|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ **Информатика и системы управления**

КАФЕДРА **Компьютерные системы и сети (ИУ6)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

***К КУРСОВОЙ РАБОТЕ***

***по дисциплине «Микропроцессорные системы»***

***НА ТЕМУ:***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_Макетный образец чувствительного к \_\_\_\_давлению мата на основе материала Velostat\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент | ИУ6-72Б |  |  | А.А. Морозова |
|  | (Группа) |  | (Подпись, дата) | (И.О. Фамилия) |
|  |  |  |  |  |
| Руководитель |  |  |  | А.А. Сотников |
|  |  |  | (Подпись, дата) | (И.О. Фамилия) |
|  |  |  |  |  |

*2021 г.*

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ

**РЕФЕРАТ**

РПЗ с., рис., табл., источников, прил.

М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ, ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫЕ КОДЫ, ПОЛИНОМ, NI MULTISIM

Объектом разработки является генератор М-последовательности длиной 32 бита, который предназначен для создания псевдослучайного кода.

Цель работы – создание полного комплекта конструкторской документации для модуля генератора псевдослучайного кода на основе М-последовательности.

При проектировании решены следующие задачи: анализ объекта разработки на функциональном уровне, разработка функциональной схемы модуля, выбор элементной базы для реализации объекта, разработка принципиальной схемы модуля, расчет электрических параметров, моделирование работы генератора в NI Multisim.

Результатом проектирования является комплект конструкторской документации для изготовления устройства. Устройство должно обладать следующими техническими характеристиками:

Длина кода 32 Бит

Тактовая частота 10 МГц

Мощность потребления не более 2 Вт

Условия эксплуатации:

Температура окружающей среды 25-28 ℃

Относительная влажность воздуха до 80%

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.......................................................................................................................4

Основная часть.............................................................................................................5

1 Проектирование и сборка макетного образца.............................................5

* 1. Микроконтроллер ATmega328.........................................................5
  2. Чувствительный к давлению мат.....................................................6
  3. Пайка элементов................................................................................8
  4. Сборка схемы.....................................................................................8

2 Программирование макетного образца........................................................9

Заключение.................................................................................................................14

Список использованных источников.......................................................................15

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

**ВВЕДЕНИЕ**

В данной работе изложены основные этапы разработки макетного образца чувствительного к давлению мата на основе материала Velostat.

В настоящее время достижения науки плотно вошли в повседневную жизнь человека, упрощая её, позволяя осуществлять то, что раньше казалось невозможным. «Умный дом» уже не вызывает удивления, а различные технологии позволили разнообразить досуг. Особенно отчетливо это можно увидеть в спорте. Уже сложно представить, чтобы человек вышел на пробежку без приложения, отслеживающего пройденную дистанцию. «Умные часы» помогают считывать пульс и давление, отслеживать состояние, собирают статистику.

Современные технологии используются в различных видах спорта, позволяя не только улучшить качество подготовки, но и разнообразить тренировочный процесс. Актуальность разработанного устройства обуславливается тем, что наличие чувствительного к давлению мата позволяет помочь в тренировках в тех видах спорта, где важна точность, в частности, в бадминтоне.

Разработанный модуль обладает следующими ключевыми характеристиками: реагирует на нажатия и, в соответствие с местом, где было приложено давление, включает соответствующий светодиод.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**1 Проектирование**

**1.1 Анализ требований**

Основной задачей устройства является формирование ответного сигнала — подача напряжение на соответствующий светодиод в ответ на приложенное давление. В ходе разработки также необходимо было подобрать такую элементную базу, которая подошла бы требованиям задания.

**1.2 Принцип работы устройства**

Velostat представляет собой непрозрачную объемно-проводящую пленку, наполненную полиолефином. Активное сопротивление материала уменьшается при приложении давления. Если материал расположить между двумя проводящими слоями, можно использовать его в качестве датчика давления.

В данном устройстве в качестве проводящих слоёв была использована медная лента. Сам мат представляет из себя следующее: лист материала Velostat располагается между рядами лент из меди. К ним припаиваются провода. К одному слою поступает питание, провода со второго слоя поступают на аналоговые входы собранной схемы.

Общая схема мата выглядит примерно так, как показано на рисунке 1.

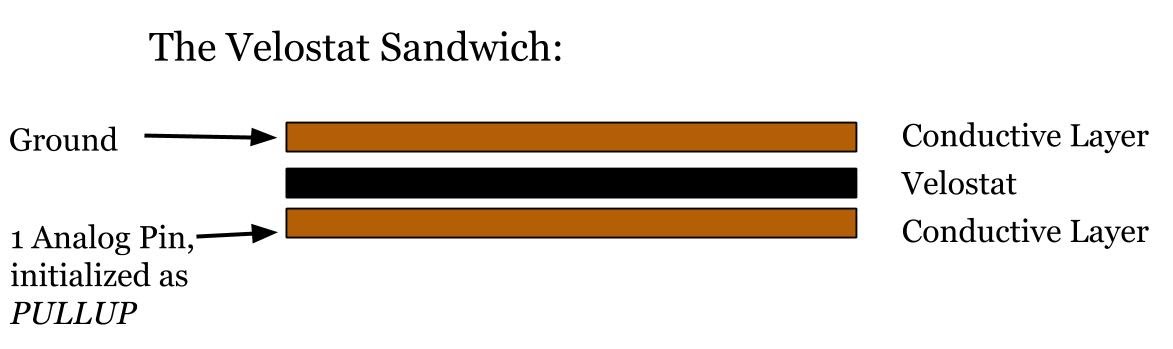


Рисунок 1 — Основа мата

В общем виде принцип работы заключается в следующем. С платы микроконтроллера с помощью подачи напряжения на цифровые выходы производится выборка текущей горизонтальной линии, которая будет подключена к питанию. Затем будет произведена последовательная выборка 16-ти вертикальных линий. Если к мату будет приложено давление, в одной из этих точек напряжение будет ненулевым (в идеальном случае сопротивление Velostat стремится к бесконечности, в реальном — высоко достаточно, чтобы уловить изменения в напряжении при нажатии).

Данная выборка производится для всех горизонтальных линий, на которые последовательно подается напряжение. Если изображать схематически, весь процесс выглядит так, как представлено на рисунке 2.

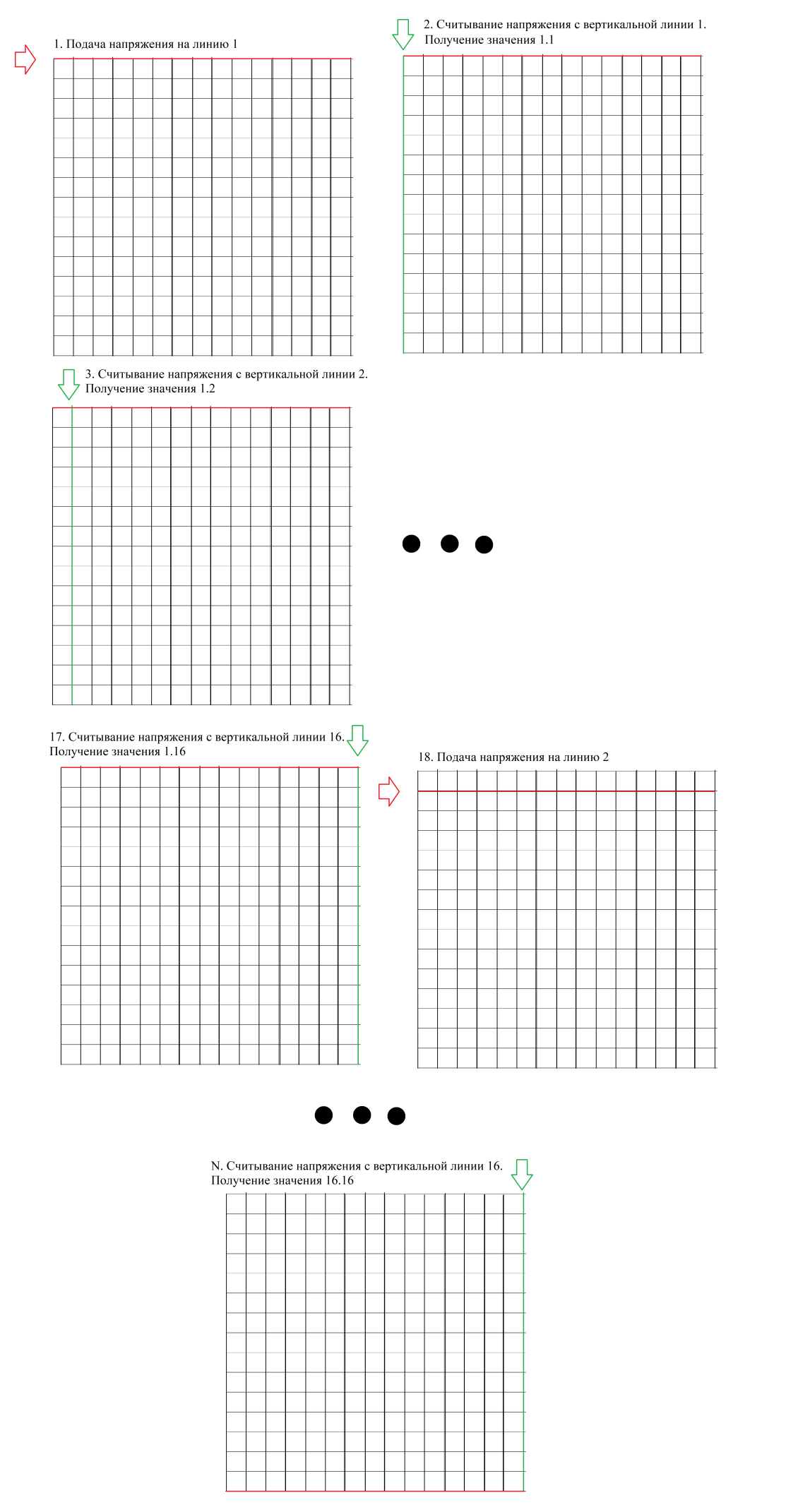


Рисунок 2 — Выборка точек

**1.3 Обоснование выбора решений при разработке функциональной схемы устройства**

Для данной схемы можно было бы сразу подключить один из слоёв к линии питания, а затем считывать значения с другого слоя, однако в случае задания необходимо точно определять точки, к которым было приложено давление. Чтобы определять линии, на которые подается питание в данный момент времени, было принято решение использовать демультиплексор (для подачи питания) и мультиплексор (для считывания напряжения с линии). Также использование этих двух устройств позволило использовать более компактные (и более дешевые) модели программируемых плат.

Питание и программирование схемы производится через преобразователь USB-UART, макетный образец подключен к компьютеру/ноутбуку.

На основании приведенных выше данных были определены следующие блоки:

1. Источник питания — подача напряжения на макетный образец.
2. Микроконтроллер — управляющее устройство.
3. Мультиплексор и демультиплексор — блоки выборки линий мата.
4. Чувствительный к давлению мат — собранный из материала Velostat, линий медной ленты и непроводящего защищающего материала датчик.
5. Диоды — блок вывода результатов для пользователя.

**1.4 Разработка электрической функциональной схемы устройства**

Разработанная функциональная схема макетного образца представлена на рисунке 3 и также содержится в приложении Б.

Рисунок 3 — Функциональная схема

Источник питания подает напряжение на схему. У микроконтроллера использующихся 10 выходов — 8 для мультиплексора и демультиплексора и 2 для светодиодов. Определенный светодиод включается в зависимости от того, к какому выходу подали напряжение.

Из 8-ми выходов 7 являются цифровыми, 1 — аналоговым. С помощью 7-ми цифровых задается определенная линия выборки, аналоговый выход — подача напряжения, которое передается на один из 16-ти выходов демультиплексора.

К мультиплексору от микроконтроллера поступают 7 сигналов — здесь аналоговый сигнал уже считывается, а потому он поступает на вход микроконтроллера.

1. **Реализация**

**2.1 Выбор элементной базы**

Выбирая элементную базу, учли потребляемую мощность микросхем, а также их стоимость.

Для платы с микроконтроллером выбор производился среди линейки Arduino — это одна из наиболее доступных фирм для макетирования систем в домашних условиях. Arduino уже можно приобрести не только в специализированных магазинах, но и на различных площадках по типу Ozon.

Линейка Arduino представлена широким спектром моделей, начиная с Arduino Mega 2560, у которой 54 цифровых входа/выхода https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-mega-2560/, заканчивая Arduino Nano, у которой всего 14 цифровых пинов https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/. В классической линейке устройств в основном применяются микроконтроллеры семейства Atmel AVR — ATmega2560, ATmega32U4, ATmega328, ATtiny85, ATmega168.

Для данного макета было принято решение использовать модель Arduino Pro Mini с микроконтроллером ATmega328. Среди остальной линейки серии эта плата отличается маленьким размером. Также Arduino Pro Mini отличается удовлетворительным соотношением цены к техническим требованиям для разработанного мата.

Данная модель обладает характеристиками, представленными в таблице 1.

Таблица 1 — Характеристики платформы Arduino Pro Mini

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Значение |
| Рабочее напряжение | 5 В |
| Входное напряжение | 5-12 В |
| Цифровые входы/выходы | 14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ) |
| Аналоговые входы | 6 |
| Постоянный ток через вход/выход | 40 мА |
| Флеш-память | 16 Кб (2 используются для загрузчика) |
| ОЗУ | 1 Кб |
| EEPROM | 512 байт |
| Тактовая частота | 16 МГц |
| Рабочая температура | -40..85°C |

Питание платы можно осуществить через преобразователь USB-UART.

Внешний вид платы представлен на рисунке 1.

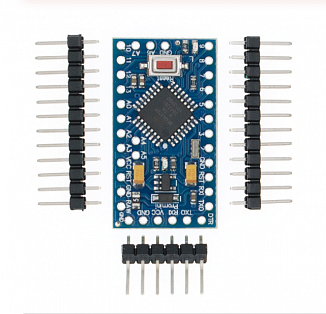


Рисунок 4 — Внешний вид контроллера Arduino Pro Mini

Однако у Arduino Pro Mini есть только 6 аналоговых входов. Для увеличения их количества было принято решение использовать мультиплексор и демультиплексор.

Наиболее часто используемой в системах Arduino микросхемой является 16-канальный мультиплексор/демультиплексор CD74HC4067. Он также поставляется на плате, что облегчает его подключение к микроконтроллеру Arduino. Внешний вид CD74HC4067 представлен на рисунке 5.

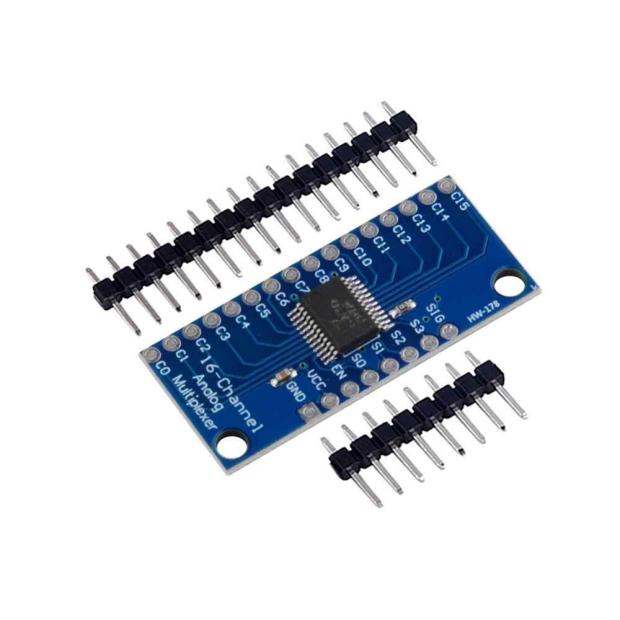


Рисунок 5 — 16-канальный мультиплексор/демультиплексор CD74HC4067

Технические параметры устройства представлены в таблице 2.

Таблица 1 — Характеристики микросхемы CD74HC4067

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Значение |
| Напряжение питания | 2-6 В |
| Внутреннее сопротивление ключей | 70 Ом при напряжении 4.5 В |
| Скорость срабатывания | 6 нс при напряжении 4.5 В |
| Диапазон рабочих температур | -55..125 °C |

Технические параметры устройства (рабочая температура, напряжение питания) подходят под условия разработанного макетного образца.

В схеме были использованы светодиоды GNL-3012HD с рабочей температурой -40..80 °C с постоянным прямым током 20 мА и постоянным напряжением 2.1 В (сопротивление 105 Ом). Эта часть цепи питается от 5 В. Для понижения силы тока по формуле 1 рассчитано сопротивление.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

В данном случае будет допустимо использовать резисторы с сопротивлением 150 Ом. Для макета были выбраны резисторы металлопленочные MF-25 (С2-23) с рабочей температурой -55…155 °C , https://www.chipdip.ru/product0/31216 номинальной мощностью 0.25 Вт и точностью 1%.

Для получения максимально точного значения с мата необходимо было сделать так, чтобы через сам мультиплексор практически не проходил ток и его сопротивление не учитывалось.

1.4 Сборка схемы

После выполнения пайки элементов необходимо было собрать схему устройства. Для удобства использовали макетную плату, изображение которой представлено на рисунке 4.

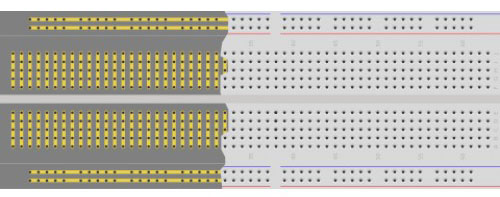


Рисунок 4 — Макетная плата на 830 контактов и её внутреннее строение

Принцип работы устройства следующий: с выходов платы микроконтроллера на 16-канальный аналоговый мультиплексор/демультиплексор CD74HC4067, работающий в режиме демультиплексора, поступают сигналы S0\_OUTPUT...S3\_OUTPUT и SIG\_OUTPUT. С помощью первых четырех сигналов выбирается один из 16 C0\_OUTPUT...C15\_OUTPUT, на который будет подаваться сигнал SIG\_OUTPUT. К выходам C0\_OUTPUT..C11\_OUTPUT подключены 12 линий медной ленты. Ток проходит по ленте через Velostat® и поступает на другие 12 линий медной ленты, которые подсоединены к выходам C0\_INPUT...C11\_INPUT мультиплексора. С помощью сигналов S0\_INPUT...S3\_INPUT аналогично производится выбор нужного канала, сигнал с которого через выход SIG\_INPUT поступает на вход платы микроконтроллера.

Таким образом, выбирав нужный канал и зафиксировав изменение поступающего аналогового сигнала, можно отследить нажатия на собранный датчик.

2 Программирование макетного образца

Язык программирования Arduino называется Arduino C и представляет собой язык [C++](https://ru.wikipedia.org/wiki/C++" \o "C++) с [фреймворком](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA" \o "Фреймворк) [Wiring](https://en.wikipedia.org/wiki/Wiring_(development_platform)" \o "en:Wiring (development platform)), Он имеет некоторые отличия по части написания кода, который компилируется и собирается с помощью [avr-gcc](https://ru.wikipedia.org/wiki/GNU_Compiler_Collection" \o "GNU Compiler Collection), с особенностями, облегчающими написание работающей программы — имеется набор библиотек, включающий в себя функции и объекты.

Программирование микроконтроллера ATmega328 с помощью среды разработки Arduino IDE.

Все микроконтроллеры от Arduino имеют специальный загрузчик, созданный на основе Atmel AVR Application Note AN109. Этот загрузчик может работать через интерфейс USB, с его помощью производилось программирование.

Принцип работы системы был описан в пункте 1.4.

Схема алгоритма программного кода представлена на рисунке 6.

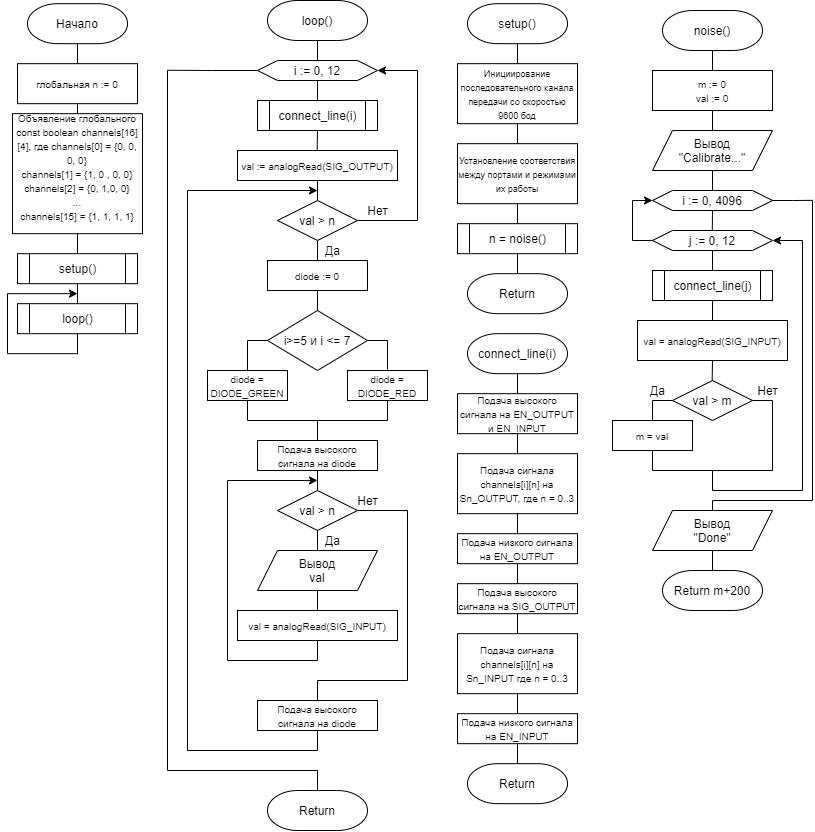


Рисунок 6 — Схема алгоритма программного кода

Код программы представлен в листинге 1.

Листинг 1 — Код программы макетного образца

|  |
| --- |
| #define SIG\_OUTPUT A1  #define S3\_OUTPUT 13  #define S2\_OUTPUT 12  #define S1\_OUTPUT 11  #define S0\_OUTPUT 10  #define EN\_OUTPUT 4  #define SIG\_INPUT A0  #define S3\_INPUT 9  #define S2\_INPUT 8  #define S1\_INPUT 7  #define S0\_INPUT 6  #define EN\_INPUT 5 |

Продолжение листинга 1

|  |
| --- |
| #define DIODE\_GREEN 3  #define DIODE\_RED 2  int n = 0;  const boolean channels [16][4] {  {0, 0, 0, 0}, //channel 0  {1, 0, 0, 0}, //channel 1  {0, 1, 0, 0}, //channel 2  {1, 1, 0, 0}, //channel 3  {0, 0, 1, 0}, //channel 4  {1, 0, 1, 0}, //channel 5  {0, 1, 1, 0}, //channel 6  {1, 1, 1, 0}, //channel 7  {0, 0, 0, 1}, //channel 8  {1, 0, 0, 1}, //channel 9  {0, 1, 0, 1}, //channel 10  {1, 1, 0, 1}, //channel 11  {0, 0, 1, 1}, //channel 12  {1, 0, 1, 1}, //channel 13  {0, 1, 1, 1}, //channel 14  {1, 1, 1, 1} //channel 15  };  void setup() {  Serial.begin(9600);  pinMode(S0\_OUTPUT, OUTPUT);  pinMode(S1\_OUTPUT, OUTPUT);  pinMode(S2\_OUTPUT, OUTPUT);  pinMode(S3\_OUTPUT, OUTPUT);  pinMode(S0\_INPUT, OUTPUT);  pinMode(S1\_INPUT, OUTPUT);  pinMode(S2\_INPUT, OUTPUT);  pinMode(S3\_INPUT, OUTPUT);  pinMode(EN\_OUTPUT, OUTPUT);  pinMode(EN\_INPUT, OUTPUT);  pinMode(SIG\_OUTPUT, OUTPUT);  pinMode(SIG\_INPUT, INPUT);  pinMode(DIODE\_RED, OUTPUT);  pinMode(DIODE\_GREEN, OUTPUT);  n = noise();  }  void loop() {  //необходимо пройтись по всем портам S0..S3 выхода и подать на C0..C11 (C16) платы питания высокий сигнал |

Продолжение листинга 1

|  |
| --- |
| for (int i = 0; i < 12; i++) {  connect\_line(i);  int val = analogRead(SIG\_INPUT);  if (val > n) {  int diode = 0;  if ((i >= 5) && (i <= 7)){  diode = DIODE\_GREEN;  } else {  diode = DIODE\_RED;  }  digitalWrite(diode, HIGH);  while (val > n) {  Serial.print(val);  Serial.print(" ");  Serial.println(n);  val = analogRead(SIG\_INPUT);  }  digitalWrite(diode, LOW);  }  }  }  int noise() {  int m = 0;  int val = 0;  Serial.println("Calibrate...");  for (int i = 0; i < 4096; i++) {  for (int j = 0; j < 12; j++) {  connect\_line(j);  val = analogRead(SIG\_INPUT);  if (val > m) {  m = val;  }  }  }  Serial.println("Done");  return m+200;  }  void connect\_line(int i) {  digitalWrite(EN\_OUTPUT, HIGH);  digitalWrite(EN\_INPUT, HIGH);  digitalWrite(S0\_OUTPUT, channels[i][0]);  digitalWrite(S1\_OUTPUT, channels[i][1]);  digitalWrite(S2\_OUTPUT, channels[i][2]);  digitalWrite(S3\_OUTPUT, channels[i][3]);  digitalWrite(EN\_OUTPUT, LOW);  digitalWrite(SIG\_OUTPUT, HIGH); |

Продолжение листинга 1

|  |
| --- |
| digitalWrite(S0\_INPUT, channels[i][0]);  digitalWrite(S1\_INPUT, channels[i][1]);  digitalWrite(S2\_INPUT, channels[i][2]);  digitalWrite(S3\_INPUT, channels[i][3]);  digitalWrite(EN\_INPUT, LOW);  } |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе прохождения практики были достигнуты поставленные цели и выполнены следующие задачи:

1. Произведено ознакомление с процессом пайки электронных компонентов, изучена техника безопасности;
2. На основе медной ленты и материала Velostat® был собран датчик давления. Датчик был подключен к микроконтроллеру ATmega328 линейки Arduino.
3. Микроконтроллер запрограммирован на заданное в техническом задании поведение.

Отчет был оформлен в соответствии с ГОСТ 7.32-2017.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 7.32-2017. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
2. Справочник по пайке / Ред. Петрунин И. Е. - 2-е изд., перераб. и дополн. - М. : Машиностроение, 1984. - 398 с.
3. Портал магистров ДонНТУ. Реферат по теме выпускной работы Куксина И.Ю. — URL: https://masters.donntu.org/2013/etf/kuksin/diss/index.htm (дата обращения 2021-07-02)
4. Alterozoom. Velostat. — URL: https://alterozoom.com/ru/documents/43822.html (дата обращения 2021-07-02)
5. Arduino. — URL: https://www.arduino.cc/ (дата обращения 2021-07-12)
6. Arduino.ru. — http://arduino.ru/ (дата обращения 2021-07-12)
7. E-Portfolio for Robotics 243 Workshop Spring 2015. — URL: https://www.sites.google.com/a/mtholyoke.edu/cs-243-spring-15-barkh22g/home (дата обращения 2021-07-02)

|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ **Информатика и системы управления**

КАФЕДРА **Компьютерные системы и сети (ИУ6)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Макетный образец чувствительного к давлению мата

на основе материала Velostat

Техническое задание на курсовую работу

по дисциплине Микропроцессорные системы

Листов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент | ИУ6-72Б |  |  | А.А. Морозова |
|  | (Группа) |  | (Подпись, дата) | (И.О. Фамилия) |
|  |  |  |  |  |
| Преподаватель |  |  |  | А.А. Сотников |
|  |  |  | (Подпись, дата) | (И.О. Фамилия) |

Москва, 2021

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое задание распространяется на разработку «Макетного образца чувствительного к давлению мата на основе материала Velostat», именуемого в дальнейшем «матом». Устройство предназначено для использования в бадминтоне в качестве устройства, определяющего точку попадания волана, принадлежит ли она поле или ауту игровой площадки.

Бадминтон является одним из самых популярных видов спорта на планете. Велико не только число тех, кто занимается им профессионально, но и тех, что относит себя к любителям. Однако доступного оборудования, которое могло бы разнообразить тренировочный процесс, что доказывает актуальность разработки мата — он будет востребован обеими категориями вышеуказанных спортсменов.

2 ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

Мат разрабатывается в качестве курсового проекта на основании плана учебной работы МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедры ИУ6 «Компьютерные системы и сети».

3 ЦЕЛИ И РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

Целью курсового проектирования является разработка «Макетного образца чувствительного к давлению мата на основе материала Velostat». В процессе разработки необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ технического задания и возможных путей решения поставленной задачи.
2. Обоснование и синтез электрической функциональной схемы устройства.
3. Выбор элементной базы на основании технических требований.
4. Разработка электрической принципиальной схемы устройства.
5. Расчет параметров быстродействия и мощности устройства
6. Сборка макетного образца.

4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

К разрабатываемому макетному образцу предъявляются следующие требования:

|  |  |
| --- | --- |
| Использование материалов | медь, Velostat |
| Питание | через преобразователь USB-UART |
| Тактовая частота | 16 МГц |
| Мощность потребления | не более 2 Вт |
| Условия эксплуатации:   * Температура окружающей среды * Относительная влажность воздуха | 17-20 ℃  40-60% |

5 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Устройство должно состоять из двух частей — собранного с использованием медной ленты и материала Velostat датчика и микроконтроллера, который им управляет.

Датчик должен состоять из 32 (по 16 на слой, вертикально и горизонтально расположенные) линий из медной ленты, между которыми расположен Velostat. При нажатии на часть точек (точка — пересечение двух линий) устройство должно включать красный светодиод, на другие же — зеленый. Одновременно может гореть только один светодиод.

Устройство

6 ЭТАПЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Сроки выполнения отдельных этапов соответствуют учебному графику,

установленному учебной частью. График работы над проектом приведен в таблице 1.

Таблица 1 – График работы над проектом

| Этап | Содержание этапа | Сроки и  объем |
| --- | --- | --- |
|
| 1. | Выдача задания, решение организационных вопросов | 1..2 неделя |
| 2. | Анализ задания. Исследование методов решения, обоснование и синтез электрической функциональной схемы. | 3..4 неделя  (20%) |
| 3. | Обоснование выбора элементной базы и разработка электрической принципиальной схемы. | 6..7 неделя  (40 %) |
| 4. | Выполнение расчетов, сборка макетного образца | 8..9 неделя  (60%) |
| 5. | Смотр состояния проекта. | 10 неделя |
| 6. | Оформления графической части и расчетно-пояснительной записки. | 10..12 неделя  (100%) |
| 7. | Подготовка доклада. | 13 неделя |
| 8. | Защита курсовой работы. | 14..16 |

7 ПЕРЕЧЕНЬ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Графичекая часть:

1. Схема электрическая функциональная;
2. Схема электрическая принципиальная;

Расчетно-пояснительная записка:

1. Бланк задания на курсовой проект;
2. Реферат;
3. Содержание;
4. Введение;
5. Основная часть;
6. Заключение
7. Список использованных источников;
8. Приложения;