

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ МЕХАТРОННОГО УСТРОЙСТВА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ваганов А.Л.

Научный руководитель: Юдин А.В.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва, Россия

PROTOTYPING OF MECHATRONIC DEVICE IN THE CONTEXT OF MODERN DIGITAL FABRICATION

Vaganov A.L.

Supervisor: Yudin A.V.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассмотрена работа по созданию катапульты для мобильного робота соревнований Евробот 2014. Так же рассмотрена работа по выполнению растрового изображения на станке ЧПУ, ознакомление с устройством Oktopod Studio и его применение в управлении катапультой.

Abstract

The article describes the work to create a catapult for mobile robot competition Eurobot 2014. Just examined work to implement bitmap CNC machine, familiarization with the device Oktopod Studio and its application in the management of a catapult.

Введение

В современном мире с быстрым ростом появляются инновации в области электротехники, микроэлектроники, автоматизации РЭС и т.д. Все внимание в мире устремлено на робототехнику и микроэлектронику так же, как в недалекие 80е года прошлого столетия интернет взорвал мир. По всему миру появляются новые идеи роботов для решения разного рода задач. Для обучения людей в этой сфере проводятся ежегодные соревнования Евробот, в которых любой желающий в возрасте до 30 лет может принять участие. Каждый год задаются новые правила. Участникам предлагается решить поставленные задачи с помощью робота за установленное время. Идея соревнований, придумать способ решения и применить его на деле.

Робот – это автоматизированный механизм, выполняющий определенные задачи, по запланированному алгоритму. Сам робот состоит из отдельных готовых модулей, которые собираются как конструктор и выполняют каждый свою определенную задачу.

В соревнованиях Евробот 2014 одна из задач робота является стрельба шариками по мишени. Один из таких отдельных модулей является пускательный механизм. Ниже представленная катапульта является примером и одним из вариантов решения поставленной задачи.

Наряду с развитием робототехнических лабораторий, активно развивается движение FabLab. Это небольшая мастерская, оборудованная станками, управляемыми с компьютера, и ставит задачу дать возможность сделать «почти всё» из «практически ничего». Fablab очень тесно контактирует с Евробот, что позволяет облегчить изготовления роботов. В данной статье описана работа по изготовлению одного из модулей робота для участия в соревнованиях Евробот 2014 в условиях лаборатории FabLab.

1. Технологический процесс разработки механизма катапульты

В 2014 году в соревнованиях Евробот, робот должен выполнить несколько практических задач, одна из которых - бросок шарика для настольного тенниса в цель. Так как для робота важны эффективный бросок, креативность механизма, творческий подход и есть ограничение по времени, нужно было придумать такой пусковой механизм, который бы

помещался по своим габаритам в корпус робота, выстреливал 6 снарядов за 10–15 секунд при этом был максимально привлекателен и понятен публике. В итоге выбор пал на катапульту. Была проделана работа по ознакомлению с механикой работы подобных устройств, просмотр уже готовых катапульти с выявлением их плюсов и минусов.

Первый вариант катапульти был изготовлен из картона (рис.1), для упрощения изготовления и выявления работоспособности механизма. Для броска использовался груз значительной массы. И по золотому правилу механики требовалось использовать очень длинный рычаг, что вошло с ограничением размера механизма. Результат показал, что система может работать, но необходимы обязательные доработки.

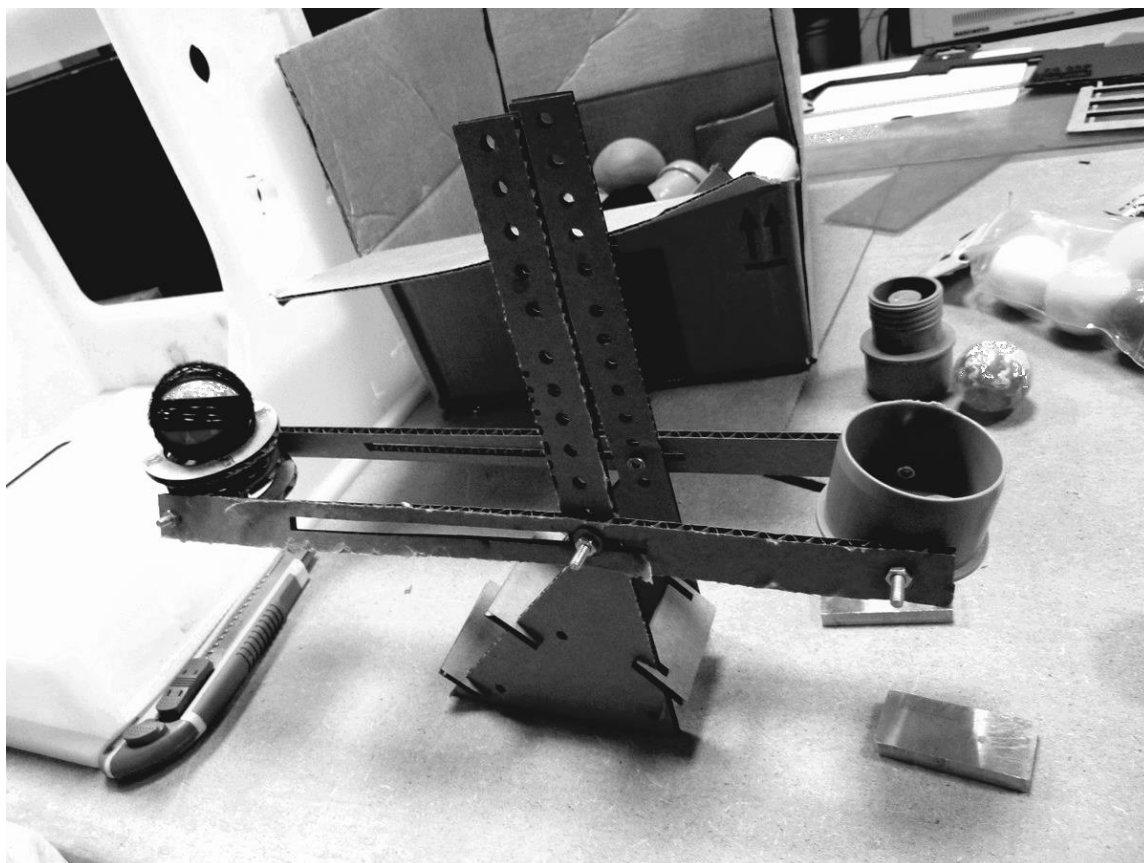


Рисунок 1 – картонный прототип

Следующий прототип задумывался с целью сделать конструкцию жесткой и увеличить дальность и скорость броска (рис. 2). Каркас катапульти был изготовлен заново из фанеры, тем самым конструкция приобрела жесткость. Был заменен груз, который приводил катапульту в движение на пружину, жестко прикрученную к основанию катапульти и к рычагу. Рычаг был усилен и модернизирован подиумом для снаряда. В заключении этого этапа конструкция катапульти была закреплена на жестком основании что придало ей еще большую жесткость в целом – механизм стало возможным разместить непосредственно на подвижной платформе мобильного робота. В итоге снаряд стал вылетать с большей скоростью, примерная дальность стрельбы 0,5-1 м, появилась возможность изменять дальность броска за счет вариации жесткости пружины.

Третий прототип был разработан с целью уменьшения габаритов (рис. 3). Изменилась форма рычага, что значительно уменьшило размер конструкции, поменялось положение крепления пружины, вследствие чего рычаг стал двигаться только в одну сторону, вторая сторона стала «глухой стеной».

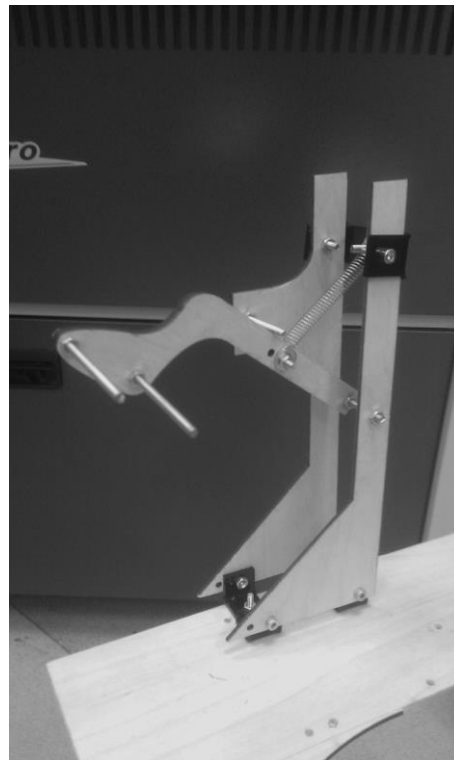
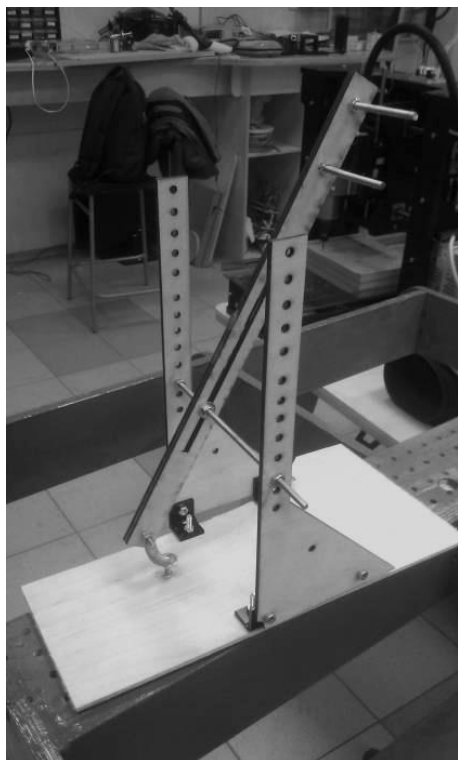


Рисунок 2 – первый деревянный прототип

Рисунок 3 – прототип с «глухой стеной»

К следующему прототипу добавился особый механизм растягивания пружины (рис. 4). Он состоит из двух стенок с прорезями, по которым вертикально ходит рейка. Ее поднимает, установленный на электромор, рычаг. Доходя до конечной точки, он опрокидывает рейку. Рычаг с рейкой связан ниткой. В итоге была решена задача автоматизированного оттягивания рычага с последующим отпусканием.

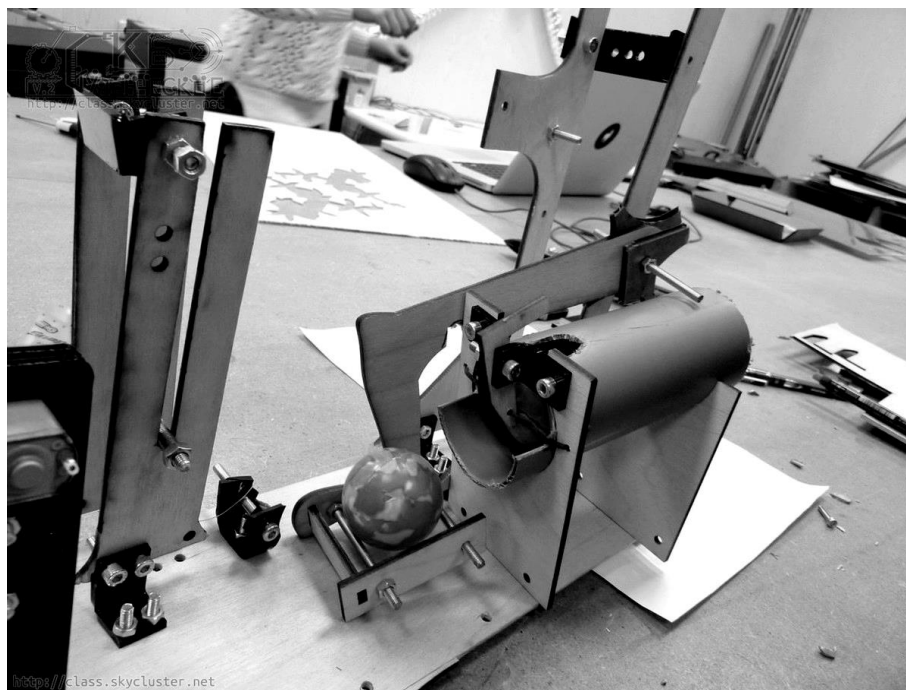


Рисунок 4 – прототип с автоматическим оттягиванием рычага

Заключительный прототип катапульты был направлен на разработку отделения для хранения шариков, механизма подачи шарика пусковую площадку на рычаге с последующим запуском (рис. 5).

Магазином для снарядов послужила труба, в которой помещается 3 шарика. Самая интересная деталь данного механизма – это качель ограничителя. Она, как дозатор, позволяет осуществить постепенную подачу шариков, один за другим. Данная качель за один ход механизма подачи пропускает только один шарик.



Рисунок 5 – прототип с дозатором шариков

После окончания прототипирования чернового варианта катапульты необходимо выполнить доработку синхронности работы отдельных элементов механизма, так же уменьшить размеры устройства до минимума и доработать отдельные узлы с целью повысить виброустойчивость (в ходе эксплуатации прототипов выяснилось, что при продолжительной стрельбе соединения механизма разбалтываются и приходят в негодность – теряют жесткость или перестают сохранять необходимые траектории движения).

Пусковой механизм в виде катапульты должен быть установлен на подвижную платформу робота, для последующей навигации и поиска цели. После того, как робот находит цель, встает на специальное место выстрела, подается команда к выстрелу на систему управления катапульты. На рис. 6 представлен алгоритм работы катапульты.

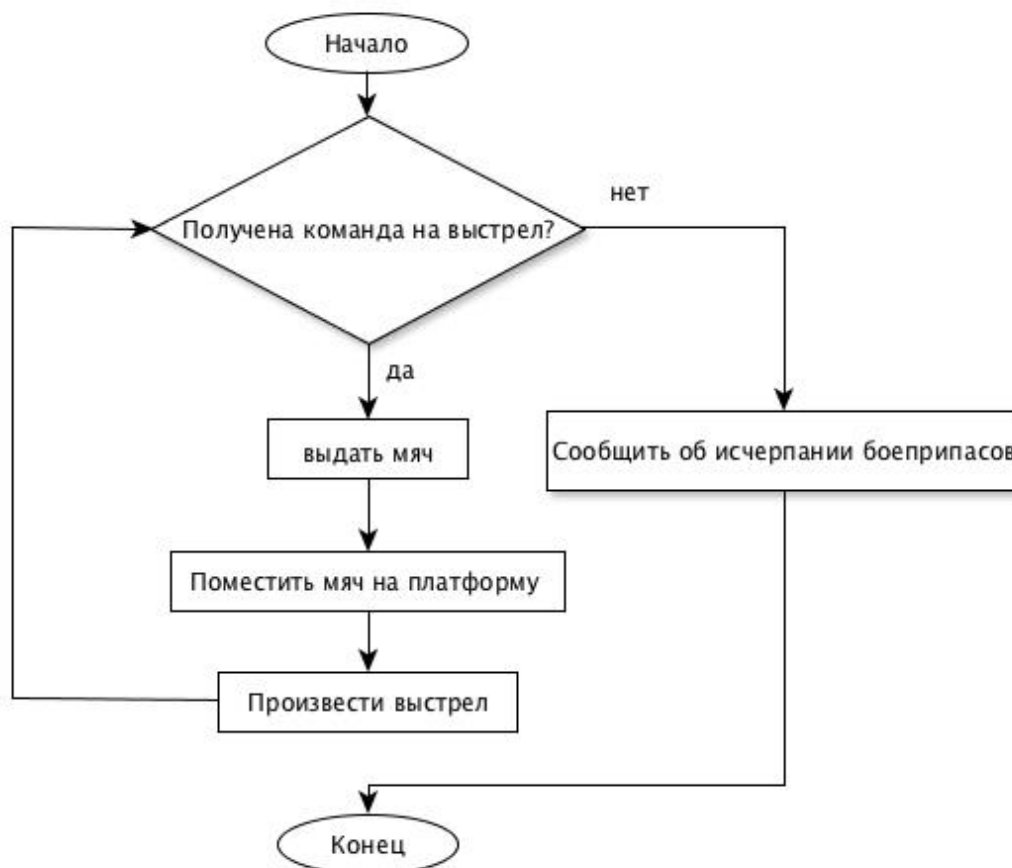


Рисунок 6 – Алгоритм работы катапульти

Для правильной работы механизма, нужно наличие датчика в трубе, который будет сигнализировать о наличии шариков. Если снаряды исчерпались, все устройство заканчивает работу. Выстрел катапульти должен быть отлажен и все выстрелы должны быть идентичны по дальности и углу выстрела. Так как катапульта находится на подвижной платформе, работа нужно запрограммировать вставить на заранее просчитанное расстояние от цели, с последующим включением катапульти.

В итоге механическая задача разработать отлаженный пусковой механизм, стреляющий по цели снарядами в виде шариков была выполнена успешно. В процессе изготовления устройства была проделана работа над минимизацией размера устройства, согласованностью всех движений устройства в целом, улучшением скорости и дальности броска.

Разработанное пусковое устройство – катапульта, удовлетворяет требованиям соревнований Евробот 2014 и позволяет конструкторам робота компоновать его как один из компактных модулей на работе. Сложность итогового механизма компенсируется привлекательностью для публики и, как следствие, служит хорошим основанием для получения приза зрительских симпатий и привлечения интереса обывателей к конкретному роботу и робототехнике в целом.

2. Принцип работы на станке лазерной резки, режим нанесения рисунка на заготовку.

Растровое изображение – изображение, представляющее собой сетку пикселей или цветных точек (обычно прямоугольную) на мониторе, бумаге и других отображающих устройствах и материалах.

Важными характеристиками изображения являются:

- количество пикселей – может указываться отдельно количество пикселей по ширине и высоте (1024×768, 640×480 и т. п.) или же общее количество пикселей;

- количество используемых цветов или глубина цвета (эти характеристики имеют следующую зависимость: $N = 2^k$, где N — количество цветов, k — глубина цвета); Глубина цвета (качество цветопередачи, битность изображения) — термин компьютерной графики, означающий объём памяти в количестве бит, используемых для хранения и представления цвета при кодировании одного пикселя растровой графики или видеоизображения.
- цветовое пространство (цветовая модель) — RGB, CMYK, XYZ, YCbCr и др.;
- разрешение — справочная величина, говорящая о рекомендуемом размере изображения.

Растровая графика позволяет создать практически любой рисунок, в не зависимости от сложности, в отличие, например, от векторной, где невозможно точно передать эффект перехода от одного цвета к другому без потерь в размере файла. Так же растровая графика используется сейчас практически везде: от маленьких значков до плакатов с высокой скоростью обработки сложных изображений. К недостаткам можно отнести, что у простых изображений большой размер файла, теряется качество при масштабировании, нету вывода на печать на графопостроитель.

Числовое программное управление (ЧПУ) — компьютеризованная система управления, управляющая приводами технологического оборудования, включая станочную оснастку. Оборудование с ЧПУ может быть представлено: станочным парком, например, станками (станки, оборудованные числовым программным управлением, называются станками с ЧПУ); для обработки металлов (например, фрезерные или токарные), дерева, пластмасс; для резки листовых заготовок, для обработки давлением и т.д.

Структурно в состав ЧПУ входят:

- 1) пульт оператора (или консоль ввода-вывода), позволяющий вводить управляющую программу, задавать режимы работы; выполнить операцию вручную. Как правило, внутри шкафа пульта современной компактной ЧПУ размещаются её остальные части;
- 2) дисплей (или операторская панель) - для визуального контроля режимов работы и редактируемой управляющей программы/данных; может быть реализован в виде отдельного устройства для дистанционного управления оборудованием;
- 3) контроллер - компьютеризированное устройство, решающее задачи формирования траектории движения режущего инструмента, технологических команд управления устройствами автоматики станка, общим управлением, редактирования управляющих программ, диагностики и вспомогательных расчетов (траектории движения режущего инструмента, режимов резания);
- 4) ПЗУ - память, предназначенная для долговременного хранения (годы и десятки лет) системных программ и констант; информация из ПЗУ может только считываться;
- 5) ОЗУ - память, предназначенная для временного хранения управляющих программы и системных программ, используемых в данный момент.

Лазерный станок ЧПУ работает с черно-белыми изображениями. На рис. 7 представлен экспериментальный станок ЧПУ.



Рисунок 7 – лазерный станок ЧПУ

Рисунок наносится на фанеру с мощностью выжигания лазером поверхности. При нанесении растрового изображения станок распознает тон пикселя и выжигает материал на определенную глубину, в итоге получается разнотонная, рельефная поверхность. В программной среде станка мы можем варьировать некоторыми характеристиками чтобы придать контраст и объем выполненного изображения и глубину прожигания, такими как: соотношение тона пикселя к глубине прорезания поверхности; установленное разрешение DPI – количество проходов на 1 дюйм, чем больше значение DPI, тем рельефнее и объемнее получается полученный рисунок, чем меньше значение DPI, тем более гладкая поверхность с маловыраженным рисунком; скорость прохода и мощность лазера, которая варьируется от 1 до 100.

Первоначальное изображение было цветным, затем изменилось на черно-белое (рис.8).



Рисунок 8 – первоначальный рисунок

В программном обеспечении были выбраны следующие настройки: DPI = 250, speed = 70, power = 90.

После проделанной работы получился рельефный рисунок, который показан на рис. 9.



Рисунок 9 – рисунок после выжигания

3. Устройство управления катапульты – контроллер быстрого прототипирования Oktopod Studio

Oktopod Studio является платформой для разработки прототипов в таких областях как: мехатроника, робототехника и автоматизация, что позволяет создавать и управлять электронными устройствами и моделями.

Данное устройство состоит из Oktopod_Board - платформа и Oktopod_Control - программное обеспечение (рис.10).

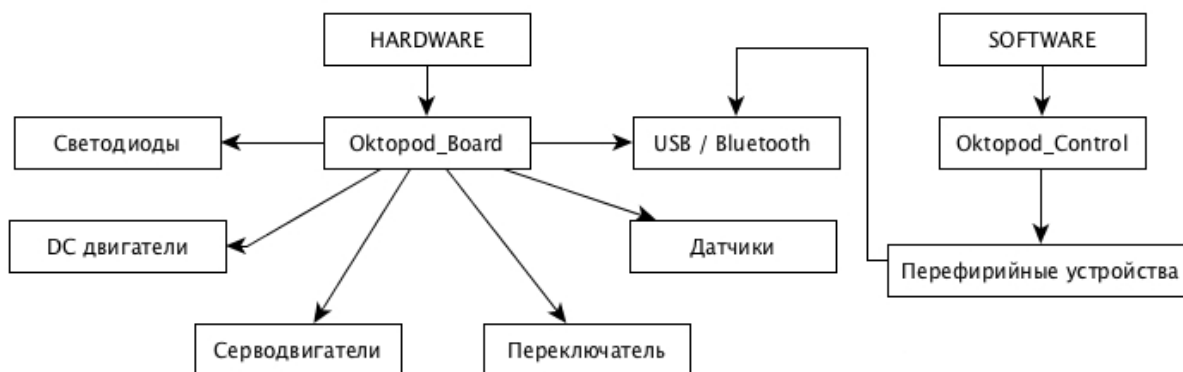


Рисунок 10 – структурное описание устройства

Соединение между этими двумя частями осуществляется с помощью Bluetooth или USB.

Oktopod_Board представляет собой программируемый логический контроллер (PLC), к которому можно подключить низковольтные электронные устройства, такие как: светодиоды, DC и серводвигатели, электромагниты, переключатели, фото, термо- и магнитные датчики, и так далее. Устройство состоит из 8 аналоговых выходов (до 3А), 2 драйверов двигателя постоянного тока, 3 драйверов серводвигателя, 4 цифровых входов, USB / Bluetooth модулей связи и входное питание 6-12В (рис.11).



Рисунок 11 – функциональная схема Oktopod_Board

Oktopod_Control программное обеспечение для управления платформой, которое разработано под PC и так же для мобильных телефонов на платформе Android. Данная программа используется в качестве пульта дистанционного управления. В качестве программной доски используется утилита "WishList", в которой мы можем прописать алгоритм работы платформы, задать очередность подачи питания на выходы устройства (рис.12).

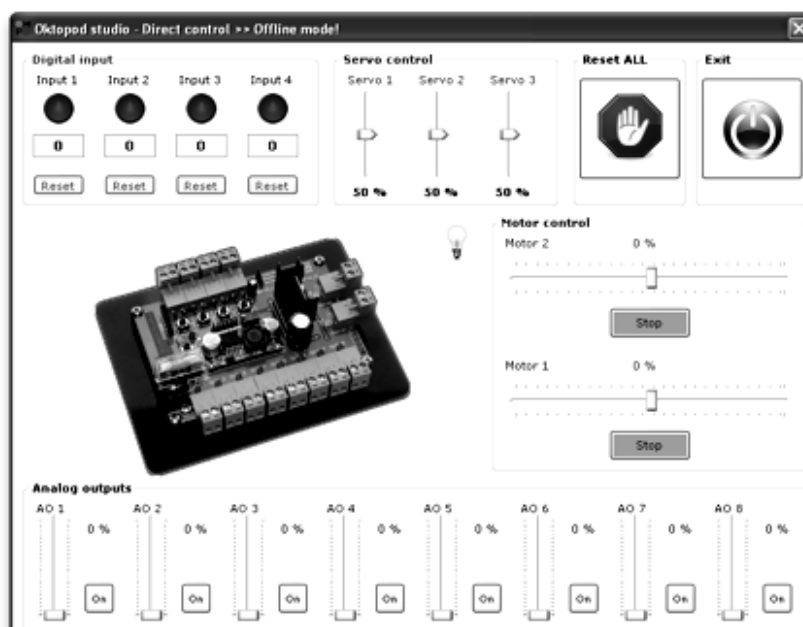


Рисунок 12 – визуальное представление Oktopod_Control

С помощью данной платформы будет запускаться пускательный механизм, рассмотренный выше. Плюсы этого устройства в том, что он прост в управлении и подготовит к переходу на более сложную платформу, такую как Arduino.

Заключение

В данной статье обобщена работа по изготовлению одного пускательного механизма для робота для участия в соревнованиях Евробот 2014. Подробное описание прототипирования наглядно показывает ход мыслей в решении на первый момент простой задачи, показывает работу по постепенному решению вновь выявившихся задач, показывает ход мыслей изобретателя. Разработанный модуль является одним из примеров решения для Евробот 2014.

В рамках статьи видно, что работа в лаборатории цифрового производства типа Fablab значительно упрощает изготовление устройств. За подобными лабораториями будущее современной инженерии.

Литература

1. Правила молодежных соревнований мобильных автономных роботов Евробот. Электронный ресурс.
Режим доступа: http://www.eurobot-russia.ru/media/EA2014_rules_RU_alpha.
 2. А.Е.Аверьянин, А.И.Власов, Л.В. Журавлева, Л.А. Зинченко, В.А. Соловьев 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.
 3. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике: Том 3 - Рычажно-кулачковые, рычажно-зубчатые, рычажно-храповые, рычажно-клиновые и винто-рычажные механизмы. Механизмы с гибкими и упругими звеньями. – М.: Наука, Главная редакция Физико-математической литературы, 1979. – 416 с.
 4. Юлдашев М.Н., Зотьева Д.Е. «Конструкторское решение для быстрого прототипирования электронных устройств» – М.:МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
-