

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАБОТЫ С ДАТЧИКАМИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА
AVR**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Технические средства автоматизации и управления»
для студентов направления подготовки
27.03.04 – Управление в технических системах
дневной и заочной форм обучения



Севастополь
2021

Исследование технологий работы с датчиками микроконтроллера AVR: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технические средства автоматизации и управления» для студентов направления подготовки 27.03.04 – «Управление в технических системах» / Разраб. А.Д. Музыкантов, А.А. Кабанов – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2019. – 28 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении лабораторных работ, целью которых является приобретение навыков программирования микроконтроллеров AVR.

Методические указания предназначены для студентов по направлению подготовки 27.03.04 – «Управление в технических системах» очной и заочной форм обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Информатика и управление в технических системах», протокол № ____ от _____ 2019.

Допущено учебно-методическим комиссией Института информационных технологий и управления в технических системах СевГУ в качестве методических указаний.

Рецензент:

В.А. Карапетьян, канд. техн. наук, доцент.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ работы.....	4
2. Краткие теоретические сведения.....	4
2.1. Общие сведения о фоторезисторе.....	4
2.1.1. Материалы и конструкция фоторезистора.....	4
2.1.2. Параметры и применение фоторезистора.....	5
2.1.3. Программное управление схемой контроля фоторезистором.....	5
2.2. Общие сведения о датчике Холла.....	6
2.2.1. Принцип работы датчика Холла.....	6
2.2.2. Строение датчика Холла.....	7
2.2.3. Виды датчика Холла.....	8
2.2.4. Программное управление схемой контроля датчиком Холла.....	8
2.3. Общие сведения об инфракрасном дальномере.....	9
2.3.1. Описание и характеристики инфракрасного дальномера.....	10
2.3.2. Программное управление схемой контроля инфракрасным дальномером.....	10
2.4. Общие сведения об ультразвуковом дальномере.....	10
2.4.1. Принцип работы и ограничения ультразвукового дальномера.....	11
2.4.2. Программное управление схемой контроля ультразвуковым дальномером.....	14
3. Описание лабораторного стенда.....	14
3.1. Описание модуля «Atmega32».....	14
3.2. Описание модуля «Датчики».....	16
4. Задание на работу.....	17
4.1. Задание 1. Исследование фоторезистора.....	17
4.2. Задание 2. Исследование датчика Холла.....	17
4.3. Задание 3. Исследование инфракрасного дальномера.....	17
4.4. Задание 4. Исследование ультразвукового дальномера.....	17
5. Содержание отчета и порядок защиты работы.....	18
Библиографический список.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	28

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является исследование технологии работы датчиков микроконтроллера AVR, получение навыков программирования семисегментного индикатора и датчиков.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Аналоговый сигнал — сигнал данных, у которого каждый из представляющих параметров описывается функцией времени и непрерывным множеством возможных значений.

Цифровой сигнал — сигнал, который можно представить в виде последовательности дискретных (**цифровых**) значений.

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП, англ. Analog-to-digital converter, ADC) — устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал).

2.1. Общие сведения о фоторезисторе

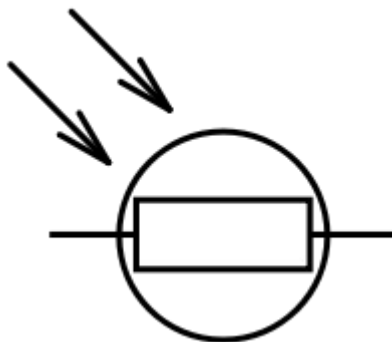


Рисунок 1 – Условное обозначение фоторезистора

Фоторезистор — полупроводниковый прибор, изменяющий величину своего сопротивления при облучении светом. Не имеет p-n перехода, поэтому обладает одинаковой проводимостью независимо от направления протекания тока.

Явление изменения электрического сопротивления полупроводника, обусловленное непосредственным действием излучения, называют фоторезистивным эффектом, или внутренним фотоэлектрическим эффектом.

2.1.1. Материалы и конструкция фоторезистора

Для изготовления фоторезисторов используют полупроводниковые материалы с шириной запрещенной зоны, оптимальной для решаемой задачи. Так, для регистрации видимого света используются фоторезисторы из селенида и сульфида кадмия, Se. Для регистрации инфракрасного излучения

используются Ge (чистый или легированный примесями Au, Cu или Zn), Si, PbS, PbSe, PbTe, InSb, InAs, HgCdTe, часто охлаждаемые до низких температур. Полупроводник наносят в виде тонкого слоя на стеклянную или кварцевую подложку или вырезают в виде тонкой пластинки из монокристалла. Слой или пластинку полупроводника снабжают двумя электродами и помещают в защитный корпус.



Рисунок 2 – Фоторезистор

Фоторезистор (GL5516) используемый в данной лабораторной работе имеет сопротивление освещенности 5К-10К, сопротивление темноты: 0.5М Ohm. Фоторезистор включен в схему и выполнен в виде устройства «делитель напряжения».

2.1.2. Параметры и применение фоторезистора

Важнейшие параметры фоторезисторов:

- *интегральная чувствительность* — отношение изменения напряжения на единицу мощности падающего излучения (при номинальном значении напряжения питания);
- *порог чувствительности* — величина минимального сигнала, регистрируемого фоторезистором, отнесённая к единице полосы рабочих частот.

Фоторезисторы используют для регистрации слабых потоков света, при сортировке и счёте готовой продукции, для контроля качества и готовности самых различных деталей; в полиграфической промышленности для обнаружения обрывов бумажной ленты, контроля количества листов бумаги, подаваемых в печатную машину; в медицине, сельском хозяйстве и других областях.

2.1.3. Программное управление схемой контроля фоторезистором

Для проверки фоторезистора достаточно измерить напряжение на клемме при подаче света на фоторезистор, а также при отсутствии света на фоторезисторе, напряжение должно измениться.

Для создания схемы контроля освещенности необходимо выход схемы с фоторезистором подключить к входу АЦП микроконтроллера и измерить данные, получаемые при нормальной освещенности и при отсутствии света на фоторезисторе.

2.2. Общие сведения о датчике Холла

Датчик Холла (датчик положения) представляет собой датчик магнитного поля. Работа устройства основана на эффекте Холла. Данный эффект основан на следующем принципе: если поместить определенный проводник с постоянным током в магнитное поле, то в таком проводнике возникает поперечная разность потенциалов (напряжение Холла). Другими словами, устройство служит для измерения напряжённости магнитного поля. Сегодня датчик Холла может быть как аналоговым, так и цифровым.

Сфера применения датчиков Холла очень широка. Устройство используется в таких схемах, где требуется бесконтактное измерение силы тока. Что касается автомобилей, датчик Холла служит для измерения угла положения распределительного или коленчатого вала, а также нашел свое применение в системе зажигания, указывая на момент образования искры.

2.2.1. Принцип работы датчика Холла

Во время своих исследований в 1879 году физик Холл выявил такой эффект, что если в магнитном поле находится пластина, на которую подается напряжение (ток протекает через пластину), тогда электроны в указанной пластине начинают отклоняться. Такое отклонение происходит перпендикулярно по отношению к тому направлению, которое имеет магнитный поток.

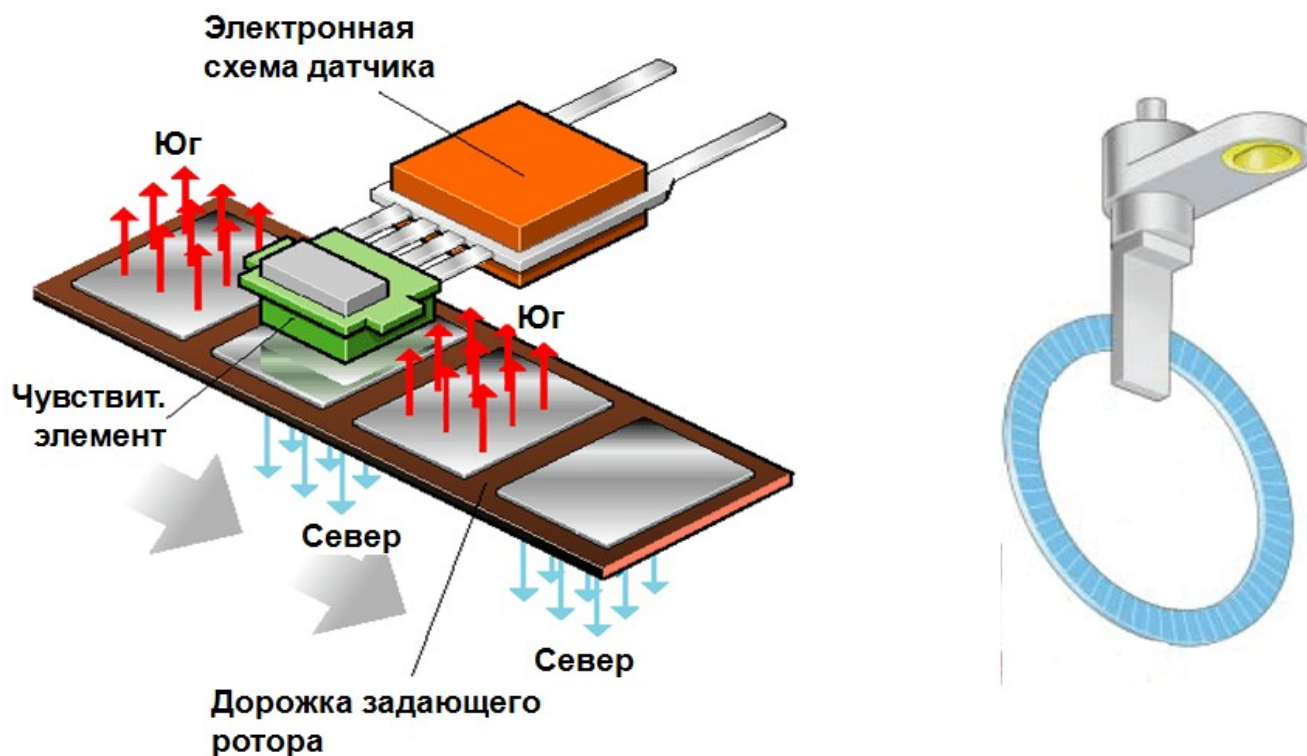
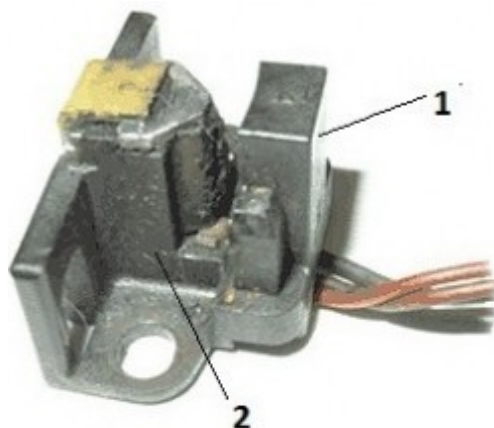


Рисунок 3 – Принцип работы датчика Холла

Также направление этого отклонения происходит в зависимости от той полярности, которую имеет магнитное поле. Получается, электроны будут иметь разную плотность на разных сторонах пластины, создавая разные потенциалы. Обнаруженное явление получило название эффект Холла.

Другими словами, Холл поместил прямоугольную полупроводниковую пластину в магнитное поле и на узкие грани такого полупроводника подал ток. В результате на широких гранях появилось напряжение. Дальнейшее развитие технологий позволило создать на основе обнаруженного эффекта компактное устройство-датчик. Главным преимуществом датчиков подобного рода выступает то, что частота срабатывания устройства не смещает момент измерения. Выходной сигнал от такого устройства всегда устойчивый, без всплесков.

2.2.2. Строение датчика Холла



Датчик Холла
1 - полупроводник
2 - магнит

Рисунок 4 – Строение датчика Холла

Простейший датчик состоит из:

- постоянного магнита;
- лопасти ротора;
- магнитопроводов;
- пластикового корпуса;
- электронной микросхемы;
- контактов.

Работа устройства построена на следующей схеме: через зазор осуществляется проход металлической лопасти ротора, что позволяет шунтировать магнитный поток. Результатом становится нулевой показатель индукции на микросхеме. Выходной сигнал по отношению к массе практически равняется показателю напряжения питания.

Датчик Холла в системе зажигания является аналоговым преобразователем, который непосредственно коммутирует питание.

Среди недостатков стоит выделить чувствительность устройства к электромагнитным помехам, которые могут возникнуть в цепи. Также наличие электронной схемы в устройстве датчика несколько снижает его надежность.

2.2.3. Виды датчика Холла

Виды:

- аналоговый;
- цифровой.

Датчики на основе эффекта Холла фиксируют разницу потенциалов. Аналоговое решение, рассмотренное выше, основано на преобразовании индукции поля в напряжение с учетом полярности и силы поля.

Принцип работы цифрового датчика состоит в фиксации присутствия или отсутствия поля. В случае достижения индукцией определенного показателя датчик отмечает наличие поля. Если индукция не соответствует необходимому показателю, тогда цифровой датчик показывает отсутствие поля. Чувствительность датчика определяется его способностью фиксировать поле при той или иной индукции.

Цифровой датчик Холла может быть биполярным и униполярным. В первом случае срабатывание и отключение устройства происходит посредством смены полярности. Во втором случае включение происходит при появлении поля, отключается датчик в результате того, что индукция снижается.

2.2.4. Программное управление схемой контроля датчиком Холла

Датчик Холла (SS495A) аналоговый датчик холла. Расположенный внутри корпуса под маркировкой рис.5.



Рисунок 5 – Датчик Холла

Для проверки работы датчика Холла необходимо поднести магнит к изображению на корпусе, где расположен датчик Холла рис. 5. При наличии магнитного поля напряжение на выходе с датчика Холла будет меняться.

Для создания схемы контроля магнитного поля необходимо выход датчика Холла подключить к входу АЦП микроконтроллера и замерить данные получаемые от датчика Холла.

2.3. Общие сведения об инфракрасном дальномере

Sharp GP2Y0A02YK0F — это инфракрасный дальномер. А значит, он оснащен ИК-излучателем и ИК-приемником: первый служит источником луча, отражение которого ловит второй. При этом ИК-лучи датчика для человеческого глаза невидимы (хотя можно различить красное мерцание, если посмотреть в датчик) и при такой интенсивности безвредны.

Несмотря на то что основной функцией такой техники является измерение расстояний, технологии развиваются. Поэтому современные модели могут иметь и дополнительные опции. Некоторые аппараты могут измерить дополнительно площадь и объем помещений. Отдельные дальномеры имеют функцию, которая позволяет применять теорему Пифагора.



Рисунок 6 – Использование лазерного дальномера в геодезии.

Лазерные дальномеры используют в строительстве, астрономии, геодезии и других сферах.

Конечно, чем более усовершенствованная модель, тем дороже она стоит и тем профессиональнее можно вести строительство.

Чтобы максимально оценить пользу такого прибора, стоит поработать с большими объектами. Ведь для ручных расчетов в этом случае понадобилось бы немало времени.

Возможности самого простого лазерного дальномера ограничиваются измерениями в пределах 40-60 м, в то время как более мощные модели имеют этот показатель в 100 м.

2.3.1. Описание и характеристики инфракрасного дальномера

Датчик расстояния (**SHARP-GP2Y0A02YK0F**) представляет собой устройство для измерения расстояния, которое состоит из комбинации устройств PSD и IRED и схемы обработки сигнала. Такие факторы как Отражающие способности объекта, температура окружающей среды и продолжительность эксплуатации не сильно влияют на дальность обнаружения благодаря применению метода триангуляции.

Характеристики датчика:

Зависимость напряжение с выхода датчика от дистанции до объекта представлена на рис. 7.

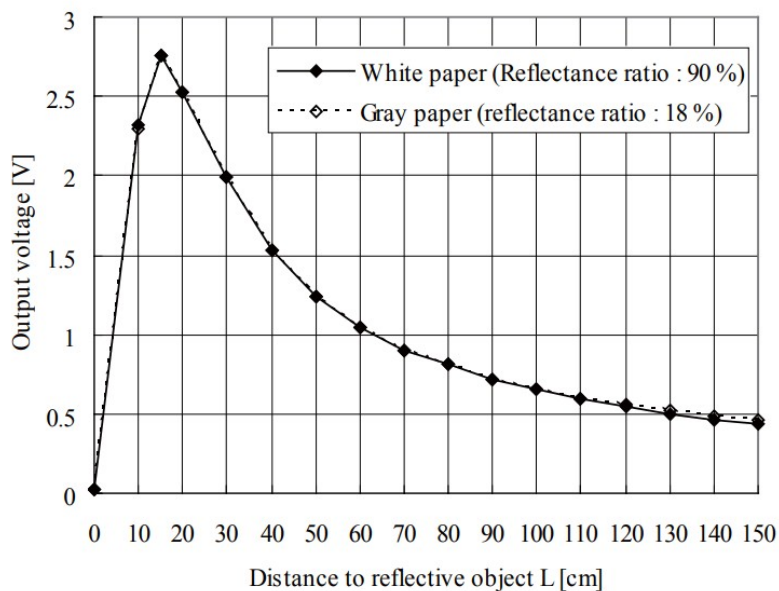


Рисунок 7 – Зависимость напряжение от расстояния до объекта (ИК датчик расстояния)

2.3.2. Программное управление схемой контроля инфракрасным дальномером

Для вывода информации о расстоянии до объекта можно воспользоваться семи сегментными индикаторами.

2.4. Общие сведения об ультразвуковом дальномере

Бесконтактные способы измерения расстояний, используя волны в ультразвуковом диапазоне широко применяются в нашей повседневной жизни. Мы сталкиваемся с ними, делая УЗИ в поликлинике, используя эхолот на рыбалке. Парктроник в автомобиле помогает нам избежать столкновения, сдвигая задним ходом. И конечно же ультразвуковые датчики широко применяются в робототехнике, помогая нашему роботу лучше «осознать» мир. В живой природе принцип ультразвуковой локации используется, например, летучими мышами и дельфинами.

Человек способен воспринимать звуковые волны, совершающие колебания в диапазоне от 20 до 20000 Гц (напомню, 1 Герц — это число колебаний в секунду). С возрастом диапазон воспринимаемых нами частот снижается, но в среднем, ребенок способен воспринимать звук именно в этом диапазоне. Если же колебания звуковых волн превысят этот диапазон, то человек перестает воспринимать их, но летучие мыши, собаки, дельфины, и мотыльки вполне могут их услышать. Такие колебания являются примерами ультразвука. Ультразвук — это *упругие* колебания и волны в диапазоне от 20 кГц до 1 ГГц. Термин *упругие* подчеркивает *неэлектромагнитную* природу этих колебаний и волн. Длина волны находится в обратной зависимости от ее частоты, следовательно ультразвуковые волны, по сравнению с обычным звуком имеют меньшую длину волны. Вследствие этого, ультразвуковые волны отражаются от различных

препятствий гораздо лучше, чем обычные звуковые волны, что делает их весьма полезными на практике.

2.4.1. Принцип работы и ограничения ультразвукового дальномера

Кристаллы некоторых материалов (таких как кварц) способны совершать очень быстрые колебания, при прохождении через них электричества. Это, так называемый, *обратный пьезоэффект*. Во время вибрации, они толкают и тянут воздух вокруг себя, производя, тем самым, ультразвуковые волны. Устройства, которые производят ультразвуковые волны с помощью пьезоэлектричества известны как пьезоэлектрические преобразователи. Пьезоэлектрические кристаллы также работают в обратном порядке: если ультразвуковые волны, распространяясь по воздуху, сталкиваются с пьезоэлектрическим кристаллом, слегка деформируют его поверхность, в результате чего в кристалле возникает электрическое поле. Итак, если подключить пьезоэлектрический кристалл к измерителю электрического напряжения, мы получим детектор ультразвука.

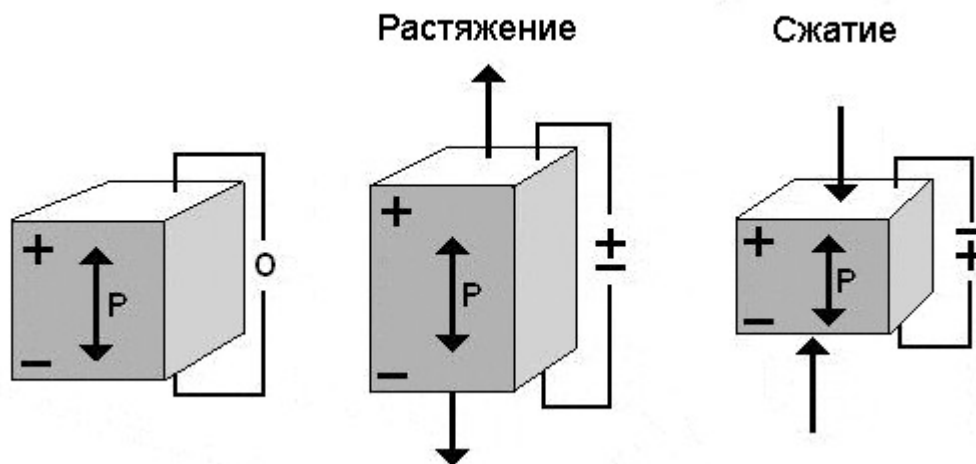


Рисунок 8 – Пьезоэлектрический эффект

Ультразвуковые волны могут быть получены с использованием магнетизма вместо электричества. Так же, как пьезоэлектрические кристаллы производят ультразвуковые волны в ответ на электричество, существуют и другие кристаллы, которые излучают ультразвук в ответ на магнетизм. Это эффект *магнестрикции*. Такие кристаллы называются магнестрикционными кристаллами. Датчики, использующие их, называются магнестрикционными преобразователями. В англоязычной литературе ультразвуковые датчики называются *ultrasound sensor*.

Используя пьезоэлектрические или магнестрикционные преобразователи, мы можем создать устройство, измеряющее расстояние до объектов — ультразвуковой дальномер, который работает следующим образом.

В момент измерения мы создаем электрическое колебание при помощи генератора, которое преобразуясь (например, при помощи пьезокристалла) в ультразвуковую волну, излучается в окружающее пространство. Эта волна отражается от препятствия и возвращается как эхо в приемник (также можно

использовать пьезокристалл). Измеряя время между посылкой и приемом нашего отраженного сигнала Δt и, зная скорость звуковой волны v , распространяемой в данной среде (для воздуха это величина около 340 м/с), мы можем вычислить расстояние d до препятствия.

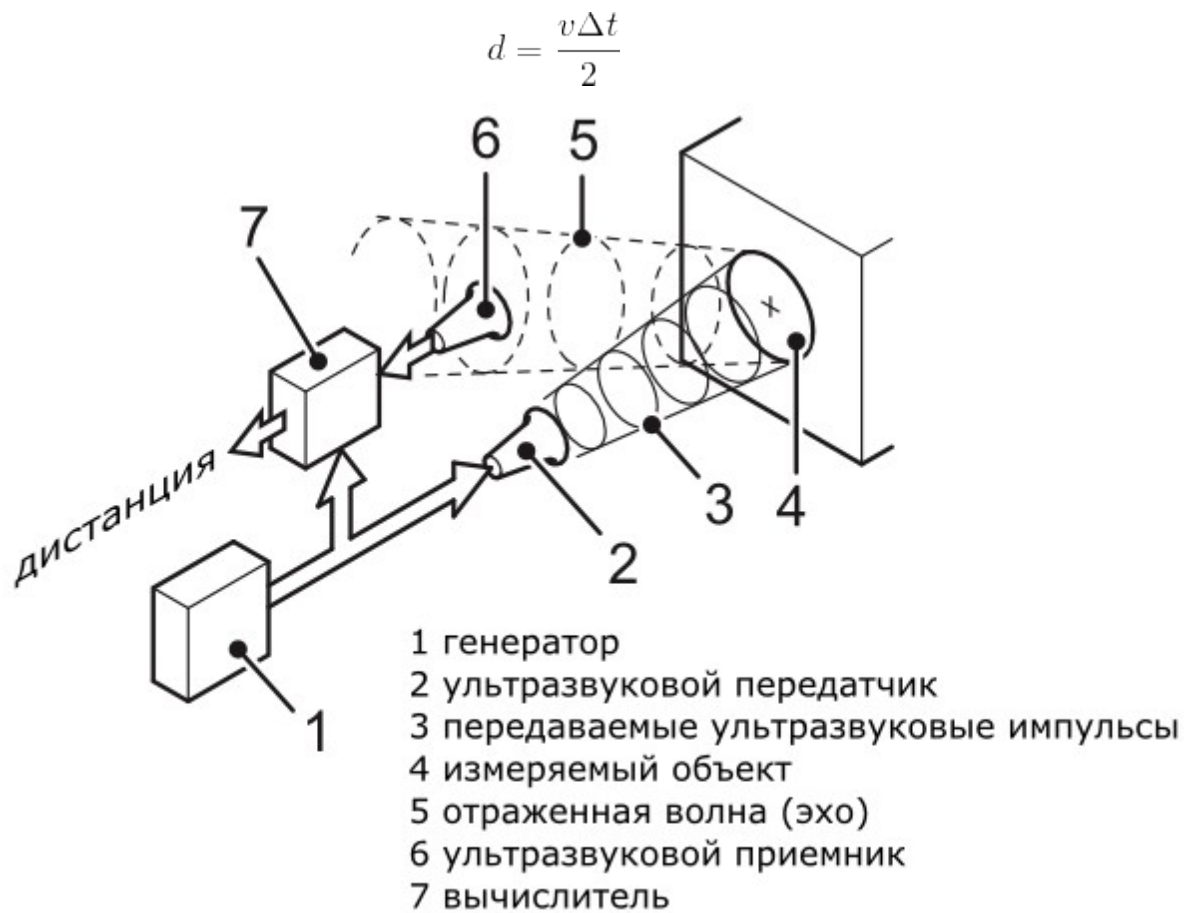


Рисунок 9 – Принцип действия ультразвукового дальномера

Ограничения:

- повышением частоты (снижением длины) излучаемой волны можно увеличивать чувствительность прибора к более мелким объектам;
- частичные отражения, или как их называют паразитный эхо-сигнал, могут исказить результаты измерений (причиной могут стать криволинейные или наклонные по отношению к направлению излучения сигнала поверхности);

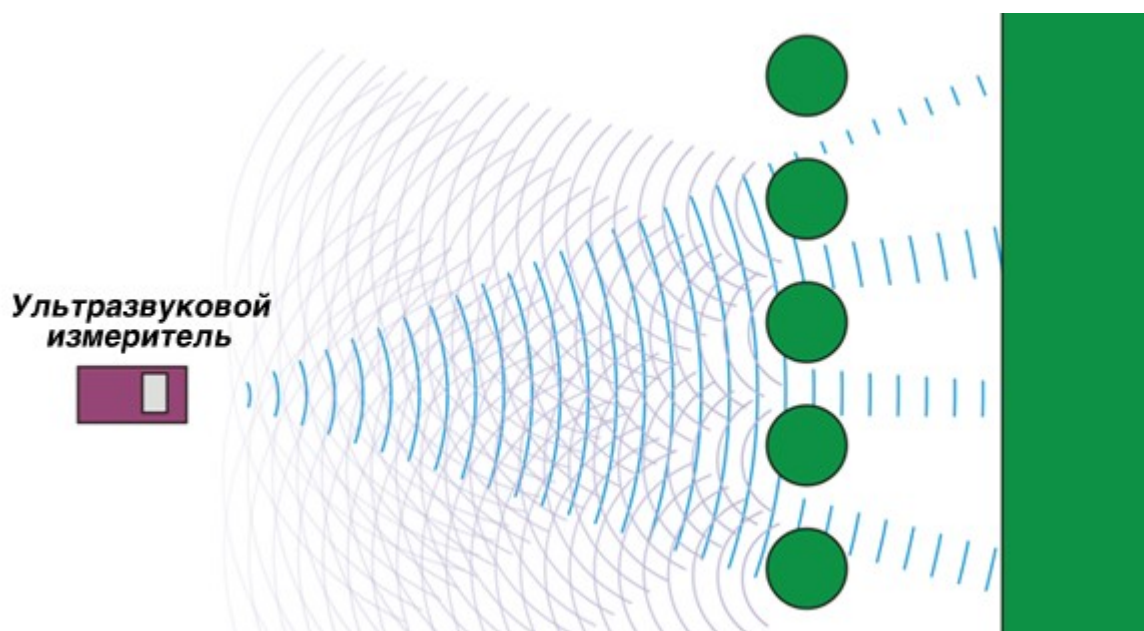


Рисунок 10 – Паразитный эхо-сигнал

- измерения объектов из звукопоглощающих, изоляционных материалов или имеющих тканевую (шерстяную) поверхность могут привести к неправильным измерениям вследствие поглощения (ослабления) сигнала. Домашний кошара может стать таким «стелсом» для ультразвукового дальномера;
- чем меньше объект, тем меньшую отражающую поверхность он имеет. Это приводит к более слабому отраженному сигналу;

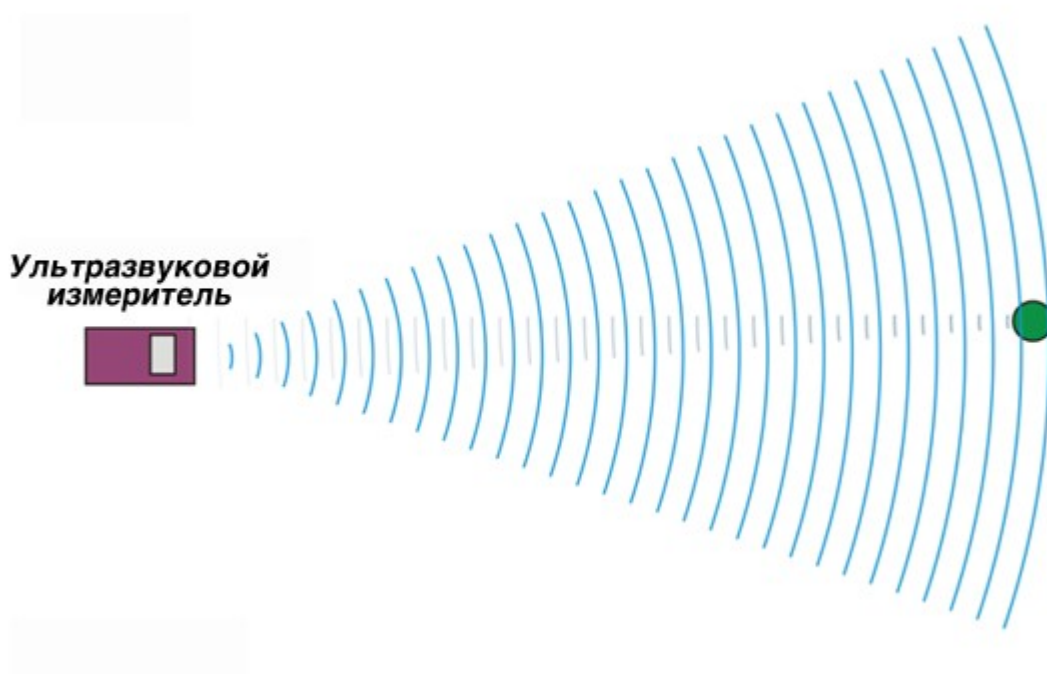


Рисунок 11 – Отражение от маленького объекта приводит к слабому сигналу

- при высокой влажности (дождь, снег) сигнал также может частично отражаться от капель (снежинок), что приводит к паразитному эхо-сигналу.

- сильный ветер может повлиять на распространение волн (буквально «сдуть»), что также приводит к ошибке измерений;
- Зная ограничения, связанные с физической природой ультразвука можно решить подходит этот тип дальномера для вашей задачи или же нет.

2.4.2. Программное управление схемой контроля ультразвуковым дальномером

Запуск звуковой волны начинается с подачи положительного импульса длительностью не менее 10мкс на вход **TRIG**. Как только импульс заканчивается датчик излучает в пространство перед собой пачку звуковых импульсов частотой 40кГц. В это же время на выходе **ECHO** датчика появляется импульс. По длительности импульса на выходе **ECHO** определяется расстояние до препятствия. Принцип работы изображен на рисунке 12.

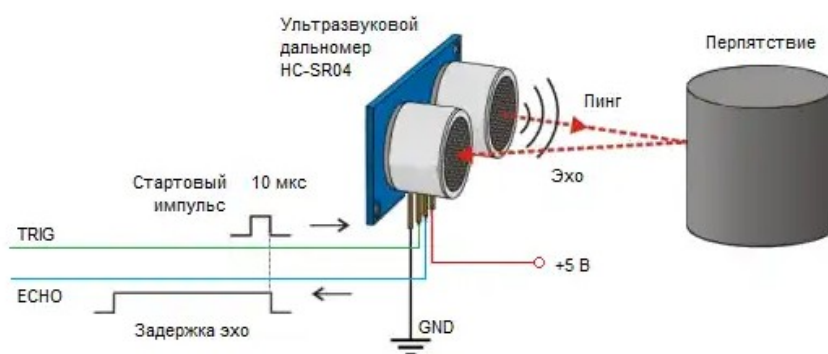


Рисунок 12 – Принцип работы ультразвукового датчика расстояния

Диапазон измерения расстояния дальномера HC-SR04 – до 4 метров с разрешением 0.3 см. Угол наблюдения - 30°.

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Лабораторный стенд состоит из персонального компьютера и трех модулей: модуля «Atmega32», модуль «Датчики», модуль «Исполнительные механизмы». В состав стенда также входит набор перемычек и соединительных проводов для подключения модулей к персональному компьютеру. Общая вид модулей стенда показана на рисунке 8.

3.1. Описание модуля «Atmega32»

Общий вид модуля представлен на рис.9.

Состав модуля:

- Высокопроизводительный RISC-процессор.
- Жидкокристаллический двухстрочного-цифро-буквенный дисплей.
- Семисегментный индикатор 4шт.

- Светодиоды для индикации логических уровней (8 шт.)
- Потенциометр для генерации аналоговых сигналов.
- Генератор импульсов на ровно 50 Гц.
- Фильтры нижних частот.
- 10-канальный генератор логических уровней.
- Кнопка сброса целевого микроконтроллера.
- Программатор целевого микроконтроллера.



Рисунок 13 – Общая вид модулей лабораторного стенда

Спецификация МК Atmega32:

- Тактовая частота: 16 МГц
- Размер программной памяти (Flash) (Программная память): 32 кБ
- Память данных (EEPROM): 1024 Б
- Память ОЗУ (SRAM) (RAM): 2048 Б
- Кол-во таймеров (Таймеров): 3
- Кварцевый резонатор 32кГц для RTC (RTC 32кГц): Да
- Разрешение и количество каналов аналого-цифрового преобразователя (АЦП) (АЦП): 8x10-bit
- Аналоговый компаратор напряжения (кол-во) (Компаратор): 1
- Количество линий ввода-вывода (I/O): 32
- Типы последовательных интерфейсов и кол-во каналов (Последовательные интерфейсы): UART; SPI; I2C
- Встроенный температурный датчик (Датчик температуры): Нет
- Напряжение питания (min) (Uпит (min)): 4.5 В
- Напряжение питания (max) (Uпит (max)): 5.5 В
- Минимальная рабочая температура (tmin): -40 °C
- Максимальная рабочая температура (tmax): 85 °C

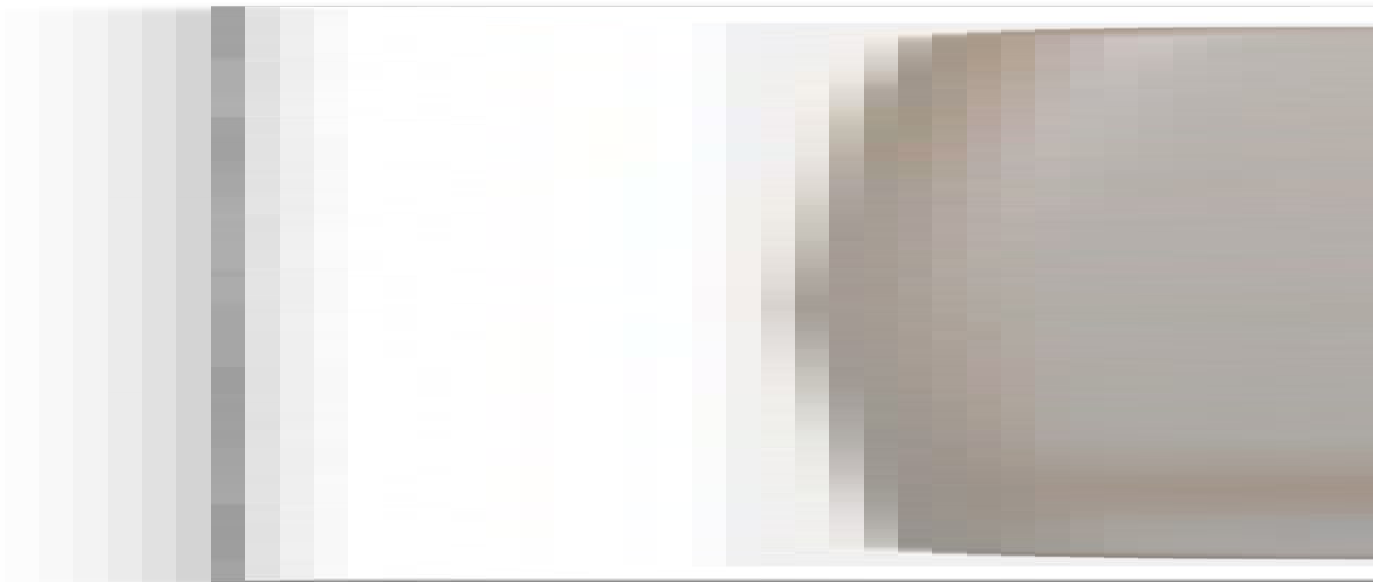


Рисунок 14 – Общий вид модуля «Микроконтроллер Atmega32»

3.2. Описание модуля «Датчики»

Общий вид модуля представлен на рис.15.

Состав модуля:

- Инфракрасный приемник.
- Датчик оттенка цвета.
- Датчик газа.
- Фоторезистор.
- Микрофон.
- Датчик холла.
- Датчик расстояния ультразвуковой.
- Датчик расстояния инфракрасный.
- Гироскоп.
- Акселерометр.

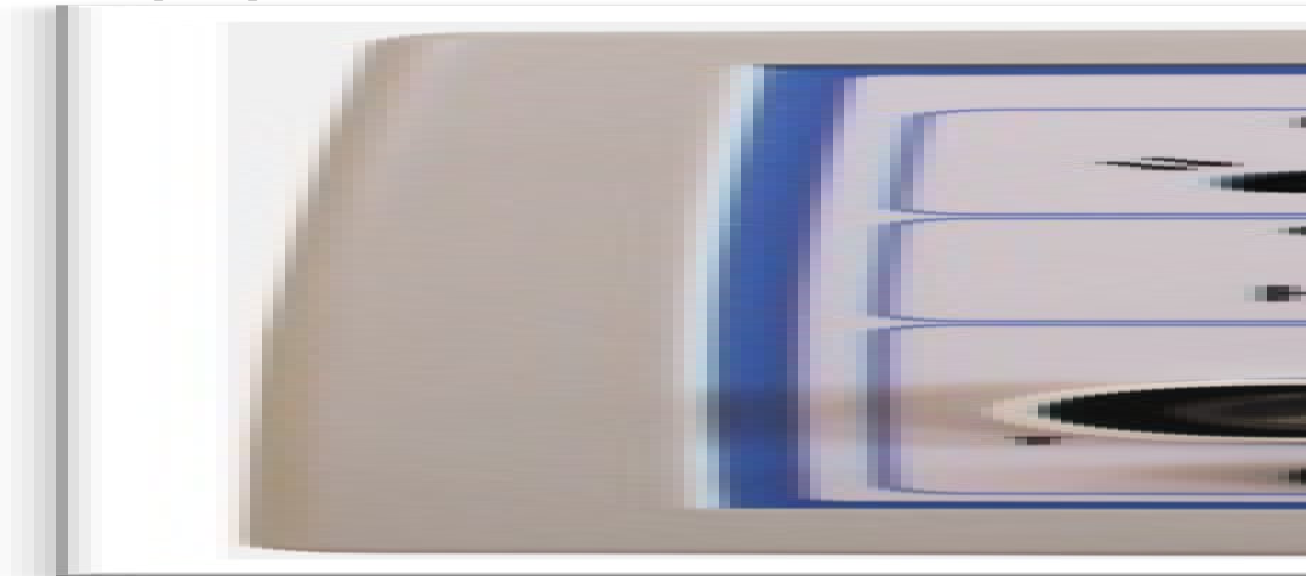


Рисунок 15 – Общий вид модуля «Датчики»

4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Общая структура задания подставлена ниже:

1. Изучить основные принципы программирования фоторезистора, датчика Холла, инфракрасного дальномера и ультразвукового дальномера на микроконтроллерах семейства AVR.
2. Ознакомиться с устройством лабораторного стенда.
3. Собрать схему лабораторного стенда, в которой реализуется подключение модуля микроконтроллера с модулем датчиков. При необходимости подключить к контроллеру индикаторы и кнопки.
4. Написать программы получающие значения с датчиков.
5. Выполнить отладку программы с помощью симуляции в среде Proteus;
6. Загрузить программу в контроллер и проверить результаты ее работы на реальном устройстве.
7. Подготовить отчет о проделанной работе.

4.1. Задание 1. Исследование фоторезистора

Для создания схемы контроля освещенности необходимо выход схемы с фоторезистором подключить к входу АЦП микроконтроллера и замерить данные, получаемые при нормальной освещенности и при отсутствии света на фоторезисторе.

Необходимо:

1. Произвести замер при наличии и отсутствии света на фоторезисторе. Записать полученные с АЦП результаты.
2. Написать программу, которая при отсутствии света на фоторезисторе будет зажигать светодиод, а при наличии света на фоторезисторе выключать его.

4.2. Задание 2. Исследование датчика Холла

Для создания схемы контроля магнитного поля необходимо выход датчика Холла подключить к входу АЦП микроконтроллера и замерить данные получаемые от датчика Холла.

Необходимо:

1. Произведите замер при наличии и отсутствии магнитного поля на датчике Холла. Запишите полученные с АЦП результаты.
2. Напишите программу, которая при отсутствии магнитного поля на датчике Холла будет зажигать светодиод, а при наличии магнитного поля на датчике Холла выключать его.

4.3. Задание 3. Исследование инфракрасного дальномера

Для создания схемы контроля расстояния до некоторого объекта необходимо выход схемы с инфракрасного дальномера подключить к входу АЦП микроконтроллера и замерить данные, получаемые при разном расстоянии до объекта (например, тетрадка, листик, телефон).

Необходимо:

1. Произвести замер на разном расстоянии до объекта (от 20см до 50см). Записать полученные с АЦП результаты.

2. Написать программу, которая при расстоянии до объекта в 35-40 см будет зажигать 1 светодиод, а при расстоянии до объекта в 41-50 см зажигать 2 светодиода. А при расстоянии менее 35 см и более 50см светодиоды гореть не будут.

4.4. Задание 4. Исследование ультразвукового дальномера

Для создания схемы контроля расстояния до некоторого объекта необходимо вход ультразвукового дальномера подключить к выходу микроконтроллера (с которого будут подаваться импульсы), а выход схемы с ультразвукового дальномера подключить к входу микроконтроллера и замерить данные, получаемые при разном расстоянии до объекта (например, тетрадка, листик, телефон).

Необходимо:

1. Произвести замер на разном расстоянии до объекта (от 5см до 25см). Записать полученные с АЦП результаты.

2. Написать программу, которая при расстоянии до объекта в 7-10 см будет зажигать 1 светодиод, а при расстоянии до объекта в 11-20 см зажигать 2 светодиода. А при расстоянии менее 7 см и более 20 светодиоды гореть не будут.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ РАБОТЫ

Выполнение и защита лабораторной работы производится каждым студентом индивидуально. Защита результатов лабораторной работы осуществляется при наличии работающей программы и полностью оформленного отчета.

Отчет должен включать в себя следующие разделы:

- титульный лист;
- цель работы;
- постановка задачи;
- схема подключения внешних устройств к контроллеру, схема программы;
- схема алгоритма и текст программы;
- результаты работы программы (фото индикатора лабораторного макета с результатами);
- выводы.

Защита работы состоит в следующем:

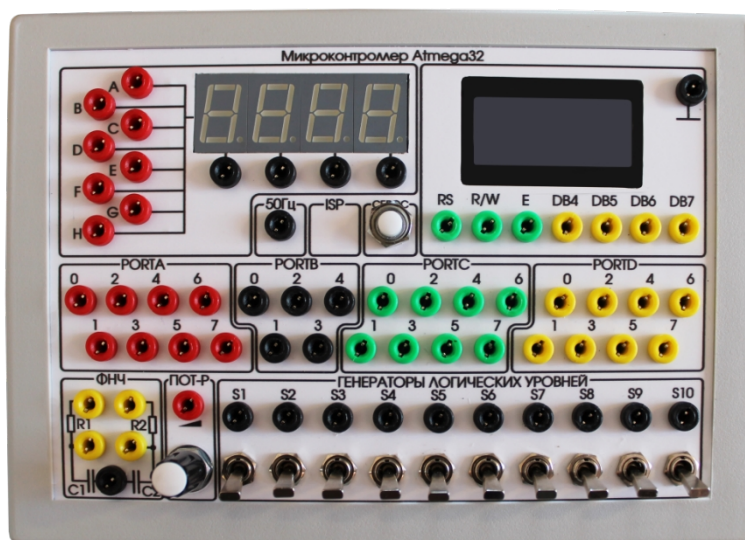
- представление работающей программы на компьютере;
- предъявление отчета, оформленного в соответствии с требованиями;
- ответы на вопросы преподавателя по теоретической и практической части работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL, 5-е изд., стер. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. — 560 с.
2. Шпак Ю.А. Программирование на языке C для AVR и PIC микроконтроллеров. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Киев: МК-Пресс, 2012. - 534 с.
3. Мортон. Дж. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. / Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. — 272 с.
4. <http://atmel.ru/> [интернет ресурс]

Заказ № _____ от «___» _____ 2018г. Тираж 50 экз.
Изд-во СевГУ

Подготовительные работы



В микроконтроллере соединить проводами:

- A- 0 (порт C)
- B- 1 (порт C)
- C- 2 (порт C)
- D- 3 (порт C)
- E- 4 (порт C)
- F- 5 (порт C)
- G- 6 (порт C)
- H- 7 (порт C)

- 0 (порт B)- соединить слева направо с
- 1 (порт B)- клеммами цифровых
- 2 (порт B)- индикаторов
- 3 (порт B)-

Соединить 0 порта A с соответствующим входом модуля датчиков.

Динамик соединить с port A (0), микрофон с port D (0).

Соединить корпуса модулей.

Подать питание на модули, подключив провода от разъемов USB системного блока.

HEX files:

Holo_Fotores_Gas.hex (датчики Холла, фоторезистора, газа)

Infrared.hex (приемник инфракрасного излучения)

Ultrasonic.hex (датчик ультразвука)

Работа с программой Atmel Studio 7.

- открыть программу **Atmel Studio 7**
- перейти на вкладку **Tools**
- выбрать в открывшемся окне device programming
- установить в окне **Tool** « *AVRISP mk II*», а в окне **Device** « *ATmega 32*»
- нажать кнопку **apply**
- выбираем опцию **memories**
- flash** ... (указываем путь к папке «Сенсоры»)
- выбираем нужный HEX файл
- нажимаем кнопку **program**, происходит загрузка файла
- убеждаемся, что в левом нижнем углу появляется сообщение *Verifying Flash*
... *OK*

Далее работаем с модулем датчиков и контроллером.

Что такое датчик газа MQ-2?

MQ-2 является одним из наиболее часто используемых датчиков газа из серии датчиков MQ. Это датчик газа типа металл-оксид-полупроводник (МОП, MOS), также известный как химрезистор (химический резистор), поскольку обнаружение основано на изменении сопротивления чувствительного материала, когда газ вступает в контакт с этим материалом. Используя простую цепь делителя напряжения, можно измерить концентрацию газа.



Рисунок 2 – Датчик газа MQ-2

Датчик газа MQ-2 работает при постоянном напряжении 5 В и потребляет около 800 мВт. Он может обнаруживать концентрации **LPG (сжиженного нефтяного газа), дыма, алкоголя, пропана, водорода, метана и угарного газа** от 200 до 10000 ppm (миллионных долей).

Чему равен 1 ppm?

При измерении газов, таких как углекислый газ, кислород или метан, термин концентрация используется для описания количества газа по объему в воздухе. Двумя наиболее распространенными единицами измерения являются миллионная доля (ppm) и процентная концентрация.

Миллионная доля (сокращенно ppm) – это соотношение одного газа к другому. Например, 1000 ppm CO означает, что если бы вы могли сосчитать миллион молекул газа, 1000 из них были бы моноокисью углерода, а 999 000 молекул – какими-то другими газами.

Вот полный список технических характеристик:

Технические характеристика датчика газа MQ-2

Рабочее напряжение	5 В
Сопротивление нагрузки	20 кОм
Сопротивление нагревателя	33 Ом ± 5%
Потребляемая мощность	<800 мВт

Сопротивление чувствительности	10 кОм - 60 кОм
Измерение концентрации	200 - 10000 ppm
Время разогрева	более 24 часов

Для более подробной информации, пожалуйста, обратитесь к техническому описанию.

Совет

Датчик чувствителен к нескольким газам – но не может сказать, какой из них он обнаружил! Это нормально; большинство датчиков газа такие. Таким образом, он лучше всего подходит для измерения изменений концентрации известного газа, а не для определения концентрации какого газа изменилась.

Внутренняя структура датчика газа MQ-2

Датчик фактически заключен в два слоя тонкой сетки из нержавеющей стали, которая называется «антивзрывной сеткой» (anti-explosion network). Она гарантирует, что нагревательный элемент внутри датчика не вызовет взрыва, когда мы ищем легковоспламеняющиеся газы.

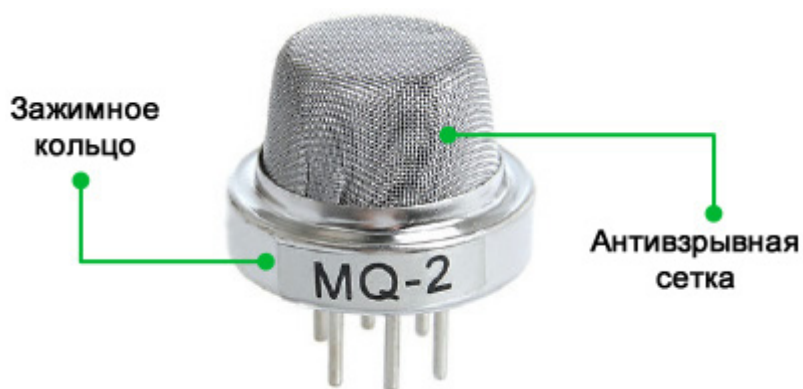


Рисунок 3 – Внешние компоненты датчика газа MQ-2

Она также обеспечивает защиту датчика и отфильтровывает взвешенные частицы, поэтому внутрь камеры могут проходить только газообразные элементы. Сетка связана с остальной частью корпуса через медное зажимное кольцо.

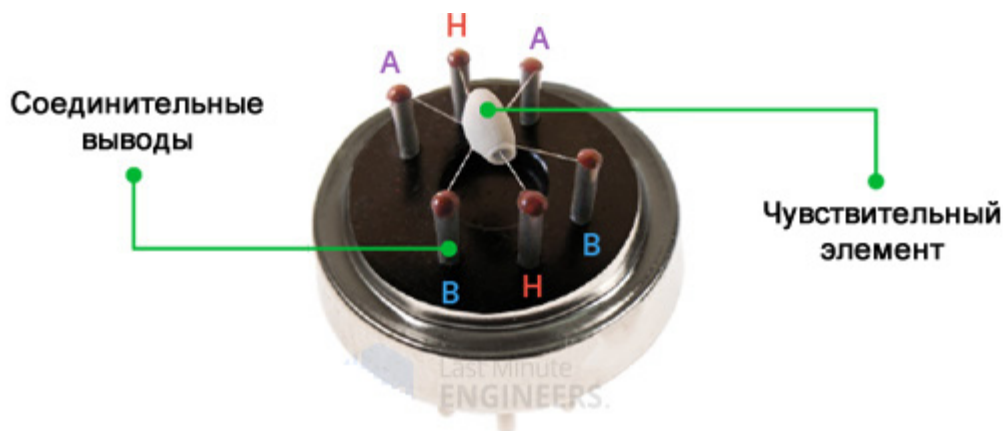


Рисунок 4 –

Внутренняя структура с чувствительным элементом и соединительными выводами

Так выглядит датчик при удалении внешней сетки. Звездообразная структура образована из чувствительного элемента и шести соединительных ножек, которые выходят за пределы бакелитового основания. Из шести два вывода (**Н**) отвечают за нагрев чувствительного элемента и соединены через **катушку из никель-хромовой проволоки**, хорошо известного проводящего сплава.

Остальные четыре вывода (**А** и **В**), отвечающие за выходные сигналы, подключены с использованием **платиновых проводов**. Эти провода соединены с корпусом чувствительного элемента и передают небольшие изменения тока, который проходит через чувствительный элемент.

Керамика на основе
оксида алюминия (Al_2O_3)



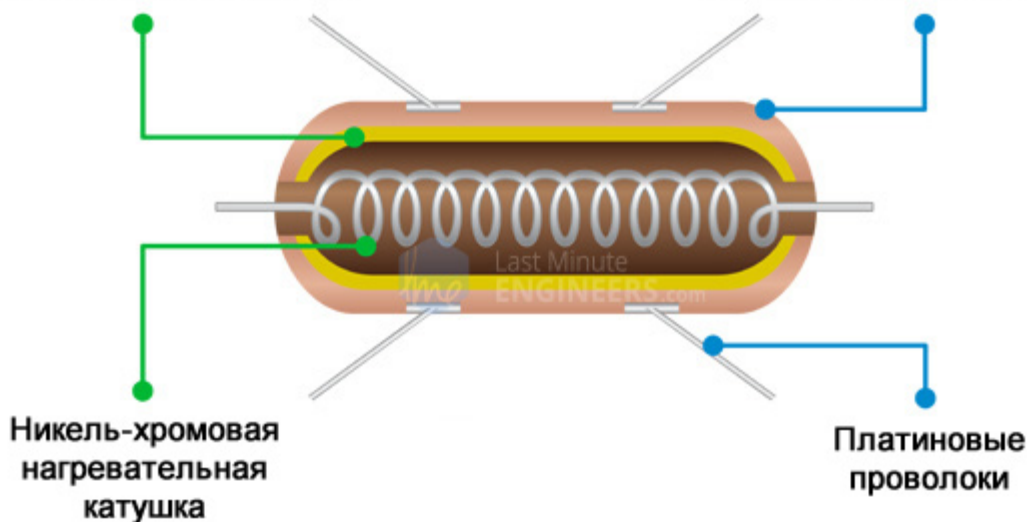
Оболочка из
диоксида олова

Рисунок 5 – Чувствительный элемент – керамика на основе оксида алюминия с покрытием из диоксида олова

Трубчатый чувствительный элемент изготовлен из керамики на основе **оксида алюминия** (Al_2O_3) и покрыт **диоксидом олова** (SnO_2). Диоксид олова здесь является наиболее важным материалом, будучи чувствительным к горючим газам. Керамическая подложка просто увеличивает эффективность нагрева и обеспечивает постоянное нагревание площади датчика до рабочей температуры.

Керамика на основе
оксида алюминия (Al_2O_3)

Оболочка из
диоксида олова (SnO_2)



Никель-хромовая
нагревательная
катушка

Платиновые
провода

Рисунок 6

– Внутренняя структура чувствительного элемента датчика газа MQ-2

Итак, никель-хромовая катушка и керамика на основе оксида алюминия образуют **систему подогрева**; в то время как платиновые провода и покрытие из диоксида олова образуют **сенсорную систему**.

Как работает датчик газа?

Когда диоксид олова (частицы полупроводника) нагревается на воздухе до высокой температуры, на его поверхности адсорбируется кислород. В чистом воздухе донорные

электроны диоксида олова притягиваются к кислороду, который адсорбируется на поверхности чувствительного материала. Это предотвращает протекание электрического тока.

В присутствии восстановительных газов поверхностная плотность адсорбированного кислорода уменьшается, так как он реагирует с восстановительными газами. Из-за чего электроны высвобождаются в диоксид олова, что позволяет току свободно течь через датчик.

Обзор аппаратного обеспечения – модуль датчика газа MQ-2

Поскольку сам датчик газа MQ-2 не совместим с макетными платами, мы рекомендуем для тестов использовать этот удобный небольшой модуль. Он очень прост в использовании и имеет два разных выхода. Он не только выдает двоичное представление о наличии горючих газов, но также выдает аналоговое представление об их концентрации в воздухе.

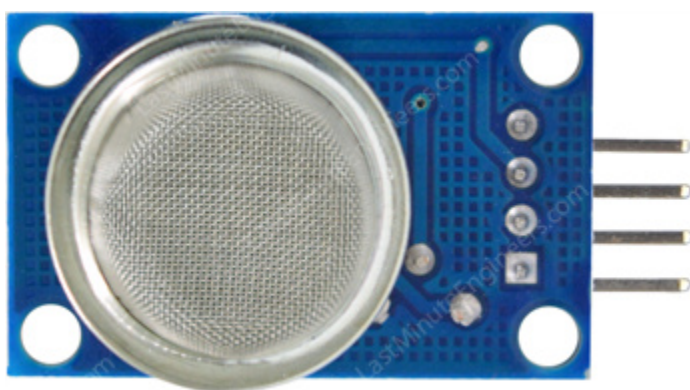


Рисунок 8 – Модуль датчика газа MQ-2

Напряжение на аналоговом выходе датчика изменяется пропорционально концентрации дыма/газа. Чем больше концентрация газа, тем выше выходное напряжение; в то время как меньшая концентрация газа приводит к более низкому выходному напряжению. Следующая анимация иллюстрирует взаимосвязь между концентрацией газа и выходным напряжением.



Рисунок 9 – Выходной сигнал модуля датчика газа MQ-2

датчика газа MQ-2

Аналоговый сигнал от датчика газа MQ-2 поступает на высокоточный компаратор LM393 (впаян в нижней стороне модуля) для оцифровки. Рядом с компаратором имеется небольшой потенциометр, который можно покрутить, чтобы отрегулировать чувствительность датчика. Вы можете использовать его для регулировки концентрации газа, при которой датчик его обнаруживает.

Калибровка модуля датчика газа MQ-2

Чтобы откалибровать датчик газа, вы можете держать датчик газа рядом с дымом/газом, который вы хотите обнаруживать, и поворачивать потенциометр, пока на модуле не начнет светиться красный светодиод. Поворачивайте потенциометр по часовой стрелке, чтобы увеличить чувствительность, или против часовой стрелки, чтобы уменьшить

чувствительность.

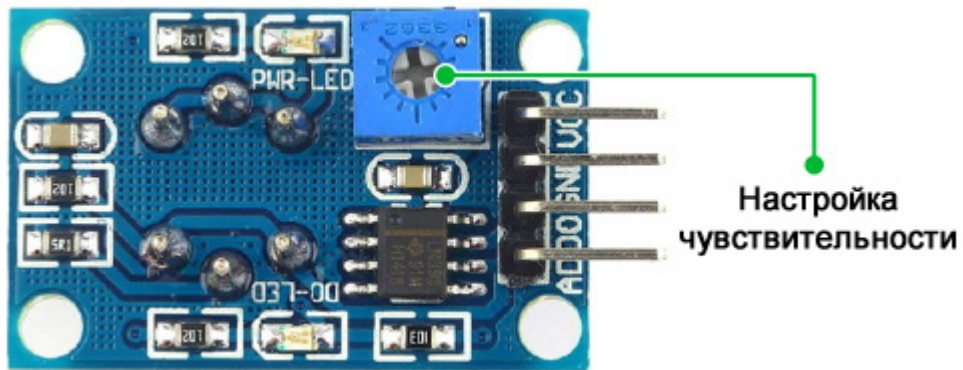


Рисунок 10 –
Потенциометр регулировки чувствительности модуля датчика газа MQ-2

Компаратор на модуле постоянно проверяет, достиг ли аналоговый выходной сигнал (**A0**) порогового значения, установленного потенциометром. Когда он пересекает пороговое значение, цифровой выход (**D0**) выдаст высокий логический уровень, и загорится светодиодный индикатор. Эта настройка очень полезна, когда вам нужно при достижении определенного порога запустить какое-то действие. Например, когда концентрация дыма пересекает пороговое значение, вы можете включить или выключить реле или дать команду включить вентиляцию или спринклерную систему пожаротушения.