

УДК 681.5:62-50

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНОГО РОБОТА-САПЁРА CAO "MORRIGAN" НА БАЗЕ STM32F4DISCOVERY

**А.В. Бурмистров, В.И. Тимохин, А.А. Якубовский,
Д.Н. Мирошник**

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В проекте разработана и создана модель мобильного робота-сапёра с системой автоматического обнаружения (CAO) "MORRIGAN", которая предназначена для выявления взрывоопасных предметов и сохранения человеческих жизней. Для обнаружения взрывоопасных предметов используется датчик металлоискателя DC 3-5 В DIY Kit, а для выявления «растяжек» - датчик изгиба.

Робот-сапер - роботизированное устройство автоматике, заменяющее человека в опасных ситуациях для сохранения человеческой жизни или для работы в условиях, несовместимых с возможностями человека, в военных целях: разведка, разминирование и т. п.

Роботами являются не только автоматические устройства с антропоморфным действием, которые частично или полностью заменяют человека, но и действующие в воздушной и водной среде.

В настоящее время большинство роботов являются устройствами телеприсутствия, и лишь очень немногие модели имеют возможность выполнять некоторые задачи автономно, без вмешательства оператора.

На сегодняшний день появилось огромное количество подобных устройств.

"МРК-ВТ-1" - роботизированный комплекс для взрывотехнических работ [1]. МРК-ВТ-1 — это специальный комплекс на гусеничном ходу, который обладает возможностью управления по радиоканалу на удалении до 1 км. Комплекс был спроектирован для проведения работ по предотвращению и ликвидации последствий ЧС и предполагает оснащение его разнообразными вариантами оборудования в зависимости от стоящих перед ним задач.

Робот для разминирования "МРК-27Х" [2]. МРК-27Х - российский робот-сапер, основная задача которого заключается в проведении взрывотехнических работ. Робот способен выполнять различные задачи, среди которых визуальная разведка потенциально

опасных для человека зон, поиск, экстренная эвакуация и обезвреживание (уничтожение) различных взрывных устройств.

Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс легкого класса "Варан" [3].

Дистанционное проведение визуальной разведки, поиска и обезвреживания взрывоопасных предметов путем их разрушения или укладки в специальный контейнер, выполнения транспортных и технологических операций с взрывными устройствами (ВУ), а также операций по обеспечению доступа к ВУ работ.

Роботы [1-3] имеют один общий недостаток – большую стоимость.

На кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок» создается проект робота-сапёра CAO "MORRIGAN" (рис.1). "MORRIGAN" - богиня войны в ирландской мифологии. Сама богиня участия в битвах не принимала, но непременно присутствовала на поле боя и использовала всё своё могущество, чтобы помочь.

Цель работы: создание роботизированного устройства, заменяющее человека в опасных ситуациях для сохранения жизни или для работы в условиях, несовместимых с возможностями человека, а также для разведки, разминирования и т. п (робот-сапер).

Предназначен для обнаружения, распознавания, передачи информации о предметах, подозреваемых на наличие взрывного устройства; определения растяжек и прочих возможных устройств; предупреждения нарушений и борьбы с терроризмом; проведения разведки, как с участием так и без участия личного состава (автономно).

На данный момент отлажена система управления движением с радиоканалом управления со смартфона. Принципиальная схема соединений изображена на рис.2.

На ней используется отладочная STM32F4DISCOVERY (рис.3), Futaba S3001 (рис.4) - сервопривод, два двигателя постоянного тока и драйвер управления ними L298N (рис.6), 2 аккумулятора 18650 2 Ач и контроллер ее заряда (рис.7, FDC - 2s-2 18650 Li-ion battery).

Питание имеет 3 энергетических канала имеющих соответствующее число выключателей:

- 1) Канал питания платы STM32F4 напряжением 5 В через DC-DC преобразователь повышающего типа;
- 2) Канал питания серво и цепей управления драйвера 5 В через стабилизатор 7805;
- 3) Канал питания двигателей постоянного тока 8В.

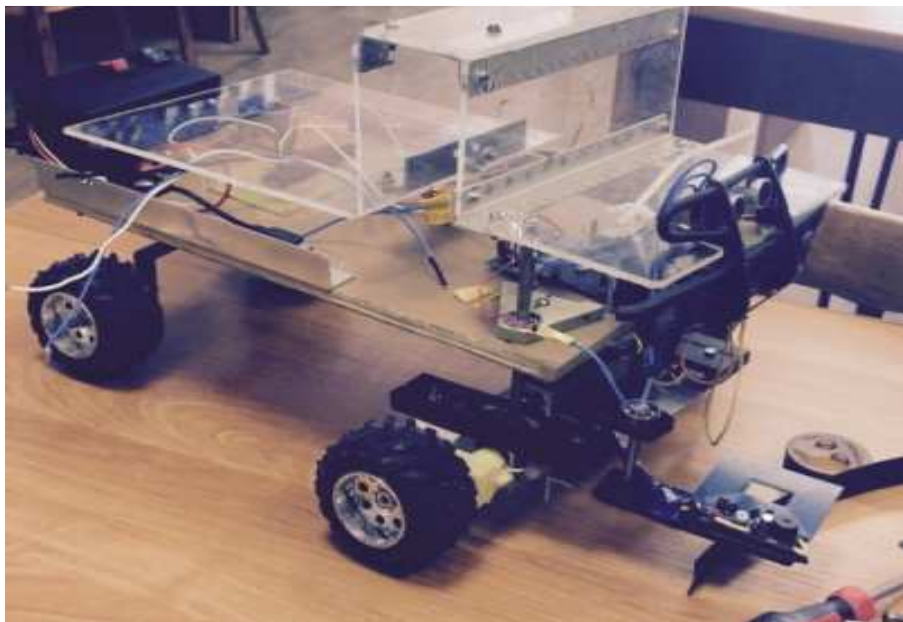


Рис.1 – CAO "MORRIGAN"

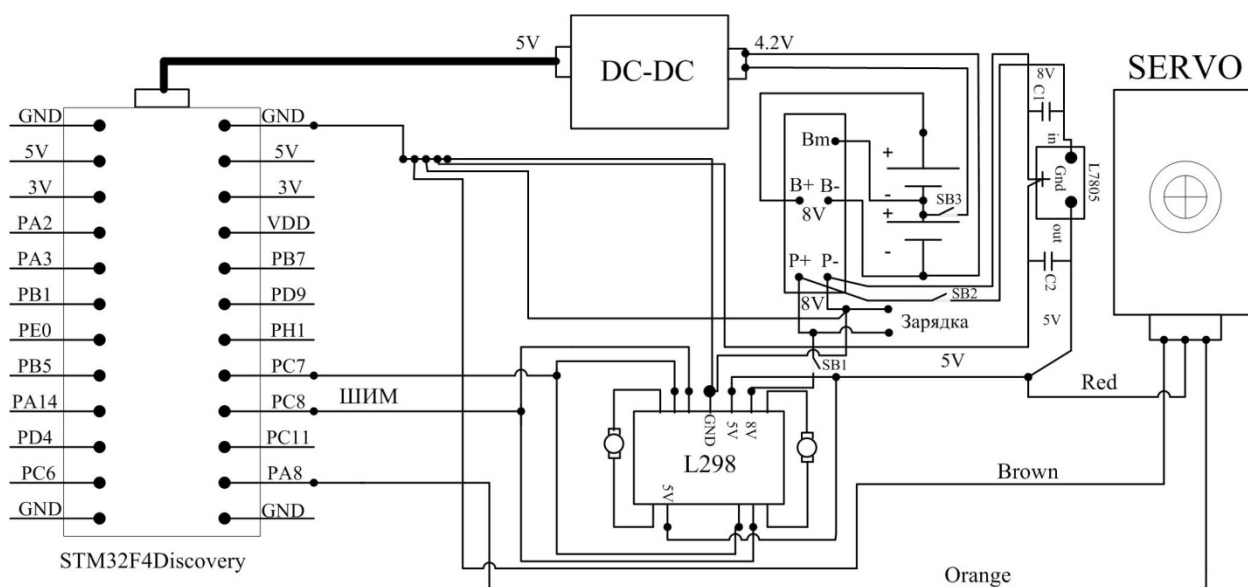


Рис.2 - Функциональная схема соединения CAO "MORRIGAN"

Высокопроизводительная исследовательская плата для STM32F4 позволяет изучать возможности микроконтроллера STM32F4 и легко разрабатывать собственные приложения.

Futaba S3001 - аналоговый стандартный сервопривод, предназначен для моделей самолетов, вертолетов, автомобилей и судов.



Рис.3 – Основные составляющие элементы платы STM32F4Discovery



Рис.4 – Серводвигатель Futaba S3001

Бюджетная стандартная рулевая машинка Futaba S3001 с пластиковыми шестернями редуктора и одним подшипником, которая применяется на различных моделях автомобилей, вертолетов, самолетов, лодок и яхт небольшого и среднего размеров. Является превосходным выбором для моделей, где требуются сервоприводы с повышенным сроком службы.

Недорогой сервопривод с шарикоподшипниками, стандартного размера корпуса. Характеризуется как первоклассный сервопривод широкого применения для маленьких и среднего размера моделей вертолетов. Принцип его работы представлен на рис.5 Установлено, что потребление тока при полном повороте 0.156 мА.

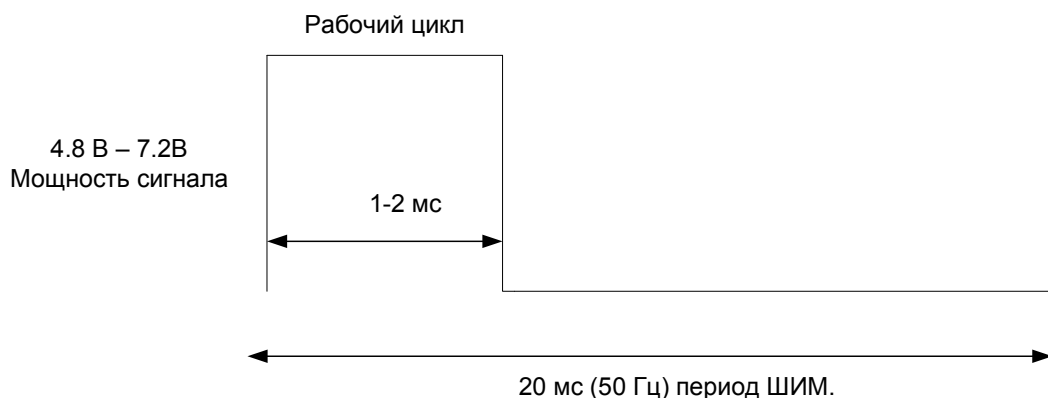


Рис.5 – Диаграмма работы сервопривода S 3001

Драйвер L298N это полный мостовой драйвер для управления двунаправленными нагрузками с токами до 2 А и напряжением до 46 В.

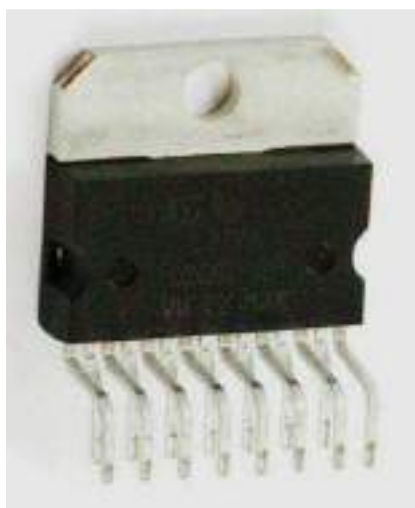


Рис.6 – Драйвер L298N

Драйвер разработан для управления компонентами с индуктивными нагрузками, такими как электромагниты, реле, шаговые двигатели. Сигналы управления имеют TTL совместимые уровни. Два входа разрешения дают возможность отключать нагрузку независимо от входных сигналов микросхемы. Предусмотрена возможность подключения внешних датчиков тока для защиты и контроля тока каждого моста. Питание логической схемы и нагрузки L298N разделены. Это позволяет подавать на нагрузку напряжение другой величины, чем питание микросхемы.

Управление роботом может осуществляться в ручном режиме посредством канала Bluetooth (BT) при помощи смартфона и программы Arduino Joystick Controller (рис.8).



*Рис.7 – Схема подключения Li-ion батарей к контроллеру заряда
FDC - 2s-2 18650 Li-ion battery*

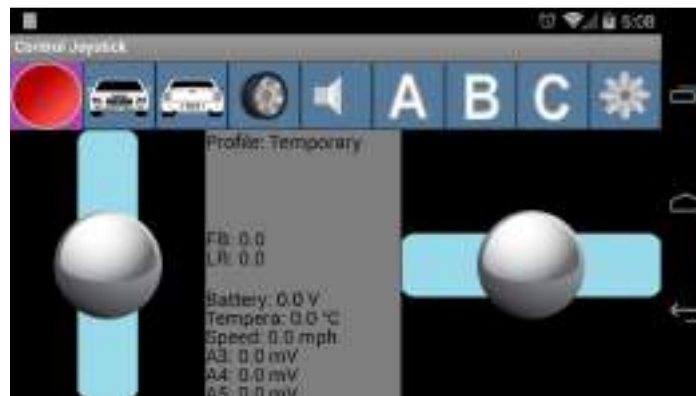


Рис.8 – Программа Arduino Joystick Controller

В работе используется ВТ HC-06 для управления роботом со смартфона (рис.9).

Пример программы разработанной в программном пакете Matlab, реализующей ручное управление представлен на рис.10-11.



Рис.9 – Bluetooth HC-06

В последующей работе предполагается использование дополнительных датчиков [4]:

- ультразвуковой датчик измерения расстояния HCSR04;
- гироскоп L3G4200d;
- датчик металлоискателя DC 3-5 В DIY Kit;
- датчик изгиба.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ

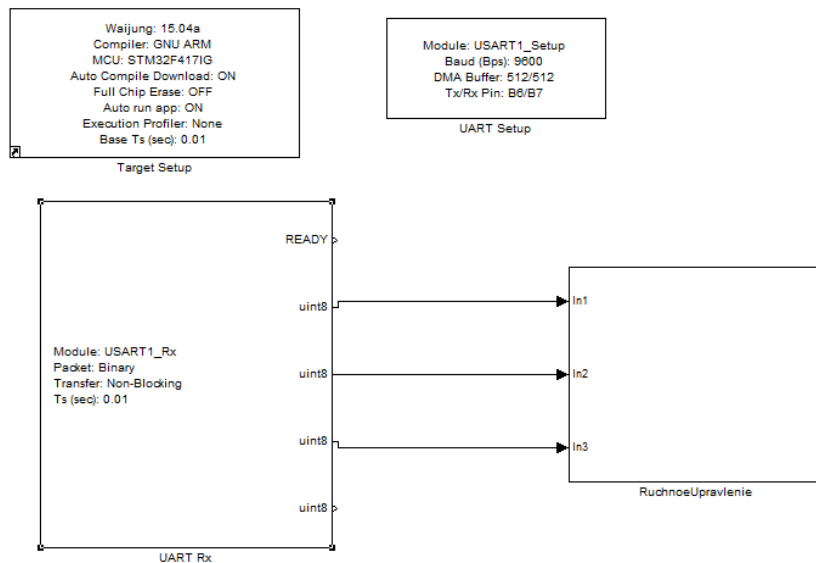


Рис. 10 – Реализация ручного управления в программном пакете Matlab

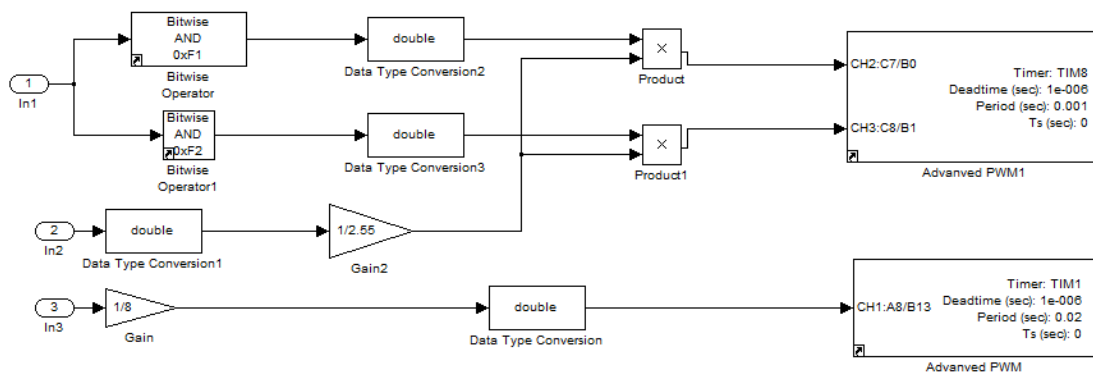


Рис.11 – Подсистема реализации ручного управления

Перечень ссылок:

1. "МРК-ВТ-1" - роботизированный комплекс для взрывотехнических работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=7063&tbl=02.01.02.02>.
2. Робот для разминирования "МРК-27Х" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6725&tbl=02.01.02.02>.
3. Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс легкого класса "Варан" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2959&tbl=02.01.02.02>.
4. Момот М. В. - Мобильные роботы на базе Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2017.