

## **МОДУЛЬНОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОМИНАЛОВ ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ**

**Косолапов Д. А.**

*Научный руководитель: Юдин А. В.*

ГБПОУ «Воробьевы горы», Центр Технического Образования, Москва, Россия

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра ИУ4, Москва, Россия

## **MODULAR MEASUREMENT DEVICE FOR DETERMINATION OF NOMINALS OF COMMON ELECTRONIC COMPONENTS**

**Kosolapov D. A.**

*Supervisor: Yudin A. V.*

State budget vocational and educational institution "Vorobyovi Gori", Moscow, Russia

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

### **Аннотация**

В данной статье приводятся предпосылки создания устройства, позволяющего при соответствующей настройке и наличии специальных модулей определять номиналы электронных компонентов, и их последующему распределению. Данное устройство имеет модульную архитектуру, благодаря чему библиотеку проверяемых компонентов можно расширять путем разработки новых модулей. Процесс самостоятельной сборки данного устройства может быть полезен начинающим разработчикам, работающим в сфере лабораторий цифрового производства.

### **Abstract**

In this article are given prerequisites for creating a device, that with proper installment can be used to measure denominations of electronic components, and their further sorting. This device has a modular architecture, which is used to expand it's functionality by creating new modules. Process of creating this device can be useful for starters.

### **Введение**

В большинстве современных лабораторий цифрового производства можно встретить большое количество кассетниц, содержащих наиболее популярные электронные компоненты для проектов пользователей лаборатории. Хранение компонентов в легко доступном для всех месте иногда приводит к перемешиванию компонентов и несоответствию поясняющих надписей и содержимого кассетниц. На рис. 1 в качестве примера изображено скопление утилизированных компонентов, требующих рассортировки.

Обычно для решения этой проблемы используется мультиметр, но он имеет ряд недостатков, из-за чего на процесс определения номиналов электронных компонентов требуется больше времени, а также возникают случаи невозможности проверки некоторых типов компонентов в связи с отсутствием подобной функции в приборе.

**В данной работе** предлагается решение для проверки, определения номиналов и типа электронных компонентов в виде удобного измерительного технического устройства.

В устройстве используется модульная архитектура, что позволяет упростить внешний вид устройства, снизить его себестоимость и облегчить воспроизводство в лабораториях цифрового производства. Существует возможность добавления новых, не

представленных в работе измерительных модулей, благодаря разработанному аппаратно-программному интерфейсу и описанному способу передачи информации.

Предлагаемое устройство позволит пользователю проверить правильность набранных для пайки электронных компонентов, что в свою очередь поможет избежать осложнений в отладке собранного изделия вследствие ошибок в набранных номиналах компонентов.



Рис. 1 – типичная “кучка” не рассортированных электронных компонентов

### **Цели и задачи**

**Цель работы** – разработать архитектуру модульного измерительного устройства для нужд школьных и студенческих производственных лабораторий, принципов работы с ним. Для демонстрации работы устройства – представить стенд с набором модулей для измерения номиналов электронных компонентов. Предусмотреть в процессе разработки возможность дальнейшей модернизации устройства путем смены модулей измерения компонентов, дополнения системы управления модулями датчиков, а также возможность самостоятельной сборки устройства в условиях лаборатории цифрового производства.

#### **Задачи проекта:**

- Изучить способы измерения номиналов различных компонентов;
- Разработать платы модулей с возможностью построения новых плат на их основе (базовые модули);
- Изготовить и собрать устройство;
- Провести проверку устройства;
- Сделать выводы о дальнейшей целесообразности доработки устройства.

## Описание устройства

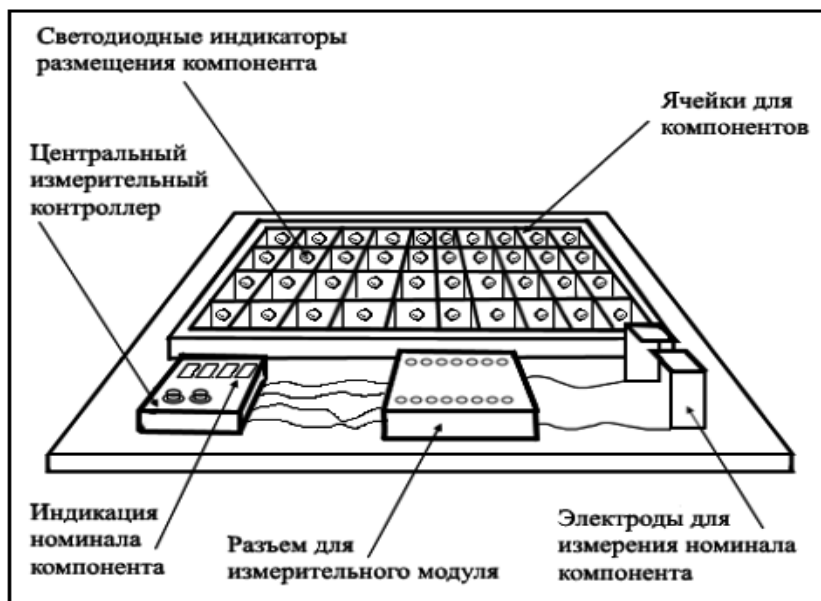


Рис. 2 – концепт-арт устройства

Стандартный мультиметр в большинстве случаев – портативное устройство, в то время как устройство, описанное здесь является стационарным, что должно ускорить процесс проверки компонентов за счет измененного процесса использования.

Данное устройство состоит из четырех основных частей:

1. Центральный контроллер – Основная часть устройства, выполняющая необходимые вычисления для определения компонента. На нём расположен дисплей, выводящий номиналы проверяемых компонентов.
2. Измерительные электроды – Площадки, необходимые для образования контакта между проверяемыми компонентами и центральным контроллером.
3. Разъем для модулей – Связующая часть между 1 и 2 частью. В данный разъем вставляется модуль для соответствующего измеряемого компонента.
4. Подсвеченные ячейки для компонентов – Данная часть является последним звеном перед распределением компонентов в их окончательные места.

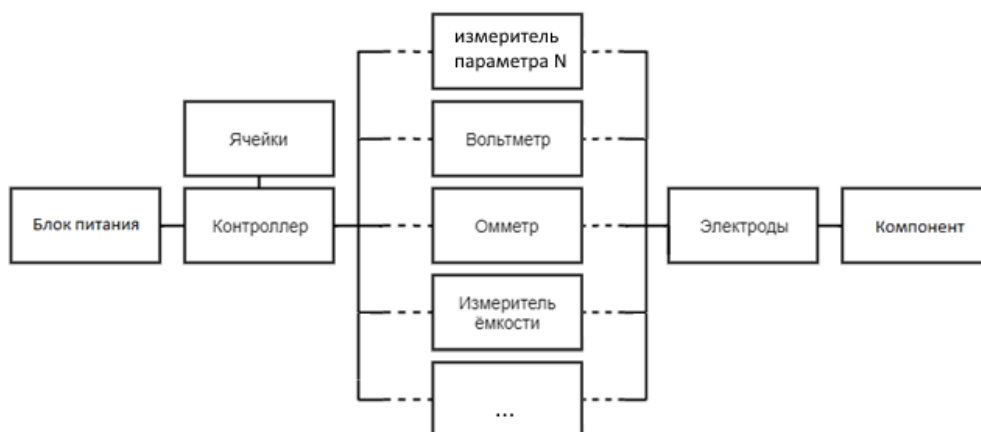


Рис. 3 – блок-схема устройства

## Модульная архитектура устройства

Во время процесса проверки компонента необходимо установить специальную связь между проверяемым компонентом и вычисляющим контроллером. Эта связь, в большинстве случаев является электрической цепью. Данная связь и является кардинальным отличием в процессе измерения номиналов разных электронных компонентов. Данное устройство, как сказано ранее, имеет модульную архитектуру, соответственно различные связи между компонентами и контроллером выполнены в виде этих самых модулей.

Модуль представляет из себя одностороннюю печатную плату, содержащую часть электрической цепи, необходимой для осуществления вычисления номинала проверяемого компонента. Основное преимущество данной архитектуры заключается в возможности расширения библиотеки проверяемых компонентов. Для этого необходимо разработать новый модуль на основе имеющихся, и соответственно добавить элемент кода, отвечающего за него в прошивку контроллера.



Рис. 4 – собранные модули

На рисунке 4 представлены готовые, работоспособные модули, сделанные на фрезерном станке Modela MDX-15. Так же были успешные попытки создания модулей методом травления. Работоспособность практически не зависит от ширины текстолита и типа компонентов, используемых в нём. Единственное, что следует соблюдать во время создания модуля – расстоянием штекеров относительно друг друга. Следует отметить, что двухсторонние платы еще не были испробованы, но в теории особых трудностей не должно возникнуть при попытке их создания и использования.

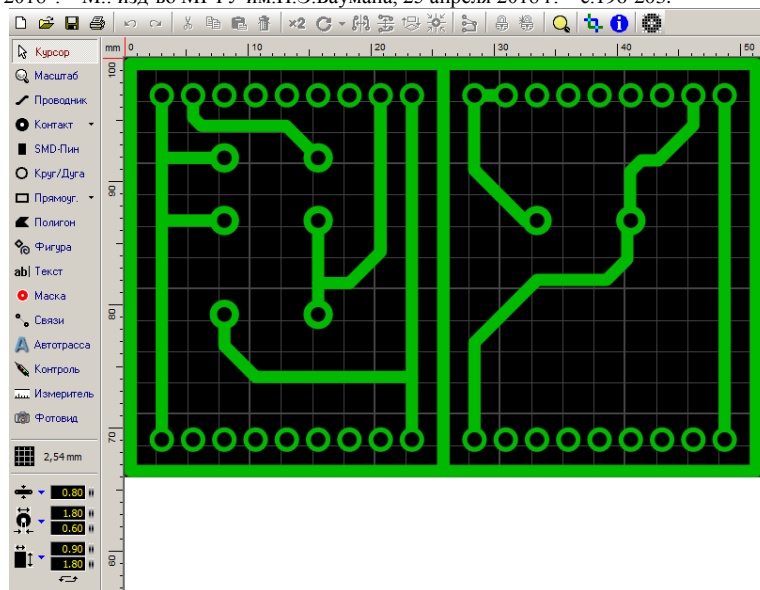


Рис. 5 – процесс разводки плат модулей

На рисунке 5 показан процесс разводки плат этих модулей в программе Sprint layout 6.

Для создания нового модуля достаточно открыть исходники уже существующих, и построить их на их основе. Процесс создания не представляет особого труда, поэтому для этой цели даже не требуется создавать шаблон.

Платы так же можно развести с нуля, в том числе и в другой, более профессиональной программе, что рекомендуется делать, если создаваемый модуль имеет большее количество соединений, так как в Sprint Layout можно легко запутаться. Стоит отметить, что при создании с нуля нужно обязательно следовать расположению выводов на плате. Представить их пока что нет возможности, так как с их расположением мы еще окончательно не определились.

Так же хочу отметить, что выводы, расположенные с одной стороны – все зарезервированы под коммуникацию модуля с контроллером, а с другой стороны на данный момент были использованы только два вывода – под измерительные электроды. Оставшиеся выводы планируется частично использовать с такой же целью, как и выводы на противоположной стороне, и частично использовать для дополнительных электродов, так как многие электронные компоненты имеют более двух электродов (например транзисторы).

Крайне важно всегда при создании модулей чертить их принципиальную схему. Это упростит сборку модуля, так как при создании без принципиальной схемы могут возникнуть значительные проблемы.

Так же крайне важной является функция контроллера определять находящийся в ней модуль. Это осуществляется за счет делителя напряжения (Рис. 5), в котором номинал R1 в каждом модуле разный. За счет этого, подаваемое напряжение снижается, определяется контроллером и в зависимости от разницы напряжений определяется типа модуля. Хочу отметить, что в представленных здесь схемах модулей он отсутствует.

Вариантное исполнение модулей:

1. Омметр.
2. Измеритель ёмкости.
3. Вольтметр.
4. Определитель типа транзистора.
5. Термометр.

### Модуль измерения сопротивления

Принцип работы модуля измерения сопротивления основан на делителе напряжения. Он состоит в том, что номинал подтягивающего резистора R2 нам известен, а R1 – проверяемый резистор, номинал которого нужно узнать. Так же известно  $U_{вх.}$  и  $U_{вых.}$  – измеряется контроллером. Арифметические вычисления, необходимые для вычисления сопротивления, исходя из данной нам информации, представлены на рисунке 7:

$$\begin{cases} I_1 = I_2 = I \\ U_{вх.} = U_1 + U_2 \\ U_2 = U_{вых.} \\ U_1 = I_1 R_1 = IR_1 \\ U_2 = I_2 R_2 = IR_2 \\ U_{вх.} = IR_1 + U_{вых.} \\ IR_2 = U_{вых.} \\ I = \frac{U_{вых.}}{R_2} \\ U_{вх.} = \frac{U_{вых.}}{R_2} \cdot R_1 + U_{вых.} \\ R_2 = \frac{U_{вых.} \cdot R_1}{U_{вх.} - U_{вых.}} \end{cases}$$

Рис. 6 – Формула вычисления сопротивления

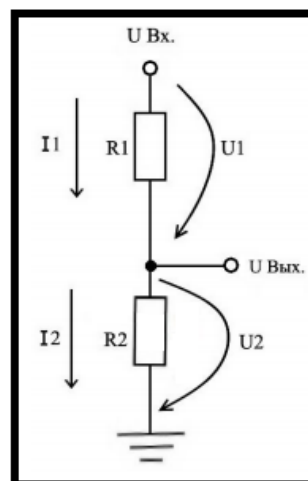


Рис. 7 - делитель напряжения

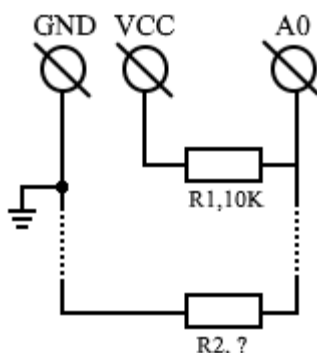


Рис. 8 – Принципиальная схема модуля измерения сопротивления

### Ускорение процесса распределения компонентов.

В процессе изучения проблемы, описанной в данной работе, я пришел к выводу, что последнюю стадию процесса – распределение компонентов в их окончательные места – можно в той или иной мере автоматизировать. Предлагаемое решение заключается в том, что каждая ячейка, содержащая компоненты оснащена светодиодом. Далее в процессе определения номинала компонента контроллер подает сигнал, и над ячейкой соответствующего диапазона номиналов (например, 1-10 ом в случае резистора, или 1-10 мкФ в случае конденсатора) загорается светодиод, что позволит пользователю мгновенно определить ячейку, в которую нужно положить проверяемый им компонент.

Стоит отметить крайне важную деталь: подсвечиваемые ячейки не являются окончательным местом хранения компонента, так как каждая ячейка предназначена для сразу нескольких типов компонентов (приводя всё тот же пример, 1-10 ом и 1-10 мкФ

расположены в одной ячейке), подразумевается, что после определения номиналов компоненты будут разложены по независимым от данного устройства ячейкам. Соответственно при пользовании крайне рекомендуется соответствовать следующему процессу:

1. Разделить компоненты по их типам.
2. Определить номиналы всех компонентов одного типа и соответственно разложить их по ячейкам
3. Переложить все проверенные компоненты в их окончательные места.
4. Повторить пункты 2 и 3 уже с компонентами другого типа.

### Самостоятельная сборка

Проект является открытым. После завершения основной разработки, все необходимые схемы для самостоятельной сборки будут легко доступны в интернете. Любой желающий сможет собрать такое устройство и использовать его в дальнейшем. Так как данное устройство имеет не очень сложную структуру, его созданием могут заняться даже начинающие.

### Заключение

На данный момент удалось построить прототип данного устройства на базе Arduino Uno. Результат довольно успешен, так как уже удалось решить описанную в начале текста проблему, в некоторых домашних лабораториях.

Далее, после завершения создания проекта планируется выложить его чертежи в открытый доступ, чтобы любой разработчик проектов мог собрать данное устройство и использовать его в дальнейшем. Помимо этого открытый доступ нужен для привлечения внимания разработчиков для расширения библиотеки функционала и осуществления главной задачи модульной архитектуры.

Полученный практический результат показывает целесообразность дальнейшей работы над добавлением широкой номенклатуры измерительных модулей для определения как можно большего количества типов электронных компонентов. Следует проработать эргономику устройства сортировки для обеспечения удобного и интуитивно понятного интерфейса пользователя.

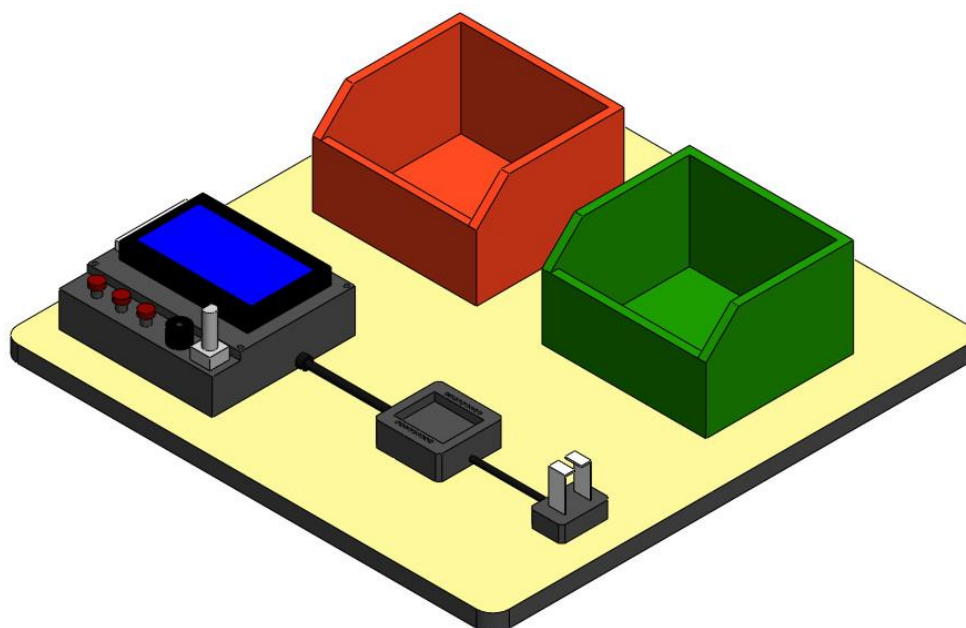


Рис. 9 – 3D-модель устройства

### Информационные источники

1. Электронная публикация о создании измерителя ёмкости. Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/CapacitanceMeter> – Проверено 10.01.2018.
2. Электронная публикация о создании измерителя сопротивления. Режим доступа: <http://littleredrat.blogspot.ru/2013/02/arduino.html> – Проверено 10.01.2018.
3. Электронная публикация о создании измерителя ёмкости. Режим доступа: <http://cxem.net/arduino/arduino165.php> – Проверено 10.01.2018.
4. Среда разработки печатных плат. Режим доступа: <https://www.electronic-software-shop.com/lng/en/electronic-software/sprint-layout-60.html> – Проверено 10.01.2018.
5. Сайт ГБПОУ «Воробьевы горы». Режим доступа: <http://vg.mskobr.ru> – Проверено 10.01.2018.
6. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле 12-е изд., испр. и доп. М.: ЛитРес, 2014. 318 с
7. Колесников М.А., Вождаев А., Феофантов К.В., Юдин А.В. Система по отслеживанию наполненности мусорных баков и автоматизации сбора мусора // Сборник научных трудов. 18-ая молодежная международная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2016". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 20 апреля 2016 г. – с.392-397.
8. Косолапов Д.А. О возможностях создания системы сопровождения команд для организации соревнований мобильных роботов // сборник научных трудов. 19-ая молодежная международная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2017". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 19 апреля 2017 г. – с.245-251.