

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы»

Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого
и второго законов Кирхгофа

ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:

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

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЕЙСА:

КОМПЕТЕНЦИЯ	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ
Исследование принципов и технологий измерений	Знать: основные законы электрических цепей Уметь: пользоваться измерительными приборами электрической цепи
Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС	Знать: основные характеристики электронной компонентной базы Уметь: пользоваться основными принципами построения электрических схем
Разработка программно-аппаратного обеспечения для обработки экспериментальных данных	Знать: основы программирования на отладочных платах с микроконтроллерами (ATmega, STM, ESP и т.д.) Уметь: формализовать прикладную задачу, выбирать для неё подходящие структуры данных и алгоритмы решения
Постановка и проведение эксперимента	Знать: метод сбора и метод анализа данных Уметь: фиксировать результаты полученной

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
**Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого
и второго законов Кирхгофа**

	<i>зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования</i>
--	---

1. Актуальность

Невозможно представить современный мир без техники, ведь каждый день человек использует по сотне электронных приборов, начиная с будильника, заканчивая сложными вычислительными устройствами. В основу всех расчётов электрических цепей постоянного и переменного тока входит применение первого и второго закона Кирхгофа. Методы, основанные на применении этих двух законов, активно используются при разработке сложных электрических цепей и являются основой систем автоматизированного проектирования электрических цепей.

Задачей современных инженеров является не только знание, умение и владение своей специализацией, но и способность к автоматизации с помощью разработки программного обеспечения тех или иных процессов. Основная цель данного кейса — разработать в учебных целях автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого и второго закона Кирхгофа, который наглядно будет демонстрировать работу данных законов. Данный кейс применим при разработке автоматизированной системы контроля работоспособности и диагностики электрических цепей начиная от энергетической отрасли (на примере УКЦ-СИ, УЗО и т.д.) заканчивая различными видами машиностроения, судостроения и авиастроения.

При разработке кейса нужно чёткое понимание основных понятий: ветвь, узел, контур электрической цепи, электрический потенциал, падение напряжения, сила тока и источник электродвижущей силы, а также самих законов Кирхгофа.

Ветвь электрической цепи — участок электрической цепи, вдоль которого протекает один и тот же электрический ток.

Узел электрической цепи — место соединения трёх и более ветвей электрической цепи.

Контур электрической цепи — последовательность ветвей электрической цепи, образующая замкнутый путь, в которой один из узлов одновременно является началом и концом пути, а остальные встречаются только один раз.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы»

Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого и второго законов Кирхгофа

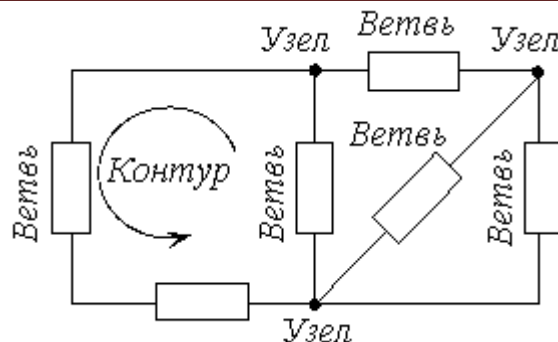


Рисунок 1. Топологические понятия

Электрический потенциал точки равен работе по переносу электрического заряда из бесконечности в данную точку. Электрическое напряжение (или падение напряжения) — разность потенциалов двух узлов.

Сила тока является силовой характеристикой электрического тока и характеризует скорость переноса электрических зарядов. На основании закона Ома эту величину всегда можно вывести: сила тока в цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению.

Электродвижущая сила (ЭДС) характеризует работу сторонних сил по разделению зарядов внутри источника электрической энергии (положительные заряды смещаются к зажиму с большим потенциалом, а отрицательные — к зажиму с меньшим потенциалом). Численно ЭДС равна разности потенциалов между зажимами источника при отсутствии в нём электрического тока.

I закон Кирхгофа алгебраическая сумма токов в узле электрической цепи равна нулю:

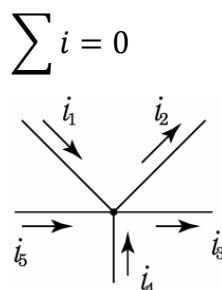


Рисунок 2. Первый закон Кирхгофа для узла

$$-i_1 + i_2 + i_3 - i_4 - i_5 = 0$$

II закон Кирхгофа алгебраическая сумма падений напряжений в контуре электрической цепи равна алгебраической сумме ЭДС в этом же контуре:

$$\sum iR = e$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы»

Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого
и второго законов Кирхгофа

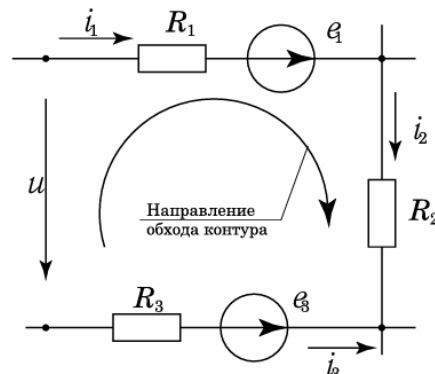


Рисунок 3. Второй закон Кирхгофа

$$i_1 R_1 + i_2 R_2 - i_3 R_3 - u = e_1 - e_3$$

2. Техническое задание

Проектная часть

Разработать в симуляторе электрических цепей, электрическую схему, в которой используя первый и второй закон Кирхгофа и зная показания двух источников напряжения и сопротивления резисторов, можно определить токи, протекающие во всех ветвях. Электрическая схема должна состоять минимум из 3 независимых контуров. На основании данной электрической схемы, разработать прототип устройства на основе плат Arduino с фиксированной электрической цепью, в которой посредством потенциометров можно будет изменять сопротивление в ветвях. В устройстве должно быть предусмотрен вывод падения напряжения и силы тока, протекающего в ветвях, отображение которых производится посредством платы Arduino. В лабораторном стенде должна быть предусмотрена имитация двух источников ЭДС, а электрическая цепь должна быть спроектирована таким образом, чтобы пользователь мог на ней проверить действия первого и второго закона Кирхгофа. Также у пользователя устройства должна быть возможность изменять показания источников питания электрической цепи. При проектировании устройства разрешается пользоваться простейшей электронной-компонентной базой в виде резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов и т.п. Запрещается использование готовых модулей для плат Arduino, за исключением модулей вывода информации.

Исследовательская часть

1) Провести исследования, подтверждающие первый и второй закон Кирхгофа посредством разработанной, в симуляторе электрических цепей, электрической схемы устройства:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
**Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого
и второго законов Кирхгофа**

- При различных величинах сопротивлений в ветвях (минимум 5 различных комбинаций)
- При различных выходных напряжениях источников ЭДС (минимум 5 различных комбинаций, среди которых должно быть одно изменение направления полярности)
- 2) Провести исследования, подтверждающие первый и второй закон Кирхгофа посредством измерительных приборов (вольтметр, амперметр, омметр и т.д.) на разработанной электрической схеме:
 - При различных величинах сопротивлений в ветвях (минимум 5 различных комбинаций)
 - При различных выходных напряжениях источников ЭДС (минимум 5 различных комбинаций, среди которых должно быть одно изменение направления полярности)
- 3) Провести исследования, подтверждающие первый и второй закон Кирхгофа посредством разработанного устройства:
 - При различных величинах сопротивлений в ветвях (минимум 5 различных комбинаций)
 - При различных выходных напряжениях источников ЭДС (минимум 5 различных комбинаций, среди которых должно быть одно изменение направления полярности)

3. Технические требования к разрабатываемому изделию:

1) **Требования к назначению изделия:** прототип устройства предназначен для наглядной демонстрации работы первого и второго закона Кирхгофа.

2) **Функциональные требования:**

Изменение сопротивления в ветвях допускается посредством изменения показания потенциометров.

При всех возможных комбинациях сопротивление в ветвях не должно опускаться ниже допустимого минимального уровня во избежание короткого замыкания.

При проектировании исследуемой электрической цепи необходимо использовать два источника питания.

С помощью микроконтроллеров серии ATmega должны выводиться величины силы тока и падения напряжения в исследуемых ветвях.

С помощью плат Arduino должно производиться управление источником питания исследуемой схемы.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
**Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого
и второго законов Кирхгофа**

Допустимая погрешность устройства — не более 1%.

Устройство должно просчитывать и показывать работу первого и второго законов Кирхгофа на выбранном контуре и узле.

3) Конструктивные требования:

Прототип устройства должен представлять собой единый блок, объединяющий устройства ввода/вывода информации и исследуемую схему.

Устройство не должно включать в себя готовые отладочные платы по измерению силы тока и напряжения.

Устройство не должно включать в себя готовые отладочные платы по управлению напряжения питания в исследуемой электрической цепи.

Задачи (этапы)

- 1) Изучить основные принципы работы первого и второго законов Кирхгофа.
- 2) Изучить правила работы с измерительными приборами.
- 3) Изучить основные характеристики и основы программирования плат Arduino.
- 4) Разработать схему устройства: показать схему, объяснить принцип её функционирования, объяснить выбор электронной компонентной базы.
- 5) Разработать программный алгоритм и реализовать его.
- 5) Создать опытный образец: собрать прототип устройства.
- 5) Провести исследовательскую часть кейса и при необходимости скорректировать работу прототипа при наличии недопустимой погрешности.
- 6) Сформулировать вывод по проведённым исследованиям.

4. Регламент испытаний

Методика проведения испытаний:

1. Разместить устройство на столе.
2. Включить устройство.
3. Запустить процесс снятия показаний при различных значениях сопротивления ветвей с помощью разработанного устройства и измерительных приборов (минимум 5 различных комбинаций).
4. Запустить процесс снятия показаний при различных значениях напряжения источников питания исследуемой электрической цепи с помощью разработанного устройства и измерительных приборов (минимум 5 различных комбинаций, среди которых должно быть одно изменение направления полярности).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
**Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого
и второго законов Кирхгофа**

5. Продемонстрировать выполнение законов Кирхгофа.
6. Выключить устройство.

5. Материалы и оборудование

1. Беспаячные макетные платы.
2. Блок питания.
3. Набор проводов и/или перемычек.
4. Плата с микроконтроллером (ATmega, STM, ESP и т.д.).
5. Персональный компьютер.
6. Простейшая электронная компонентная база (резисторы, конденсаторы, кнопки).

6. Требования к представлению решения кейса

Разрабатываемый прототип устройства должен представлять собой единую работающую систему в соответствии с техническими требованиями. Должна быть представлена документация и видеодемонстрация.

В предоставляемой документации должно присутствовать:

- 1) Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- 2) Цель и задачи работы.
- 3) Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- 4) Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство) и изложение принципов проводимых измерений.
- 5) Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- 6) Описание схемы разработанного устройства в виде изображений электрической принципиальной схемы. При наличии допускаются монтажные схемы, топологии собственной разработанной печатной платы.
- 7) Алгоритм разработанного программного обеспечения в виде блок-схем или подробным текстовым описанием со ссылками на листинг программы.
- 8) Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы»

Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого и второго законов Кирхгофа

github, gitlab и др.) или в виде листинга программы в текстовом варианте. Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается. В работе должна быть отображена программная среда разработки и её версия.

9) Фотографии разработанного устройства и его составных частей, демонстрирующая правильность собранной схемы, ссылка на видеоролик с демонстрацией.

10) Результаты исследовательской части и вывод по проведённым исследованиям.

11) Заключение, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.

12) Список литературных источников.

Видеоролик должен демонстрировать технические требования к разрабатываемому изделию в соответствии с техническим заданием и проводимые испытания в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытания 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 подаваемые голосовые команды и действия команды. 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
**Кейс №1 Автоматизированный лабораторный стенд по изучению первого
и второго законов Кирхгофа**

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

1. Родюков М.С., Микаева С.А., Брысин А.Н., Филинов В.В. Электротехника, конспект лекций, Московский технологический университет (МИРЭА), Кафедра электротехники, 2018.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: пер. с англ. Изд. 2-е. – М.: Издательство БИНОМ. 2016. – 704 с.
3. Саймон Монк. Программируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами, Издательский дом «Питер», 2017.
4. Arduino. Быстрый старт. Первые шаги по освоению Arduino, Мак-скит 2015.
5. Соколов С. В., Титов Е. В., Электроника [Электронный ресурс]: - Москва: Горячая линия-Телеком, 2017.
6. Бабенко В. П., Битюков В. К. Схемотехника источников вторичного питания [Электронный ресурс]: практикум. - М.: РТУ МИРЭА, 2019.
7. Е. Д. Шабалдин, Г. К. Смолин, В. И. Уткин, А. П. Зарубин 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. ISBN 978-5-8050-0510-8.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»**

**Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:

Компетенция	Сложность			
<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:

КОМПЕТЕНЦИЯ	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ
<i>Исследование принципов и технологий измерений</i>	<i>Знать: основные принципы волновой оптики Уметь: пользоваться измерительными приборами электрической цепи</i>
<i>Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС</i>	<i>Знать: основные характеристики электронной компонентной базы Уметь: пользоваться основными принципами построения электрических схем</i>
<i>Разработка программно-аппаратного обеспечения для обработки экспериментальных данных</i>	<i>Знать: основы программирования на отладочных платах с микроконтроллерами (ATmega, STM, ESP и т.д.) Уметь: формализовать прикладную задачу, выбирать для неё подходящие структуры данных и алгоритмы решения</i>
<i>Постановка и проведение эксперимента</i>	<i>Знать: метод сбора и метод анализа данных, полученных с помощью источников и приёмников оптического излучения Уметь: фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования</i>

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы»

Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны когерентного и монохроматического источника излучения

1. Актуальность

Лазерные технологии всё чаще применяются и разрабатываются в России — на примере российской холдинговой компания «Швабе», входящей в госкорпорацию «Ростех», продукция которой обеспечивает современные отрасли промышленности, приборостроения и науки.

Лазерная инженерия является одним из перспективных направлений, которое используется во многих отраслях промышленности, науки, медицины, и не только ради маркировки, резки или сварки различных материалов, но и в целом ряде областей. В их числе — передача и хранение данных, точные метрологические измерения, создание новых технологий в микроэлектронике, медицинских операциях, военной технике, искусстве, науках для жизни и т.д. Одними из ключевых компетенций, которые необходимы при разработке оптико-электронных приборов, являются знание волновой и линейной оптики, а также понимание, что собой представляет лазерное излучение.

Лазерное излучение обладает многими специфическими свойствами, которые позволили открыть совершенно новые возможности и области приложений оптики. Все эти приложения основываются на комплексе следующих свойств:

- Высочайшая спектральная и пространственная плотность энергии
- Высокая когерентность излучения, которая проявляется в его предельной направленности и высокой монохроматичности

Основная цель данного кейса: создать автоматизированное устройство, позволяющее определять ключевую характеристику лазерного излучения — длину волны, используя основные законы волновой и линейной оптики, а также знания в программировании микроконтроллеров. По своей структуре данное устройство будет напоминать оптические спектроанализаторы. В данной работе будет рассматриваться метод определения длины волны лазера, основанный на дифракции Фраунгофера на одной щели.

При решении кейса нужно чёткое понимание основных оптических понятий, таких как видимое оптическое излучение, монохроматичность, когерентность, физическая основа работы лазера, дифракция Фраунгофера.

Природа света двойственна: в одних случаях он проявляет свойства частицы в виде фотона, в других — свойства волны. Как частица, свет взаимодействует с веществом (например, при фотоэффекте), как волна — при взаимодействии с другими световыми волнами (эффекты интерференции, дифракции, дисперсии). По этой причине в научной

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы»

Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны когерентного и монохроматического источника излучения

литературе очень часто видны переходы и взаимодействия линейной, волновой и квантовой оптики.

Видимое оптическое излучение — это электромагнитная волна, длина которой находится в диапазоне, который в среднем воспринимается человеческим глазом (от 400 до 800 нм).

Монохроматическое излучение — это излучение, где все излучаемые волны строго характеризуются одной какой-либо частотой колебаний (например, одной длиной волны). Данное свойство вы можете наблюдать при проведении опыта дисперсии света — разложение белого света на различные цвета при прохождении его через призму.

Когерентным называют излучение, при котором все электромагнитные колебания совпадают по частоте и фазе. Это в свою очередь означает, что все пучки света параллельны друг другу.

Физической основой работы лазера служит явление вынужденного (индуцированного) излучения. Суть явления состоит в том, что возбуждённый атом способен излучить фотон под действием другого фотона без его поглощения, если энергия последнего равняется разности энергий уровней атома до и после излучения. При этом излучённый фотон когерентен фотону, вызвавшему излучение (является его «точной копией»). На практике идеальных лазеров не бывает и такие характеристики как монохроматичность и когерентность всегда имеют погрешность в силу конструктивных особенностей.

Дифракцией называют явление огибания волнами препятствий или рассеяние волн на препятствиях с размерами порядка длины волны. Вследствие дифракции волны могут попадать в область геометрической тени (огibtать препятствия), проникать через небольшие отверстия в экранах (Рис. 1) и т.д.

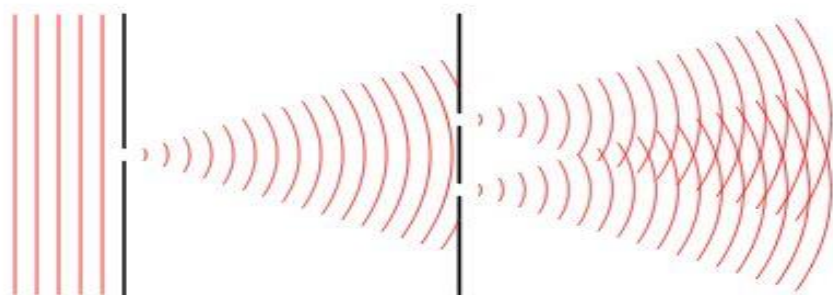


Рисунок 1. Пример дифракции

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»**

**Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

Дифракция Фраунгофера основана на пропускании монохроматического излучения через щель, при этом ширина щели должна иметь размер порядка прохождения длины волны пропускаемого света (Рис. 2). Тогда на экране, поставленном после щели на небольшом расстоянии, можно наблюдать интерференционную картину, как показано на рисунке 3. Зависимость интенсивности излучения получаемой картины продемонстрированы на рисунке 4.

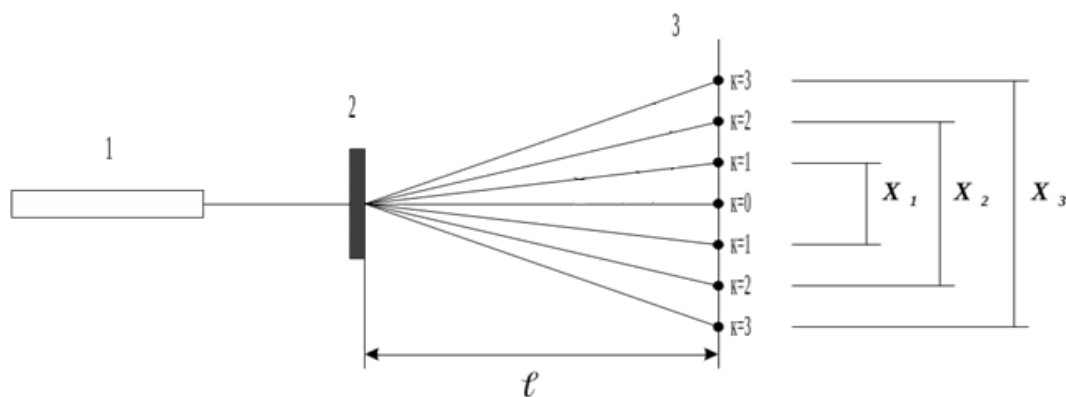


Рисунок 2. Оптическая схема установки Фраунгофера



Рисунок 3. Дифракция Фраунгофера

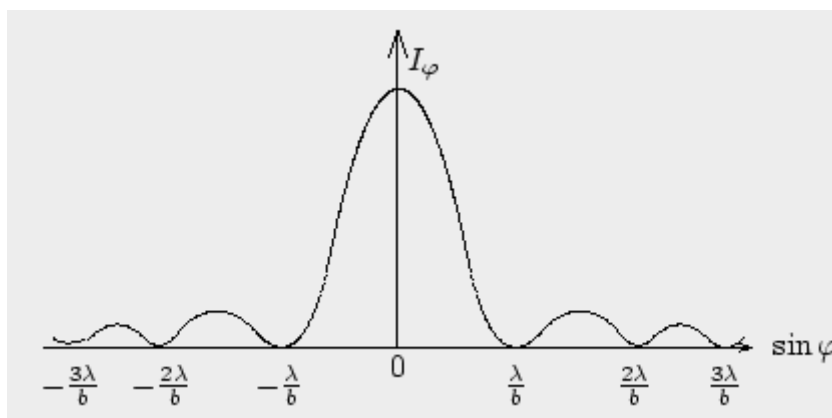


Рисунок 4. Интенсивность излучения в опыте Фраунгофера

Особенность данного опыта заключается в том, что интенсивность излучения просчитывается математически, а также имеет математическую зависимость от длины волны подаваемого излучения, расстояние от щели до экрана и расстояние между порядками минимумами интерференционной картины.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»**

**Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

$$\lambda = \frac{\Delta X_n * h}{2l * n}$$

где λ — длина волны, ΔX_n — расстояние между минимумами одного порядка, n , h — ширина щели, l — расстояние до экрана.

В некоторых литературных источниках данный опыт проводится с применением дополнительной оптики, что может привести к корректировке конечной формулы.

2. Техническое задание

Проектная часть

Разработать прототип устройства, позволяющий измерять длину волны лазерного излучения в видимом оптическом диапазоне на основе опыта Фраунгофера, с возможностью вывода данных на экран монитора. Для калибровки устройства будущему пользователю можно проводить такие измерения, как изначальное расстояние от установки до устройства; расстояние между считывающими элементами; определение ширины щели; передаточные характеристики движущихся элементов и внесение каких-либо данных о приёмнике оптического излучения, если конструкция подразумевает их замену. После проведения юстировки и внесения необходимых данных пользователь может производить измерения различных видов источников лазерного излучения с различными диапазонами. Так как в установке будут использоваться приёмники оптического излучения, устройство должно предусматривать снятие шумов для корректировки или проверки пользователем будущих измерений. Данное устройство может быть разработано с помощью отладочных плат с микроконтроллерами (ATmega, STM, ESP и т.д.) или с помощью микрокомпьютеров RaspberryPi. Для создания макета разрешается использовать приёмники оптического излучения, не содержащие электронику, преобразующую в цифровой код выводы с сенсоров. При проектировании устройства разрешается пользоваться простейшей электронно-компонентной базой в виде резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов и т.п. Запрещается использование плат расширений и готовых модулей для плат Arduino или RaspberryPi (за исключением модулей вывода информации, драйверов шагового двигателя или сервоприводов, Bluetooth и Wi-Fi модулей).

Исследовательская часть

1) Используя эталонный лазерный излучатель и знание о дифракции Фраунгофера, провести измерения ширины щели без прототипа устройства.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы»

Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны когерентного и монохроматического источника излучения

2) Провести исследование разрабатываемой установки с помощью мультиметра, показывающее наличие шумов у приёмников оптического излучения, образующихся в результате воздействия внешних оптических источников излучения.

3) Провести исследование программным способом (с использованием микроконтроллера разрабатываемой установки), показывающее на экране монитора наличие шумов у приёмников оптического излучения, образующихся в результате воздействия внешних оптических источников излучения (в дальнейшем данные шумы должны учитываться программным обеспечением при вычислении длины волны лазера).

4) С помощью разработанного прототипа устройства провести измерение длины волны трёх различных лазерных источников с разными спектральными характеристиками.

3. Технические требования к разрабатываемому изделию:

1) Требования к назначению изделия:

Прототип устройства предназначен для наглядной демонстрации работы дифракции Фраунгофера и определения с его помощью длины волны исследуемого лазера, без использования оптических или ультразвуковых дальномеров, оптических и кнопочных датчиков препятствия и вибрации. На основе плат с микроконтроллерами (ATmega, STM, ESP и т.д.) или микрокомпьютеров RaspberryPi устройство должно производить автоматическое управление движущимися элементами устройства, а также производить сбор и анализ информации с приёмников оптического излучения. Будущему пользователю в рамках юстировки можно вносить такие параметры, как расстояние между минимумами или максимумами дифракционной картины; начальное расстояние от экрана до щели до начала работы установки; передаточные значения работы движущихся элементов и сведения о характеристиках приёмников оптического излучения.

2) Функциональные требования:

Будущее устройство предназначено для работы в видимом спектре оптического излучения.

Будущему пользователю в рамках юстировки можно вносить такие параметры, как расстояние между минимумами или максимумами дифракционной картины; начальное расстояние от экрана до щели до начала работы установки; передаточные значения работы движущихся элементов и сведения о характеристиках приёмников оптического излучения.

Будущее устройство должно учитывать возможное влияние внешних источников излучения на приёмники оптического излучения.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»
Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

В прототипе устройства есть возможность замены источников лазерного излучения, которое не приведёт к изменению работы будущего устройства и не потребует проведения дополнительных измерений и юстировки устройства.

После установки источника лазерного излучения устройство производит необходимые измерения и выводит их на экран монитора (например, готовые модули жидкокристаллических экранов или монитор персонального компьютера) при подаче команды пользователем.

Погрешность измерения не должна превышать 10%.

3) Конструктивные требования:

Все измерения, проводимые прототипом устройства, должны проводиться на одной оптической оси.

Устройство может состоять из нескольких взаимосвязанных блоков.

Устройство не должно включать в себя готовые отладочные платы источников и приёмников оптического излучения.

Устройство должно быть спроектировано на базе отладочных плат с микроконтроллерами (ATmega, STM, ESP и т.д.) или на микрокомпьютерах RaspberryPi.

Устройство должно быть спроектировано на простейшей электронной компонентной базе в виде резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов и т.п.

В устройстве не допускается использование плат расширений или готовых модулей для плат Arduino или RaspberryPi (за исключением модулей вывода информации, драйверов шагового двигателя или сервоприводов, Bluetooth и Wi-Fi модулей). В данном проекте беспроводные модули могут служить для удалённого управления и передачи на пользовательский интерфейс полученных данных.

Все соединительные элементы должны представлять собой соединения посредством пайки или зажимного типа, без возможности случайного разрыва соединения.

Задачи (этапы)

- 1) Изучить основные принципы работы дифракции Фраунгофера на одной щели.
- 2) Изучить правила работы с измерительными приборами.
- 3) Изучить технику безопасности работы с источниками лазерного излучения.
- 4) Изучить основные характеристики и основы программирования плат Arduino или RaspberryPi.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»**

**Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

5) Разработать электрическую и оптическую схему устройства, с возможностью её демонстрации, пояснения принципа функционирования и обоснования выбора электронной компонентной базы.

6) Разработать программный алгоритм и реализовать его.

7) Создать опытный образец: собрать прототип устройства.

8) Провести исследовательскую часть кейса и при необходимости скорректировать работу прототипа при наличии недопустимой погрешности.

9) Сформулировать вывод по проведённым исследованиям.

4. Регламент испытаний

Методика проведения испытаний:

1. Разместить устройство на столе.
2. Включить устройство.
3. Провести юстировку и необходимые измерения для работы устройства.
4. Включить источник лазерного излучения.
5. Запустить на устройстве процесс определения длины волны лазерного источника излучения, направленного на прототип устройства.

6. Продемонстрировать явление дифракции Фраунгофера, а именно: закономерность характеристик оптической системы и дифракционной картины.

7. Выключить устройство.

5. Материалы и оборудование

1. Беспаечные макетные платы.
2. Блок питания.
3. Набор проводов и/или перемычек.
4. Плата с микроконтроллером (ATmega, STM, ESP и т.д.) или RaspberryPi.
5. Персональный компьютер.
6. Простейшая электронная компонентная база (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы и т.п.).

7. Оптическая щель.

8. Источник лазерного излучения.

9. Белый экран с миллиметровой разметкой.

10. Оптическая скамья.

11. Кронштейны для оптической скамьи.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»**

**Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

6. Требования к представлению решения кейса

Разрабатываемый прототип устройства должен представлять собой единую работающую систему в соответствии с техническими требованиями. Должна быть представлена документация и видеодемонстрация.

В предоставляемой документации должно присутствовать:

- 1) Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- 2) Цель и задачи работы.
- 3) Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- 4) Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство) и изложены принципы проводимых измерений.
- 5) Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- 6) Описание схемы разработанного устройства в виде изображений электрической принципиальной, оптической схемы и блок схемы. При наличии монтажной схемы допускаются топологии собственной разработанной печатной платы.
- 7) При наличии 3D-моделей предоставлять их в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельных её частей). 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- 8) Алгоритм разработанного программного обеспечения в виде блок-схем или с подробным текстовым описанием со ссылками на листинг программы.
- 9) Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.) или в виде листинга программы в текстовом варианте. Любые архивы с загруженными исходными кодами (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается. В работе должны быть отображены программная среда разработки и её версия.
- 10) Фотографии разработанного устройства и его составных частей, демонстрирующие правильность собранной схемы, и ссылка на видеоролик с демонстрацией.
- 11) Результаты исследовательской части и вывод по проведённым исследованиям.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»**

**Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

12) Заключение, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства

13) Список литературных источников.

Видеоролик должен демонстрировать технические требования к разрабатываемому изделию в соответствии с техническим заданием и проводимыми испытаниями 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 подаваемые голосовые команды и действия команды. 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.

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

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: пер. с англ. Изд. 2-е. – М.: Издательство БИНОМ. 2016. – 704 с.
2. 1. Саймон Монк. Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами, Издательский дом «Питер», 2017.
3. 2. Arduino. Быстрый старт. Первые шаги по освоению Arduino, Мак-скит 2015.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»**

**Кейс №2 Автоматизированная система определения длины волны
когерентного и монохроматического источника излучения**

4. Соколов С. В., Титов Е. В., Электроника [Электронный ресурс]: - Москва: Горячая линия-Телеком, 2017.
5. Бабенко В. П., Битюков В. К. Схемотехника источников вторичного питания [Электронный ресурс]: практикум. - М.: РТУ МИРЭА, 2019.
6. Методы и технические средства измерения параметров оптического излучения: учебное пособие / А. А. Черторийский. – 121 с. Ульяновск: УлГТУ, 2020.
7. Белов А.В. Программирование ARDUINO. Создаем практические устройства + виртуальный диск.- СПб.: Наука и Техника, 2018. - 272 с.
8. Торшина И. П., Якушенков Ю. Г. Выбор приемника излучения при проектировании оптико-электронного прибора: учебное пособие. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2017. –58 с.
9. Ламкин И. А., Тарасов С. А., Пихтин А. Н. Л21 Основы фотоники: лаб. практикум. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020. 62 с.
10. Методы и технические средства измерения параметров оптического излучения: учебное пособие / А. А. Черторийский. – 121 с. Ульяновск: УлГТУ, 2020.
11. А.В. Прокофьев, Метрология оптико-электронного приборостроения.– СПб: НИУ ИТМО, 2012
12. Е. Д. Шабалдин, Г. К. Смолин, В. И. Уткин, А. П. Зарубин 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. ISBN 978-5-8050-0510-8.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»
Кейс №3 Исследование тензодатчика

ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:

Компетенция	Сложность			
Исследование принципов и технологий измерений				
Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС				
Разработка программного кода, в т.ч. для обработки экспериментальных данных				
Постановка и проведение эксперимента				

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ
РЕАЛИЗАЦИИ КЕЙСА:

КОМПЕТЕНЦИЯ	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ
Исследование принципов и технологий измерений	Знать: основные законы школьного курса «электричество/электроника» в части закона Ома, правил Кирхгофа, правила расчёта операционного усилителя Уметь: пользоваться цифровыми, аналоговыми и механическими измерительными приборами для проведения исследования тензодатчика в ручном режиме

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

<i>Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС</i>	<i>Знать: правила проектирования ЭС в графических редакторах, способы изготовления печатных плат в домашних условиях</i> <i>Уметь: работать в САПР моделирования ЭС, например, Multisim, Falstad, работать в САПР проектирования ЭС, например, AltiumDesigner, SolidWorks</i>
<i>Разработка программного кода, в т.ч. для обработки экспериментальных данных</i>	<i>Знать: синтаксис языка Си</i> <i>Уметь: работать с библиотеками функций, применять функции, работать в IDE, разбираться в документации на микроконтроллер и прилагающуюся библиотеку функций</i>
<i>Постановка и проведение эксперимента</i>	<i>Знать: правила расчёта погрешностей</i> <i>Уметь: применять на практике правила проведения эксперимента, правил расчёта погрешностей</i>

1. Формулировка задачи и её актуальность

В целях совершенствования навыков школьников по работе с современными измерительными приборами, построению математических зависимостей и автоматизации процессов измерений с помощью современных микроконтроллеров ставится задача исследовать поведение сигнала тензодатчика при деформации. Тензодатчик — основа любых современных весов, которые могут использоваться в бытовых и лабораторных целях. Полученные знания могут быть применены для создания лабораторных весов

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

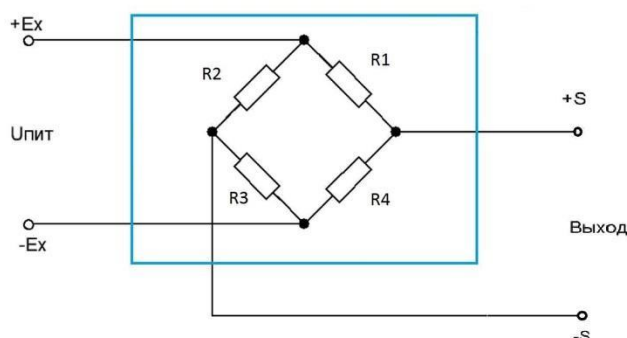
Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

с дополнительными функциями: запись в файл многократных измерений, вывод на различные дисплеи, цифровые индикаторы, передача на другие устройства.

2. Техническое задание

Схемотехническая часть

Резисторы, сопротивление которых может изменяться в зависимости от их сжатия или растяжения, называются тензорезисторами. Тензодатчик представляет собой набор из четырёх тензорезисторов (рисунок 1) с равным номинальным сопротивлением, включённых в мостовую измерительную схему, при отсутствии нагрузки ток между точками S+ и S- не протекает. Говорят, что мост находится в равновесии, при появлении нагрузки



происходит попарное сжатие и растяжение резисторов, что приводит к разбалансировке моста и появлению разности потенциалов в точках S+ и S-.

Рисунок 1 – измерительный мост

Эта разность потенциалов мала для непосредственного считывания микроконтроллером и составляет порядка 10^{-3} Вольт. Для решения этой проблемы применяют нормирующий преобразователь — электрическую схему на операционных усилителях, которая будет усиливать сигнал до значений, фиксируемых АЦП микроконтроллера.

При подготовке к работе необходимо определить с помощью милливольтметра, какая разность потенциалов фиксируется на выходе

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

тензодатчика без деформации и при нагрузке максимальной массой 10 кг. Следует учесть, что тензодатчик неидеален, и при подаче питания без деформации на выходе тензодатчика будет возникать некоторая разность потенциалов — это нормально. Таким образом будет определён желаемый коэффициент усиления.

После выбора необходимого коэффициента усиления необходимо рассчитать и смоделировать принципиальную электрическую схему нормирующего преобразователя. Разработка принципиальной электрической схемы допускается на простых операционных усилителях, например, LM358, а также на инструментальных усилителях таких, как AD620. Для инструментальных усилителей производитель обычно указывает в листе данных формулу для расчёта коэффициента усиления (рисунок 2), которая зависит от регулирующего резистора, его обычно обозначают R_G , в случае использования инструментальных усилителей указанную формулу предлагается вывести самостоятельно и объяснить при защите проекта.

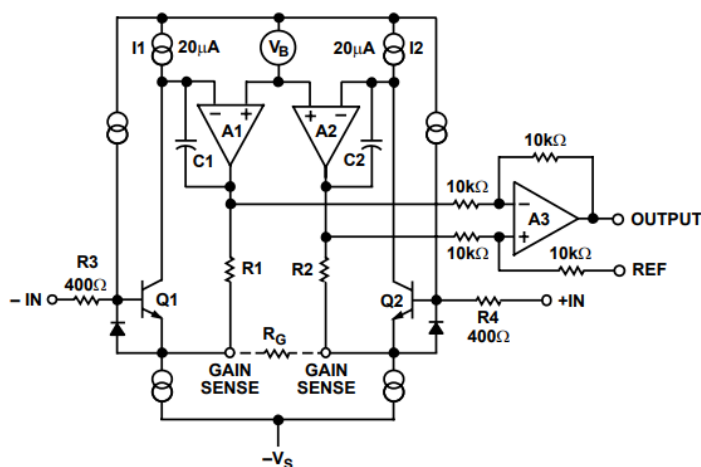


Рисунок 2 – схема инструментального усилителя AD620

Минимальная теория, необходимая для расчёта электрических схем с идеальными операционными усилителями (ОА):

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

1. Напряжение на инвертирующем (+) и неинвертирующем (-) входах ОУ совпадает.

2. Входы ОУ не потребляют ток и не выдают его.

3. ОУ при усилении сигнала выдаст на выходе напряжение не более напряжения питания.

Таким образом, используя закон Ома и эти допущения можно рассчитать схему на рисунке 2.

Исследовательская часть

Будем считать, что напряжение на выходе нормирующего преобразователя зависит от измеряемой массы, воздействующей на тензодатчик, линейно, тогда

$$U = km,$$

где U – напряжение, m – измеряемая масса.

Экспериментальным методом, используя известные эталонные массы, мультиметр, необходимо определить коэффициент преобразования k и построить график функции $U(m)$.

Программная часть

Усиленный сигнал с тензодатчика необходимо подать на встроенный АЦП микроконтроллера (МК), далее необходимо написать программу, которая будет считывать значения АЦП в виде отсчётов АЦП и переводить в значение массы измеряемого объекта.

Требования по представлению финального результата

Кейс условно делится на две части: разработка электрической схемы и проведение исследования в ручном режиме и разработка программной части. Поэтапно выделяются следующие требования:

1. Должна быть разработана принципиальная электрическая схема, представленная в любом САПР, например, AltiumDesigner, SolidWorks.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

2. ЭС должна быть смоделирована, например, в Multisim. Допускается использовать онлайн-симуляторы: Falstad и другие, если они позволяют смоделировать поведение выбранных электронных компонентов.

3. На основе ЭС и её симуляции должна быть разработана электронная плата нормирующего преобразователя, которая усиливает сигнал тензодатчика порядка в 1000 раз.

4. Далее необходимо провести исследование поведения тензодатчика в ручном режиме без использования микроконтроллера (провести градуировку), постройте график функции $U(m)$, используя мультиметр и эталонные массы. В качестве эталонной массы допускается использовать мерную ёмкость с водой, у которой известная масса тары. Определите коэффициент наклона k . При построении графика необходимо учесть погрешности измерений, погрешность разработанного нормирующего преобразователя допускается опустить, можно ограничиться приборной погрешностью мультиметра.

5. Необходимо провести эксперимент: измерить массу, которая не использовалась при градуировке, взять значение эталонной массы, поставить на тензодатчик, измерить напряжение и определить массу, но уже по графику. Массы должны совпасть, строгих требований не предъявляется, допускаемая ошибка — 10%.

6. В программной части необходимо, используя полученный на предыдущем этапе коэффициент наклона функции $U(m)$, написать программу, которая будет сразу переводить измеренное напряжение с нормирующего преобразователя в значение массы измеряемого объекта.

7. В программной части также необходимо провести эксперимент, взять эталонную массу, которая не использовалась в градуировке и измерить её с помощью микроконтроллера, опять же строгих требований не предъявляется, допускаемая ошибка — 10%.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

3. Материалы и оборудование

1. Отладочные платы с МК ArduinoNano.
2. Тензодатчик 10kg.
3. Макетная плата.
4. Наборы резисторов.
5. Набор проводов Dupont FF, MM, FM.
6. Операционные усилители, например, LM358, OP07D.
7. Инструментальные усилители, например, AD620.
8. Мерная колба для воды.

4. Требования к оформлению результатов

1. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
2. Цель и задачи работы.
3. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
4. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
5. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
6. Описание схемы разработанного устройства в виде изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной печатной платы (если имеется).
7. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
8. Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

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

9. Фотографии разработанного устройства и его составных частей.

10. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства и программного алгоритма в соответствии с требованиями к представлению финального результата. На видео необходимо продемонстрировать выполнение всех требований к результату. Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко 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 подаваемые голосовые команды и действия команды. На видеозаписи должны быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. Демонстрация графика функции $U(m)$. Демонстрация работы АЦП микроконтроллера с переводом отсчётов АЦП в массу измеряемого

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Электронные системы» Кейс №3 Исследование тензодатчика

объекта. В случае если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

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

12. Список литературных источников.

13. Методические материалы

1. Анализ и представление результатов эксперимента: Учебно-методическое пособие / Н.С. Воронова, С.Г. Бежанов, С.А. Воронов, Е.В. Хангулян, О.Ю. Цупко, А.И. Романов; Под общ. ред. Н.С. Вороновой. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – 120 с.

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

3. <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/647583/>

4. <https://alexgyver.ru/lessons/>

5. робототехника18.pф

6. <https://www.falstad.com/circuit/>

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

ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:

Компетенция	Сложность			
<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:

КОМПЕТЕНЦИЯ	РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ
<i>Исследование принципов и технологий измерений</i>	Уметь: пользоваться измерительными приборами электрической цепи Знать: принципы и технологии измерения электрических величин
<i>Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС</i>	Уметь: читать и разрабатывать электрические схемы Знать: основы электротехники, электроники и схемотехники
<i>Разработка программно-аппаратного обеспечения для обработки экспериментальных данных</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>Постановка и проведение эксперимента</i>	Уметь: читать техническую документацию, проводить подготовку к эксперименту и проводить эксперимент в соответствии с техническим заданием Знать: основы метрологии, основы методологии

**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. Областями 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, MIK32, 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.

6) 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 µVision 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока

ИНФОРМАЦИЯ О КЕЙСЕ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ:

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

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЕЙСА:

<i>КОМПЕТЕНЦИЯ</i>	<i>РЕКОМЕНДУЕМЫЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ</i>
<i>Исследование принципов и технологий</i>	Знать: основные законы школьного курса «электричество/электроника» и правил обращения с электротехническими приборами в части техники безопасности, закона Ома, правил Кирхгофа, правила мощностных характеристик электронных компонентов и проводов. Уметь: применять на практике знания по электронике, читать документацию на микросхемы, отладочные платы и электронную компонентную базу (транзистор, резистор, конденсатор и т.д.), разбираться в технической документации.
<i>Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС</i>	Знать: правила проектирования ЭС в графических редакторах (Altium Designer), принципы работы осциллографа, генераторов сигнала, компаратора, полевого транзистора. Правила расчёта мощностных характеристик. Уметь: работать в Altium Designer моделирования и проектирования ЭС, разрабатывать и производить печатные платы (односторонние).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока

<i>Разработка программно-аппаратного обеспечения для обработки экспериментальных данных</i>	Знать: основы программирования на отладочных платах с микроконтроллером (Atmega, Arduino, STM32, HAL и др.) Уметь: анализировать прикладные задачи, определять наиболее подходящие структуры данных и алгоритмы для их решения.
<i>Постановка и проведение эксперимента и измерений</i>	Знать: правила работы с электрическими приборами. Уметь: пользоваться цифровыми, аналоговыми и механическими измерительными приборами для подтверждения соответствия разработанного устройства техническому заданию.

1. Актуальность

В современном мире часто требуется ограничить мощность потребителей постоянного тока с минимальными тепловыми потерями. Примером таких устройств являются электромоторы, светодиоды, лампы накаливания и другие. Для выполнения такой задачи лучше всего подходят устройства, ограничивающие потребляемую мощность путём широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Широтно-импульсная модуляция имеет множество вариаций по практическому использованию в различных отраслях промышленности, таких как авиация, автомобилестроение, робототехника и т. д.

Некоторые возможности применения ШИМ-сигнала: управление скоростью вращения и положением двигателя, регулирование яркости света, регулирование напряжения переменного и постоянного тока, обеспечение регулируемых профилей ускорения и замедления для двигателей, снижение электромагнитных помех, создание блоков питания.

2. Техническое задание

Команде участников олимпиады предлагается разработать электронное устройство плавного управления мощностью осветительных устройств или электромоторов сети постоянного тока 12 В. Управление мощностью нагрузки должно осуществляться с помощью потенциометра. Устройство должно включать в себя три подсистемы, питающиеся от 12 В постоянного напряжения: генератор пилообразного сигнала, используя компаратор; преобразователь, основанный на компараторе, преобразующий пилообразный сигнал от предыдущего генератора в прямоугольный, с изменяемой шириной импульса (ШИМ), управляемый потенциометром; полевой МОП-транзистор (MOSFET), усиливающий выходной ШИМ сигнал до тока нагрузки. Частота ШИМ модуляции должна быть выше 400

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока

Гц для обеспечения безопасности для глаз подключенной световой нагрузки и для уменьшения помех при питании электромотора. Разрабатываемый прототип устройства должен быть энергоэффективным, т.е. обеспечивать минимальный нагрев при работе. Прототип должен быть выполнен на одной печатной плате. Допускается использование отладочной платы.

Схемотехническая часть

Краткая теория: компаратор — это микросхема, у которой есть два входа и которая сравнивает значения напряжения на них. Если значение напряжения на входе обозначенным плюсом больше, чем на входе обозначенным минусом, то на выходе компаратора появляется положительное напряжение. На схеме компаратор обозначается так:

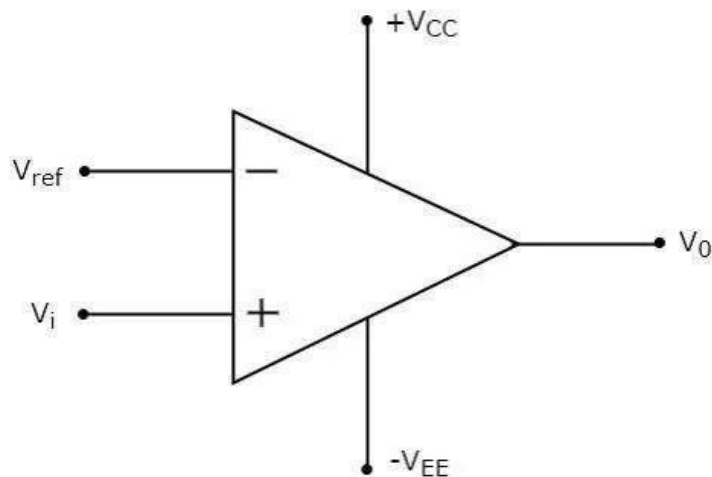


Рисунок 1 – Условное обозначение компаратора.

С помощью компараторов можно построить генератор пилообразного сигнала и преобразовать этот сигнал в ШИМ. Такие сигналы должны выглядеть так:

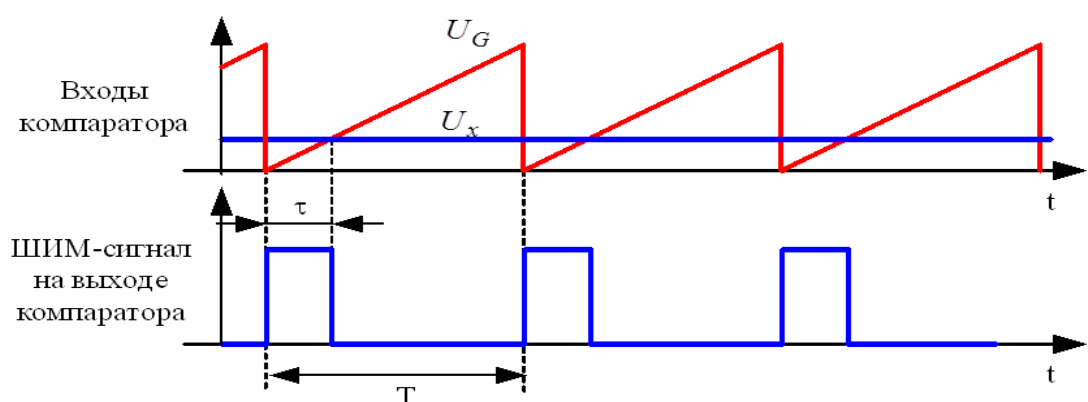


Рисунок 2 – Форма сигналов на компараторе.

Принципиальная схема устройства из трёх подсистем представлена на рисунке 2:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока

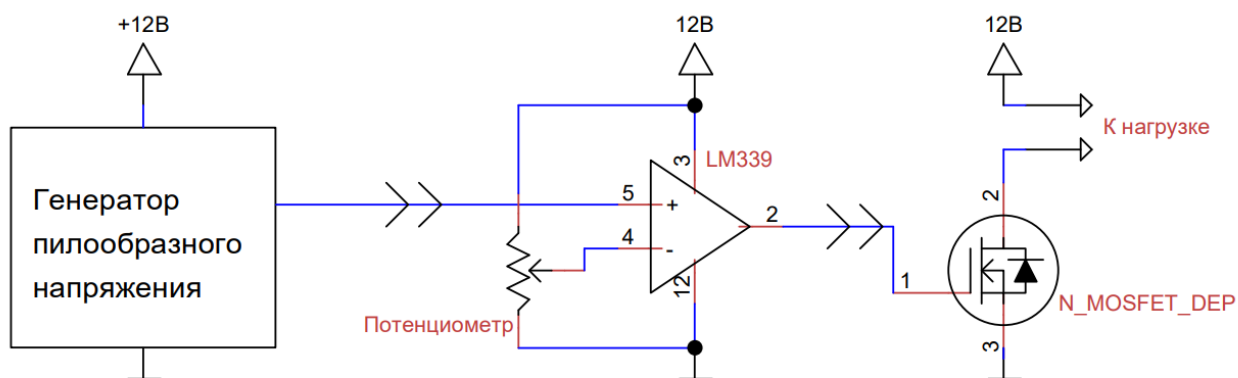


Рисунок 3 – Принципиальная схема устройства

Надо отметить, что нельзя подключать полевые транзисторы к выходу компаратора напрямую. Затвор полевого транзистора является ёмкостной нагрузкой. Это означает что, при резкой подаче напряжения на затвор ничего не ограничивает силу тока, и сила тока в пике обязательно превысит максимально допустимую силу тока на выходе компаратора. Поэтому необходимо подключать затвор полевых транзисторов, как минимум, через резистор. Также после отключения выхода компаратора необходимо отключить полевой транзистор подтянув его затвор к истоку (земле).

3. Технические требования к разрабатываемому изделию:

Требования к назначению изделия: прототип устройства предназначен для управления (ограничения) мощности потребителей постоянного тока.

3.1. Функциональные требования:

- Изменение мощности тока нагрузки должно производиться путём поворота потенциометра.
- Частота ШИМ должна быть не ниже 400Гц.
- Степень изменения мощности должна быть визуальна различима за счёт изменения яркости свечения светодиода, ламп накаливания и скорости вращения электромотора, подключенной к устройству. Энергоэффективность устройства должна быть теоретически обоснована и определяться органолептическим способом. Компоненты устройства не должны перегреваться и не иметь активной системы охлаждения. Допускается иметь радиатор охлаждения на полевом МОП-транзисторе. Предпочтительно иметь радиатор охлаждения на светодиоде.

3.2. Конструктивные требования:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока

- Устройство может быть выполнено в виде прототипа на печатной плате, сделанной штучным методом (ЛУТ или методом фотолитографии) или на макетной плате.
- Устройство не должно включать в себя печатную плату, выполненную промышленным методом на производстве, а также готовых решений задания, производимых серийно.
- Каждый функциональный модуль устройства из трёх должен питаться от одного и того же источника питания 12 В.

3.3. Исследовательское задание:

- Провести теоретическое исследование методов решения поставленной задачи.
- Провести исследование изменения характеристик визуально с использованием светодиода, лампы накаливания и электромотора.
- Провести исследование изменения характеристик с помощью аналогового пина Arduino AREF.
- Должны быть приведены осциллограммы сигналов на выходе из генератора пилообразного напряжения, на выходе генератора ШИМ сигнала, на затворе полевого МОП-транзистора и на стоке полевого МОП-транзистора относительно общей земли (допускается использование самодельного делителя напряжения при работе с осциллографом).

4. Регламент испытаний

Методика проведения испытаний:

1. Разместить устройство на столе.
2. Подключить устройство к блоку питания 12 В.
3. Подготовить различные нагрузки: светодиод, лампу накаливания и электромотор.
4. Подготовить осциллограф, настроить необходимый режим измерения, подключить осциллограф к земле устройства.
5. Поочередно подключить различные нагрузки. Продемонстрировать результат работы устройства.
6. Провести измерения при подключенной световой нагрузке (светодиод ИЛИ лампа накаливания), сигналов на выходе из генератора пилообразного напряжения, на выходе генератора ШИМ сигнала, на затворе полевого МОП-транзистора и на стоке

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока

полевого МОП-транзистора. Также провести и показать измерения на стоке транзистора при подключенном электромоторе.

7. Провести измерения посредством написания программного кода для получения характеристик цепи с помощью аналогового пина Arduino AREF.

8. Выключить устройство.

5. Материалы и оборудование

Примерный комплект оборудования, материалов и комплектующих включает:

	Наименование
	Печатная плата собственного изготовления или макетная плата
	МОП-транзистор n-типа (MOSFET)
	Счетверённый компаратор lm339 или отдельные компараторы
	Набор резисторов
	Набор конденсаторов
	Потенциометр
	Блок питания 12 В
	Набор проводов
	Светодиод 12 В
0	Лампа накаливания 12 В
1	Электромотор 12В
2	Персональный компьютер
3	Плата с микроконтроллером Arduino UNO
4	Прочее

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока

6. Требования к представлению решения кейса

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

1. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
2. Цель и задачи работы.
3. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
4. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
5. Описание схемы разработанного устройства в виде изображений блок схемы, электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной печатной платы (если имеется). В дополнение к презентации в пакет документации могут быть приложены ссылки на устройство и принцип работы генератора пилообразной волны, его SPICE модель, файлы со схемотехнической моделью устройства.
6. Фотографии разработанного устройства и его составных частей.
7. 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.). 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 отчетливо слышны подаваемые голосовые команды и действия команды. 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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Электронные системы»
Кейс № 5 Система управления мощностью постоянного тока**

видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

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

9. Список литературных источников.

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

1. Монк Саймон, Шерц Пауль. Электроника. Теория и практика. – М.: Издательство БХВ. ISBN, 978-5-9775-3847-3. – 1168 с.

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

3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения: пер. с англ.: Учебное пособие в 2 т. Т2. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. – 784 с.

4. Варламов С. Д., Зильберман А. Р., Зинковский В. И. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах. — М.: МЦНМО, 2009. — 184 с. ISBN 978-5-94057-467-5.

5. Измерения в электронике: Справочник /сВ. А. Кузнецов, В. А. Долгов, В. М. Коневских и др.; Под ред. В. А. Кузнецова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 512 с.:

6. Все о прототипировании. URL: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base>.