

## **16 Электроника**

**Региональный чемпионата Свердловской  
области по профессиональному  
мастерству WorldSkills Russia – 2016  
1- 3 марта 2016г.**

### **Конкурсное задание**

Составлено с учетом требований  
«Технического описание компетенции Электроника»,  
выполняется 3 дня по 6 астрономических часов в день.

Разработано экспертами WSR:

Анатолий Шестаков, Сергей Грищенко.

Страна: Россия

## **Введение**

Конкурсное задание состоит из четырех модулей согласно «Технического описанию компетенции 16 Электроника» .

### **Модуль 1 - Разработка аппаратного обеспечения (Hardware Design)**

Участники должны владеть навыками:

- конструирования небольших модификаций для базовых электронных элементов.
- разработки подробной схемы с помощью программы автоматизированного проектирования.
- создания схемы печатной платы с помощью программы автоматизированного проектирования.
- сборки схем и печатных плат, а также создание прототипа.

### **Модуль 2 - Модуль программирования встраиваемых систем (Software Design)**

Участники должны обладать знаниями касательно следующих пунктов:

- печатные платы, процессоры, чипы, электронное оборудование, а также аппаратное и программное обеспечение.
- программирование встраиваемых систем с помощью специализированного языка программирования.

Участники должны владеть навыками:

- программирование встраиваемых систем с помощью специализированного языка программирования

### **Модуль 3 - Модуль диагностики неисправностей, ремонта и измерения (Fault-finding & Measurements)**

Участники должны владеть навыками:

- выявления причины неисправности и ее устранения
- корректировки и замены неисправных или неправильно функционирующих схем и электронных компонентов с помощью ручных инструментов и паяльника
- проверки электронных модулей с помощью стандартного тестового

оборудования и анализа результатов для оценки быстродействия и определить необходимость корректировки

#### **Модуль 4 - Сборочный модуль (Assembly)**

Участники должны владеть навыками:

- сборки, а также использования механических деталей, таких как двигатель постоянного тока, мотора вентилятора, соленоида, болта, гайки, шайбы и т.д.

- обжима и расшивки кабеля

- сборки и использования различных типов деталей и деталей поверхностного монтажа.

#### **Описание задания**

Модули выполняются в течении строго установленного времени:

1. Модуль 1 - 6 часов
2. Модуль 2 - 4 часа
3. Модуль 3 - 4 часа
4. Модуль 4 - 4 часа

#### **Примечание:**

*Установленное время на выполнение модулей может быть изменено по решению экспертов перед началом выполнения модуля, общее время за 3 дня не должно превышать 18 часов. Перед началом выполнения модуля эксперты изменяют содержание задания не менее чем на 30%.*

## Модуль 1 - Разработка аппаратного обеспечения (Hardware Design)

Выполняется разработка и моделирование электронного устройства «Драйвер шагового двигателя» с использованием представленных элементов.

Производится монтаж электронного устройства «Драйвер шагового двигателя» без применения пайки, на макетной плате ZY-206, настройка и исследование устройства с помощью приборов.

### **Примечание:**

Для выполнения модуля на каждом рабочем месте используются следующая документация и оборудование:

- 1) *Перечень элементов схемы электрической принципиальной электронного устройства «Драйвер шагового двигателя». (Приложение 1)*
- 2) *Описание работы схемы электронного устройства «Драйвер шагового двигателя» (Приложение 2)*
- 3) *Осциллограф PDS-5022S или АКПП-4115/2*
- 4) *Мультиметр МУ-68.*
- 5) *Макетная плата ZY-206 с источниками питания +5В, +9В, -9В.*
- 6) *Радиоэлементы электронного устройства «Драйвер шагового двигателя»*
- 7) *Набор монтажных перемычек и монтажный инструмент.*
- 8) *Технические описания на основные радиоэлементы.*
- 9) *Персональный компьютер с установленным ПО.*

Необходимо выполнить следующие операции:

1. Разработка электронного устройства «Драйвер шагового двигателя» с использованием представленных элементов. (Приложение 1). Схема должна выполнять функции соответствующие описанию работы схемы электронного устройства «Драйвер шагового двигателя» (Приложение 2). При проектировании допускается использование виртуальной среды для моделирования и исследование электронных схем *Electronics Workbench v5.12*. По разработанной схеме электрической принципиальной произвести монтаж макета электронного устройства «Драйвер шагового двигателя» на реальных радиоэлементах, без применения пайки на макетной плате ZY-206. Подключить источники питания и необходимые приборы.

**Примечание:**

*Моделирование макета, работа с приборами, устройствами и инструментами производится в свободной форме с соблюдением требования охраны труда и техники безопасности при выполнении задания. При необходимости, возможно, проводить любую необходимую настройку и регулировку устройства согласно разработанной схеме электрической принципиальной. Использование приборов и устройств, проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Макетирование не должно приводить к выходу их из строя, электрическому или механическому повреждению приборов и устройств.*

**При монтаже необходимо соблюдать следующие требования:**

- 1) Использовать минимально возможную площадь макетной платы.
- 2) Сохранять свободный доступ к радиоэлементам, особенно к элементам предназначенным для управления, настройки и регулировки.
- 3) Использовать минимальное количество перемычек для соединения, при этом жесткие перемычки имеют приоритет над использованием гибких перемычек

**2. Проверить работоспособность устройства.**

Нажатие SB1-R (с фиксацией) – вращение двигателя «ВПЕРЕД».

Нажатие SB2-R (с фиксацией) – вращение двигателя «НАЗАД».

Скорость вращения двигателя определяется частотой генератора устройства «Драйвер шагового двигателя» и изменяется переменным резистором.

Скорость вращения составляет **(0,95-1,2) оборота в секунду в крайних положениях резистора соответственно**, погрешность установки до +/- 5 % .

Кнопки использованы без фиксации, поэтому при их отпускании двигатель останавливается. При остановке двигателя должно исключаться протекание сквозных токов через обмотки шагового двигателя.

***Результаты монтажа и проверка работоспособности демонстрируются экспертам для оценки.***

3. Разработать печатную плату для спроектированного устройства.

**Необходимо выполнить следующие операции:**

1. Спроектировать размещение радиоэлементов и разводку проводников печатной платы, основываясь на схеме электрической принципиальной электронного устройства «Драйвер шагового двигателя», используя пакет программного обеспечения Altium Designer.
2. При разработке печатной платы учитывать нормы и правила стандартов:  
IPC-6012 (Устанавливает требования к жестким платам)  
IPC-A-600 (Методика контроля качества печатных плат)

**При проектировании печатной платы необходимо соблюдать следующие требования:**

- 1) Сохранять свободный доступ к элементам предназначенным для управления, настройки и регулировки.
- 2) Использовать минимально возможную площадь печатной платы.
- 3) Использовать минимальное количество перемычек и переходов.
- 4) Печатная плата должна иметь один слой печатных проводников. Возможно использовать SMD пассивные элементы если они соответствуют необходимым электрическим характеристикам. Микросхемы диоды и транзисторы в соответствии с представленными в (Приложение 1).
- 5) Для подключения шагового двигателя и входных сигналов использовать разъем типа *PLS-6*.
- 6) Для подключения источников питания использовать *Клеммник 350-031-14*
- 7) Предусмотреть отверстия для крепления печатной платы под винты M2, которые располагаются в вершинах квадрата со стороной 45 мм.
- 8) Ширину проводников выбирать с учетом протекающего через них максимального тока (не менее 0,8 мм на 1А), возможно использовать ширину проводников больше необходимой.
- 9) Расстояние между проводниками не менее 0,4 мм.

***Результаты разработки печатной платы сохраняются в файл и сдаются экспертам для оценки.***

## Модуль 2- Модуль программирования встраиваемых систем (Software Design)

Необходимо выполнить следующие операции:

1. Модифицировать исходный код программы с исправлением возможных синтаксических и программных ошибок из предложенной «заготовки».
2. Реализовать недостающие функции так, чтобы программа соответствовала необходимым требованиям, указанным ниже.

Для выполнения задания на каждом рабочем месте используются следующая документация и оборудование:

- 1) Ноутбук с установленным ПО (папка на рабочем столе “**Software Design**”).
- 2) Программно-аппаратный комплекс *EduBoard+TutorShield*.
- 3) Сервопривод.
- 4) Исходный код частично выполненного задания на языке "C".
- 5) Справочная документация.

### Требования к программе:

- 1) Формирование управляющего сигнала для сервопривода.
- 2) Длительность управляющего сигнала должна отображаться на двухразрядном семисегментном индикаторе HL2.
- 3) Вращение энкодера изменяет длительность импульса, соответственно и угол поворота сервопривода.
- 4) Переменный резистор задает режим управления устройством.
- 5) Текущий режим должен отображаться при помощи светодиодов из линейки HL3.
- 6) Информация о длительности импульсов должна передаваться через UART на компьютер и отображаться в терминальной программе (*Terminal*).

**Файлы проекта сдаются экспертам для оценки.**

Для работы стандартных сервоприводов используется управляющий сигнал, представляющий собой импульсы различной длительности, следующие с периодом  $T = 20$  мс. Длительность импульса в устройстве “Тестер сервоприводов” должна изменяться от **0,5** мс до **2,5** мс что позволяет определить максимальный и минимальный угол поворота сервопривода. На двухразрядном семисегментном индикаторе должна отображаться текущая длительность сигнала в микросекундах.

При выходе за пределы рабочих значений на индикаторе должен быть выведен символ “Er”. Так как в распоряжении участника есть только два разряда индикатора необходимо реализовать поочередное переключение между парами старших и младших разрядов отображаемого числа. Сначала показываются сотни и тысячи, затем десятки и единицы, после чего следует пауза. Энкодер должен дискретно изменять длительность импульсов на увеличение и на уменьшение в зависимости от направления вращения (направление против часовой стрелки для уменьшения, по часовой для увеличения значения). С помощью большого переменного резистора с валом задается один из 4 режимов работы:

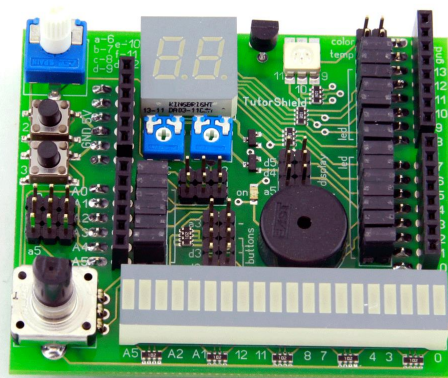
- 1) Первая четверть диапазона резистора – ручной режим управления с шагом изменения длительности 1 мкс. Должен гореть один индикаторный светодиод из линейки HL3.
- 2) Вторая четверть диапазона резистора – ручной режим управления с шагом изменения длительности 10 мкс. Должны гореть два индикаторных светодиода из линейки HL3.
- 3) Третья четверть диапазона резистора – ручной режим управления с шагом изменения длительности 100 мкс. Должны гореть три индикаторных светодиода из линейки HL3.
- 4) Четвёртая четверть диапазона резистора – автоматический режим.  
Длительность сигнала должна изменяться от значения **800** мкс до **2100** мкс с периодом **3** с. Должны гореть четыре индикаторных светодиода из линейки HL3.



Также, текущая длительность импульса с произвольной периодичностью должна передаваться через UART и отображаться в терминальной программе (*Terminal*), установленной на ПК **построчно в виде символьного значения.**



*EduBoard*



*TutorShield*

Для выполнения задания по программированию, участнику предлагается готовый программно-аппаратный комплекс, собранный на базе двух модулей *EduBoard* и *TutorShield*. (модуль *TutorShield* устанавливается на модуль *EduBoard*, сервопривод подключается к модулю *TutorShield*).

### Описание аппаратного обеспечения

Принципиальная схема микроконтроллерного блока *EduBoard* изображена на рисунке 1:

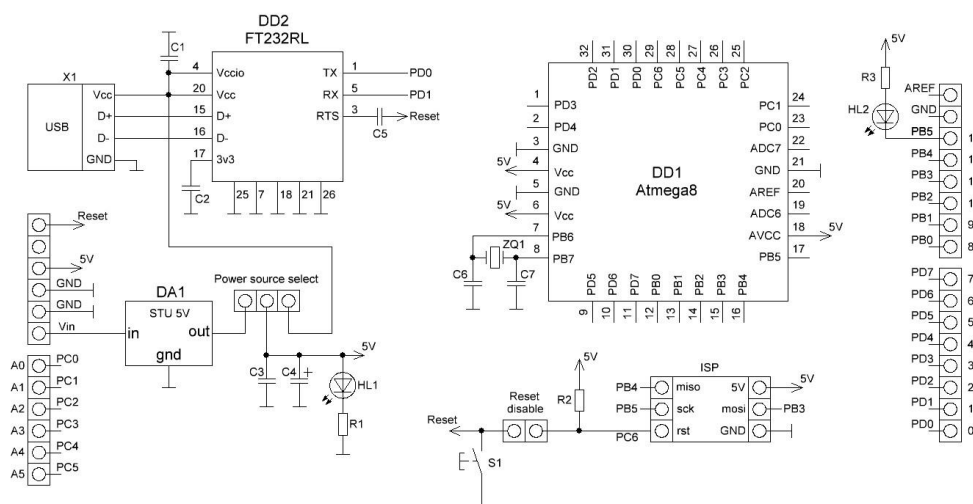


Рисунок 1 – схема модуля *EduBoard*.

Микроконтроллер Atmega8A. Тактовая частота контроллера – 16МГц. Микросхема FT232RL и USB-разъем используются для связи с ПК. В совокупности со встроенным загрузчиком это позволяет загружать программу без использования дополнительного программатора.

Для программирования на компьютере развернута среда *Atmel Studio 6.2* с компилятором *AVR GCC*. Для загрузки скомпилированного кода применяется дополнительная утилита *Arduino Uploader*. Программа написана на языке "С".

Устройство “Тестер сервоприводов” использует модуль отладочной платы *TutorShield*, схема которой изображена на рисунке 2.

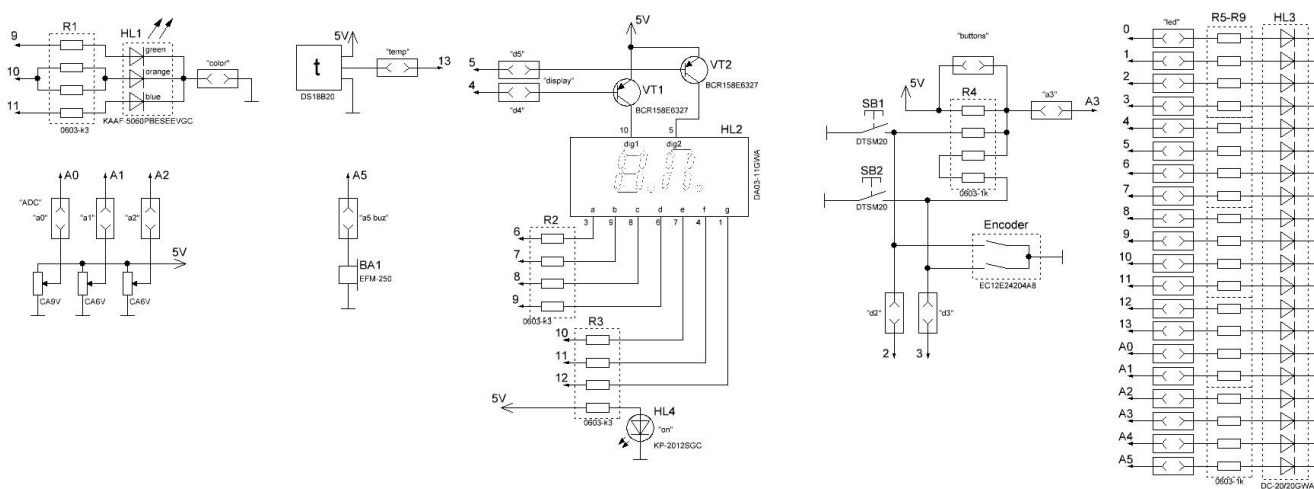


Рисунок 2 – схема модуля *TutorShield*.

В ходе выполнения конкурсного задания, участнику предлагается разработать программу для устройства “Тестер сервоприводов”. Аппаратное обеспечение подготовлено заранее. Для реализации устройства “Тестер сервоприводов” используются:

- двухразрядный индикатор;
- переменный резистор;
- энкодер;
- четыре светодиода из линейки HL3;
- разъем для подключения сервопривода;
- сервопривод

Участник получает плату с корректно подключенными элементами

### **Модуль 3 - Модуль диагностики неисправностей, ремонта и измерения (Fault-finding & Measurements)**

Участникам выдается собранное устройство «Цифровой светодиодный термостат встраиваемый модуль Disco», с введенными в него неисправностями- Рисунок 3

Задача конкурсантов, найти эти неисправности, заменить элементы, которые, по их мнению вышли из строя, и описать неисправности.



Рисунок 3 - «Цифровой светодиодный термостат встраиваемый модуль Disco»

#### Инструкции для соревнующихся

1. Внимательно осмотреть выданное устройство.
2. Определить неисправности.
3. Описать найденные неисправности
4. Заменить неисправный элемент.
5. После замены всех неисправных элементов, удостовериться что устройство работает правильно.

*Результаты ремонта демонстрируются экспертам для оценки.*

## Модуль 4 - Сборочный модуль (Assembly)

Выполняется монтаж радиоэлементов на печатную плату методом пайки и проверка работоспособности смонтированного устройства «DDS функциональный генератор» согласно представленной документации -

Рисунок 3



Рисунок 3 - «DDS функциональный генератор»

### **Примечание:**

Для выполнения модуля на каждом рабочем месте используются следующая документация и оборудование:

- 1) *Схема электрическая принципиальная электронного устройства*
- 2) *Сборочный чертеж платы печатной электронного устройства*
- 3) *Осциллограф PDS-5022S или АКПП-4115/2*
- 4) *Мультиметр МУ-68.*
- 5) *Паяльная станция Quick 713 ESD*
- 6) *Радиоэлементы электронного устройства*
- 7) *Набор монтажного инструмента.*
- 8) *Персональный компьютер с установленным ПО.*

**Необходимо выполнить следующие операции:**

1. Выполнить монтаж радиоэлементов на печатную плату согласно представленной документации.
2. Проверить работоспособность устройства.

**При монтаже необходимо соблюдать следующие требования:**

- 1) При монтаже элементов на плату печатную учитывать нормы и правила стандартов:  
IPC-6012 (Устанавливает требования к жестким платам)  
IPC-A-610D (Международные критерии приемки электронных сборок)
- 2) Устройство должна быть работоспособным.

***Результаты монтажа и проверки демонстрируются экспертам для оценки.***