

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ



Кафедра гуманитарных и естественнонаучных дисциплин

**Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине
УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ**

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль, специализация) образовательной программы

«Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Квалификация

бакалавр

Чебоксары
2019

Изосимова Т.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Управление сложными системами». – Чебоксары: Волжский филиал Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2019. – 18 с.

Методическое пособие составлено в соответствии с действующей программой курса «Управление сложными системами» для студентов направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Предназначено для студентов очной формы обучения. В нем кратко изложены необходимые теоретические сведения и методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Управление сложными системами».

*Печатается по решению Учебно-методического совета
Волжского филиала МАДИ*

©Изосимова Т.А., 2019
© Волжский филиал МАДИ, 2019

Содержание

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. <i>Ознакомление с микроконтроллерами AVR и пакетом программ для программирования и тестирования микроконтроллера</i>	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. <i>Последовательный интерфейс</i>	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. <i>Сборка схемы охранной сигнализации на микроконтроллере.....</i>	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 <i>Моделирование цифро-аналогового преобразователя.....</i>	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 <i>Моделирование аналого-цифрового преобразователя.....</i>	16

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.
Ознакомление с микроконтроллерами AVR
и пакетом программ для программирования
и тестирования микроконтроллера

Цель работы:

1. изучение микроконтроллеров AVR;
2. знакомство и изучение программ для программирования и тестирования микроконтроллера.

Теоретическая часть

AVR — это новое семейство 8-разрядных RISC-микроконтроллеров фирмы Atmel. Эти микроконтроллеры позволяют решать множество задач встроенных систем. Они отличаются от других распространенных в настоящее время микроконтроллеров большей скоростью работы, большей универсальностью. Быстродействие данных микроконтроллеров позволяет в ряде случаев применять их в устройствах, для реализации которых ранее можно было применять только 16-разрядные микроконтроллеры, что позволяет ощутимо удешевить готовую систему. Кроме того, микроконтроллеры AVR очень легко программируются - простейший программатор можно изготовить самостоятельно буквально в течение 30 минут.

По заявлению фирмы-производителя микроконтроллеров (www.atmel.com) микроконтроллеры семейства AVR можно перепрограммировать до 1000 раз, причем непосредственно в собранной схеме.

Все это делает эти микроконтроллеры очень привлекательными для создания новых разработок.

Микроконтроллеры AVR разработаны фирмой Atmel и обладают следующими основными характеристиками:

- очень быстрая гарвардская RISC-архитектура загрузки и выполнения большинства инструкций в течение ОДНОГО цикла тактового генератора. При этом достигается скорость работы примерно 1 MIPS на МГц. Частота тактового генератора многих типов микроконтроллеров AVR может достигать 10...16 МГц (10...16 MIPS!) (MIPS — Millions Instructions per Second — миллионов операций в секунду). Отсутствует внутреннее деление частоты, как, например, в микроконтроллерах PIC. Таким образом, если использован кварцевый резонатор с частотой 16 МГц, микроконтроллер будет работать с быстродействием почти 16 MIPS;

- программы содержатся в электрически перепрограммируемой постоянной памяти программ FLASH ROM. Эта память может быть перепрограммирована до 1000 раз. Это облегчает настройку и отладку систем. Кроме того, возможность внутрисхемного программирования позволяет не вынимать микроконтроллер из целевой схемы в процессе программирования, что значительно ускоряет процесс разработки систем на основе этих микроконтроллеров;

- система команд микроконтроллеров AVR изначально проектировалась с учетом особенностей языка программирования высокого уровня C, что

в результате позволяет получать после компиляции программ на С гораздо более эффективный код, чем для других микроконтроллеров. А это уже выигрыш и в размере полученного кода (в объеме памяти на кристалле), и в скорости работы микроконтроллера;

- микроконтроллеры AVR имеют 32 регистра, все из которых напрямую работают с АЛУ. Это значительно уменьшает размер программ. В микроконтроллерах AVR то же самое займет всего одну команду;

- очень небольшое потребление энергии и наличие нескольких режимов работы с пониженным потреблением энергии делает эти микроконтроллеры идеальными для применения в конструкциях, питающихся от батареек;

- наличие дешевых и простых в использовании программных средств. Многие полноценные программы доступны в свободно распространяемом варианте, как, например, отладчик AVR Studio, ассемблер Wavrasм, множество версий программаторов и даже компилятор языка С - avr gcc. Некоторые из этих программ имеются на компакт-диске, прилагаемом к книге;

- узлы PWM (широтно-импульсная модуляция), таймеры/счетчики, аналоговый компаратор и последовательный порт UART встроены в микроконтроллеры и могут управляться с помощью прерываний, что значительно упрощает работу с ними;

- имеются относительные команды переходов и ветвлений, что позволяет получать перемещаемый код;

- отсутствует необходимость переключать страницы памяти (в отличие, например, от микроконтроллеров PIC);

- все микроконтроллеры AVR имеют электрически перепрограммируемую постоянную память данных EEPROM, которая может быть перепрограммирована более 100 000 раз.

Имеется три подсемейства микроконтроллеров AVR:

- Tiny AVR — недорогие миниатюрные микроконтроллеры в 8-выводном исполнении;

- Classic AVR — основная линия микроконтроллеров с производительностью отдельных модификаций до 16 MIPS, FLASH-памятью программ 2...8 Кб, памятью данных EEPROM 64...512 байт, оперативной памятью данных SRAM 128...512 байт;

- Mega AVR с производительностью 4...16 MIPS для сложных приложений, требующих большого объема памяти, FLASH-памятью программ до 128 Кб, памятью данных EEPROM 64...512 байт, оперативной памятью данных SRAM 2...4 Кб, встроенным 10-разрядным 8-канальным АЦП, аппаратным умножителем 8x8.

- Интересной особенностью семейства микроконтроллеров AVR является то, что система команд всего семейства совместима при переносе программы со слабого на более мощный микроконтроллер.

Задание 1.

1. Построить структурную схему асинхронного RS-триггера, приведенного на рис.1.1

- Исследовать процесс работы построенного асинхронного RS-триггера.
- Построить таблицу работы (таб.1.1) асинхронного RS-триггера.

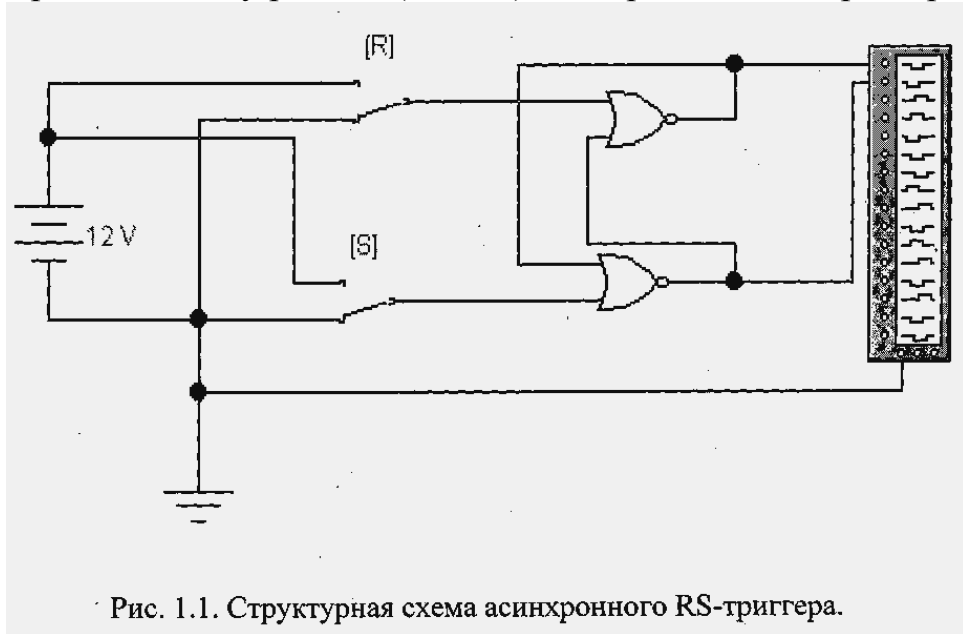


Рис. 1.1. Структурная схема асинхронного RS-триггера.

Таблица 1.1. Таблица процесса работы асинхронного RS-триггера.

№ наборов тактов t	t S	t R	t Q	t+1 Q	Режим
0	0	0			
1	1	0			
2	0	1			
3	1	1			

Задание 2.

- Построить структурную схему асинхронного RS-триггера на элементах И-НЕ, пользуясь лекционным материалом.
- Исследовать процесс работы построенного асинхронного RS-триггера.
- Построить таблицу работы асинхронного RS-триггера.

Задание 3.

- Построить структурную схему D-триггера, приведенного на рис.1.2
- Исследовать процесс работы построенного D-триггера.
- Построить таблицу работы (таб.1.2) D-триггера.

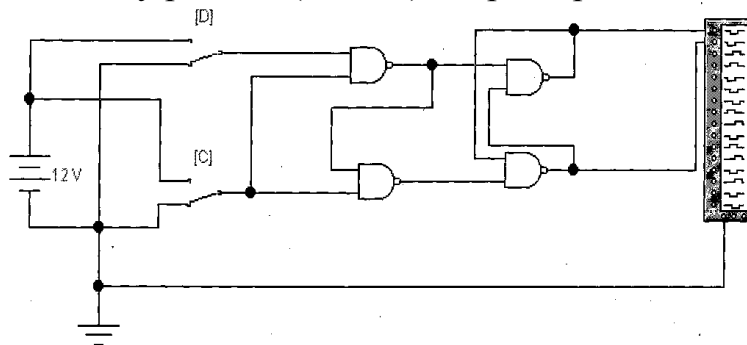


Рис. 1.2. Структурная схема D-триггера.

Таблица 1.2. Таблица процесса работы D-триггера.

№ наборов тактов t	t C	t D	t Q	t+1 Q	Режим
0	0	0			
1	1	0			
2	0	1			
3	1	1			

Задание 4.

1. Построить структурную схему параллельного регистра, приведенного на рис.1.3
2. Исследовать процесс работы построенного параллельного регистра.
3. Построить таблицу работы (таб.1.3) параллельного регистра.

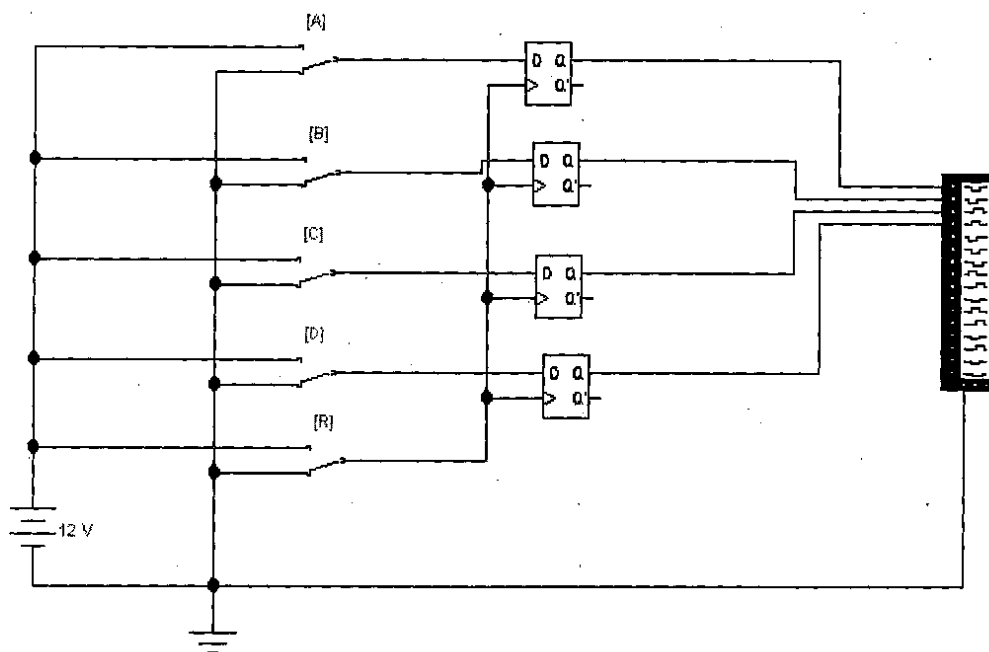


Рис.1.3. Структурная схема параллельного регистра.

Таблица 1.3. Таблица процесса работы параллельного регистра.

№ строки	ВХОДЫ				ВЫХОДЫ			
	A	B	C	D	TA	TB	TC	TD
0	0	0	0	0				
1	0	1	0	0				
2	0	0	1	0				
3	0	0	0	1				
4	0	0	1	1				
5	0	1	1	1				
6	0	1	1	0				
7	1	1	0	1				

8	1	0	0	0				
9	1	0	0	1				
10	1	0	1	1				
11	1	0	1	0				
12	1	1	1	0				
13	1	1	0	0				
14	1	1	0	1				
15	1	1	1	1				

Подготовка к выполнению лабораторной работы.

1. Подготовить и изучить материал по теме «Элементы цифровых устройств».
2. Сделать сравнительный анализ триггеров:
 - а) классификация триггеров;
 - б) структурные схемы триггеров;
 - в) процесс работы триггера каждого вида.
3. Ознакомиться и подготовить ответы на контрольные вопросы.
4. Ознакомиться с работой пакета Electronics Workbench 5.12, а именно:
 - а) разработка и построение структурных схем;
 - б) запуск построенной схемы и исследование процессов работы в ней.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение триггеру.
2. Перечислите основные свойства триггеров.
3. Дать классификацию триггеров.
4. На каких элементах строится RS-триггер.
5. В чем заключается отличие между RS-триггерами, построенных на элементах ИЛИ-НЕ и И-НЕ.
6. Из каких элементов состоит синхронный двухступенчатый RS-триггер.
7. Объясните процесс работы синхронный двухступенчатого RS-триггера.
8. Назначение запрещающих связей в двухступенчатом триггере.
9. Основное назначение D-триггера.
10. Назовите разновидности D-триггера.
11. Назначение коммутирующих триггеров в структуре D-триггера.
12. Основное назначение T-триггера.
13. На основе каких триггеров может быть построен T-триггер.
14. Назовите основное достоинство JK-триггера.
15. Какими свойствами обладает JK-триггер.
16. Какие разновидности триггеров можно получить из ГК-триггера.
17. Дать определение регистру и регистровым файлам.
18. Из каких элементов состоят регистры.
19. Дать классификацию регистров.
20. Объяснить процесс работы регистров.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. *Последовательный интерфейс*

Цель работы:

1. закрепление знаний по теме «Последовательный интерфейс»;
2. знакомство и изучение процесса работы последовательного интерфейса.

Задание:

1. Построить схему последовательного интерфейса, приведенную на рис. 1.2.
2. Исследовать процесс работы последовательного интерфейса.

Подготовка к выполнению лабораторной работы.

1. Подготовить и изучить материал по теме «Интерфейс».
2. Сделать сравнительный анализ интерфейса:
 - а) по способу передачи информации (виды, область применения);
 - б) по способу обмена (разновидности, процесс передачи).
3. Ознакомиться и подготовить ответы на контрольные вопросы.
4. Ознакомиться с работой пакета Electronics Workbench 5.12, а именно:
 - а) разработка и построение структурных схем;
 - б) запуск построенной схемы и исследование процессов работы в ней.

Методические указания

Для разработки структурной схемы последовательного интерфейса (рис. 1.2) необходимо:

1. Открыть пакет Electronics Workbench 5.12: **Пуск** → **Программы** → Electronics Workbench.
2. В открывшемся окне Untitled построить структурную схему последовательного интерфейса (рис. 1.2), используя следующие блоки на панели инструментов:
 - а) Sources → Ground;
Battery.
 - б) Basic → Switch.
 - в) Indicators → Decoded Seven-Segment Display.
 - г) Digital ICs → 741xx Template → в 741xx Series выбрать 74198 → Accept,
 - д) Instruments → Logic Analyzer;
Oscilloscope.

Перенос и соединение блоков производится нажатием и удержанием левой клавиши мыши. В итоге получается структурная схема, как на рис. 1.2.

3. Присвоить имя ключам: двойное нажатие левой клавишей мыши по ключу → Switch Properties → Value → Key, где вводится либо цифра, либо буква на английском языке (управление ключом происходит через клавиатуру: цифра или буква на ключе соответствует цифре или букве на клавиатуре).

Ключи, присоединенные к входам А, В, С, D, E, F, G, H обозначить через цифру (0 - 9). Они служат для установки произвольной комбинации 4-х разрядного 2-го числа.

Ключи, присоединенные к входам CLK, CLR, S обозначить через C, R, S.

C - подача тактовых сигналов;

R - сброс;

S - запись.

4. Установить ключи: R=0

S=0 C=0.

5. Запустить программу: Activate simulation → 1.

6. Установить произвольную комбинацию 4-х разрядного 2-го числа с клавиатуры (пользоваться ключами с цифровым именем).

7. Установить: R=1 → S=1 → C=1 → C=0 → S=0 (установка и запись уровневой комбинации).

8. Далее работа проводится только ключом C (подача тактовых сигналов осуществляется двойным нажатием по клавише C 8 раз, т.к. установлен восьмиразрядный элемент).

9. Просмотр процесса работы интерфейса на осциллографе (двойное нажатие по осциллографу).

10. Работа выполнена правильно, если заданная уровневая комбинация на входе соответствует полученной комбинации на выходе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение интерфейсу.
2. Назовите основные элементы интерфейса.
3. Классификация интерфейса.
4. Из каких устройств состоит интерфейс и их назначение.
5. В каких случаях применяются параллельные периферийные адаптеры.
6. В каких случаях применяются программируемые связные адаптеры.
7. Назовите режимы работы портов параллельного периферийного адаптера.
8. Объясните процесс ввода/вывода для каждого режима.
9. Назначение модема.
10. Назовите выводы и сигналы ПСА.
11. Назначение передатчика ПСА.
12. Назначение приемника ПСА.
13. Объяснить процесс асинхронного обмена данными.
14. Назовите разновидности синхронного обмена передач.
15. Объяснить процесс синхронного обмена данными.

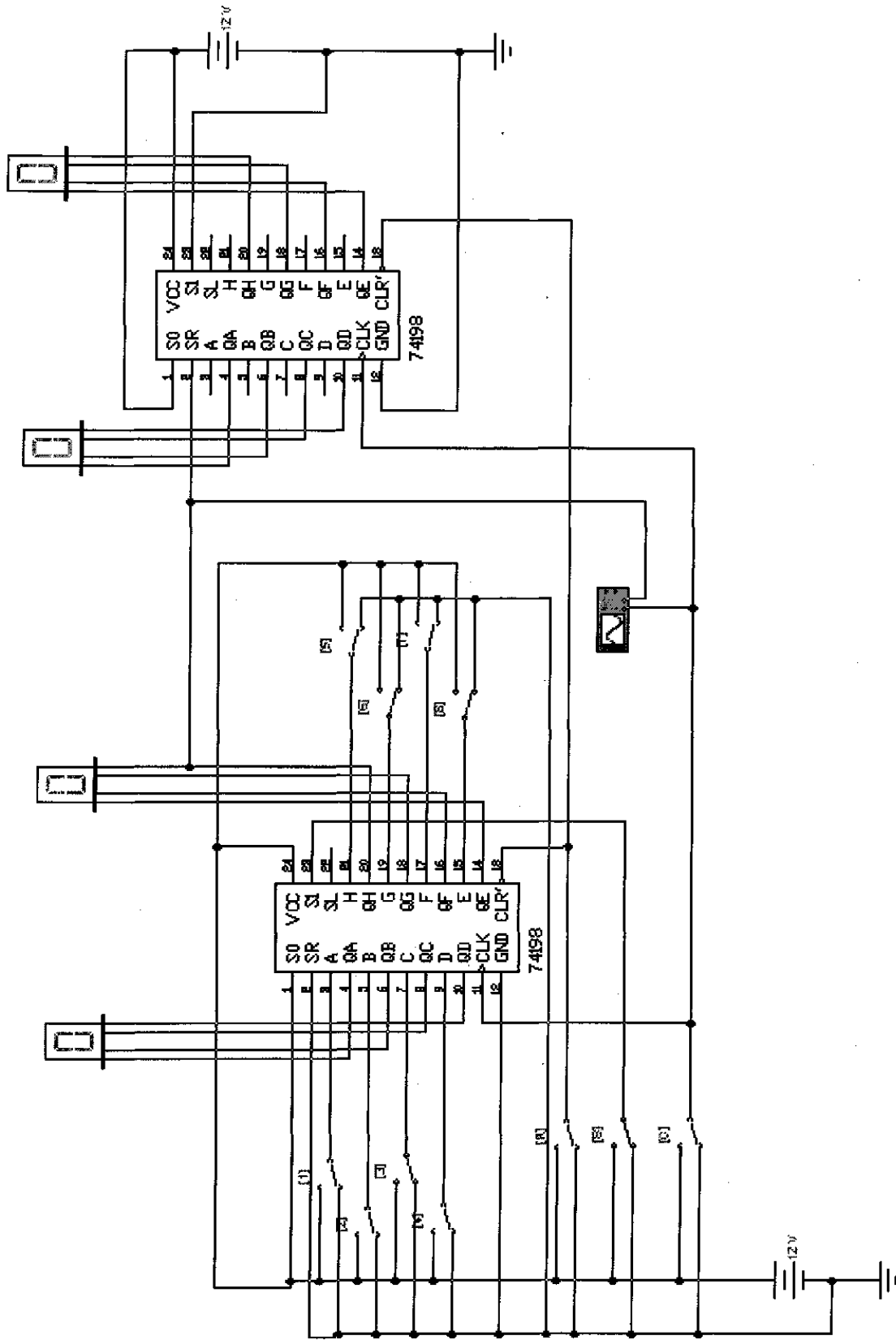


Рис.1.2. Структурная схема последовательного интерфейса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.

Сборка схемы охранной сигнализации на микроконтроллере

Цель работы:

1. закрепление знаний по теме «Проектирование микроконтроллера»;
2. разработать схему сигнализации.

Задание:

1. Разработать схему сигнализации рис.3.1.

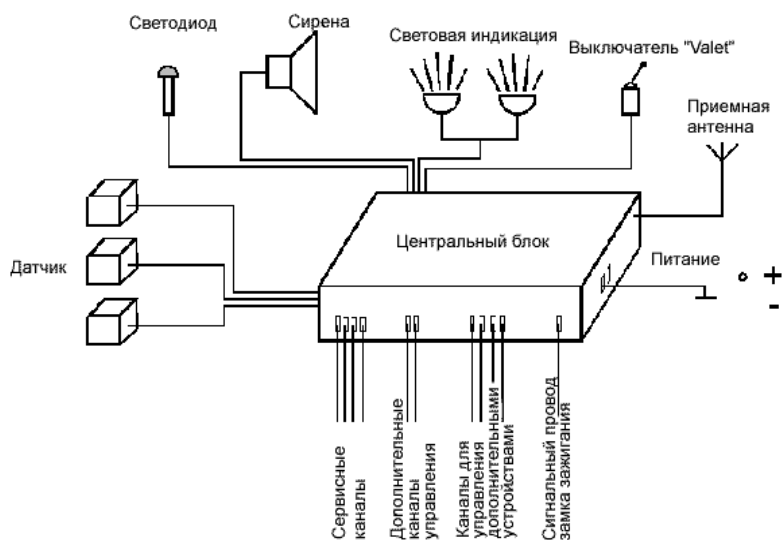


Рис. 3.1. - Обобщенная схема автомобильной сигнализации

Подготовка к выполнению лабораторной работы.

1. Подготовить и изучить материал по теме «Интерфейс».
2. Сделать сравнительный анализ интерфейса:
 - а) по способу передачи информации (виды, область применения);
 - б) по способу обмена (разновидности, процесс передачи).
3. Ознакомиться и подготовить ответы на контрольные вопросы.
4. Ознакомиться с работой пакета Electronics Workbench 5.12, а именно:
 - а) разработка и построение структурных схем;
 - б) запуск построенной схемы и исследование процессов работы в ней.

Методические указания

Для разработки структурной схемы параллельного интерфейса необходимо:

1. Открыть пакет Electronics Workbench 5.12: Пуск → Программы → Electronics Workbench.
2. В открывшемся окне Untitled построить структурную схему параллельного интерфейса (рис. 1.1), используя следующие блоки на панели инструментов:
 - а) Sources → Ground;
 - а) Battery.
 - б) Basic → Switch.
 - в) Indicators → Red Probe;

Decoded Sever-Segment Display,

г) Digital ICs → 74xx Template → в 74xx Series выбрать 7475 → Accept,

д) Instruments → Logic Analyzer;

Oscilloscope.

Перенос и соединение блоков производится нажатием и удержанием левой клавиши мыши.

В итоге получается структурная схема, как на рис. 3.1.

3. Присвоить имя ключам: двойное нажатие левой клавишей мыши по ключу → Switch Properties → Value → Key, где вводится либо цифра, либо буква на английском языке (управление ключом происходит через клавиатуру: цифра или буква на ключе соответствует цифре или букве на клавиатуре).

Ключи, присоединенные к входам D обозначить через цифру (0 +- 9). Они служат для установки произвольной комбинации 4-х разрядного 2-го числа. Ключи, присоединенные к входам VCC, GND обозначить через S, P. S - запись; P - прием.

4. Установить ключи: S=0; P=0.

5. Запустить программу: Activate simulation → 1.

6. Установить произвольную комбинацию 4-х разрядного 2-го числа с клавиатуры (пользоваться ключами с цифровым именем).

7. Установить: S=1 → S=0 → P=1 (запись и прием уровневой комбинации).

8. Просмотр процесса работы интерфейса на осциллографе (двойное нажатие по осциллографу).

Работа выполнена правильно, если заданная уровневая комбинация на входе соответствует полученной комбинации на выходе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Моделирование цифро-аналогового преобразователя.

Цель работы:

1. закрепление знаний по теме «Цифро-аналоговые преобразователи»;
2. знакомство и изучение процесса работы ЦАП.

Задание:

1. Построить структурную схему ЦАП, приведенную на рис.4.1.
2. Исследовать процесс работы построенного ЦАП.
3. Построить таблицу работы ЦАП.
4. На основе полученной таблицы, построить характеристику (код/Увх) ЦАП.

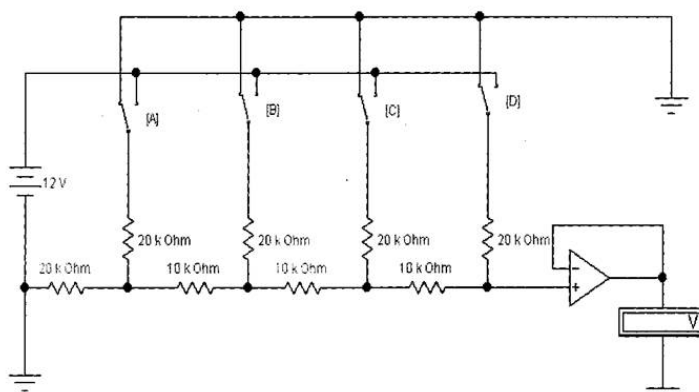


Рис. 4.1. – Структурная схема ЦАП

Подготовка к выполнению лабораторной работы.

1. Подготовить и изучить материал по теме «Цифро-аналоговые преобразователи».
2. Сделать сравнительный анализ ЦАП:
 - а) виды ЦАП;
 - б) структурные схемы ЦАП;
 - в) процесс работы ЦАП каждого вида.
3. Ознакомиться и подготовить ответы на контрольные вопросы.
4. Ознакомиться с работой пакета Electronics Workbench 5.12, а именно:
 - а) разработка и построение структурных схем;
 - б) запуск построенной схемы и исследование процессов работы в ней.

Методические указания

Для разработки структурной схемы ЦАП (рис. 4.1) необходимо:

1. Открыть пакет Electronics Workbench 5.12: Пуск → Программы Electronics Workbench.
2. В открывшемся окне Untitled построить структурную схему ЦАП (рис. 4.1), используя следующие блоки на панели инструментов:
 - а) Sources → Ground; Battery.
 - б) Basic → Resistor; Switch.
 - в) Indicators → Voltmeter.

r) Analog Ics →3-Terminal Opamp.

Перенос и соединение блоков производится нажатием и удержанием левой клавиши мыши.

В итоге получается структурная схема, как на рис.4.1

3. Присвоить имя ключам: двойное нажатие левой клавишей мыши по ключу → Switch Properties → Value → Key, где вводится либо цифра, либо буква на английском языке (управление ключом происходит через клавиатуру: цифра или буква на ключе соответствует цифре или букве на клавиатуре).

Имена служат для установки комбинации 4-х разрядного 2-го числа на входе ЦАП.

4. Запуск программы: Activate simulation →1.

5. Исследование работы построенного ЦАП:

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение цифро-аналоговому преобразователю.
2. Назовите виды ЦАП.
3. Из каких элементов состоит ЦАП.
4. Назначение резистивной схемы в ЦАП.
5. Назначение суммирующего усилителя в ЦАП.
6. Что используется в качестве суммирующего усилителя в ЦАП.
7. Как задается коэффициент усиления в схеме ЦАП.
8. Объясните процесс работы ЦАП на резистивной матрице с весовыми коэффициентами.
9. Назовите недостаток схемы ЦАП на резистивной матрице с весовыми коэффициентами.
10. Чем отличается ЦАП на резистивной матрице с весовыми коэффициентами от ЦАП на матрице R-2R.
11. Назовите достоинство ЦАП на матрице R-2R.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Моделирование аналого-цифрового преобразователя.

Цель работы:

1. закрепление знаний по теме «Аналого-цифровые преобразователи»;
2. знакомство и изучение процесса работы АЦП.

Задание.

1. Построить структурную схему АЦП, приведенную на рис.1
2. Исследовать процесс работы построенного АЦП.
3. Построить таблицу работы АЦП.
4. На основе полученной таблицы построить характеристику (код/ $U_{вх}$)

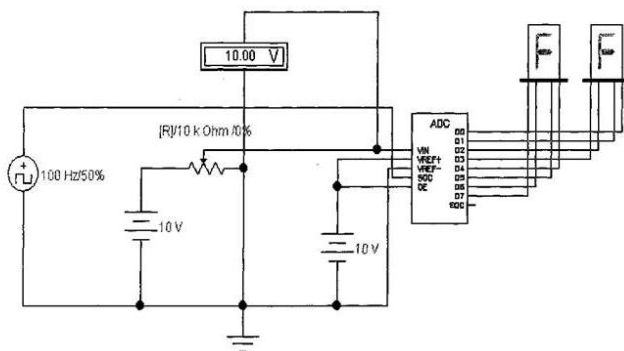


Рис. 5.1 – Структурная схема АЦП

Подготовка к выполнению лабораторной работы.

1. Подготовить и изучить материал по теме «Аналого-цифровые преобразователи».
2. Сделать сравнительный анализ АЦП:
 - а) виды АЦП;
 - б) структурные схемы АЦП;
 - в) процесс работы АЦП каждого вида.
3. Ознакомиться и подготовить ответы на контрольные вопросы.
4. Ознакомиться с работой пакета Electronics Workbench 5.12, а именно:
 - а) разработка и построение структурных схем;
 - б) запуск построенной схемы и исследование процессов работы в ней.

Методические указания

Для разработки структурной схемы АЦП последовательного приближения необходимо:

1. Открыть пакет Electronics Workbench 5.12: Пуск → Программы → Electronics Workbench.
2. В открывшемся окне Untitled построить структурную схему АЦП (рис. 5.1), используя следующие блоки на панели инструментов:
 - а) Sources → Clock; Ground; Battery.
 - б) Basic → Potentiometer.

- в) Indicators → Voltmeter;
Decoded Sever-Segment Display;
- г) Mixed Ics → Analog-to-Digital Converter.

Перенос и соединение блоков производится нажатием и удержанием левой клавиши мыши. В итоге получается структурная схема, как на рис. 5.1.

[R]/1 k
Ohm/50%

4. Перед запуском программы установить в элементе или Potentiometer 100%-ное значение: двойное нажатие левой клавиши мыши по элементу → в открывшемся окне Potentiometer Properties в строке Setting установить значение 100 → Enter Ok).

5. Запуск программы: Activate simulation → 1.

6. Исследование работы построенного АЦП:

а) нажатие клавиши R;

б) фиксирование появляющихся значений на вольтметре и на счетчике при каждом нажатии на клавишу R (уменьшение значения входного сопротивления).

При уменьшении входного сопротивления до 10кОм (0%) показание на вольтметре или выходное напряжение должно совпасть с входным напряжением ($10V = 10V$).

7. На основе полученных результатов построить характеристику (КОД/UBX) АЦП. Код переводится в 10-ую систему счисления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение аналого-цифровому преобразователю.
2. Назовите виды АЦП.
3. Из каких элементов состоит АЦП последовательного приближения.
4. Объясните процесс работы и постройте блок-схему алгоритма АЦП последовательного приближения.
5. Назначение регистра последовательного приближения в АЦП.
6. Назовите достоинство АЦП последовательного приближения.
7. Из каких элементов состоит АЦП с динамической компенсацией.
8. Что отражает термин «динамическая компенсация» в названии АЦП с динамической компенсацией.
9. Объясните процесс работы АЦП с динамической компенсацией.
10. Из каких элементов состоит интегрирующий АЦП.
11. Из каких элементов состоит высокочастотный АЦП с двойным интегрированием.
12. Объясните процесс работы интегрирующего АЦП и АЦП с двойным интегрированием.
13. Назовите достоинства и недостатки интегрирующего АЦП и АЦП с двойным интегрированием.
14. Назовите достоинства дельта-сигмы АЦП.