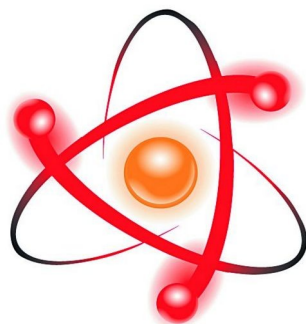


НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ



РТЦУЛ-14К

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИСТРОВ.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (С
ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)**

Тула, 2011 г

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИСТРОВ.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (С ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЙ ПЭВМ)

Цель работы: изучить назначение, принципы построения и логику работы со схемами регистров.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.

Регистры и регистровая память.

Регистры предназначены для хранения информации, которая поступает и хранится в регистре в виде n разрядных двоичных чисел. Основу регистра составляют запоминающие устройства — триггеры. Кроме хранения, регистр может осуществлять сдвиг принятого кодового числа, преобразование двоичного кода из прямого в обратный (когда единицы заменяются нулями, а нули — единицами), и наоборот, логические сложение и умножение. Основным классификационным признаком регистров является способ приема (записи) и выдачи (чтения) информации.

В зависимости от способа ввода и вывода разрядов числа различают регистры параллельные, последовательные и параллельно-последовательные. В параллельном регистре ввод и вывод всех разрядов кодового числа осуществляется одновременно, в последовательном разряды числа вводятся и выводятся последовательно, а в параллельно-последовательном регистре ввод числа производится в параллельной форме, а вывод — в последовательной, и наоборот.

Регистр, в котором можно осуществить сдвиг числа, называют сдвигающим (сдвиговым), причем сдвиг может быть или в одну сторону (в сторону младшего разряда — правый сдвиг, или в сторону старшего разряда — левый сдвиг), или в обе стороны (реверсивный сдвигающий регистр). В этом смысле последовательный и параллельно-последовательный регистры относят к сдвиговым.

Отечественная промышленность выпускает многие типы регистров в виде микросхем. В качестве примера на рис. 1.1 приведено изображение четырехразрядного регистра (микросхема серии К155).

При $V_2 = 0$ разряды числа вводят последовательно в регистр через вход V_1 ; синхроимпульсы, поступающие на вход C_1 , обеспечивают сдвиг вправо разрядов числа; регистр работает как сдвигающий.

Если выводы последнего триггера сдвигающего регистра соединить с входами первого, то получится кольцевой регистр сдвига, называемый кольцевым счётчиком. Его коэффициент пересчета равен числу разрядов n :

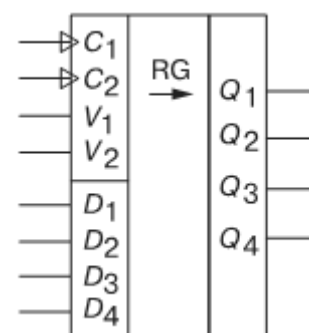


Рис. 1.1

единица, записанная в один из разрядов, периодически появляется на выходе счётчика после того, как пройдут n сдвигающих синхроимпульсов.

В микросхеме (см. рис. 1.1) предусмотрен также параллельный ввод всех разрядов числа по синхроимпульсу на входе $C2$ с входов $D1-D4$ при $V2 = 1$. В данном случае регистр работает как параллельный.

Параллельный регистр.

Параллельным называют регистр, в который n -разрядное двоичное слово записывается одновременно по всем n разрядам. Аналогичным образом осуществляется считывание хранящегося в регистре слова – одновременно по всем его разрядам. При считывании информация, хранящаяся в регистре, сохраняется, т.е. выдается ее копия. Параллельный регистр часто именуют регистром памяти. Основу регистров памяти составляют одноступенчатые синхронные D- или RS-триггеры. В этом качестве могут применяться и JK-триггеры, но их возможности больше, чем требуется для регистров памяти. Пример схемной реализации четырехразрядного регистра памяти приведен на рис. 1.2.

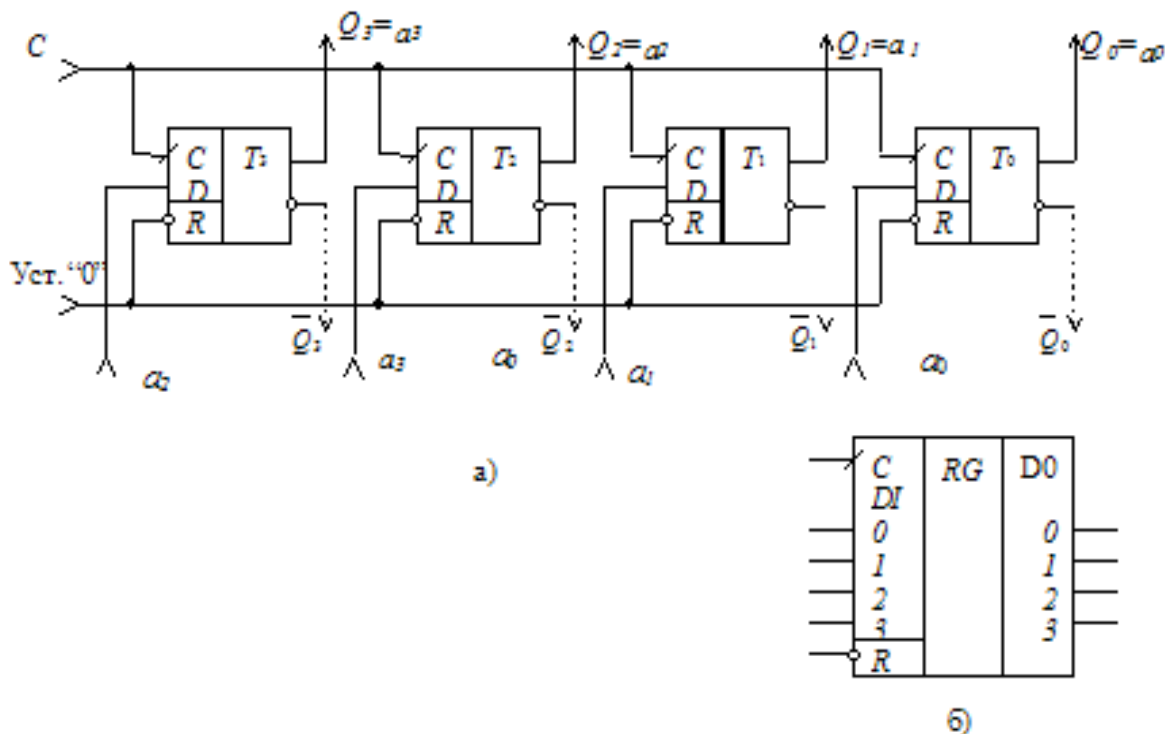


Рис. 1.2. Регистр памяти: а) схема; б) условное изображение

В качестве элементов регистра здесь использованы синхронные D-триггеры. Из схемы следует, что отдельные разряды регистра памяти не обмениваются данными между собой. Общими для разрядов регистра являются цепи управления: синхронизации или разрешения записи (C) и сброса или начальной установки "0". Из принципа работы синхронного D-триггера следует,

что разряды числа $A=a_3a_2a_1a_0$ запишутся в соответствующие триггеры только после подачи сигнала (импульса) на вход синхронизации C , т.е. при $C=1$. После смены сигнала на входе C на "0" триггеры переходят в режим хранения. В это время на входы D триггеров можно подать следующее слово, например, $B=b_3b_2b_1b_0$, которое при появлении сигнала $C=1$ запишется в регистр. Считывание слова осуществляется с прямых (Q_i) выходов триггеров (возможно считывание и с инверсных выходов – \overline{Q}_i). Для установки триггеров в нулевое состояние применяется специальная шина "Уст. "0"", связанная с асинхронными R-входами каждого триггера.

Последовательный регистр.

Последовательным называют регистр, в котором осуществляется последовательный (разряд за разрядом) прием и выдача информации. Такой регистр часто именуют регистром сдвига или сдвигающим регистром.

Регистр сдвига представляет собой ряд последовательно соединенных триггеров, число которых определяется разрядностью записываемого в него слова. По направлению сдвига записанной в регистр информации различают регистры прямого сдвига, т.е. вправо (в сторону младшего разряда); обратного сдвига, т.е. влево (в сторону старшего разряда); реверсивные регистры, допускающие сдвиг в обоих направлениях.

На рис. 1.3 приведен пример схемной реализации четырехразрядного регистра сдвига вправо, построенный на синхронизируемых фронтом D-триггерах.

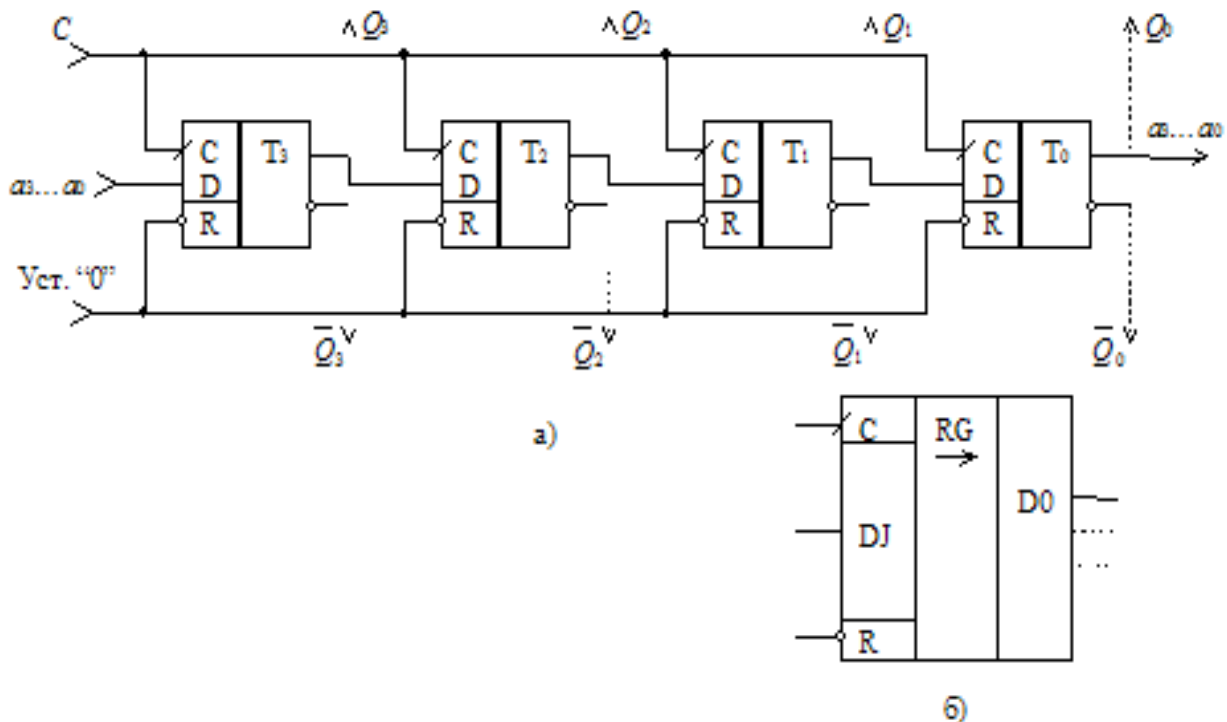


Рис. 1.3. Регистр сдвига вправо: а) схема; б) условное изображение

При записи в регистр двоичного слова $A=a_3a_2a_1a_0$ первый разряд вводимого слова (a_0) подается на вход крайнего левого триггера (T_3), являющегося одновременно входом регистра в целом, и записывается в него при поступлении первого сигнала (импульса) синхронизации C . С приходом следующего сигнала синхронизации значение a_0 с выхода разряда Q_3 вводится в разряд Q_2 , а в разряд Q_3 поступает a_1 .

С приходом каждого очередного синхроимпульса производится сдвиг поступающей информации на один разряд вправо. После четвертого синхроимпульса регистр оказывается заполненным разрядами слова A и первый разряд слова (a_0) появится на выходе Q_0 . Если подать на регистр еще одну последовательность из четырех синхроимпульсов, установив при этом на его входе уровень "0", то из регистра (с выхода Q_0 , являющегося выходом регистра в целом) будет последовательно выводиться разряды слова A и регистр будет освобожден от хранения слова A (очищен).

Таким образом, в процессе сдвига информации каждый триггер T_i регистра: а) передает хранимую информацию на триггер T_{i-1} , б) изменяет свое состояние за счет приема информации от триггера T_{i+1} . Передача информации с триггера T_i и изменение его состояния не могут происходить одновременно. Поэтому основная сложность реализации операции сдвига заключается в разделении во времени выполнения указанных этапов в каждом разряде триггера регистра. Эта сложность исключается за счет использования синхронных триггеров с динамическим управлением записью (как показано на рис. 2) или двухступенчатых триггеров, внутренняя организация которых предусматривает разделение во времени этапов приема входной информации и изменения выходной.

На рис. 1.4 приведена схема регистра сдвига влево, построенная на двухступенчатых D-триггерах. Комбинируя схемы сдвига вправо и влево и используя управляющие сигналы, можно построить реверсивный регистр.

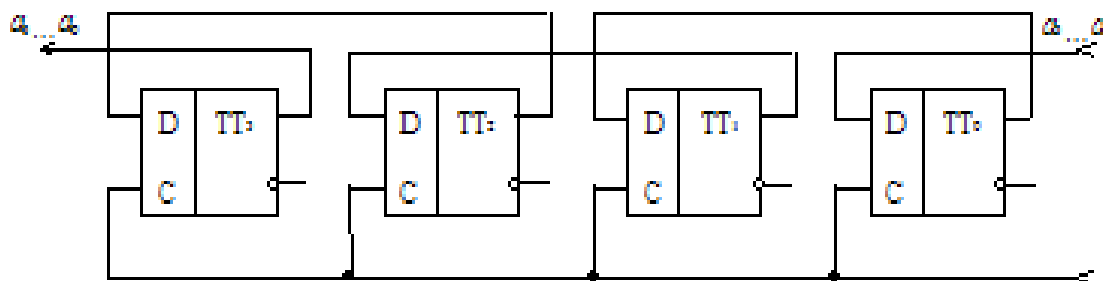


Рис. 1.4. Регистр сдвига влево

Регистры сдвига (рис. 1.3, 1.4) позволяют обеспечить преобразование последовательного кода в параллельный – достаточно в схеме предусмотреть выходы от всех разрядов (на рис. 1.3 показаны пунктирными линиями).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Приборы и оборудование.

Эксперимент выполняется на комбинированном лабораторном комплексе РТЦУЛ-14К, имеющим сопряжение с ПЭВМ. Все параметры эксперимента, установленные и измеренные значения параметров выводятся в соответствующие окна программы-оболочки для работы с установкой – LabVisual 2.5 и дублируются на ЖКД LCD дисплее учебной установки.

Эксперимент состоит из двух частей. При помощи кнопок «РЕЖИМ РАБОТЫ», расположенных на передней панели лабораторного модуля имеется возможность выбрать необходимый опыт: 1) ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ РЕГИСТРА, ПРЕОБРАЗУЮЩЕГО ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ КОД В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ (РЕГСИТР_1) 2) ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ РЕГИСТРА, ПРЕОБРАЗУЮЩЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ КОД В ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ (РЕГИСТР_2)

Остановка эксперимента и выход в главное меню осуществляется с помощью кнопки «ESC» на передней панели лабораторного модуля либо кнопки «ГЛАВНОЕ МЕНЮ» в окне программы-оболочки LabVisual 2.5. Для надежного срабатывания кнопку необходимо удерживать нажатой в течение ~1 – 2 секунд.

Сигнальные светодиоды служат для индикации логического состояния входов и выходов каждой исследуемой микросхемы.

Учебная установка конструктивно состоит из БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ, имеющего выход к USB порту компьютера. Все элементы лабораторного модуля выполнены в виде единого блока и в процессе эксплуатации не требуют вмешательства пользователя.

Принципиальные электрические схемы экспериментов представлены на рис. 2.2 — 2.3.

Программная часть. Подготовка к работе.

Для сопряжения работы учебной установки с персональным компьютером используется специально разработанный протокол передачи данных LabVisual, разделяющий байты управления и байты данных. Для визуализации принятых данных служит программа-оболочка LabVisual для РТЦУЛ-14. Установка подключается к USB порту компьютера при помощи специального соединительного кабеля.

Программа LabVisual может успешно работать как на компьютерах под управлением ОС Windows так и на компьютерах под управлением ОС Linux при помощи эмулятора среды окружения VirtualBox. На прилагаемых дисках в соответствующих папках содержатся сборки программ для установки и работы в этих операционных системах.

Подробная инструкция по установке среды LabVisual 2.5 содержится в прилагаемом руководстве к программе.

В комплекте с лабораторной установкой поставляется ПЭВМ с предустановленным дистрибутивом среды LabVisual 2.5 и установленным и настроенным программным обеспечением (всё предустановленное программное обеспечение поставляется согласно лицензии GNU GPL v2 и является свободным и бесплатным, если не оговорено обратное; подробно см. п. 1.1 и пп. 4 — 5 Руководства к среде LabVisual 2.5).

После загрузки программной среды (~ 1 мин.) автоматически запуститься программа оболочка LabVisual для работы с экспериментальной установкой. Если программа не запустилась автоматически, на виртуальном рабочем столе следует дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на ярлык LabVisual. При этом должно открыться главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой (рис. 2.1). Программа LabVisual имеет интуитивно понятный, дружелюбный пользовательский интерфейс.

После включения лабораторной установки в сеть и до выполнения конфигурации USB-передатчика учебного прибора, устройство должно быть отключено от USB – порта ПК до соответствующего приглашения пользователя, высвечиваемого на LCD ЖКД дисплее:

Connecting

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства.



Рис. 2.1. Главное окно программы-оболочки LabVisual для работы с экспериментальной установкой РТЦУЛ-14К.

После соединения прибора с USB – портом ПК и выбора опыта, при запущенной среде LabVisual, необходимая подпрограмма для измерения должна запускаться автоматически. В зависимости от выбранного опыта внешний вид подпрограммы должен соответствовать рис. 2.2 – 2.3.

Для ознакомления с программой в отсутствии учебной установки, можно воспользоваться демонстрационным режимом. Для этого в главном окне программы, **при отключенном от USB-порта ПК приборе**, установите галочку «Демонстрационный режим» и нажмите на кнопку «Переключить». Появится меню, содержащие наименования экспериментов и позволяющее переключаться между ними для ознакомления с интерфейсом программы — оболочки.

Для выхода из демонстрационного режима, в главном окне программы снимите соответствующий флажок и нажмите кнопку «ПЕРЕКЛЮЧИТЬ».

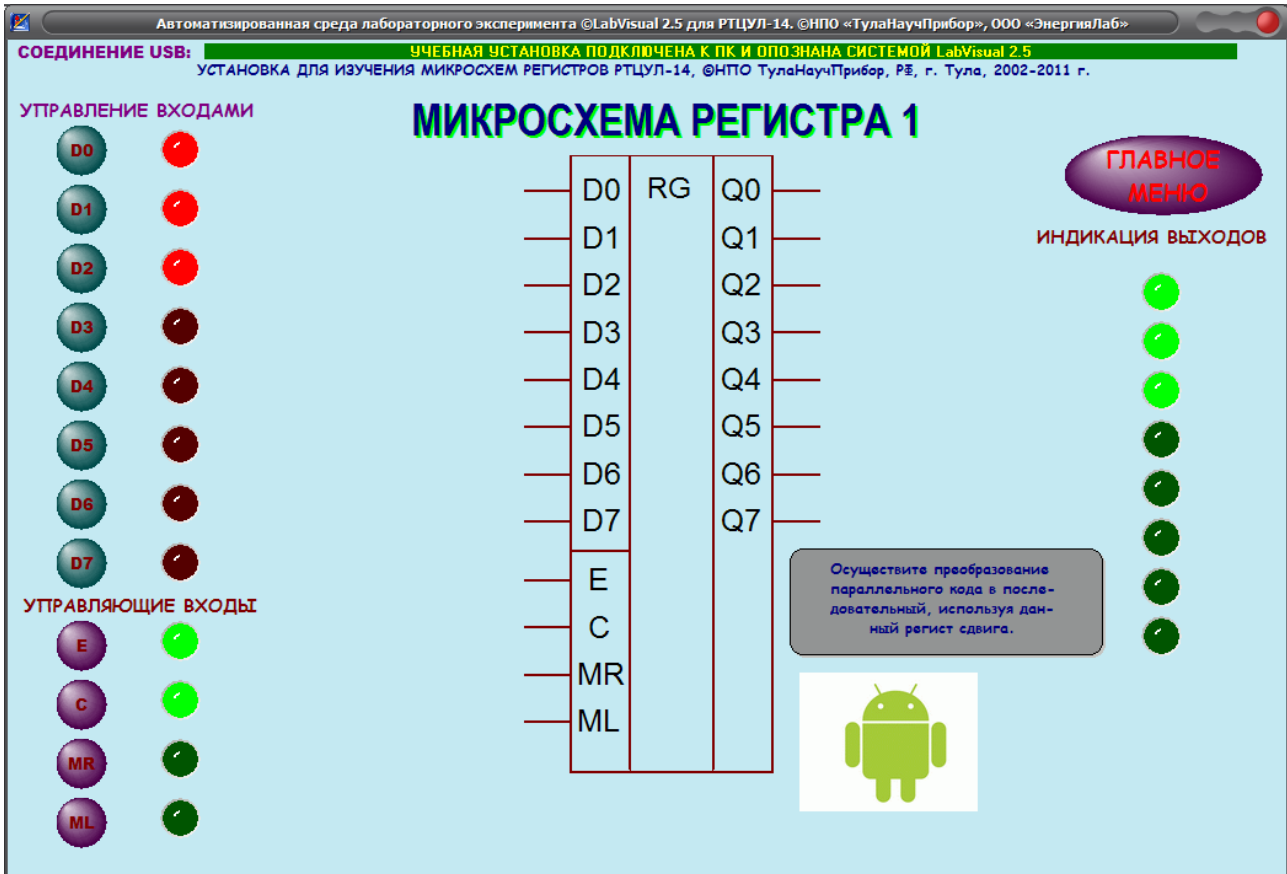


Рис. 2.2. Блок-схема первого эксперимента.



Рис. 2.3. Блок-схема второго эксперимента.

Демонстрационный режим доступен только в том случае, если прибор отключен от USB – порта ПК, в противном случае переключение режимов блокируется.

После запуска программы автоматически включается рабочий режим и ожидается подключение к USB-порту ПЭВМ.

В данной версии ПО, среда LabVisual позволяет управлять параметрами эксперимента и учебной установкой непосредственно из окна программы – оболочки рис. 2.2 — 2.3.

ЭКСПЕРИМЕНТ 1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОДА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ.

В опыте исследуется работы регистра сдвига, изображенного на рис. 2.2. Данный регистр имеет 8 информационных входов D0 – D7, 4 управляющих входа E, S, MR, ML и 8 выходов Q0 — Q7. Регистр осуществляет запись, хранение, перенос и преобразование информации из параллельного кода в последовательный сдвигом вправо MR либо влево ML. При сдвиге вправо с Q0 полученный последовательный байт будет таким, в котором первый бит будет младшим (нулевым) разрядом байта, следующий бит первым разрядом и т. д. А при сдвиге влево с выхода Q7 можно получить последовательность битов, в которой младший разряд (нулевой разряд) будет старшим разрядом записанного байта. При этом имеется ввиду, что к микросхеме обычно подключено некоторое устройство, принимающее последовательные данные к выводам Q0 либо Q7.

Для выполнения эксперимента следует подать на входы D0 – D7 байт данных (8 бит), установив с помощью кнопок управления логические состояния соответствующих входов. Подайте на управляющий вход E логическую 1, E=1, тем самым включив выходные ключи регистра (при E=0 выходы Q0 – Q7 находятся в Z состоянии). Подайте на вход S синхроимпульс, позволяющий записать поданный байт на выход. Для сдвига вправо подайте импульс на управляющий вход MR, а для сдвига влево на ML.

ЭКСПЕРИМЕНТ 2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО КОДА В ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ.

В опыте исследуется работа регистра, изображенного на рис. 2.3. Регистр имеет информационный вход данных D, на который подается последовательность данных в виде бит (логические состояния 0 либо 1). Для записи данных разрешите работу регистра, установив логическое состояние управляющего входа E=1 и подайте на вход S синхроимпульс, позволяющий записать сигнал с D на выход Q0 (младший разряд байта). Для записи 8 бит (1 байта) на выход, следует при каждой подаче на вход D очередного бита данных, производить сдвиг влево, подавая на ML синхроимпульс. Т. о. после 8 сдвигов влево на выходах Q0 – Q7 микросхемы будет записан преобразованный из последовательного в параллельный код байт. Вывод R (Reset) служит для сброса состояния регистра.

Порядок выполнения.

1. Перед включением установки в сеть проверить целостность всех соединительных сигнальных и сетевых проводов. Все работы по подключению комплекса к компьютеру следует выполнять только при отключенных от сети приборах. Разобраться с принципиальными блок-схемами опытов, в назначении кнопок, переключателей и ручек прибора. На данном шаге НЕ подключайте прибор к USB порту ПК.
2. Соединить монитор с системным блоком ПЭВМ, подключить клавиатуру и мышь к системному блоку используя стандартные провода для подключения. Подключить системный блок ПЭВМ и монитор к сети ~220 В.
3. Загрузить операционную систему согласно стандартным процедурам загрузки.
4. При необходимости, настроить компьютер для работы с учебной установкой согласно прилагаемому руководству к среде LabVisual.
5. Запустить программу LabVisual для работы с учебной установкой для данного эксперимента пользуясь ярлыком на рабочем столе либо другим способом, указанным лаборантом.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА.

6. Перед началом работы ознакомится с принципиальной схемой учебной установки, разобраться в назначении кнопок и измерительного прибора. Проверить целостность сетевого провода
7. Включить установку в сеть ~220 В с помощью прилагаемого силового сетевого кабеля евро-стандарта. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели учебного модуля в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный индикатор «СЕТЬ».
8. Дождаться появления системного сообщения на ЖКД LCD дисплее прибора, о дальнейшем порядке действий:

Connecting

После появления данного сообщения на ЖКД LCD дисплее учебного прибора, можно подключить прибор к USB – порту ПК и однократно нажать кнопку «СТАРТ» в программе-оболочке LabVisual (кнопка используется для конфигурации устройства сразу после включения). При этом начнется процесс инициализации прибора. В противном случае, возможна некорректная работа USB протокола и работа устройства.

9. Дать установке прогреться в течение трех минут.
10. Приступить к эксперименту по изучению микросхемы РЕГИСТР_1. Это сдвиговый регистр, осуществляющий преобразование параллельного кода в последовательный. Для этого нажать на кнопку управления «РЕЖИМ РАБОТЫ. РЕГИСТР1» либо на соответствующую кнопку в главном окне программы LabVisual, при этом на экране ПК должна автоматически запуститься соответствующая подпрограмма для данного эксперимента рис. 2.2.

11. Опыт рекомендуется проводить следующим образом. Установить с помощью кнопок управления логические состояния входов D0 – D7 (подайте на вход байт данных). Подайте на управляющий вход E логическую 1, E=1, тем самым включив выходные ключи регистра (при E=0 выходы Q0 – Q7 находятся в Z состоянии). Подайте на вход C синхроимпульс, позволяющий записать поданный байт на выход. Для сдвига вправо подайте импульс на управляющий вход MR, а для сдвига влево на ML.
12. Выйти в главное меню нажатием кнопки «ESC» либо воспользовавшись кнопкой главное меню в программе-оболочке.
13. Приступить к эксперименту по изучению микросхемы РЕГИСТР_2. Это сдвиговый регистр, осуществляющий преобразование последовательного кода в параллельный. Для этого нажать на кнопку управления «РЕЖИМ РАБОТЫ. РЕГИСТР2» либо на соответствующую кнопку в главном окне программы LabVisual, при этом на экране ПК должна автоматически запуститься соответствующая подпрограмма для данного эксперимента рис. 2.3.
14. Опыт рекомендуется проводить следующим образом. Установить с помощью кнопок управления логическое состояние входа D0. Для записи данных разрешите работу регистра, установив логическое состояние управляющего входа E=1 и подайте на вход C синхроимпульс, позволяющий записать сигнал с D на выход Q0 (младший разряд байта). Для записи 8 бит (1 байта) на выход, следует при каждой подаче на вход D очередного бита данных, производить сдвиг влево, подавая на ML синхроимпульс. Т. о. после 8 сдвигов влево на выходах Q0 – Q7 микросхемы будет записан преобразованный из последовательного в параллельный код байт. Вывод R (Reset) служит для сброса состояния регистра.
15. По окончании работы следует закрыть программу-оболочку LabVisual и все открытые подпрограммы, закрыть виртуальную среду VirtualBox (при работе в среде Linux).
16. Выключить компьютер, нажав на кнопку, находящуюся в крайнем нижнем левом углу экрана. Из доступных действий выбрать «ВЫХОД»--> «ВЫКЛЮЧИТЬ КОМПЬЮТЕР».
17. Отключить установку от сети, поставив переключатели «СЕТЬ» на панели установки в положение «выкл» и вынуть сетевые вилки из розеток.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Ефимов И. Е., Козырь И. Я.** Основы микроэлектроники — М-Связь, 1975. — 272 с.
2. **Справочник** по интегральным микросхемам/ Под ред. Б В Та-рабрина. 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Энергия, 1980. — 816 с
3. **Банк М. У.** Аналоговые интегральные схемы в радиоаппаратуре. — М.: Радио и связь, 1981. — 136 с.
4. **Полевые** транзисторы и интегральные микросхемы. Технический каталог. — М.: ЦНИИ «Электроника», 1975. — 112 с.
5. **Батушев В. А.** Электронные приборы. 2-е изд. перераб и доп — М.: Высшая школа, 1980. — 383 с.
6. **Бедрековский М. А., Волга В. В., Кручинкин Н. С.** Микропроцессоры. — М.: Радио и связь, 1981. — 94 с.
7. **Бедрековский М. А., Кручинкин Н. С., Подолян В. А.** Микропроцессоры. — М.: Радио и связь, 1981. — 72 с.
8. **Микропроцессорные БИС и микро-ЭВМ/** Под ред. А. А. Васен-кова. — М.: Сов. радио, 1980. — 280 с.
9. **Микро-ЭВМ «Электроника С-5» и их применение/** Под ред. В. М. Пролейко. — М.: Сов. радио, 1980. — 160 с.
10. **Микросхемы** и их применение. — М.: Энергия, 1978. — 248 с.
11. **Огнев И. В., Шамаев Ю. М.** Проектирование запоминающих устройств. — М.: Высшая школа, 1979. — 320 с.
12. **Прангишвили И. В.** Микропроцессоры и микро-ЭВМ. — М.: Энергия, 1979. — 232 с.
13. **Степаненко И. П.** Основы микроэлектроники. — М.: Сов. радио, 1980. — 424 с.
14. **Проектирование** мнкроэлектронных цифровых устройств/ Под ред. С. А. Майорова. — М.: Сов. радио, 1977. — 272 с.
15. **Кузнецов В.** и др. Развитие микро-ЭВМ семейства «Электроника С-5» и систем на их основе. — Электронная промышленность, 1979, № И, 12, с. 9 — 12.

ДЛЯ СВОБОДНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»