

КОНСТРУКТОРСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Юлдашев М.Н., Зотьева Д.Е.

Научный руководитель: Юдин А.В.

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

DESIGN SOLUTION FOR RAPID PROTOTYPING ELECTRONIC DEVICES

Yuldashev M.N., Zoteva D.E.

Supervisor: Yudin A.V.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассматривается проблема, которая возникает при прототипировании электронных средств, когда создаются конструкции, которые часто являются базовыми и их реализация занимает много времени. Поставлена задача создания наиболее функционального, удобного и простого сборно-разборного электронного конструктора для быстрого прототипирования электронных устройств с использованием датчиков различной физической природы, систем индикации и влияния на среду. Проведен поиск аналогов, определены их преимущества и недостатки. Кратко представлено описание разрабатываемого конструктора и рассмотрены его практические применения. В заключении указаны результаты проделанной работы.

Abstract

This article deals and gives non-complicated solutions to the main problems when designing electronic devices. Our task is to create the most functional, convenient and easiest collapsible electronic module which would enable a swifter and less entangled production of robot sensors and indicators. Analogue solutions have been weighed and we briefly describe its advantages and disadvantages in the model sketched below. In conclusion, the results are shown hereby.

Введение

При конструировании мехатронных устройств или сложных интегрированных систем, таких как мобильные роботы, часто создаются элементы системы, которые в общем случае являются базовыми и повторяющимися от проекта к проекту, но, несмотря на это, разработчикам каждый раз приходится их реализовать заново. Все это не только отнимет время, но и отвлекает внимание от функциональной части устройства. Именно по этой причине в статье осуществляется поиск решений для конструктора, позволяющего упростить задачу создания прототипов технических устройств с электронной и программной составляющей.

1 Анализ аналогов

Был произведен поиск систем, нацеленных на облегчение создания электронных устройств. На данный момент существуют несколько подобных систем-конструкторов, некоторые из них рассмотрены ниже.

Лабораторный стенд (рис.1.а), предназначенный для изучения основ электротехники и электроники в высших и средних специальных учебных заведениях. Простая и быстрая коммутация без паяльных работ является, несомненно, достоинством данного конструктора. Однако при помощи данного устройства невозможно создать сложную схему. Громоздкая монолитная конструкция так же ограничивает применение стенда.

Система-конструктор **Embed IT**, изображенная на рисунке 1.б, представляет собой набор различных плат и коммутационных проводов. С помощью такого конструктора удобно изучать функции датчиков и двигателей, создавать сложные электронные структуры. Достаточно большая длина проводов позволяет получить удобную для монтажа систему. Минусом является незащищенность плат (необходимость дополнительной разработки корпусов или

иных мер защиты плат от внешнего воздействия). Кроме того, при монтаже предполагается, что крепеж всех элементов конструктора будет разрабатываться пользователем. Количество коммутационных проводов растет при усложнении функций системы и входящих в нее модулей. Как следствие, система в принципе ограничена в количестве подключенных модулей, что обусловлено еще и тем, что авторы предполагают использовать систему исключительно в образовательных целях. С программной точки зрения пользователю доступен упрощенный интерфейс управления всеми предоставляемыми модулями посредством обычного компьютера. В случае если предоставленные функции недостаточны для проекта, их необходимо разработать самостоятельно.

Электронный конструктор **littleBits**. Главное назначение этой системы – обучение детей. Основным её преимуществом является простота коммутации (при помощи магнитов) и удобное разделение блоков конструктора по функционалу. Например, устройства питания – блоки синего цвета, а устройства вывода – зелёного. В результате, можно создавать различные конструкции, однако они будут достаточно примитивны, т.к. в этом конструкторе не предусмотрена функция программирования.

Конструктор **Cubelets**, представленный на рисунке 1.г, так же предназначен для обучения детей. Простая коммутация, осуществляемая при помощи магнитов, кубическая форма блоков конструктора и цветовое обозначение функциональной принадлежности элементов – всё это значительно упрощает работу с данной системой. Существенным недостатком является отсутствие программируемых частей, т.е. ограничение функционала собранной модели.

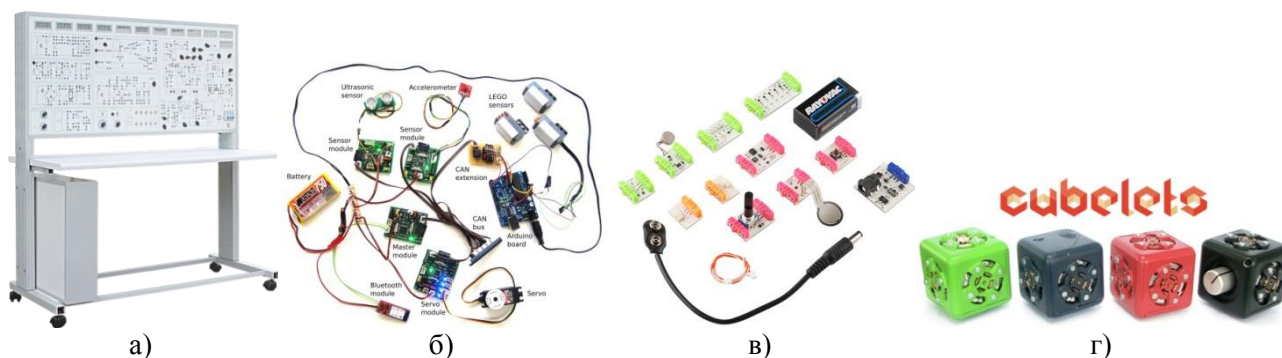


Рисунок 1. а) Лабораторный стенд, б) Система-конструктор EmbedIT, в) Электронный конструктор littleBits, г) Конструктор Cubelets.

При анализе было отмечено, что задачи быстрого прототипирования электронных устройств управления уже частично реализованы в различных проектах, но полноценной удобной системы на данный момент еще не существует. Лабораторный стенд имеет идею быстрого и легкого создания сложных электрических схем из простых элементов, но он является лишь прикладной системой рассматриваемой области исследования. Конструкторы **littleBits** и **Cubelets** представляют собой игровые модели, довольно простые для сборки, однако это и ограничивает их применение. Наиболее приближенным аналогом к поставленным задачам является система **EmbedIT**, с помощью которой можно создавать сложные электронные устройства, поскольку она имеет функцию программирования микроконтроллера. Однако указанная система не располагает четкой структурой, а представляет собой лишь набор отдельных плат, при этом её сложно рассматривать как самостоятельный конструктор, т.к. она требует дополнительных конструкций для крепления элементов.

Основываясь на полученных данных о существующем техническом уровне решений быстрого прототипирования электронных устройств, была поставлена задача о разработке более совершенного решения, которое бы развивало идеи рассмотренных аналогов как в области образования и доступности для начинающих, так и в области прикладных возможностей конструктора.

2 Постановка задачи

В более общей постановке задача ставится как создание наиболее функционального, удобного и простого сборно-разборного электронного конструктора для быстрого прототипирования электронных устройств с использованием датчиков различной физической природы, систем индикации и влияния на среду (например, управление двигателями). Предполагается использовать конструктор, как для обучения, так и в реальных практических задачах.

Необходимо добиться, чтобы область применения конструктора была как можно шире. Поэтому, на начальном этапе разработки были предложены следующие практические применения, которые должен реализовывать конструктор:

а) Секундомер, управляемый по сигналу датчика. Это устройство может пригодиться тем, кто любит собирать «Кубик Рубика» на время. Для этого можно использовать датчик определения расстояния, чтобы фиксировать моменты, когда человек поднимает со стола «Кубик Рубика» и когда ставит обратно;

б) Датчик своевременного определения недостатка бумаги в принтере. Он позволяет показывать примерное количество оставшейся бумаги в принтере и сигнализировать о её завершении. Здесь может быть использован датчик расстояния для определения высоты стопки бумаги, а нормирование измерений позволит производить примерный подсчет листов в стопке;

в) Шумомер – датчик определения уровня громкости звука. Применяется для определения уровня шума в рабочих помещениях, а так же для настройки профессиональных микрофонов, чтобы снизить влияние помех;

г) Счетчик по прерыванию сигнала. Может пригодиться в тех случаях, когда необходимо подсчитать количество людей, вошедших в помещение или количество мячей, попавших в баскетбольную корзину. В качестве датчика можно использовать дальномер или фотопрерыватель.

Авторы предполагают итеративную работу над улучшением конструктора, поэтому на начальном этапе рассматривается лишь ограниченное количество применений. Их реализация позволяет выделить общие элементы и на их основе разработать следующую версию конструктора. Подобным методом последовательных приближений, в конечном счете, возможно добиться оптимальной формы, структуры конструктора, а также структуры и функций составляющих его модулей. Первый этап этой работы, предпринятый авторами, изложен ниже.

3 Поиск решений

Первая итерация по созданию конструктора предполагает грубое приближение к удобной его форме, а также поиск структуры, которая бы обеспечила эту форму и необходимые прикладные функции.

На основании рассмотренных примеров, определились необходимые для конструктора компоненты, их расположение на платах и группировка в различные блоки (рис.2). К центральному модулю 1, включающему в себя платы с микроконтроллером, дисплеем и разъёмами, а так же содержащему элемент питания внутри корпуса, крепятся периферийные модули 2, которые выбираются в зависимости от заданных функций конструктора.

Такое решение позволит снизить количество проводов в системе, обеспечит удобство монтажа и отладки системы. Пользователю предлагается создавать собственные модули расширения, тогда как основной модуль 1 является ключевым элементом конструктора, который неизменен в различных применениях.

Используемые электронные компоненты:

- 1) Программируемый микроконтроллер ATmega328;
- 2) LCD WG16080A Graphic 160x80 dots;
- 3) Ультразвуковой дальномер URM37 V3.2 Ultrasonic Sensor;
- 4) Инфракрасный датчик Sharp GP2Y0A02YK0F;

- 5) Фотопрерыватель АЕДС-9300;
- 6) Микромотор IE-BO2-48;
- 7) Гироскоп E-flite 11.0-Gram G110 Micro Heading Lock Gyro.

Одна из возможных комбинаций датчиков на конструкторе представлена на рисунке 3.

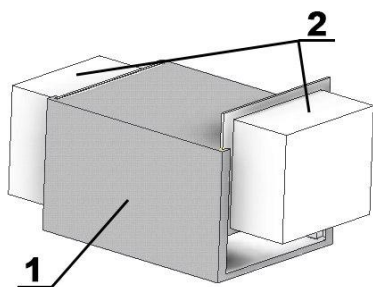


Рисунок 2 -Структурно-функциональная модель конструктора

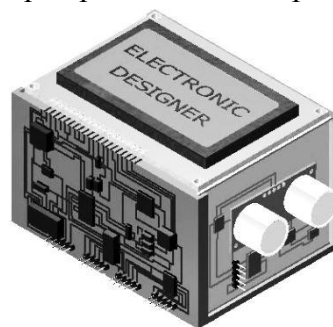


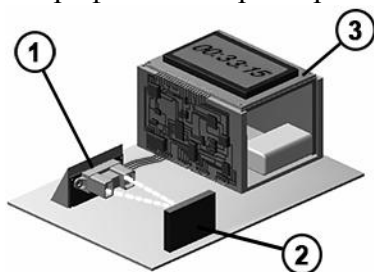
Рисунок 3 -Один из вариантов конструктора в сборе

Рассмотрим спроектированную модель конструктора в различных применениях.

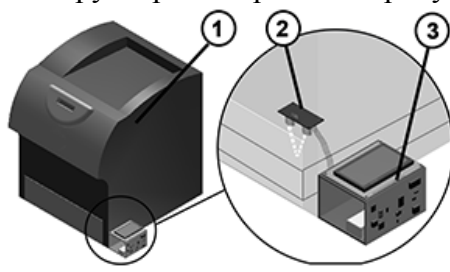
При конструировании секундомера (рис. 4.а) используется ультразвуковой дальномер 1 и главный модуль 3. Дальномер настраивается на «статическое» расстояние при помощи стенки 2. Принцип работы заключается в том, что если дальномер фиксирует расстояние, не равное «статическому», то микроконтроллер, в зависимости от ситуации, либо запускает секундомер, либо останавливает его. Подробный алгоритм работы секундомера представлен на рисунке 5.а.

Конструктор, состоящий из тех же самых компонентов, но с другой программой для микроконтроллера, служит датчиком определения недостатка бумаги в принтере (рис.4.б). Дальномер 2 определяет расстояние до бумаги, и в том случае, если оно будет больше той величины, которая соответствует малому количеству бумаги в принтере, то конструктор оповестит об этом посредством вывода сообщения на LCD или звукового сигнала. Алгоритм работы датчика определения недостатка бумаги в принтере представлен на рисунке 5.б.

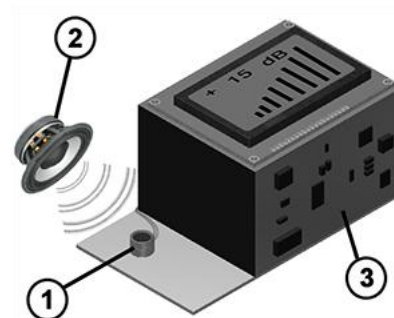
На рисунке 4.в изображен конструктор, который выполняет функцию датчика, определяющего уровень громкости шума. Звуковые колебания от источника 2 детерминируются электронным микрофоном 1, который в свою очередь передает сигнал главному модулю 3. В итоге мы видим на LCD громкость звука в децибелах. Подобная функция конструктора может быть использована для регулирования чувствительности микрофона (например, мобильного телефона), так, что при громких звуках речи чувствительность микрофона понижается, а при слабых – повышается. Тем самым можно обеспечить стабильную выходную громкость микрофона. Алгоритм работы конструктора изображен на рисунке 5.в.



а) секундомер



б) датчик определения недостатка бумаги в принтере



в) шумомер

Рисунок 4 - Варианты применения конструктора

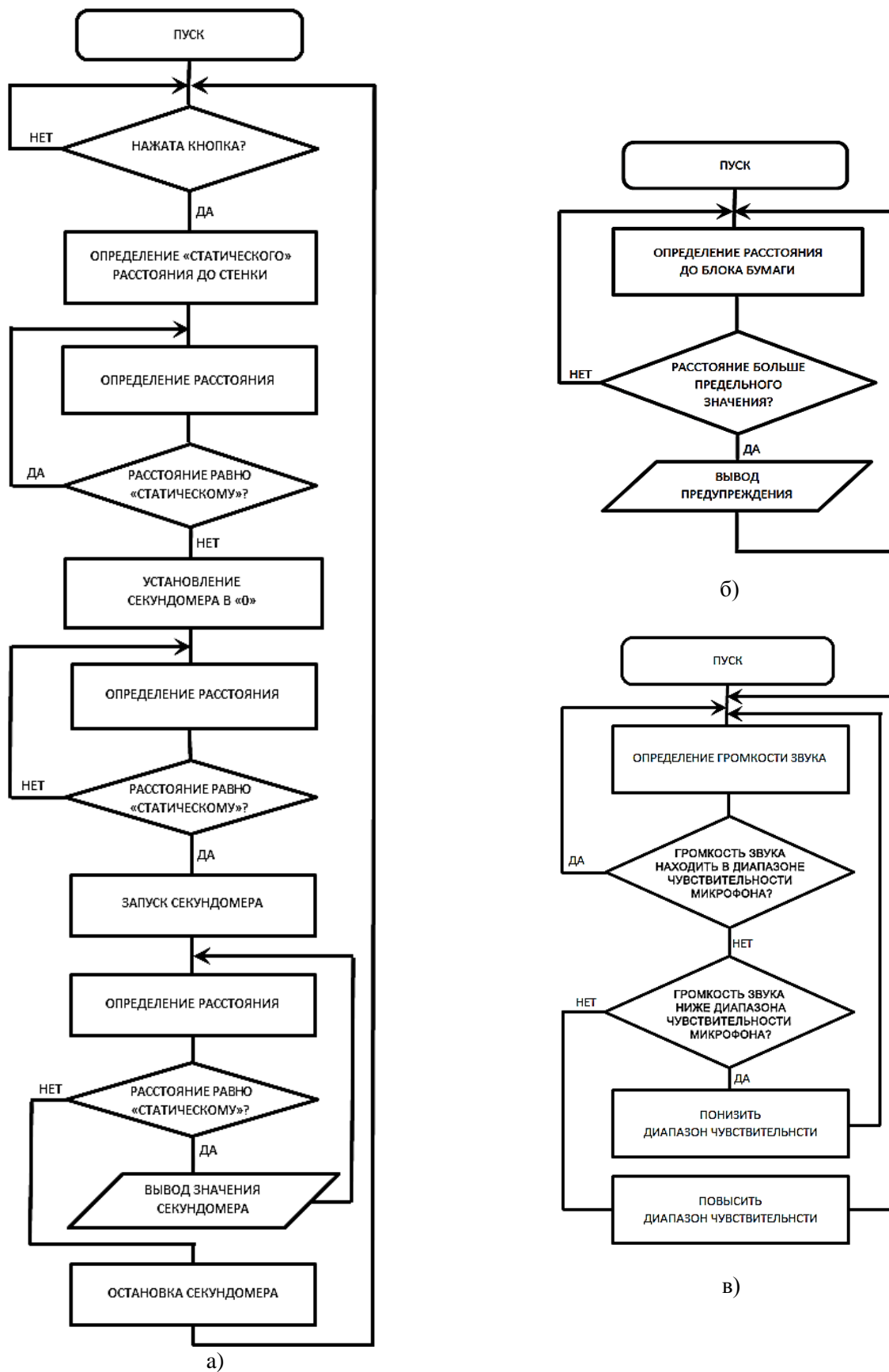


Рисунок 5 - Алгоритмы работы
 а) секундомера, б) датчика определения недостатка бумаги в принтере,
 в) датчика, контролирующего чувствительность микрофона

Из рассмотренных применений электронного конструктора видно, что конструктор легко подстраивается под любые возможные прикладные задачи.

Заключение

В результате проделанной работы спроектирован сборно-разборный электронный конструктор для быстрого прототипирования систем датчиков и индикации. Достаточно сложные электронные устройства создаются из простых элементов путем коммутации без применения паяльных работ. Микроконтроллер, установленный на центральном модуле, позволяет осуществлять процесс программирования электронного устройства. Разработанный электронный конструктор можно использовать в различных устройствах, что указывает на универсальность его применения.

Дальнейшее развитие проекта требует тщательного анализа требований, которые предъявляют к конструктору прикладные функции (для чего необходимо расширить перечень прикладных применений). На основании этого анализа предполагается разработка наиболее универсального подхода для организации интерфейса (как аппаратного, так и программного) основного модуля и его расширений.

Литература

1. Применение положений технического регламента для оформления конструкторско-технологической документации при выполнении домашних заданий, курсовых работ и проектов / под ред. В.А.Шахнова. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 53 с.: ил.
2. Описание конструктора Cubelets.- Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.modrobotics.com/about> - Проверено 15.02.2013г.
3. Описание конструктора littleBits. – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://littlebits.cc/about> - Проверено 15.02.2013г.
4. Описание системы-конструктора EmbedIT. – Электронный ресурс. Режим доступа: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-21975-7_4 - Проверено 15.02.2013г.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: в 3-х томах. / Пер. с англ.: Б. Н. Бронина, И. И. Короткевич и др. — М.: Мир, 1993.