

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Профиль «Электронные системы»  
Кейс № 4 Беспроводное зарядное устройство**

**ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:**

<i>Компетенция</i>	<i>Сложность</i>			
<i>Исследование принципов и технологий измерений</i>				
<i>Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС</i>				
<i>Разработка программно-аппаратного обеспечения для обработки экспериментальных данных</i>				
<i>Постановка и проведение эксперимента</i>				

**РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЕЙСА:**

<b>КОМПЕТЕНЦИЯ</b>	<b>РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ</b>
<i>Исследование принципов и технологий измерений</i>	<i>Уметь: пользоваться измерительными приборами электрической цепи Знать: принципы и технологии измерения электрических величин</i>
<i>Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС</i>	<i>Уметь: читать и разрабатывать электрические схемы Знать: основы электротехники, электроники и схемотехники</i>
<i>Разработка программно-аппаратного обеспечения для обработки экспериментальных данных</i>	<i>Уметь: разрабатывать алгоритмы, реализовывать алгоритмы средства языка программирования C/C++ Знать: основы программирования на отладочных платах с микроконтроллерами (ATmega, STM, ESP и т.д.)</i>
<i>Постановка и проведение эксперимента</i>	<i>Уметь: читать техническую документацию, проводить подготовку к эксперименту и проводить эксперимент в соответствии с техническим заданием Знать: основы метрологии, основы методологии</i>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Профиль «Электронные системы»**  
**Кейс № 4 Беспроводное зарядное устройство**

---

**1. Актуальность**

В современном мире существует потребность в применении интеллектуальных гаджетов в повседневном использовании. Во множество электронных устройств, таких как смартфоны, умные часы или фитнес-браслеты, встраивают прецизионные датчики, часто выполненные в виде специальных МЭМС-сенсоров, как например: акселерометр, гироскоп или магнетометр. Области применения подобных измерительных устройств являются робототехника и Интернет вещей.

Во многих высокотехнологичных областях существует тенденция к миниатюризации устройств, что зачастую приводит к невозможности размещения привычного элемента питания — аккумулятора — внутри конструктивных решений устройств робототехники и Интернета вещей. В качестве альтернативного способа передачи энергии для осуществления питания электрических устройств могут использоваться системы беспроводной передачи энергии, основанные на эффекте индуктивности. В рамках выполняемой работы Вам предлагается разработка станции беспроводной зарядки.

**2. Техническое задание**

*Проектная часть*

Разработать устройство на базе микроконтроллера для обеспечения беспроводной зарядки и питания постоянным напряжением низковольтных устройств.

*Исследовательская часть*

Провести исследование влияния ёмкости сглаживающего конденсатора на выходе выпрямительной схемы, необходимой для питания низковольтных устройств, на коэффициент пульсации (при заданной частоте), а также влияние частоты и формы сигнала (например, синусоида, пилообразный, треугольный) на коэффициент пульсации на выходе выпрямительной схемы.

*Ограничения проектной части*

Не допускается применение готовых модулей беспроводной зарядки — катушки должны быть выполнены собственноручно. Не допускается применение лабораторных генераторов сигнала для представления готового решения кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Профиль «Электронные системы»  
Кейс № 4 Беспроводное зарядное устройство**

---

**3. Технические требования к разрабатываемому изделию:**

**1) Требования к назначению изделия:**

Устройство предназначено для обеспечения беспроводной зарядки и питания низковольтных устройств постоянным напряжением.

**2) Функциональные требования:**

2.1. Устройство способно заряжать и/или питать низковольтные устройства — электрическую нагрузку (светодиоды, электромоторы, микроконтроллеры и т.п.), работающие от заданного постоянного напряжения.

2.2. Устройство поддерживает постоянное заданное напряжение в холостом и нагруженном режиме (нагрузка выбирается учащимися).

2.3. Устройство осуществляет контроль мощности передаваемой энергии посредством МК во избежание перегрева катушки и снижения КПД питания: управляет частотой и формой передаваемого сигнала, отключает передачу энергии в случае необходимости.

2.4. Ответная часть зарядного устройства выпрямляет напряжение, индуцированное катушкой, и сглаживает пульсации.

2.5. Предусмотрена возможность включения и выключения питания.

2.6. Предусмотрена индикация питания.

**3) Конструктивные требования:**

3.1. Устройство и его составные части могут быть выполнены в виде прототипов на макетной плате беспаячного или контактного типов или в виде печатных плат собственного изготовления.

3.2. Устройство состоит из двух блоков: передающий (станция) и принимающий (ответный). В состав обоих блоков входят катушки индуктивности.

3.3. Катушки индуктивности должны быть изолированы от механического контакта с проводящими материалами (кроме выводов) путём корпусирования или покрытия электроизолирующими материалами.

3.4. Станция выполнена в съёмном корпусе, закрывающем электронику от внешнего механического воздействия.

3.5. Корпус станции должен иметь специальное место для устойчивого размещения ответного (принимающего) блока.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Профиль «Электронные системы»  
Кейс № 4 Беспроводное зарядное устройство**

---

3.6. Принимающий блок состоит из катушки индуктивности, выпрямительной схемы и сглаживающей пульсации схемы, а также выводов для подключения полезной электрической нагрузкой для осуществления её зарядки или питания.

3.7. В принимающем блоке предусмотрено посадочное место для заменяемого конденсатора.

3.8. Устройство оснащено кнопкой включения и выключения питания.

3.9. Устройство оснащено интерфейсом для переключения частот и форм сигнала в ручном режиме (например, с помощью реостата и кнопок или посредством монитора порта и ввода команд).

3.10. Устройство оснащено индикацией питания (светодиодная или информативная индикация на дисплее).

**4) Регламент испытаний**

4.1. Подготовить не менее трёх видов электрической нагрузки (например, коллекторный электромотор постоянного тока, отладочную плату микроконтроллера, светодиод)

4.2. Разместить устройство на столе.

4.3. Снять корпус.

4.4. Продемонстрировать используемую электронику.

4.5. Вернуть корпус.

4.6. Включить устройство.

4.7. Расположить ответную (принимающую) часть зарядного устройства на специальном месте корпуса станции.

4.8. Продемонстрировать наличие напряжения на выводах ответной части.

4.9. Выключить устройство.

4.10. Подсоединить к принимающему блоку полезную нагрузку (на выбор учащихся).

4.11. Продемонстрировать работоспособность электрической нагрузки.

4.12. Задать в ручном режиме вид и параметры генерируемого на Станции сигнала (переключить кнопкой или посредством ввода команды в монитор порта).

4.13. Продемонстрировать изменение генерируемого сигнала (с помощью внешнего осциллографа или путём демонстрации изменения передаваемой мощности).

4.14. Выключить устройство.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Профиль «Электронные системы»  
Кейс № 4 Беспроводное зарядное устройство**

---

4.15. Повторить пункты 4.6 - 4.14 для всех подготовленных нагрузок.

**5) Материалы и оборудование**

5.1. Микроконтроллер(ы) (AVR, STM, ESP, МК32, Arduino и пр.)

5.2. Катушки индуктивности 2 шт.

5.3. Операционный усилитель.

5.4. Диодный мост (4 диода).

5.5. ЭРИ в ассортименте (конденсаторы, резисторы, диоды и т.п.)

5.6. Катушка пластика PLA (для корпусирования).

5.7. Полезная электрическая нагрузка, питающаяся от постоянного напряжения (микроконтроллеры, датчики, электромоторы, светодиоды и пр.).

5.8. Мультиметр.

5.9. Осциллограф.

5.10. Лабораторный блок питания для станции зарядки.

5.11. Провод внешнего питания для станции зарядки.

**б) Требования к представлению решения кейса**

6.1. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).

6.2. Цель и задачи работы.

6.3. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.

6.4. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).

6.5. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.

6.6. Описание схемы разработанного устройства в виде изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной печатной платы (если имеется).

6.7. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.

6.8. Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Профиль «Электронные системы»  
Кейс № 4 Беспроводное зарядное устройство**

---

использоваться github, gitlab и др.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.

6.9. Фотографии разработанного устройства и его составных частей.

6.10. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний в соответствии с условиями. Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо чётко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть разработанная командой система и, как минимум, один из участников команды, выполняющий все операции с системой. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчётливо слышны комментарии учащихся. На видеозаписи должны быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

6.11. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.

6.12. Список литературных источников.

**7) Методические материалы (необходимые программы, ссылки, научная литература, онлайн курсы и т.д.)**

7.1. Программное обеспечение

7.1.1. Для выбранного МК, платы – IDE разработки: Arduino IDE (AVR Studio, ESP-IDF, Keil  $\mu$ Vision или аналоги для выбранного МК).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Профиль «Электронные системы»  
Кейс № 4 Беспроводное зарядное устройство**

---

7.1.2. САПР для моделирования схем: OrCAD Capture, Proteus, Multisim, TinkerCAD и подобные.

7.1.3. САПР 3D моделирования: Компас 3D, T-Flex и подобные.

7.2. Список источников:

7.2.1. AVR. Учебный курс / EasyElectronics URL: <http://easyelectronics.ru/category/avr-uchebnyj-kurs> (дата обращения: 27.07.2024).

7.2.2. Афонский А. А., Дьяконов В. П. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике / под ред. проф. В. П. Дьяконова. – М.: ДМК Пресс, 2011.

7.2.3. Белов А. В., Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: наука и Техника, 2017. – 544 с.

7.2.4. Метрология и электрические измерения: учебное пособие / Е. Д. Шабалдин [и др.]; под ред. Е. Д. Шабалдина. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 320 с.

7.2.5. Ревич Ю.В. программирование микроконтроллеров AVR: от Arduino к ассемблеру. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 448 с.

7.2.6. Топильский В. Б. Схемотехника измерительных устройств. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

7.2.7. Умняшкин С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов: Учебное пособие. Изд. 5-е, , испр. и доп., М.: ТЕХНОСФЕРА, 2019. - 550 с.

7.2.8. Уроки программирования на AVR, STM, ESP / Narod Stream URL: <https://narodstream.ru/> (дата обращения 27.07.2024)

7.2.9. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. – Изд. 2-е. – М.: Издательство БИНОМ. – 2016. – 704 с.