КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ АСМ (Аппаратные средства микроконтроллеров) 4 курс, 7 семестр «РАЗРАБОТКА АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ» (руководитель М.А. Амелина)

Цель курсового проекта — закрепить теоретический материал и освоить методику разработки программно-аппаратных средств микроконтроллерных систем. В ходе выполнения проекта необходимо проанализировать техническое задание, разработать принципиальную схему устройства и программное обеспечение к нему, проверить работоспособность устройства с использованием имитационных отладочных средств (PROTEUS) и отладочных плат для AVRмикроконтроллеров: EasyAVR5A (для МК ATmega16); Arduino Uno, Nano (для МК ATmega328P). Кроме того, необходимо проверить соответствие параметров разработанного устройства параметрам технического задания (погрешность в разных участках шкалы и т.п.).

Курсовой проект представляется в виде расчетно-пояснительной записки, содержащей следующие пункты:

- оглавление;
- техническое задание;
- анализ технического задания и разработка алгоритма работы электронного устройства на основе МК;
- расчетные формулы и соотношения, обосновывающие принципиальную схему устройства и его алгоритм работы (программное обеспечение);
- разработка функциональной схемы устройства;
- разработка (или обоснование выбора) принципиальной схемы устройства;
- описание и блок-схема алгоритма функционирования устройства;
- листинги программ с подробными комментариями;
- результаты моделирования в среде PROTEUS, подтверждающие работоспособность и соответствие параметров разработанного устройства требованиям технического задания;
- конструкторско-технологическая проработка устройства, включающая принципиальную схему с перечнем элементов, выполненную в соответствии с ЕСКД;
- список использованных источников (список литературы), на которые должны быть сделаны ссылки в тексте.

Электронным приложением к выполненному курсовому проекту является совместный проект в средах CodeVisionAVR-PROTEUS, который можно запустить в системе моделирования PROTEUS, произвести пошаговую отладку и проверить работоспособность устройства в реальном масштабе времени.

Для студентов, претендующих на оценки «хорошо» или «отлично» при создании проектов на основе отладочных плат Arduino Uno, Arduino Nano с микроконтроллером ATmega328p **запрещается использовать среду ARDUINO IDE**. Для подобных проектов следует использовать исключительно среду Code Vision AVR 3.12, которая изучается в течение семестра курсового проектирования.

Для студентов, претендующих на наивысшую оценку («Отлично») желательным является доказательство работоспособности устройства и соответствия его выходных параметров параметрам технического задания на макетном образце с использованием средств отладочной платы EasyAVR5A или собственного макета на основе плат Arduino Nano, Arduino Uno и подключаемых внешних модулей (датчиков, индикаторов, ЦАП и т.п.). В этом случае при проектировании аппаратнопрограммных средств следует учитывать особенности аппаратной реализации отладочной платы EasyAVR5a (описание, принципиальная схема, фрагменты схемы с русскими комментариями), плат Arduino.

После проверки курсовой работы преподавателем, необходимо устранить замечания (если это требуется), создать полный pdf-файл ПЗ с приложениями и защитить работу со слайдпрезентацией. Во время защиты следует обосновать принятые решения и полученные результаты, объяснить формулы, характеристики и графики, знать теоретические разделы курса, использованные в работе. Для студентов, претендующих на оценку «Отлично», желательно заранее продемонстрировать работу устройства в «железе» (с использованием средств отладочной платы EasyAVR5A или самостоятельно собранного макета на основе платы Arduino).

ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (2022, ПЭ1,2-19)

Разработать принципиальную схему устройства на базе микроконтроллера ATMega16 (ATmega328), а также необходимое программное обеспечение микроконтроллера для решения задания, номер которого соответствует порядковому номеру студента в журнале посещаемости.

Для студентов группы ПЭ1-19

1. Измеритель длительности импульса периодической импульсной последовательности. Длительность импульса может меняться в диапазоне 1 мс1000 мс. Результат в десятичном коде должен выводиться на семисегментный индикатор отладочной платы EasyAVR5A [3]. Определить относительную погрешность измерения при разных величинах длительности входного импульса.
2. Измеритель коэффициента заполнения периодической импульсной последовательности. Коэффициент заполнения может меняться в диапазоне 0.05–0.95. Период следования импульсов от 1 мс до 10 мс. Результат в виде десятичного действительного числа вывести на 4хразрядный семисегментный индикатор платы EasyAVR5A [3]. Динамическую индикацию организовать программно. Определить относительную погрешность измерения при разных значениях коэффициента заполнения и периода импульсов.
3. Измеритель периода следования импульсной последовательности с усреднением за 10 периодов. Период следования импульсов 0,1 мс100 мс. Результат в десятичном коде должен выводиться на двухстрочный текстовый ЖК индикатор [6]. Определить относительную погрешность измерения при разных значениях периода.
4. Измеритель коэффициента заполнения периодической импульсной последовательности. Коэффициент заполнения может меняться в диапазоне 0.05–0.95. Период следования импульсов от 10 мс до 100 мс. Результат в виде десятичного действительного числа вывести на текстовый жидкокристаллический индикатор [6]. Определить относительную погрешность измерения при разных значениях коэффициента заполнения и периода.
5. Генератор прямоугольного широтно-модулированного сигнала частотой 1 кГц, коэффициент заполнения которого изменяется в зависимости от входного напряжения (в качестве источника напряжения используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы). При изменении напряжения от 0 до 5 В коэффициент заполнения выходных прямоугольных импульсов изменяется от 0 до 1. Дискретность изменения коэффициента заполнения 1/256.
6. Регулятор цвета свечения RGB-светодиода [36] с общим катодом в порядке перехода цветов спектра (с помощью ШИМ по трём каналам R, G, B) на основе поворотного энкодера KY-40 [9]. Осуществить плавный циклический переход цветов спектра

КОЖЗГСФ (при вращении ручки энкодера по час. стрелке) и ФСГЗЖОК (при вращении ручки энкодера против час. стрелки).

7. Программа измерения критической частоты мерцания (для конкретного наблюдателя) с помощью семисегментного индикатора платы EasyAVR5A [3]. Частота развертки изображения должна выводиться на сам семисегментный индикатор (в Герцах с одним знаком после десятичной точки). Увеличение (уменьшение) частоты развертки изображения (от 2 до 200 Гц) осуществляется с помощью поворотного энкодера [9] (увеличение – поворотом по часовой стрелке, уменьшение – поворотом против часовой стрелки).
8. Измеритель температуры внешней среды в диапазоне 30…+50°C с использованием датчика DS18B20 [14]. Результат измерения должен отображаться на семисегментном индикаторе платы EasyAVR5A [3] в десятичном коде со знаком (±XX.X). Погрешность измерения 0,5° C.
9. Измеритель постоянного напряжения в диапазоне 0–5 В в милливольтах (в качестве источника используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы), с выводом информации на светодиодный семисегментный индикатор платы EasyAVR5A [3] (динамическая индикация организуется программно). Усреднение измеренного постоянного напряжения осуществляется за 0.1 секунду по 10 отсчётам.
10. Измеритель концентрации газов (метана, пропана, LPG (Liquified Petroleum Gas – сжиженная пропан-бутановая смесь), водорода) и дыма на основе модуля с датчиком MQ2 [32], с выводом информации на текстовый жидкокристаллический индикатор [6] отладочной платы EasyAVR5A.
11. Генератор периодического гармонического сигнала на основе SPI ЦАП MCP4921 [23], частота которого может меняться в логарифмической сетке частот (с увеличением/уменьшением в 2 раза) с помощью управления поворотным энкодером KY-40 [9]. Увеличение частоты происходит при повороте ручки энкодера по часовой стрелке, уменьшение — против часовой стрелки. Предусмотреть программное подавление дребезга контактов энкодера и фильтрацию ступенчатого сигнала ЦАП.
12. Генератор периодического гармонического сигнала на основе 8разрядного параллельного ЦАП на резистивной матрице R-2R (см. рис. 1, 2), частота которого может меняться в диапазоне от 1 Гц до 100 кГц с помощью управления поворотным энкодером KY-40 [9]. Увеличение частоты происходит при повороте ручки энкодера по часовой стрелке, уменьшение — против часовой стрелки.

Предусмотреть программное подавление дребезга контактов энкодера и фильтрацию ступенчатого сигнала ЦАП.

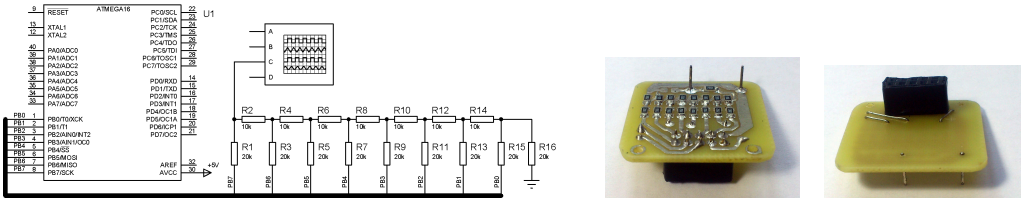


Рисунок 1 МК Atmega16 с ЦАП на основе резистивной матрицы R-2R

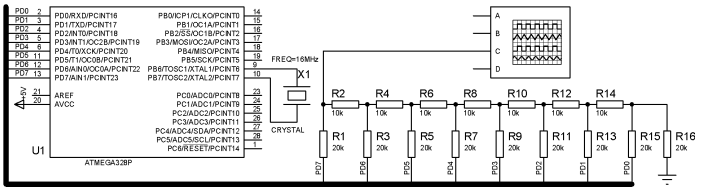


Рисунок 2 МК Atmega328p с ЦАП на основе резистивной матрицы R-2R

13. Измеритель постоянных напряжений в диапазоне 0–5 В в 8 точках (в качестве источников используются сигналы с движков потенциометров, подключенных к питанию платы), с выводом информации в логарифмическом масштабе (8 уровней) на светодиодный матричный индикатор 8X8 под управлением контроллера MAX7219 [8] в виде 8 светящихся столбцов. Шаг зажигания светодиодов в столбце при изменении входного напряжения — увеличение напряжения 2 раза. Т.е. при входном напряжении $Vin<5/2^8$ не горит ни один светодиод, при $5/2^8 \le Vin<5/2^7$ В зажигается нижний светодиод, $5/2^7 \le Vin<5/2^6$ В зажигается второй снизу светодиод и т.д. до $5/2 \le Vin<5$ В — зажигается верхний (восьмой) светодиод.
14. Измеритель среднего значения постоянного напряжения в диапазоне 05 В в вольтах (в качестве источника используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы), с выводом информации на текстовый жидкокристаллический индикатор платы EasyAVR5A [6]. Усреднение измеренного постоянного напряжения осуществляется за 0.5 секунды по 100 отсчётам.
15. ШИМ-регулятор яркости свечения светодиода на основе микроконтроллера и поворотного энкодера KY-40 [9]. При вращении ручки энкодера по часовой стрелке яркость увеличивается, при вращении против часовой стрелки — уменьшается. После достижения максимальной яркости при вращении по час. стрелке яркостьне меняется. После достижения минимальной яркости при вращении против час. стрелки яркость не меняется.

16. Измеритель постоянного напряжения в диапазоне 0–5 В (в качестве источника используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы), с выводом информации в линейном масштабе на светодиодную индикаторную линейку [35]. Шаг зажигания светодиодов при изменении входного напряжения — 0.5 В. Т.е. при входном напряжении Vin<0.5 В не горит ни один светодиод, при 0,5≤Vin<1 В зажигается нижний светодиод, 1≤Vin<1.5 В зажигается второй снизу светодиод и т.д. до Vin≥5 В — зажигается верхний (десятый) светодиод. Усреднение измеренного постоянного напряжения осуществляется по 10 отсчетам в течение 0.1 секунды.
17. Измеритель частоты импульсной последовательности. Частота может меняться в диапазоне 5 Гц25 кГц. Приведенная погрешность измерений должна быть не более 0,5%. Результат в десятичном коде должен выводиться на текстовый ЖК индикатор [6] отладочной платы EasyAVR5A.
18. Генератор периодического гармонического сигнала на основе I2C ЦАП MCP4725 [22], частота которого может меняться в логарифмической сетке частот (с увеличением/уменьшением в 2 раза) с помощью управления поворотным энкодером KY-40 [9]. Увеличение частоты происходит при повороте ручки энкодера по часовой стрелке, уменьшение — против часовой стрелки. Предусмотреть программное подавление дребезга контактов энкодера.
19. Разработать измеритель длительности паузы импульсной последовательности. Пауза может меняться от 0,05 мс до 50 мс. Результат измерений должен в десятичном коде выводиться на четырехразрядный светодиодный семисегментный индикатор отладочной платы EasyAVR5A [3]. Определить относительную погрешность измерения при минимальном и максимальном значении длительности измеряемой паузы.

Для студентов группы ПЭ2-19

1. Измеритель частоты импульсной последовательности. Частота может меняться в диапазоне от 50 Гц до 500 кГц. Приведенная погрешность измерений не более 0,01%. Результат в десятичном коде должен выводиться на плату с 8-разрядным семисегментным индикатором под управлением микросхемы MAX7219 [5].
2. Измеритель длительности импульса периодической импульсной последовательности. Длительность импульса может меняться в диапазоне от 1 мс до 1000 мс. Результат в десятичном коде в виде

действительного числа миллисекунд с одним знаком после точки и указанием единиц (mS) должен выводиться на плату с 8-разрядным семисегментным индикатором под управлением микросхемы MAX7219 [5].

3. Измеритель периода следования периодической импульсной последовательности. Период следования импульсов 10 мкс–50 мс. Результат в десятичном коде должен отображаться на четырехразрядном светодиодном семисегментном индикаторе платы EasyAVR5A [3]. Динамическая индикация организуется программно. Определить относительную погрешность измерения при минимальном и максимальном значениях измеряемого периода.
4. Частотомер, способный измерить частоту импульсной последовательности в диапазоне от 50 Гц до 200 кГц с приведенной погрешностью не более 0,1%. Результат в десятичном коде должен выводиться на четырехразрядный семисегментный индикатор платы EasyAVR5A [3]. Динамическую индикацию реализовать программно. Определить относительную погрешность измерения при минимальной и максимальной частоте.
5. Измеритель длительности паузы периодической импульсной последовательности. Длительность паузы может меняться в диапазоне 10 мкс–50000 мкс. Результат должен выводиться в десятичном коде на текстовый ЖК индикатор [6]. Определить относительную погрешность измерения в разных участках шкалы.
6. Измеритель периода следования импульсной последовательности с усреднением за 10 периодов. Период следования импульсов 0,1 мс100 мс. Результат в десятичном коде в виде действительного числа миллисекунд с двумя знаками после точки и указанием единиц (mS) должен выводиться на плату с 8-разрядным семисегментным индикатором под управлением микросхемы MAX7219 [5].
7. Измеритель постоянного напряжения в диапазоне 0–5 В в милливольтах (в качестве источника используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы), с выводом информации на плату с 8разрядным семисегментным индикатором под управлением микросхемы MAX7219 [5] с указанием единиц измерения (mV). Усреднение измеренного постоянного напряжения осуществляется за 0.1 секунду по 50 отсчётам.
8. Программа измерения критической частоты мерцания (для конкретного наблюдателя) с помощью семисегментного

индикатора платы EasyAVR5A [3]. Частота развертки изображения должна выводиться на сам семисегментный индикатор в виде XXHz (в виде целого двузначного числа Гц) и изменяться с шагом в 1 Гц по клику кнопки от 99 Гц до 1 Гц (циклически).

9. Измеритель постоянного напряжения в диапазоне 0–5 В в милливольтах (в качестве источника используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы). Результат в виде четырехзначного числа и единиц измерения (mV) выводится на плату с матричным светодиодным индикатором 8X8 под управлением микросхемы MAX7219 [8] в режиме бегущей строки. Усреднение измеренного постоянного напряжения осуществляется за 0.05 секунды по 20 отсчётам.
10. Измеритель температуры и влажности на основе датчика DHT11 / DHT22 [15, 16]. Результат вывести на любой доступный индикатор (текстовый 2строчный ЖКИ, 8разрядный семисегментный индикатор на основе контроллера MAX7219, матричный 4-х разрядный 8X8 на основе контроллера MAX7219, в виде бегущей строки, графический экран и т.п.).
11. Измеритель расстояния до объекта в сантиметрах на основе ультразвукового датчика расстояния HC-SR04 [17]. Результат вывести на текстовый 2хстрочный ЖКИ [6] отладочной платы EasyAVR5A.

Состав задания на курсовой проект

- **Разработать принципиальную схему устройства;**
- **Разработать программу, реализующую требования технического задания;**
- **Произвести отладку разработанной программы;**
- **Промоделировать работу устройства в программе PROTEUS;**
- **Проверить работу устройства на отладочной плате EasyAVR5A или на плате Arduino с подключенными внешними модулями (для получения наивысшей оценки);**
- **Разработать техническую документацию на устройство в виде принципиальной схемы с перечнем элементов в соответствии с ЕСКД.**

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

№	Содержание работы	№ недели промежу-точной отчетности
1.	Выдача задания на курсовой проект.	2 нед.
2.	Принципиальная схема устройства. Блок-схема алгоритма работы.	6 нед.
3.	Реализация блок-схемы в виде программы на языке Си.	9 нед.
4.	Отладка программно-аппаратных средств в среде моделирования PROTEUS и с помощью средств отладочной платы EasyAVR5a, Arduino Uno (Arduino Nano).	12 нед.
5.	Оформление ПЗ и конструкторской документации (принципиальной схемы и перечня элементов). Сдача проекта на проверку.	13 нед.
6.	Защита курсового проекта.	14 нед.

Пояснительная записка с электронным приложением сдается преподавателю на проверку в ВК https://vk.com/id390324793 до 13 недели включительно. ПЗ и электронное приложение сворачиваются в общий архив, с названием *<NN_ФамилияИО(группа)>*, где *NN* — двузначный порядковый номер в журнале посещаемости. На защиту готовится слайд-презентация и полная ПЗ со всеми приложениями в pdf-формате, подписанная преподавателем.

К защите готовятся также доклад (4–5 мин) и демонстрационные слайды (в форматах ppt или pdf), Оценка за курсовую работу складывается из следующих составляющих:

- полнота выполнения задания на курсовой проект;
- соблюдение утвержденного графика работы над КП в течение семестра;
- содержание расчетно-пояснительной записки;
- оформление расчетно-пояснительной записки;
- качество оформления конструкторской и программной документации;
- число отправлений расчетно-пояснительной записки на доработку;
- качество оформления слайд-презентации;

- доклад;
- демонстрация работоспособности устройства;
- ответы на вопросы членов комиссии (М.А. Амелина и С.П. Астахов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Образцы пояснительных записок курсового проекта по ОМТ со стилевым оформлением и перекрестными ссылками (если не умеете с ними работать – удаляйте перекрестные ссылки и ссылайтесь на объекты (рисунки, главы, приложения) обычным текстом): doc1, pdf1, doc2, pdf2.
2. **Троицкий Ю.В., Амелина М.А.** Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си. Методическое пособие по курсу «Основы микропроцессорной техники» [Текст]: Методическое пособие/ Ю.В. Троицкий. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2014. – 172 с.
3. **Абраменкова И.В., Семченков Н.С., Троицкий Ю.В.** Применение языка Си для программирования микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники. Учебное пособие по курсу «Основы микропроцессорной техники» – Смоленск: Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2007 — 84 с.
4. **Лебедев М.Б.** CodeVisionAVR: пособие для начинающих. — М.: Додэка-XXI, 2008. — 592 с.: ил.
5. Оформление курсовых и дипломных работ: методические указания для студентов специальности «Промышленная электроника» / Сост. : М. А. Амелина, С. А. Амелин. – Смоленск : СФМЭИ, 2021. – 85 с. Amelina_KP-VR.pdf, Amelina_KP-VR.doc
6. **Прокопенко В.С.** Программирование микроконтроллеров ATMEL на языке С. - К.: «МК- Пресс», СПб.: «КОРОНА-ВЕК», 2012. – 320с., ил.
7. **Евстифеев А.В.** Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL, 5-е изд., стер. — М.: Издательский дом «Додэка-XX1», 2008. – 560 с.
8. EasyAVR5A user manual. MikroElectronika. Software and hardware solution for embedded world. V100, V101.

WEB-РЕСУРСЫ

1. www.hpinfotech.ro – официальный сайт фирмы-производителя CodeVisionAVR.
2. EasyAVR5A user manual. MikroElectronika. Software and hardware solution for embedded world. V100, V101.

3. Материалы по оформлению пояснительной записки к курсовому проекту и конструкторской документации размещены *на странице сайта ЭиМТ*:

   Курсовые и выпускные работы, госэкзамен>Оформление курсовых и дипломных работ *(видна на боковой панели)*, **прямая ссылка: https://sites.google.com/site/kafeimt/vypusknye-raboty-i-ekzameny/oformlenie-kursovyh-i-diplomnyh-rabot (документы внизу страницы, после поясняющего текста)**

4. М.А. Амелина Видео-лекции:

1.1	Параллельные порты ввода-вывода в МК AVR	https://youtu.be/XcNXik18a4s
1.2	Программная реализация T-триггера на ассемблере и C	https://youtu.be/YB3Zg8vhORU
1.3	T-триггер, переключаемый кнопкой с программным антидребезгом на ассемблере и C	https://youtu.be/gi7dfpIOpu0
1.4	Счетчик импульсов на линии порта ввода вывода на ассемблере	https://youtu.be/PvV7BXo-N80
1.5	Счетчик кликов кнопки с программным антидребезгом на C	https://youtu.be/QYURv3gL898
1.6	Система прерываний МК AVR	https://youtu.be/8wU-_Mts8c0
1.7	Счётчик кликов кнопки на входе внешнего запроса прерывания на ассемблере	https://youtu.be/7x3P0aUOmBI
1.8	Программирование временных задержек на ассемблере	https://youtu.be/gofdL6Ovq64
1.9	Статическая индикация на семисегментном индикаторе на ассемблере	https://youtu.be/HZVMQPfPzfI
1.10	Динамическая индикация на семисегментном индикаторе на C	https://youtu.be/ZNzYGfP-vbs
2.1	Настройка системы прерываний в CodeVision AVR	https://youtu.be/tRaEkEV94fE
2.2	8-разрядные таймеры МК AVR	https://youtu.be/51ui_qkkSa4
2.3	16-разрядные таймеры МК AVR	https://youtu.be/snez9cLlP3I
2.4	Динамическая индикация десятичного числа на семисегментном индикаторе. Реализация часов	https://youtu.be/8_jUvls2B-U
2.5	Динамическая индикация буквенно-цифровой информации на текстовом LCD. Часы на LCD	https://youtu.be/Abf5bN3jq3w
2.6	Блок АЦП МК ATmega16	https://youtu.be/iyaImsisuT8
2.7	Часы на 7SEG с регулировкой яркости. Использование АЦП	https://youtu.be/qAxJx_lwwBc
2.8	Передача данных по последовательному асинхронному интерфейсу UART	https://youtu.be/K74stwUXwqs
2.9	Использование переходника USB-UART, платы Arduino-Nano и терминальной программы для проверки на макете последовательной асинхронной передачи данных	https://youtu.be/RCC3dADQkHU
2.10	Блок синхронного дуплексного последовательного интерфейса SPI в МК AVR. Реализация генератора синуса на основе МК и SPI ЦАП MCP4921	https://youtu.be/QdMeyNuCYrU
2.11	Контроллер динамической индикации с SPI-интерфейсом MAX7219. Реализация с его помощью динамической	https://youtu.be/Qc0Op_kvjnI

	индикации на 8-разрядном 7SEG и бегущей строки на матричном светодиодном индикаторе 8X8	
2.12	Блок последовательного двухпроводного интерфейса TWI МК AVR. Работа с 12-разрядным ЦАП MCP4725 с TWI-интерфейсом. Проект генератора синуса с логарифмической сеткой частот	https://youtu.be/SEpd2u2ft2M
2.13	Интерфейс 1-WIRE. Проект измерителя температуры с помощью датчика DS18B20 с выводом информации в виде бегущей строки на матричный светодиодный индикатор 8X8	https://youtu.be/xh4yAOPWIM0
2.14	Работа с поворотным энкодером	https://youtu.be/d4YqfBIW8Gw

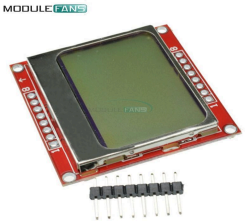
ПРИЛОЖЕНИЕ

Устройства ввода-вывода

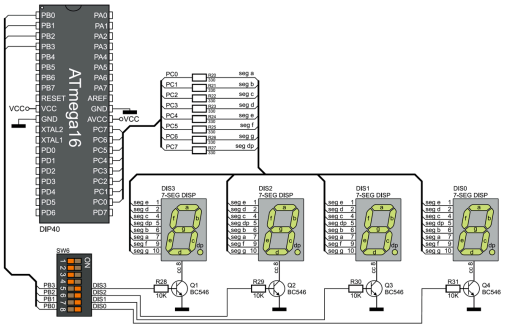
1. 1.44" Serial LCD Display 128*128 SPI TFT Color Screen With Adapter 5110 PCB -R179 Drop Shipping (**1,44’ SPI 128*128 V2.1**).



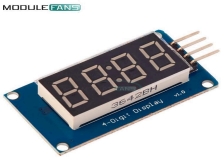
2. LCD Module Display Monitor White backlight adapter PCB 84*48 84x84 5110 Screen For Arduino (**NOKIA 5110**).



3. Четырехразрядный семисегментный индикатор с общими катодами отладочной платы EasyAVR5A с катодными транзисторными ключами.



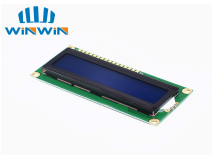
4. TM1637 LED Display Module For Arduino 7 Segment 4 Bits 0.36Inch Clock RED Anode Digital Tube Four Serial Driver Board Pack



5. MAX7219 Digital Tube Display Module. Модели Proteus: MAX7219, 7SEGMPX8-CC-BLUE.

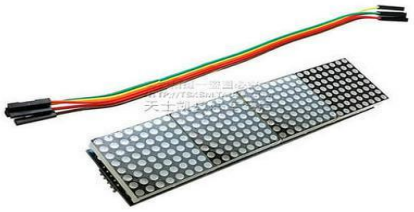


6. 1602 16x2 (20X4) Character LCD Display Module HD44780 Controller blue (Green) Blacklight. Модели Proteus: LM016L, LM044L.

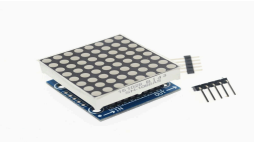




7. MAX7219 dot matrix module microcontroller module 4 in one display



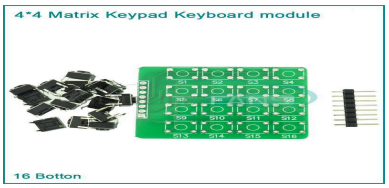
8. MAX7219 dot matrix module microcontroller module display. Модели Proteus: MAX7219, MATRIX-8X8-Red.



9. KY-040 360 Degrees Rotary Encoder Module For Arduino Compatible Brick Sensor Module Switch Development Board. Модель Proteus: MOTOR-ENCODER.



10. 4x4 4*4 Matrix Keypad Keyboard module 16 Botton mcu For Arduino DIY

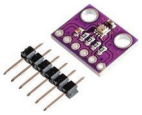


11. 2PCS 4*4 Matrix Array/Matrix Keyboard 16 Key Membrane Switch Keypad For arduino 4X4 Matrix Keyboard DC 35V 100mA 1W

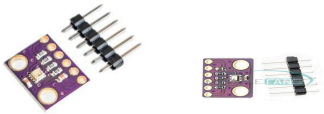


Цифровые датчики и исполнительные устройства

12. I2C/SPI BMP280 3.3 Digital Barometric Pressure Altitude Sensor High Precision Atmospheric Module for arduino Replace BMP180



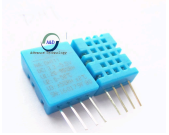
13. BME280 GY-BME280 Digital Sensor SPI/I2C Humidity Temperature and Barometric Pressure Sensor Module 1.8-5V DC High Precision



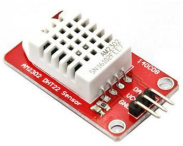
14. Stainless steel package Waterproof DS18b20 temperature probe temperature sensor 18B20 For Arduino. DS18B20 18B20, Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Модель Proteus: DS18B20.



15. DHT11 sensor Digital output Temperature and Humidity Sensor high quality DHT11. Модель Proteus 8: DHT11.



16. DHT22 digital temperature and humidity sensor. Temperature and humidity module AM2302 replace SHT11 SHT15. Модель Proteus 8: DHT22.



17. HC-SR04 to world Ultrasonic Wave Detector Ranging Module for arduino Distance Sensor. Модель PROTEUS 8: SRF04.



18. GY-273 3V-5V HMC5883L Triple Axis Compass Magnetometer Sensor Module For Arduino Three Axis Magnetic Field Module



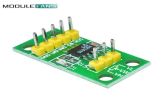
19. GY-521 MPU-6050 MPU6050 Sensor Module 3 Axis Gyroscope Accelerometer Sensor Module Compatible Module For Arduino MPU 6050 GY521



20. TSL2561 Luminosity Sensor Breakout Infrared Light Sensor Integrating Module IIC I2C Two Analog To Digital Converters 3V 0.6mA



21. X9C103S Digital Potentiometer Board Module DC3V-5V



22. MCP4725 I2C DAC Breakout module development board. Модель Proteus: MCP4725. Адрес 0x60 (Proteus), 0x62 (плата).



23. SPI DAC MCP4921. Модель Proteus: MCP4921.



24. AD9833 Programmable Microprocessors Serial Interface Module Sine Square Wave DDS Signal Generator Module GY-9833



25. TTP223 Touch Key Switch Module Touch Button Capacitive Switches Self-Locking/No-Locking Capacitive Touch Switches



26. 5V Low Level Trigger One 1 Channel Relay Module Interface Board Shield for arduino Diy Kit



27. Active Buzzer Alarm 5V Sounder speaker Buzzer



Аналоговые датчики и исполнительные устройства

28. PT100 Platinum Resister Temperature Sensor Waterproof Temp Probe -20~450 Celsius Insulated Shielding Fiberglass



29. 10k OHM Thermistor Resistor NTC-MF52-103/3435 10K 3435+-1%





30. Photo Light Sensitive Resistor Photoresistor Optoresistor 5mm GL5528 5528



31. TEMT6000 Light Sensor Professional TEMT6000 Light Sensor Module



32. Glyduino XD-58C Pulsesensor Compatible Pulse Heart Rate Sensor for Arduino



33. MQ-2 smoke gas sensor module methane gas liquefied gas combustible gas



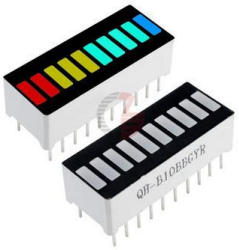
34. MQ-3 alcohol alcohol sensor module alcohol concentration alcohol gas detection circuit module



35. MQ-7 module Carbon monoxide gas sensor detection alarm MQ7 sensor module



36. LED Display Module 10 Segment Bargraph Light Display Module Bar Graph Ultra Bright Red Yellow Green Blue Color Multi-color. Модели Proteus: LEDBARGRAPH-RED, LED-BARGRAPH-GRN.



37. RGB Common Cathode Red Green Blue Tricolor 4Pin Diffused Round LED



