | Прием D(7/0). Можно записать в виде Рг(7/0) := D(7/0). |
| 1 | 0 | 1 | 29 | Сдвиг вправо (в сторону младших разрядов). Прием последовательного кода (Dпосл) с DВ |
| 1 | 1 | 0 | 29 | Сдвиг влево (в сторону старших разрядов). Прием последовательного кода (Dпосл) с DА |
| 1 | **35** | 35 | 1 | Смена режима (изменение кода V0V1 должно происходить при С=1) |

В некоторых источниках используется нестандартное УГО регистра К155ИР13 и его аналога К1533ИР13 из серии элементов К1533 **(рис. 4).** Сигналы V0 и V1 обозначены через SR (Shift Right) и SL (Shift Left), так как **могут использоваться для управления сдвигом при С=0.**



**Рис. 4. Нестандартное УГО регистров К155ИР13, К1533ИР13**

**Дополнительное задание для ИР13**

В основных заданиях предусмотрено стандартное управление ИР13 в соответствии с **табл. 2.** Про этом требуется соблюдать правила смены режима: изменение кода V0V1 должно происходить при С=1. При его нарушении в регистре может происходить непредусмотренный (ложный) сдвиг. В этом необходимо убедиться, выполнив **дополнительное задание, включающее 2 опыта.**

**Опыт №1.** Создайте временную диаграмму, обеспечивающую прием числа NN (h) и преобразующую его в последовательный код (сдвиг старшими разрядами вперед). Диаграмма для управляющих сигналов должна иметь вид (рис. 5):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| R |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Рис. 5 – Пример временной диаграмма управляющих сигналов для наблюдения нежелательного сдвига**

На диаграмме выполняется прием кода, один сдвиг, один сдвиг вследствие неправильного управления и еще два сдвига.

Перерисуйте временную диаграмму **рис. 5** для случая постоянной длительности такта, как сделано на **рис. 6а,** с привязкой моментов изменения сигналов к началу некоторого такта. Убедитесь, что в регистре происходит лишний сдвиг в момент смены управляющего сигнала V0 (такт 7). Это произошло потому, что смена режима допустима лишь при С=1.

**Опыт №2.** Для устранения нежелательного сдвига в такте 7 проинвертируйте сигнал «С». Нарисуйте и выполните временную диаграмму **рис. 6б.** Убедитесь, что сдвиг в такте 7 исчез и что сдвиги происходят только по фронту С.

Дополните временные диаграммы сигналами на входах D(0-7) и выходах Q(0-7) регистра аналогично **рисунку 3.**



**Рис. 5 (а, б) – Дополнительное задание. Временные диаграммы работы регистра К155ИР13: а (вверху) – смена режима при С = 0, б (внизу) – смена режима при С = 1**

Выполните на модели регистра ИР13 в Che6 прием в регистр ИР13 числа NN (h) и преобразования его в последовательный код. Освобождающиеся разряды заполните нулями. Нарисуйте соответствующие временные диаграммы. для двух случаев: формирование последовательного кода старшими разрядами вперед и младшими разрядами вперед.

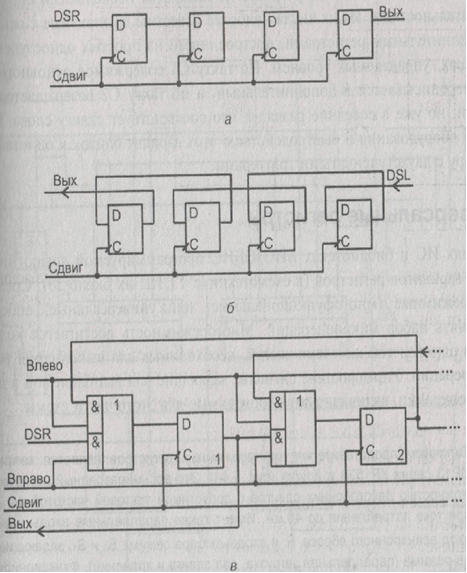
**ПРИЛОЖЕНИЕ**

Сдвигающие регистры ИР1 и ИР13 позволяют обеспечить прием двоичного числа в параллельном коде и преобразование его в последовательный код, а также прием двоичного числа в последовательном коде и преобразование его в параллельный код. Простейшие сдвигающие регистры строятся по более простой схеме.

**Принцип работы простейших сдвигающих регистров**

Последовательные (сдвигающие) регистры представляют собою цепочку разрядных схем, связанных цепями переноса.

В однотактных регистрах со сдвигом на один разряд вправо **(рис. 9,*а*)** слово сдвигается при поступлении синхросигнала. Вход и выход последовательные (DSR – Data Serial Right). На **рис. 9,*б*** показана схема регистра со сдвигом влево (вход данных DSL – Data Serial Left). **Рис. 9,*в*** иллюстрирует принцип построения реверсивного регистра, в котором имеются связи триггеров с обоими соседними разрядами, но соответствующими сигналами разрешается работа только одних из этих связей (команды «влево» и «вправо» одновременно не подаются).



**Рис. 9. Схемы регистров сдвига вправо (а), влево (б)**

**и реверсивного сдвига (в).** Показан принцип организации сдвига.

Это однотактные регистры со сдвигом на один разряд вправо или влево. Обозначения входов данных: DSR – Data Serial Right, DSL – Data Serial Left