

Информация взята с <http://arduino.ru/forum/otvlechennye-temy/logitech%C2%AE-momo-racing-peredelka-pod-svoi-nuzhdy>

Спасибо ЕвгениюП за исследование руля  
[arduino.ru](http://arduino.ru)

# Logitech® Momo Racing: переделка под свои нужды

ЕвгенийП

9-13 минут

---



Онлайн

Зарегистрирован: 25.05.2015

Возникла задача, используя готовую механику и датчики игрушки [Logitech® Momo Racing Force Feedback Wheel](#), переделать симулятор из приставки для компьютерных игр, в пульт управления самодельными радиоуправляемыми моделями.

Поехали ...

## 1. Внешний осмотр



Игрушка состоит из двух частей, рулевого блока и блока педалей.

На рулевом блоке имеется:

1. рулевое колесо, поворачивающееся примерно на 270-300 градусов;
2. шесть кнопок без фиксации;
3. два подрулевых переключателя без фиксации;
4. два светодиода;
5. ручка переключения передач на три положения (среднее, вперёд и назад) тоже без фиксации (в смысле будучи свободной, всегда находится в среднем положении).

Из рулевого блока выходит провод с разъёмом USB для подключения к компьютеру. Также на рулевом блоке имеется разъём для подключения внешнего питания (24V / 750mA DC, «+» в центре) и семипиновый разъём похожий на D-SUB для подключения педального блока.

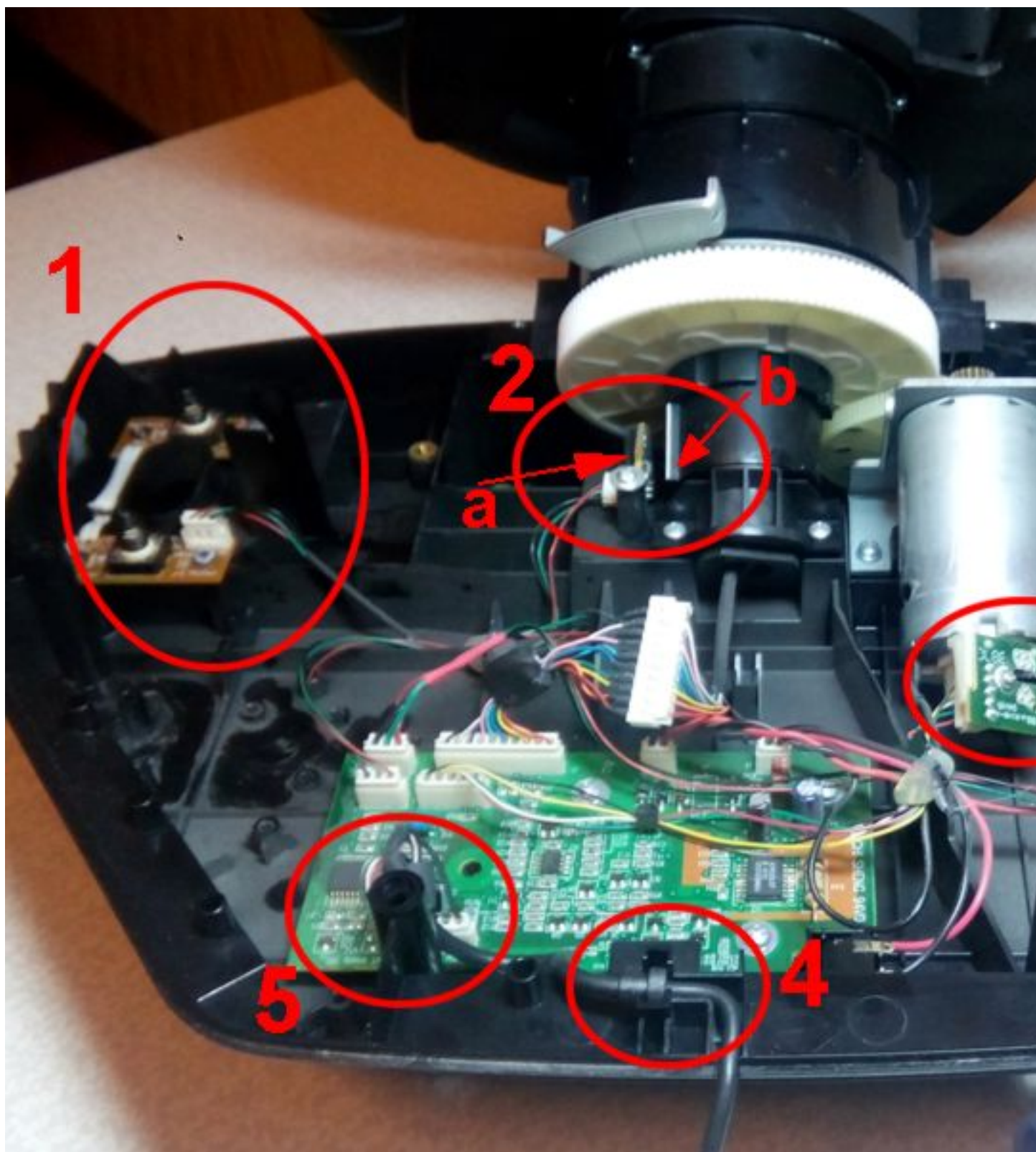
На педальном блоке имеются:

1. две педали;
2. провод с семипиновым разъёмом для подключения к рулевому блоку (ответная часть к разъёму, похожему на D-SUB, который упоминался при описании рулевого блока).

Больше ничего интересного при внешнем осмотре не обнаружилось.

## **2. Вскрытие. Рулевой блок**

Вот как выглядит рулевой блок, со снятой крышкой.



В центре всего этого великолепия находится плата контроллера зелёного цвета. Вся периферия подсоединена к ней.

Слева и справа расположены блоки кнопок рычага переключения передач (на рисунке обозначены цифрами 1 и 1а). Рычаг-то у устройства один, но блоков кнопок два, видимо, для того, чтобы можно было легко переставить рычаг, если играющий, например, левша. Сразу отмечу, что поставить два рычага, и использовать оба не получится (без переделок), т.к. провода от них соединены параллельно и входят в контроллер одним трёхпиновым разъёмом.

На оси рулевого колеса находится небольшой металлический предмет (2b) и, напротив того места, где он оказывается когда руль стоит прямо, плата с датчиком (2a). Разумно предположить, что это датчик центрального положения руля, что и подтвердилось при более детальном рассмотрении (ниже).

Обращает на себя внимание внушительных размеров электродвигатель постоянного тока, подключённый к рулевому колесу через редуктор. Им можно устанавливать колесо в среднее положение после включения питания, возвращать рулевое колесо в среднее положение после поворота, передавать на него вибрации от дороги и т.д. Двигатель вращается не только сам по себе, но и при вращении рулевого колеса руками. К двигателю подсоединён оптический энкодер (3) с помощью которого контроллер может получать информацию о вращении рулевого колеса.

Разъём для подключения педального блока (4) распаян на плате контроллера. Также на плату заводится провод для подключения к компьютеру по USB (5).

### 3. Проектное решение

По результатам осмотра внутренностей рулевого блока был сделан предварительный вывод о том, что, наверное, не имеет смысла делать свой USB-Host для расшифровки команд и передачи их по радио. Во-первых, внятной документации по высокоуровневому протоколу игрушки найти не удалось, а во-вторых, конструкция в которой информация собирается с обычных кнопок и цифровых датчиков, кодируется для USB, затем декодируется обратно, чтобы быть отправленной по радио выглядела бы слишком надуманной.

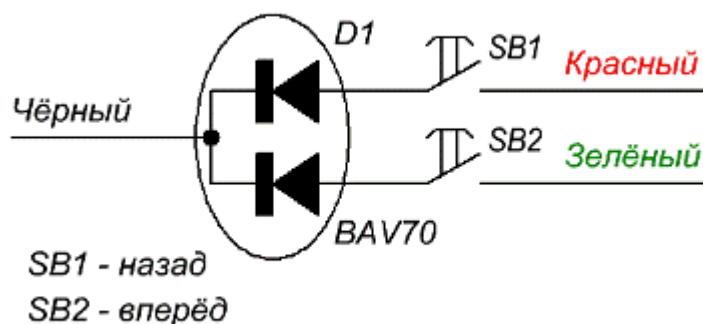
Вместо этого было решено: **делать собственную плату контроллера с радиопередатчиком на борту, а все датчики и прочую периферию подключать к ней через точно такие же, как на оригинальной плате, разъёмы.** Таким образом, сохраняется возможность вернуть игрушку в изначальное состояние путём замены контроллера на оригинальный (на случай, если хозяин передумает и решит ещё поиграть на компьютере).

### 4. Осмотр периферии

Поскольку данное решение предполагает детальное знакомство с подключаемой к контроллеру периферией (иначе как мы будем с ней работать), продолжаем осмотр.

#### 4.1 Блок кнопок рычага переключения передач

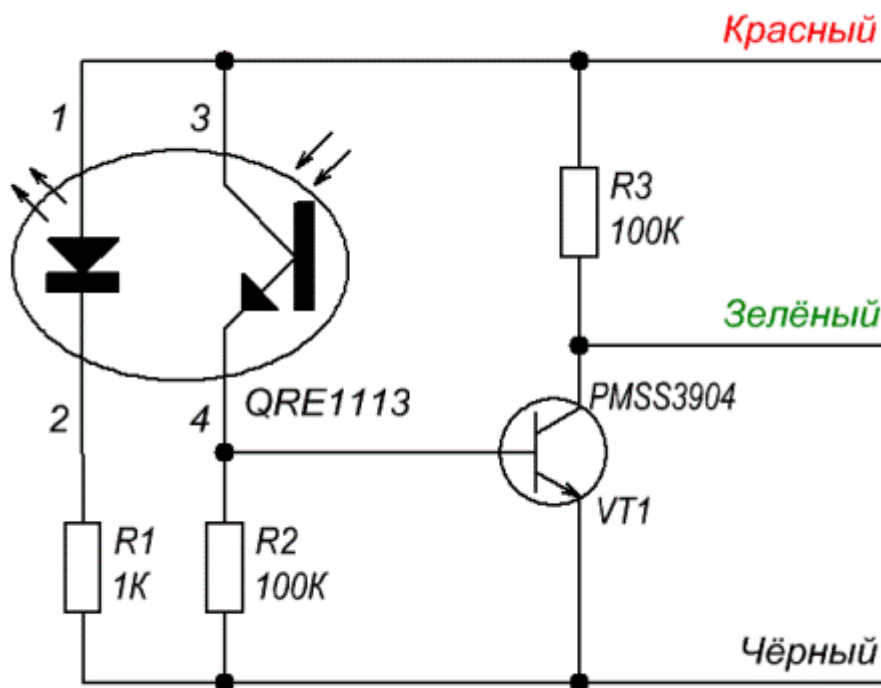
Блок кнопок (на рис. №№ 1 и 1a) состоит из двух кнопок и диодной сборки BAV70. К контроллеру подсоединяется тремя проводами. Схема такая:



Мы планируем подключать эту плату к контроллеру по стандартной для кнопок схеме, а потому диодная сборка нам не нужна, но и мешать не будет.

## 4.2 Датчик среднего положения руля

Датчик среднего положения руля (2) - цифровой датчик на основе датчика отражающей способности, предположительно QRE1113. Подключается по трём проводам - красному, зелёному и чёрному.



На красный и чёрный провода подаётся питание. На зелёном проводе нормально высокий уровень, который сменяется на низкий, когда руль установлен по центру, т.е. металлический предмет (2b) находится напротив платы датчика (2a).

## 4.3 Энкодер - датчик вращения руля

На двигателе установлен оптический энкодер (3) состоящий из двойного светодиода, приёмника и колёсика между ними. Никаких других деталей на плате нет. Отверстия на

колёсике расположены достаточно часто, количество их пока не подсчитывалось, присоединим к контроллеру - само посчитается.

Провода, подходящие к плате энкодера:

1. **Жёлтый** – GND
2. **Зелёный** – питание (5В)
3. **Красный** – питание светодиода (5,5мА, падение напряжения на светодиоде – 1,16В)
4. 5. **Чёрный** и **Белый** – А и В каналы энкодера.

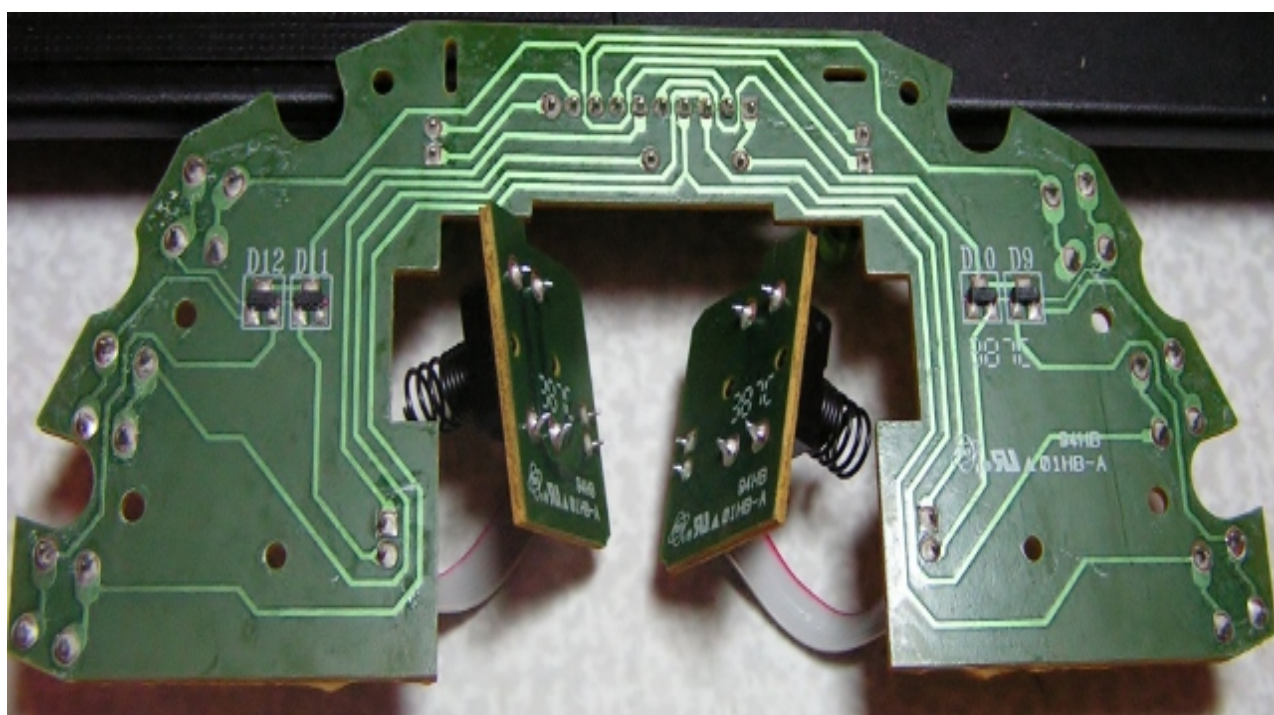
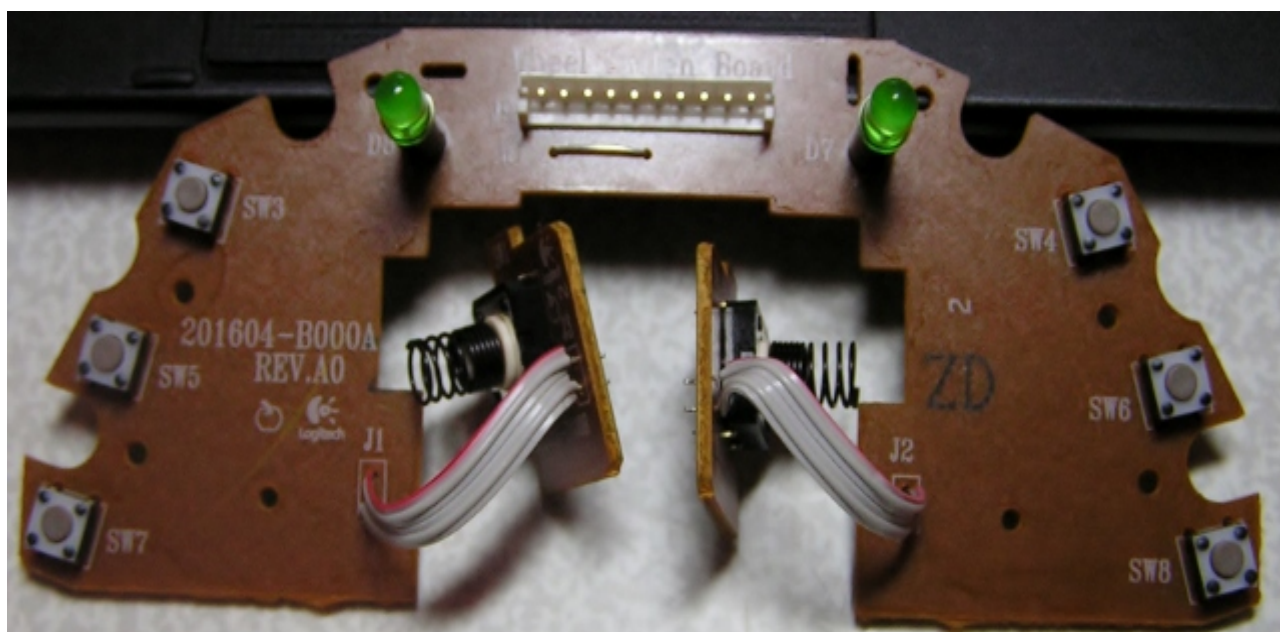
#### 4.4 Жгут проводов рулевого колеса

Из рулевого колеса выходит многожильный провод, оканчивающийся 10-типиновым разъёмом. Всего на рулевом колесе 10 элементов управления – 6 кнопок без фиксации, два подрулевых переключателя без фиксации и два светодиода. Для удобства дальнейшего изложения, пронумеруем все элементы:



Для того чтобы точно знать назначение проводов, рулевое колесо было разобрано и изучена схема соединений внутри него.





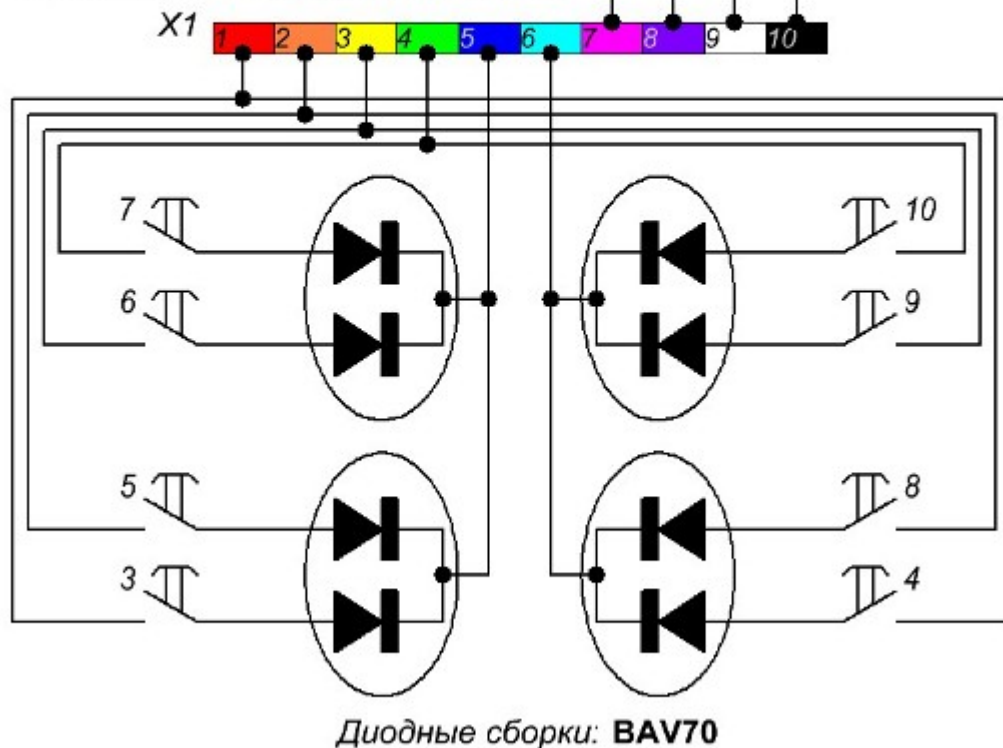
Видно, что ничего, кроме тактовых кнопок, светодиодов и четырёх диодных сборок BAV70 (D9-D12) здесь нет. На отдельных маленьких платах расположены тактовые кнопки подрулевых переключателей.

Принципиальная схема (номера, проставленные возле обозначений деталей соответствуют рисунку внешнего вида рулевого колеса выше):

Коннектор JST серии EH

нумерация контактов  
слева направо

Цвета проводов указаны на схеме



Легко заметить, что разработчики использовали диодную развязку, чтобы сэкономить пины и повесили восемь кнопок на шесть пинов разъёма. Для того, чтобы использовать такую конструкцию, нам будет необходимо правильно её подключить и запрограммировать.

Подключать будем так (в объяснении используются номера пинов разъёма, обозначенные на схеме):

1. пины №№ 1-4 подключаем к цифровым пинам контроллера и конфигурируем как INPUT\_PULLUP;
2. пины №5 и №6 подключаем к цифровым пинам контроллера и конфигурируем как OUTPUT.

Программно работаем так:

1. подаём HIGH на пин №5 и LOW на пин №6;
2. опрашиваем пины №№ 1-4. Если на каком-то пине LOW, то соответствующая ему кнопка нажата, а если HIGH, то отпущена. Соответствие пинов кнопкам приведено в таблице ниже;
3. теперь, наоборот, подаём HIGH на пин №6 и LOW на пин №5;
4. и снова опрашиваем пины №№ 1-4. Если на каком-то пине LOW, то соответствующая ему кнопка нажата, а если HIGH, то отпущена. Соответствие пинов кнопкам приведено в таблице ниже.



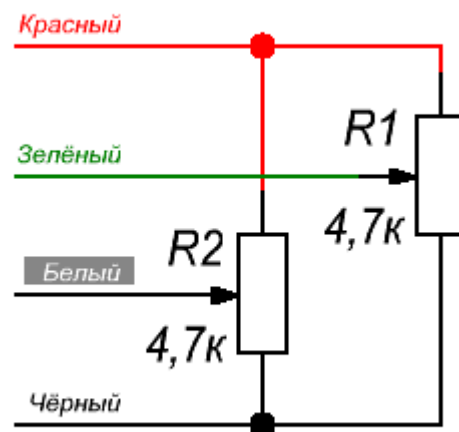
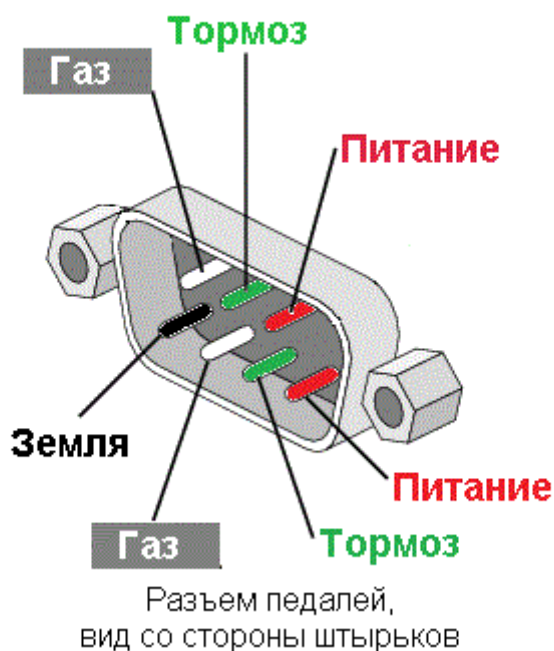
Таблица соответствия пинов кнопкам. Строки соответствуют пинам 1-4, в ячейках находятся номера кнопок, которым этим пины соответствуют:

№ пина	пин №5 = HIGH	пин №5 = LOW
	пин №6 = LOW	пин №6 = HIGH
1	кнопка 4	кнопка 3
2	кнопка 8	кнопка 5
3	кнопка 9	кнопка 6
4	кнопка 10	кнопка 7

## 5. Вскрытие. Блок педалей

Конструктивно каждая педаль представляет собой потенциометр (переменный резистор) сопротивлением 4,7кОм, включённый по схеме делителя напряжения. Крайние выводы обоих резисторов соединены параллельно (красный и чёрный провода), а центральные выводы выходят на разъём самостоятельно (белый и зелёный провода).

Таким образом на семипиновый разъём педалей выходит 4 провода. Все провода, кроме чёрного соединены сразу с двумя пинами разъёма, т.е. свободных пинов на разъёме нет.



Потенциометры расположены «зеркально» - спиной друг к другу, а потому на одной педали (тормоза) при нажатии напряжение в средней точке делителя увеличивается, а на другой (газа) уменьшается. При этом, потенциометры не находятся в крайних положениях, ни при отпущенной педали, ни при полностью нажатой.

Подали напряжение 5В на черны и красный провода и измеряли напряжение на выходах делителей (белом и зелёном проводах). Результат:

	Отпущена	Нажата
Педаль газа	4,8В	0,6В

Педаль тормоза 0,9В            4,8В

## 6. Выводы

Посчитаем пины которые нужны для подключения всего этого добра Не забываем, что кроме подключения датчиков, нам также потребуются пины для управления мотором, для работы приёмника и передатчика, а также для контроля тока в моторе (не столько для его защиты, сколько для создания динамических эффектов на руле).

Узел	Нужно пинов	Примечания
Блок кнопок рычага переключения передач	2	
Датчик среднего положения руля	1	
Энкодер - датчик вращения руля	2	
Рулевое колесо	8	
Педали	2	ADC пины
Приёмник/передатчик FS1000A	2	
Приёмник/передатчик nRF24L01+	4(6)	SPI
Управление двигателем (TA7291)	3	1 пин - ШИМ
Контроль тока двигателя	1	ADC пин
<b>ИТОГО:</b>	21, 23 или 25 в зависимости от приёмника	Из них 3 ADC и 1 ШИМ

Если реализовывать логику питания так, как она реализована в оригинальном устройстве, то потребуется ещё один пин для индикации факта наличия питания мотора. Хотя, его, наверное, можно как-то совместить с пином контроля тока.

Рассматривались два варианта контроллера: ATMega32A и ATMega328P без кварца, с использованием пинов PB6 и PB7 как GPIO. Именно эти микросхемы рассматривались в основном потому, что они имеются под рукой. В случае ATMega32A предполагалось свободные пины вывести на разъёмы и оставить на случай возможно расширения устройства. У ATMega328P же свободных пинов не остаётся. В результате принято решение использовать ATMega328P.