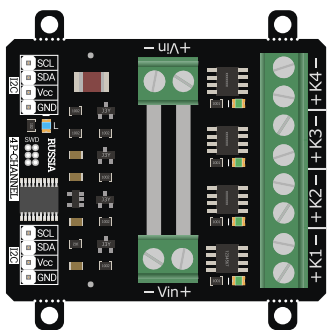


# Модуль силовых ключей, 4P канала, FLASH-I2C



## Общие сведения:

[Модуль силовых ключей на 4 P-канала, I2C, Flash](#) - является устройством коммутации, которое позволяет подключать и отключать питание от входа «Vin» (до 24В) к любому из 4 выходов модуля «K1», «K2», «K3», «K4». При этом устройства подключённые к выходам модуля, не должны потреблять более 10А постоянного тока (на каждый канал).

Модуль позволяет не только подавать питание «Vin» на свои выходы, но и устанавливать на них сигнал ШИМ с амплитудой питания «Vin». Частота и коэффициент заполнения задаются программно, значит модуль может не только включать и выключать устройства, но и управлять

скоростью вращения моторов, яркостью свечения ламп, светодиодов и т.д.

Управление модулем осуществляется по шине I2C. Модуль относится к линейке «Flash», а значит к одной шине I2C можно подключить более 100 модулей, так как их адрес на шине I2C (по умолчанию 0x09), хранящийся в энергонезависимой памяти, можно менять программно.

Модуль можно использовать в любых проектах где требуется управлять устройствами с напряжением питания до 24В и потреблением постоянного тока до 10А.

## Видео:

Редактируется ...

## Спецификация:

- Напряжение питания: 5 В (постоянного тока)
- Потребляемый ток: до 25 мА.
- Коммутируемое напряжение: от 6 до 24 В.
- Коммутируемый ток на входе: до 10 А (на каждый разъем Vin).
- Коммутируемые токи на выходе: до 10 А (на каждый выход модуля).
- Разрешение ШИМ: 12 бит (значение от 0 до 4095).
- Частота ШИМ: 1 - 12'000 Гц (по умолчанию 490 Гц).
- Количество выходов: 4 (все выходы поддерживают ШИМ).
- Интерфейс: I2C.
- Скорость шины I2C: 100 кбит/с.
- Адрес на шине I2C: устанавливается программно (по умолчанию 0x09).
- Уровень логической 1 на линиях шины I2C: 3,3 В (толерантны к 5 В).
- Рабочая температура: от -40 до +65 °С.
- Габариты с креплением: 55 x 55 мм.
- Габариты без креплений: 55 x 45 мм.
- Вес: 20 г.

**Внимание!** Убедитесь что устройства подключённые к модулю не потребляют токи выше указанных в характеристиках модуля. Превышение нагрузкой тока выше коммутируемого (даже кратковременно) приведёт к безвозвратному повреждению канала!

**На заметку:** Пусковой ток коллекторного двигателя многократно превышает рабочий ток!

Ток потребляемый коллекторным двигателем (двигателем постоянного тока) зависит не только от приложенного к нему напряжения ( $U$ ), но и от оборотов двигателя ( $n$ ):

$$I = (U - (C_e * \Phi * n)) / R$$

$I$  - ток потребляемый коллекторным двигателем.

$U$  - напряжение приложенное к двигателю.

$R$  - сопротивление обмоток ротора (можно измерить омметром).

$C_e$  - конструктивная константа (зависит от двигателя: количества полюсов, витков, зазоров и т.д.).

$\Phi$  - сила магнитного поля статора (для постоянных магнитов, так же константа).

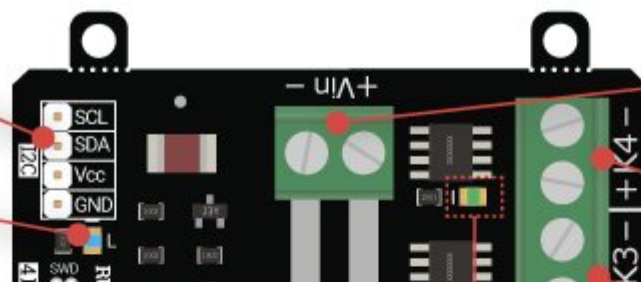
$n$  - обороты ротора двигателя.

Из формулы видно, что при запуске двигателя (пока  $n=0$ ), потребляемый им ток (пусковой ток) может в разы превышать рабочий ток (при  $n>0$ ), который и указывается на двигателе.

Разъём шины  
I<sup>2</sup>C

Индикация  
работы модуля

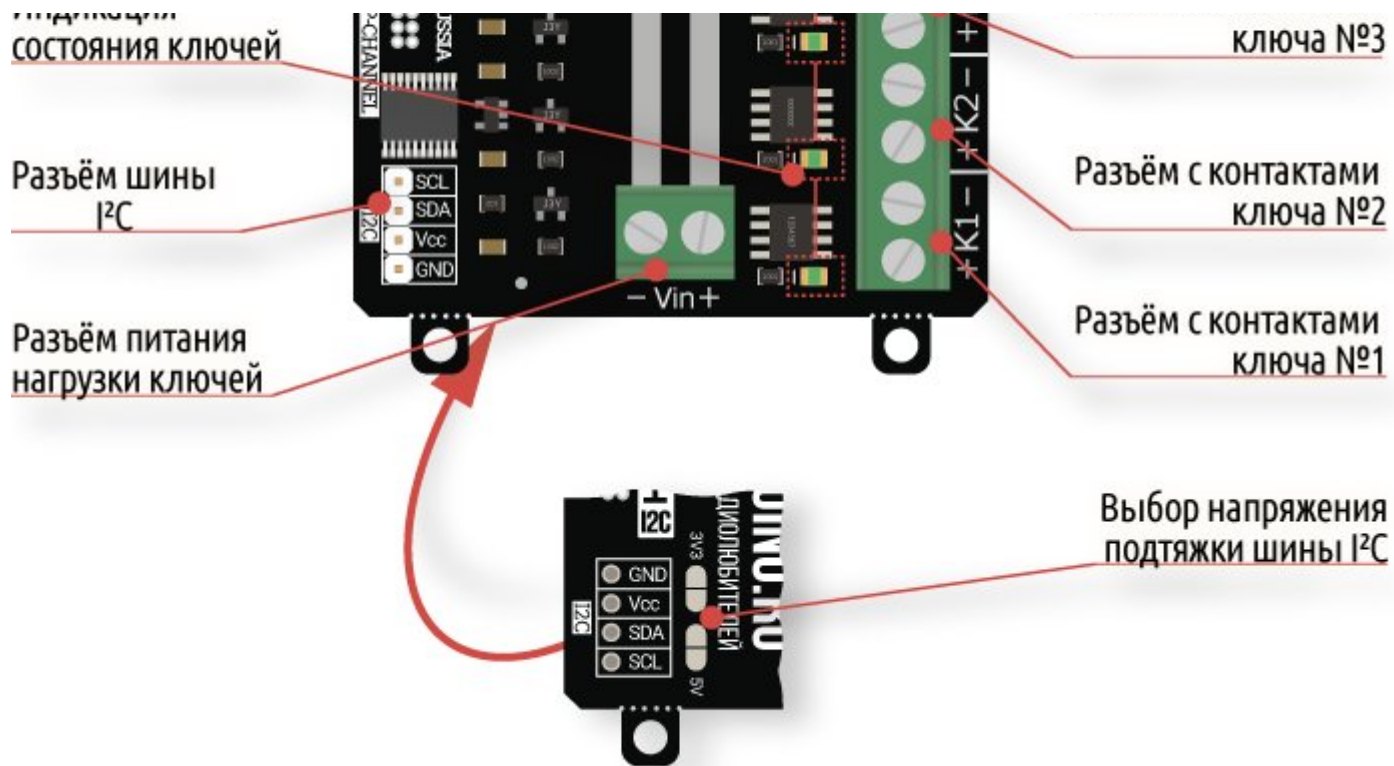
Индикация



Разъём питания  
нагрузки ключей

Разъём с контактами  
ключа №4

Разъём с контактами



## Подключение:

Перед подключением модуля ознакомьтесь с разделом "Смена адреса модуля на шине I2C" в данной статье.

В левой части платы расположены два разъема для подключения модуля к шине I2C. Шина подключается к любому разъему I2C, а второй разъем можно использовать для подключения следующего модуля силовых ключей, или других устройств.

- **SCL** - вход/выход линии тактирования шины I2C.
- **SDA** - вход/выход линии данных шины I2C.
- **Vcc** - вход питания модуля 5В.

- **GND** - общий вывод питания.

По центру платы, сверху и снизу, расположены разъемы **Vin**, для подключения питания коммутируемого на выходы модуля. Один разъем **Vin** рассчитан на постоянный ток не более 10А. Задействовав два разъема можно увеличить входной ток до 20А. Дорожки печатной платы, соединяющие разъемы **Vin**, не изолированы паяльной маской, что позволяет нанести на них слой припоя при работе с большими токами.

- **Vin** - вход питания (до 24В) коммутируемого на выходы модуля. До 10А на один разъем **Vin**.
- Вывод «-**Vin**» разъема **Vin** и вывод **GND** разъема I2C электрически соединены на плате модуля.

В правой части платы расположены четыре разъема: **K1, K2, K3, K4**, это выходы на которые коммутируется напряжение со входа **Vin**. К выходам модуля подключаются устройства которыми Вы желаете управлять. Устройства не должны потреблять более 10А (на каждый выход).

- **K1** - выход №1 для подключения устройства с током потребления до 10А.
- **K2** - выход №2 для подключения устройства с током потребления до 10А.
- **K3** - выход №3 для подключения устройства с током потребления до 10А.
- **K4** - выход №4 для подключения устройства с током потребления до 10А.

## Способ - 1: Используя провода и Piranha UNO

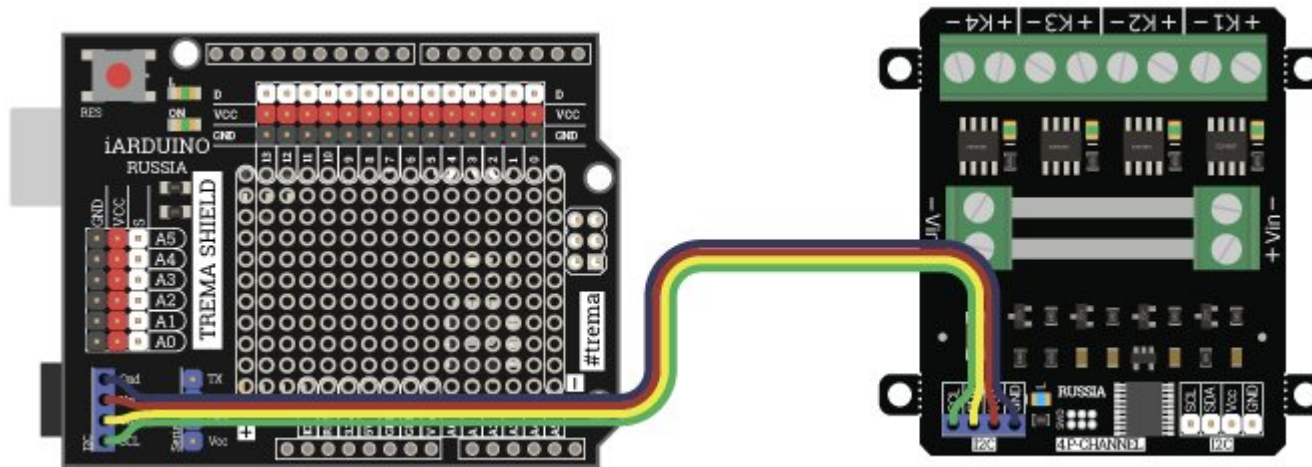
Используя провода «[Папа – Мама](#)», подключаем напрямую к контроллеру [Piranha UNO](#)





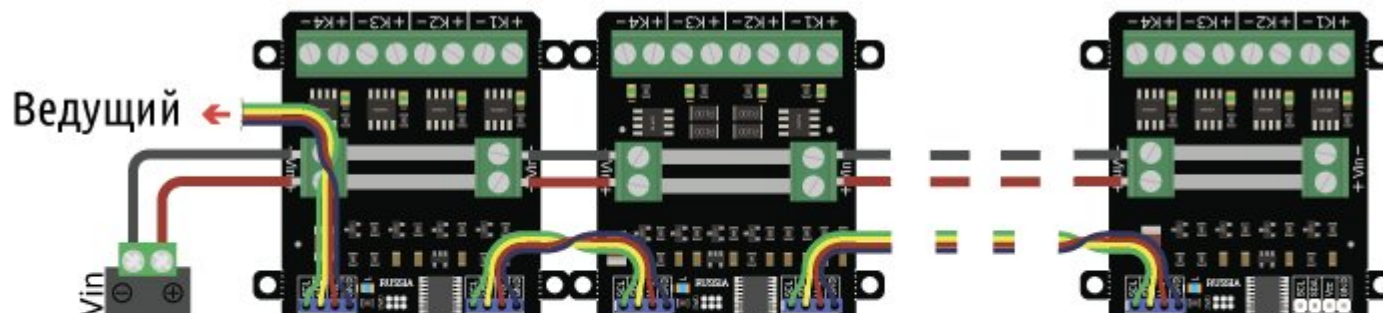
## Способ - 2: Используя проводной шлейф и Trema Shield

Используя 4-х проводной шлейф подключаем к [Trema Shield](#)



## Подключение нескольких модулей:

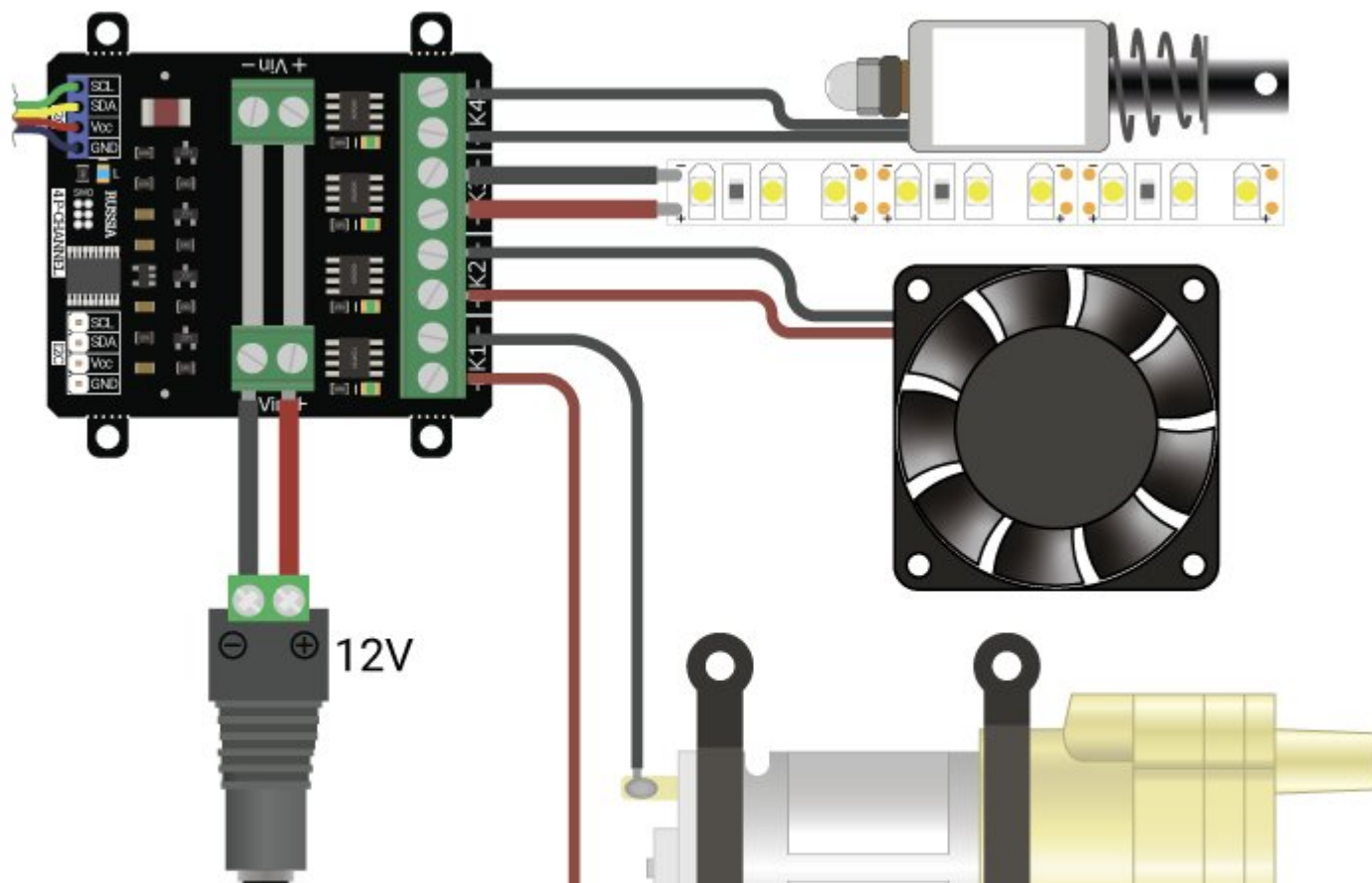
Благодаря разъёмам питания с двух сторон и двум разъёмам I2C модули можно соединять в одну цепь, предварительно назначив разные адреса:

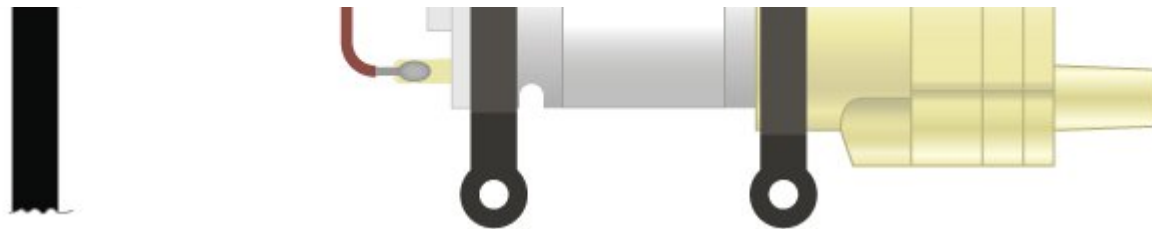




### Подключение нагрузки:

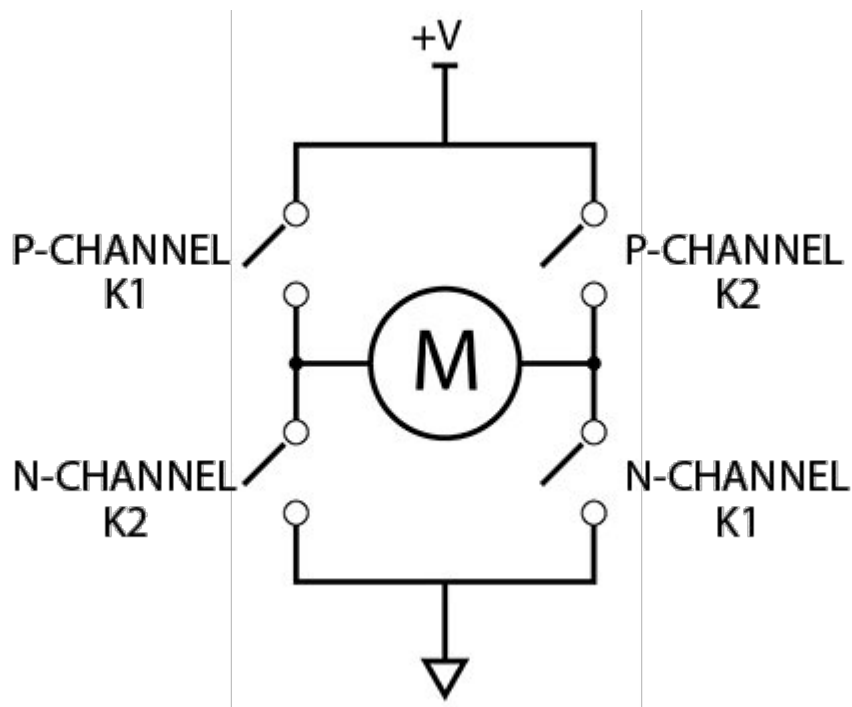
Питание потребителей подключается к разъёму Vin модуля, а сами потребители к разъёмам K1, K2, K3 и K4. Все подключённые потребители должны быть с одинаковыми требованиями к напряжению питания. На рисунке ниже каждый потребитель может быть запитан от 12 вольт:





### Подключение Н-мостом:

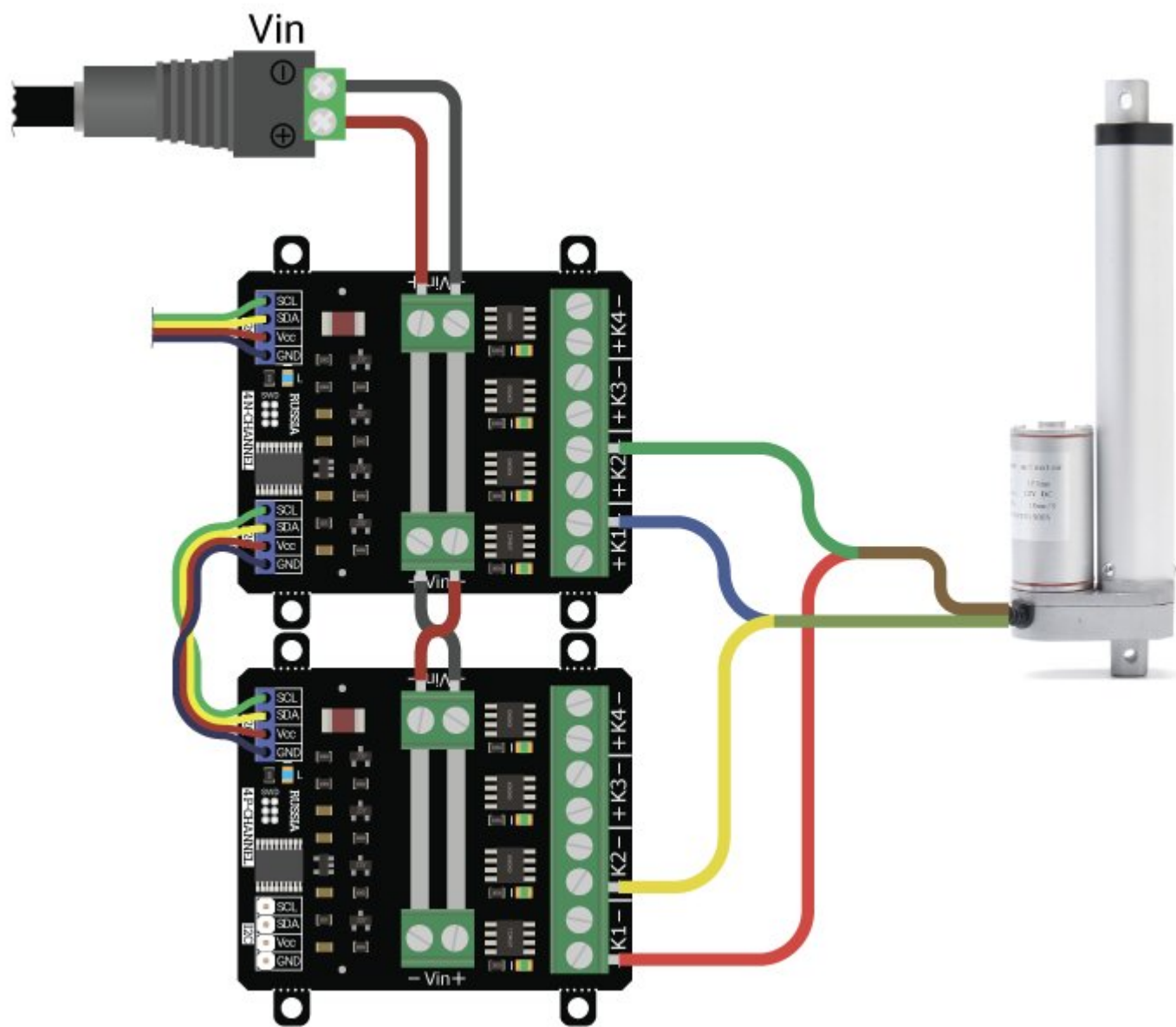
Можно объединить модуль Р-канал и модуль N-канал для управления направлением вращения моторов. При этом ключи Р-канала переключают положительную сторону источника, а N-канала - отрицательную. Таким образом можно менять полярность питания мотора. Для иллюстрационных целей на рисунке ниже ключи изображены как выключатели.



Следует избегать одновременного включения двух ключей с одной стороны - это приведёт к короткому замыканию источника питания. Ниже изображено подключение линейного толкателя к модулям. Каждый вывод мотора толкателя должен быть подключён и к N-каналу и к P-



каналу.



Пример для Arduino:

```
// Подключаем библиотеку для работы с силовыми ключами
#include <iarduino_I2C_Relay.h>

// Создаём объекты библиотеки
iarduino_I2C_Relay fets1(0x09);
iarduino_I2C_Relay fets2(0x0A);

void setup()
{
    // Иницилируем работу с модулями
    fets1.begin();
    fets2.begin();

    // Выключаем все каналы обоих модулей
    fets1.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW);
    fets2.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW);
}

void loop()
{
    // Включаем первые каналы обоих модулей
    fets1.digitalWrite(1, HIGH);
    fets2.digitalWrite(1, HIGH);

    // Ждём десять секунд
    delay(10000);

    // Выключаем все каналы обоих модулей
    fets1.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW);
    fets2.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW);
}
```

```
delay(50);

// Включаем вторые каналы обоих модулей
fets1.digitalWrite(2, HIGH);
fets2.digitalWrite(2, HIGH);

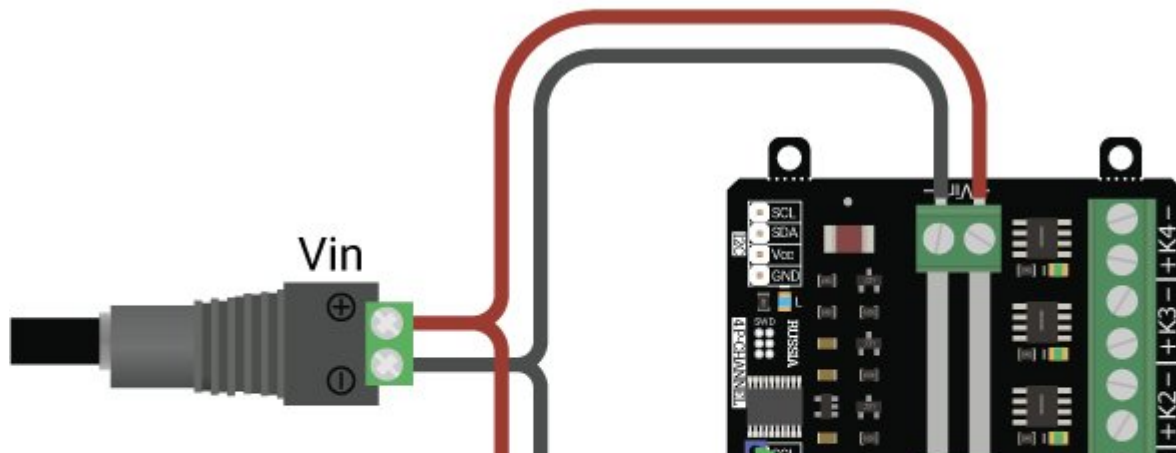
// Ждём десять секунд
delay(10000);

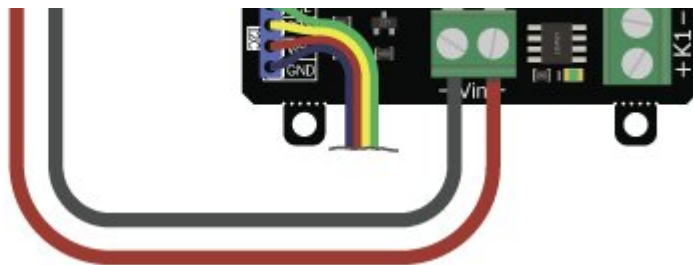
// Выключаем все каналы обоих модулей
fets1.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW);
fets2.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW);

delay(50);
}
```

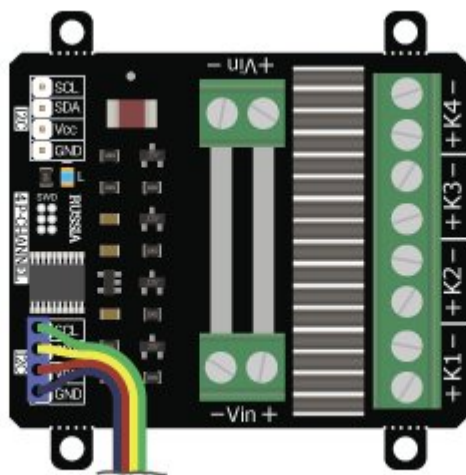
### Подключение при высоких нагрузках:

Для увеличения пропускной способности по току, при больших нагрузках рекомендуется подключение "кольцом". При таком подключении возможен общий входной ток до 20 А.





При нагрузках более 5 ампер на канал рекомендуется установка радиаторов и(или) использование активного охлаждения. Например, можно установить один [радиатор 43x8x10](#) или два [радиатора 22x9x6](#).



## Питание:

Входное напряжение питания логической части модуля, 5В постоянного тока, подаётся на выводы Vcc и GND любого разъёма шины I2C.

Входное напряжение коммутируемое на выходы модуля, до 24 В постоянного тока, подаётся на любой разъём Vin.

Отрицательный вывод разъема Vin и вывод GND разъема I2C электрически соединены на плате модуля.

## Подробнее о модуле:

[Модуль силовых ключей на 4 Р-канала, I2C, Flash](#) построен на базе микроконтроллера STM32F030F4 и снабжен собственным стабилизатором напряжения. У модуля имеются 4 выхода «K1», «K2», «K3», «K4» которые подключены к входу питания «Vin» через полевые Р-канальные MOSFET транзисторы. Закрытие транзисторов приводит к разрыву цепи «+Vin» между входом «Vin» и выходом модуля.

О состоянии транзисторов можно судить по светодиодам расположенным рядом с разъёмами выходов модуля. Если светодиод светится, значит соответствующий транзистор открыт и питание «Vin» поступает на соответствующий выход модуля.

Модуль позволяет:

- Установить / отключить питание «Vin» на любом из выходов.
- Установить сигнал ШИМ на любом из выходов (12 бит).
- Задать частоту ШИМ для всех выходов.

Специально для работы с модулями силовых ключей и реле, нами разработана [библиотека iarduino\\_I2C\\_Relay](#) которая позволяет реализовать все функции модуля.

Подробнее про установку библиотеки читайте в нашей [инструкции](#).

## Смена адреса модуля на шине I2C:

По умолчанию все модули FLASH-I2C имеют установленный адрес 0x09. Если вы планируете подключать более 1 модуля на шину I2C, необходимо изменить адреса модулей таким образом, чтобы каждый из них был уникальным. Более подробно о том, как изменить адрес, а также о многом другом, что касается работы FLASH-I2C модулей, вы можете прочесть в [этой статье](#).

В первой строке скетча необходимо записать в переменную **newAddress** адрес, который будет присвоен модулю. После этого подключите модуль к контроллеру и загрузите скетч. **Адрес может быть от 0x07 до 0x7F.**

```
uint8_t newAddress = 0x09; // Назначаемый модулю адрес (0x07 < адрес < 0x7F).  
//  
#include <Wire.h> // Подключаем библиотеку для работы с аппаратной шиной I
```

```

#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с модулем
iarduino_I2C_Relay relay; // Объявляем объект для работы с функциями и методами би
// Если при объявлении объекта указать адрес, например,
//
void setup(){ //
  Serial.begin(9600); //
  if( relay.begin() ){ // Иницируем работу с модулем.
    Serial.print("На шине I2C найден модуль с адресом 0x"); //
    Serial.print( relay.getAddress(), HEX ); // Выводим текущий адрес модуля.
    Serial.print(" который является силовым ключом\r\n"); //
    if( relay.changeAddress(newAddress) ){ // Меняем адрес модуля на newAddress.
      Serial.print("Адрес модуля изменён на 0x"); //
      Serial.println( relay.getAddress(), HEX ); // Выводим текущий адрес модуля.
    }else{ //
      Serial.println("Адрес модуля изменить не удалось!"); //
    } //
  }else{ //
    Serial.println("модуль не найден!"); //
  } //
} //
//
void loop(){ //

```

## Примеры:

### Поочерёдное включение и выключение каналов модуля:

```

#include <Wire.h> // Подключаем библиотеку для работы с аппаратной шиной I2C.
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
iarduino_I2C_Relay pwrkey(0x09); // Объявляем объект pwrkey для работы с функциями и методами биб
// Если объявить объект без указания адреса (iarduino_I2C_Relay
//
void setup(){ //
  pwrkey.begin(); // Иницируем работу с модулем.

```

```

    pwrkey.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW); // Выключаем все каналы модуля.
} //
//
void loop(){ //
    pwrkey.digitalWrite(1,HIGH); pwrkey.digitalWrite(4,LOW); // Включаем 1 канал и выключаем 4.
    delay(500); // Ждём 500 мс.
    pwrkey.digitalWrite(2,HIGH); pwrkey.digitalWrite(1,LOW); // Включаем 2 канал и выключаем 1.
    delay(500); // Ждём 500 мс.
    pwrkey.digitalWrite(3,HIGH); pwrkey.digitalWrite(2,LOW); // Включаем 3 канал и выключаем 2.
    delay(500); // Ждём 500 мс.
    pwrkey.digitalWrite(4,HIGH); pwrkey.digitalWrite(3,LOW); // Включаем 4 канал и выключаем 3.
    delay(500); // Ждём 500 мс.
} //

```

Данный пример будет поочерёдно включать и выключать каждый канал модуля.

### Чтение логических состояний каналов модуля:

```

#include <Wire.h> // Подключаем библиотеку для работы с аппаратной шиной I2C.
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
iarduino_I2C_Relay pwrkey(0x09); // Объявляем объект pwrkey для работы с функциями и методами биб
// Если объявить объект без указания адреса (iarduino_I2C_Relay
//
void setup(){ //
    Serial.begin(9600); // Иницируем передачу данных в монитор последовательного порта
    pwrkey.begin(); // Иницируем работу с модулем.
//
// Включаем и выключаем каналы модуля: //
    pwrkey.digitalWrite(1, LOW); // Отключаем 1 канал.
    pwrkey.digitalWrite(2, HIGH); // Включаем 2 канал.
    pwrkey.digitalWrite(3, LOW); // Отключаем 3 канал.
    pwrkey.digitalWrite(4, HIGH); // Включаем 4 канал.
// Проверяем состояние каналов модуля в цикле: //
    for(int i=1; i<=4; i++){ Serial.print ("Канал N "); // Проходим по всем каналам модуля.

```

```

        Serial.print (i); // Выводим номер очередного канала.
    if(pwrkey.digitalRead(i)){Serial.println(" включен ");} // Если функция digitalRead() вернула HIGH значит канал включён.
    else {Serial.println(" отключен");} // Если функция digitalRead() вернула LOW значит канал отключён.
} Serial.println("-----"); //
} //
// //
void loop(){ //
// //
// ПРИМЕЧАНИЕ: //
// состояние всех каналов можно получить одним байтом: //
// uint8_t j = pwrkey.digitalRead(ALL_CHANNEL); // 4 младших бита переменной «j» соответствуют состояниям 4 кана

```

Данный пример считывает логическое состояние каждого канала и выводит его в монитор.

## Установка и чтение установленного коэффициента заполнения ШИМ:

```

#include <Wire.h> // Подключаем библиотеку для работы с аппаратной шиной I2C.
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
iarduino_I2C_Relay pwrkey(0x09); // Объявляем объект pwrkey для работы с функциями и методами библиотек.
// Если объявить объект без указания адреса (iarduino_I2C_Relay pwrkey) то будет использован адрес по умолчанию (0x09).

void setup(){ //
    Serial.begin(9600); //
    pwrkey.begin(); // Иницилируем работу с модулем.
    // Устанавливаем ШИМ на каналах модуля: //
    pwrkey.analogWrite(1, 0x0000); // Устанавливаем ШИМ на 1 канале в значение 0x0000 = 0%.
    pwrkey.analogWrite(2, 0x0555); // Устанавливаем ШИМ на 2 канале в значение 0x0555 = 33.3%.
    pwrkey.analogWrite(3, 0x0AAA); // Устанавливаем ШИМ на 3 канале в значение 0x0AAA = 66.6%.
    pwrkey.analogWrite(4, 0x0FFF); // Устанавливаем ШИМ на 4 канале в значение 0x0FFF = 100%.
    // Проверяем состояние каналов модуля в цикле: //
    for(int i=1; i<=4; i++){ // Проходим по всем каналам модуля.
        Serial.print ("ШИМ на канале "); //
        Serial.print (i); // Выводим номер очередного канала.
    }
}

```



```

    Serial.print (" имеет значение 0x"); //
    Serial.println(pwrkey.analogRead(i), HEX); // Выводим значение которое вернула функция analogRead().
} //
} //
void loop(){ //

```

Данный пример выводит коэффициент заполнения ШИМ (от 0 до 4095) установленный на каждом канале модуля.

### Установка ШИМ с плавным изменением коэффициента заполнения:

```

#include <Wire.h> // Подключаем библиотеку для работы с аппаратной шиной I2C.
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
iarduino_I2C_Relay pwrkey(0x09); // Объявляем объект pwrkey для работы с функциями и методами би
// Если объявить объект без указания адреса (iarduino_I2C_Relay
// Определяем начальное аналоговое значение.
double val = 0; // Определяем флаг приращения аналогового значения (0-убывает,
bool flg = 1; // Определяем математическую функцию.
int f(int i){return abs((flg?-1:1)*2047+(flg?1:-1)*i);} //
//
void setup(){ //
    pwrkey.begin(); // Инициуруем работу с модулем.
    pwrkey.analogWrite(ALL_CHANNEL, LOW); // Отключаем все каналы.
} //
//
void loop(){ //
    delay(10); // Чем выше задержка, тем плавнее меняется аналоговый уровень.
    if( flg ){ val+=50; }else{ val-=50; } // Увеличиваем или уменьшаем аналоговое значение.
    if( val<=0 ){ val = 0; flg=1;} // Меняем спад аналогового уровня на рост.
    if( val>=4095 ){ val = 4095; flg=0;} // Меняем рост аналогового уровня на спад.
// Выводим ШИМ на все каналы модуля //
    pwrkey.analogWrite(1, val ); // Устанавливаем на 1 канале модуля ШИМ с уровнем «val».
    pwrkey.analogWrite(2,f((int)val)*(flg?1:-1)+(flg?0:4095)); // Устанавливаем на 2 канале модуля ШИМ с уровнем «val», отстак
    pwrkey.analogWrite(3, 4095 - val ); // Устанавливаем на 3 канале модуля ШИМ с уровнем «val», отстак

```

```
pwrkey.analogWrite(4,f((int)val)*(flg?-1:1)+(flg?4095:0)); // Устанавливаем на 4 канале модуля ШИМ с уровнем «val», опереж  
}
```

В данном примере, на всех каналах модуля, устанавливаются сигналы ШИМ, уровни которых плавно нарастают до максимума и спадают до минимума. Алгоритм работы скетча устроен так, что максимальные и минимальные значения ШИМ следуют друг за другом от канала к каналу (если на 1 канале максимум, то на 3 - минимум, если на 2 канале минимум, то на 4 - максимум).

Если подключить к любому каналу лампочку, то она будет плавно включаться и выключаться, а если подключить мотор, то его скорость будет плавно увеличиваться и уменьшаться.

### Защита от зависаний Arduino и отключения шины I2C:

```
#include <Wire.h> // Подключаем библиотеку для работы с аппаратной шиной I2C  
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми линиями  
iarduino_I2C_Relay pwrkey(0x09); // Объявляем объект pwrkey для работы с функциями и методами библиотеки  
// Если объявить объект без указания адреса (iarduino_I2C_Relay pwrkey); - не работает!  
  
void setup(){  
  Serial.begin(9600); // Инициуем передачу данных в монитор последовательного порта  
  pwrkey.begin(); // Инициуем работу с модулем.  
  pwrkey.enableWDT(5); // Разрешаем работу сторожевого таймера модуля, задаём время в секундах  
  // Отключить работу сторожевого таймера модуля можно в функции loop()  
  //  
  
void loop(){  
  // Переключаем 1 и 2 каналы модуля:  
  pwrkey.digitalWrite(1,HIGH); pwrkey.digitalWrite(2,LOW); delay(500); // Включаем 1 канал, выключаем 2 канал и ждём 500 мс.  
  pwrkey.digitalWrite(2,HIGH); pwrkey.digitalWrite(1,LOW); delay(500); // Включаем 2 канал, выключаем 1 канал и ждём 500 мс.  
  // Сбрасываем (перезапускаем) сторожевой таймер модуля:  
  pwrkey.resetWDT(); // Теперь таймер модуля начнёт заново отсчитывать 5 секунд  
  // Сообщаем, что сработал сторожевой таймер:  
  if( pwrkey.getStateWDT() == false ){ Serial.println("ERROR"); } // Если таймер отключился, значит он досчитал до 0 и отключился!  
  // Если модуль не отвечает (отключилась шина I2C), то отключим сторожевой таймер модуля!  
}
```

При нормальной работе данного примера, в первую половину секунды включён первый канал, а во вторую половину секунды включён второй канал модуля.

Если отключить от модуля вывод SDA или SCL шины I2C, то его каналы перестанут переключаться, но один из каналов останется включённым. Подождав от 4 до 5 секунд, сработает сторожевой таймер модуля и все каналы отключатся. Время ожидания зависит от того, в каком месте выполнения кода был отключён вывод.

Примечание: Время назначенное сторожевому таймеру функцией `enableWDT()` должно быть больше чем время между вызовами функции `resetWDT()`.

### Определение модуля на шине I2C и изменение его адреса:

```
uint8_t i = 0x09; // Назначаемый модулю новый адрес (0x07 < адрес < 0x7F).
#include <Wire.h> // Подключаем библиотеку для работы с аппаратной шиной I2C.
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
iarduino_I2C_Relay pwrkey; // Объявляем объект pwrkey для работы с функциями и методами биб
// Если при объявлении объекта указать адрес, например, pwrkey(0

void setup(){
    Serial.begin(9600); Serial.print( "На шине I2C " );
    // Иницируем работу с модулем: (метод pwrkey.begin(); вернёт true при успехе).
    if( pwrkey.begin() ){ Serial.print( "найден модуль с адресом 0x" );
        Serial.print( pwrkey.getAddress(), HEX );
        Serial.print( ", который является " );

    // Выводим информацию о модуле:
    switch( pwrkey.getModel() ){
        case DEF_MODEL_2RM: Serial.print( "электромеханическим реле на 2-канала" );
        case DEF_MODEL_4RT: Serial.print( "твердотельным реле на 4-канала" );
        case DEF_MODEL_4NC: Serial.print( "силовым ключом на 4 N-канала с измерением тока" );
        case DEF_MODEL_4PC: Serial.print( "силовым ключом на 4 P-канала с измерением тока" );
        case DEF_MODEL_4NP: Serial.print( "силовым ключом на 4 N-канала до 10А" );
        case DEF_MODEL_4PP: Serial.print( "силовым ключом на 4 P-канала до 10А" );
    }
```

```

        default:      Serial.print( "неизвестным силовым ключом или реле"      );
    }                Serial.print( ".\r\n"                                );
// Меняем адрес модуля на «i»: (метод pwrkey.changeAddress(новый адрес); вернёт true при успехе ).
    if(pwrkey.changeAddress(i)){ Serial.print( "Адрес модуля изменён на 0x"      ); // Меняем адрес модуля
        Serial.print( pwrkey.getAddress(), HEX                                ); // Выводим текущий а
        Serial.print( " и сохранён в flash память модуля."                    );
    }else{           Serial.print( "Адрес модуля изменить не удалось!"          ); } // Если метод relay.
}else{             Serial.print( "нет ни силовых ключей, ни реле!"            ); } // Если метод relay.
                  Serial.print( "\r\n"                                       );
}
void loop(){}

```

Для работы этого примера необходимо что бы на шине I2C был только один модуль.

В первой строке скетча определяется переменная «i» с указанием адреса которой будет присвоен модулю (это значение Вы можете изменить на то, которое требуется Вам).

Данный пример определяет тип модуля, его текущий адрес и присваивает модулю новый адрес на шине I2C.

## Описание функций библиотеки:

В данном разделе описаны функции [библиотеки iarduino\\_I2C\\_Relay](#) для работы с модулями силовых ключей без поддержки измерения тока.

Данная библиотека может использовать как аппаратную, так и программную реализацию шины I2C. О том как выбрать тип шины I2C рассказано в статье [Wiki - расширенные возможности библиотек iarduino для шины I2C](#).

## Подключение библиотеки:

- Если адрес модуля известен (в примере используется адрес 0x09):

```
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с модулями силовых ключей.
```

```
iarduino_I2C_Relay pwrkey(0x09); // Создаём объект pwrkey для работы с функциями и методами библиотеки iarduino_I2C_Relay, ук
```

- Если адрес модуля неизвестен (адрес будет найден автоматически):

```
#include <iarduino_I2C_Relay.h> // Подключаем библиотеку для работы с модулями силовых ключей.  
iarduino_I2C_Relay pwrkey; // Создаём объект pwrkey для работы с функциями и методами библиотеки iarduino_I2C_Relay.
```

При создании объекта без указания адреса, на шине должен находиться только один модуль.

## Функция `begin()`;

- Назначение: Инициализация работы с модулем.
- Синтаксис: `begin()`;
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: `bool` - результат инициализации (`true` или `false`).
- Примечание: По результату инициализации можно определить наличие модуля на шине.
- Пример:

```
if( pwrkey.begin() ){ Serial.print( "Модуль найден и инициирован!" ); }  
else { Serial.print( "Модуль не найден на шине I2C" ); }
```

## Функция `reset()`;

- Назначение: Перезагрузка модуля.
- Синтаксис: `reset()`;
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: `bool` - результат перезагрузки (`true` или `false`).
- Пример:

```
if( pwrkey.reset() ){ Serial.print( "Модуль перезагружен" ); }
```

```
else { Serial.print( "Модуль не перезагружен" ); }
```

### Функция `changeAddress()`;

- Назначение: Смена адреса модуля на шине I2C.
- Синтаксис: `changeAddress( АДРЕС );`
- Параметры:
  - `uint8_t АДРЕС` - новый адрес модуля на шине I2C (целое число от 0x08 до 0x7E)
- Возвращаемое значение: `bool` - результат смены адреса (`true` или `false`).
- Примечание: Текущий адрес модуля можно узнать функцией `getAddress()`.
- Пример:

```
if( pwrkey.changeAddress(0x12) ){ Serial.print( "Адрес модуля изменён на 0x12" ); }  
else { Serial.print( "Не удалось изменить адрес" ); }
```

### Функция `getAddress()`;

- Назначение: Запрос текущего адреса модуля на шине I2C.
- Синтаксис: `getAddress()`;
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: `uint8_t АДРЕС` - текущий адрес модуля на шине I2C (от 0x08 до 0x7E)
- Примечание: Функция может понадобиться если адрес модуля не указан при создании объекта, а обнаружен библиотекой.
- Пример:

```
Serial.print( "Адрес модуля на шине I2C = 0x");  
Serial.println( pwrkey.getAddress(), HEX );
```

### Функция `getVersion()`;

- Назначение: Запрос версии прошивки модуля.
- Синтаксис: `getVersion()`;

- Параметры: Нет
- Возвращаемое значение: uint8\_t ВЕРСИЯ - номер версии прошивки от 0 до 255.
- Пример:

```
Serial.print( "Версия прошивки модуля ");  
Serial.println( pwrkey.getVersion(), HEX );
```

## Функция getModel();

- Назначение: Запрос типа модуля.
- Синтаксис: getModel();
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: uint8\_t МОДЕЛЬ - идентификатор модуля от 0 до 255.
- Примечание: По идентификатору можно определить тип модуля (см. пример).
- Пример:

```
switch( pwrkey.getModel() ){  
  case DEF_MODEL_2RM: Serial.print( "электромеханическое реле на 2-канала" ); break;  
  case DEF_MODEL_4RT: Serial.print( "твердотельное реле на 4-канала" ); break;  
  case DEF_MODEL_4NC: Serial.print( "силовой ключ на 4 N-канала с измерением тока" ); break;  
  case DEF_MODEL_4PC: Serial.print( "силовой ключ на 4 P-канала с измерением тока" ); break;  
  case DEF_MODEL_4NP: Serial.print( "силовой ключ на 4 N-канала до 10А" ); break;  
  case DEF_MODEL_4PP: Serial.print( "силовой ключ на 4 P-канала до 10А" ); break;  
  default: Serial.print( "неизвестный модуль" ); break;  
}
```

## Функция digitalWrite();

- Назначение: Установка логического уровня на одном или всех каналах модуля.
- Синтаксис: digitalWrite( КАНАЛ , УРОВЕНЬ );
- Параметры:

- uint8\_t КАНАЛ - номер канала силового ключа, от 1 до 4, или значение ALL\_CHANNEL.
- uint8\_t УРОВЕНЬ - значение HIGH или LOW. Можно указать true или false, 1 или 0.
- Возвращаемое значение: Нет.
- Примечание: Функция включает или отключает канал без использования ШИМ.
- Пример:

```
pwrkey.digitalWrite( ALL_CHANNEL, LOW ); // Отключить все каналы.  
pwrkey.digitalWrite( 2, HIGH );        // Включить второй канал.  
pwrkey.digitalWrite( 3, 1 );          // Включить третий канал.
```

### Функция digitalRead();

- Назначение: Чтение логического уровня на одном канале.
- Синтаксис: digitalRead( КАНАЛ );
- Параметры:
  - uint8\_t КАНАЛ - номер канала силового ключа, значение от 1 до 4.
- Возвращаемое значение: uint8\_t УРОВЕНЬ - значение HIGH или LOW.
- Примечание:
  - Функция возвращает логический уровень установленный функцией digitalWrite().
  - Если на канале установлен не логический уровень, а сигнал ШИМ, то функция вернёт HIGH если коэффициент заполнения выше 50%, иначе, вернёт LOW.
- Пример:

```
Serial.print( "На четвертом канале установлен " );  
if( pwrkey.digitalRead( 4 ) == HIGH ){ Serial.print( "высокий " ); }  
else { Serial.print( "низкий " ); }  
Serial.print( "логический уровень.\r\n" ); }
```

### Функция analogWrite();



- Назначение: Установка сигнала ШИМ с требуемым коэффициентом заполнения.
- Синтаксис: `analogWrite( КАНАЛ , УРОВЕНЬ );`
- Параметры:
  - `uint8_t` КАНАЛ - номер канала силового ключа, от 1 до 4, или значение `ALL_CHANNEL`.
  - `uint16_t` УРОВЕНЬ - коэффициент заполнения ШИМ от 0 до 4095 (12 бит).
- Возвращаемое значение: Нет.
- Примечание:
  - Функция позволяет не просто включить или отключить канал, а включить канал на указанный уровень (мощность), что даёт возможность управлять скоростью вращения моторов, яркостью свечения ламп, светодиодов и т.д
- Пример:

```
pwrkey.analogWrite( 1, 0 ); // Отключить первый канал.
pwrkey.analogWrite( 1, 2047 ); // Включить первый канал на половину мощности.
pwrkey.analogWrite( 1, 4095 ); // Включить первый канал на полную мощность.
```

## Функция `analogRead()`;

- Назначение: Чтение уровня сигнала ШИМ.
- Синтаксис: `analogRead( КАНАЛ );`
- Параметры:
  - `uint8_t` КАНАЛ - номер канала силового ключа, значение от 1 до 4.
- Возвращаемое значение: `uint16_t` УРОВЕНЬ - коэффициент заполнения ШИМ от 0 до 4095.
- Примечание:
  - Функция возвращает уровень ШИМ установленный функцией `analogWrite()`.
  - Если на канале установлен не сигнал ШИМ, а логический уровень, то функция вернёт значение 0 (если установлен LOW) или 4095 (если установлен HIGH).
- Пример:

```
Serial.print( "На четвёртом канале установлен сигнал ШИМ с уровнем ");
Serial.print( pwrkey.analogRead( 4 ) );
```

```
Serial.print( " из 4095.\r\n");
```

## Дополнительные функции библиотеки:

Данные функции не являются основными, но могут быть полезны.

### Функция `freqPWM()`;

- Назначение: Установка частоты ШИМ для всех каналов модуля.
- Синтаксис: `freqPWM( ЧАСТОТА );`
- Параметры:
  - `uint16_t ЧАСТОТА` - значение от 1 до 12000, определяет новую частоту в Гц.
- Возвращаемое значение: Нет.
- Примечание:
  - Частота ШИМ по умолчанию 490 Гц.
  - Функция `analogWrite()` позволяет задавать уровень ШИМ (коэффициент заполнения) не влияя на частоту. Чем выше уровень ШИМ, тем длиннее импульсы и короче спады. А функция `freqPWM()` позволяет изменить частоту ШИМ (период следования импульсов) не влияя на уровень ШИМ.
- Пример:

```
pwrkey.analogWrite( 1, 2047 ); // Включить первый канал на половину мощности.  
pwrkey.freqPWM(1000); // Установить частоту ШИМ в 1000 Гц.  
// ПРИМЕЧАНИЕ: На первом канале по прежнему половина мощности.
```

### Функция `enableWDT()`;

- Назначение: Запуск (разрешение работы) сторожевого таймера модуля.
- Синтаксис: `enableWDT( ВРЕМЯ );`
- Параметры:
  - `uint8_t ВРЕМЯ` - количество секунд от 1 до 254.
- Возвращаемое значение: `bool` - результат запуска сторожевого таймера (`true` или `false`).

- Примечание:
  - После выполнения функции, сторожевой таймер начнёт отсчитывать время, от указанного до 0. Обнуление сторожевого таймера приведёт к перезагрузке модуля и, как следствие, отключению всех его каналов.
  - Если в процессе выполнения скетча, постоянно обращаться к функции `enableWDT()` (или `resetWDT()`, см. ниже), то таймер не сможет досчитать до 0, пока корректно работает скетч и шина I2C.
- Пример:

```
pwrkey.enableWDT( 10 ); // Через 10 секунд модуль перезагрузится.
```

### Функция `disableWDT()`;

- Назначение: Отключение (запрет работы) сторожевого таймера модуля.
- Синтаксис: `disableWDT()`;
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: `bool` - результат отключения сторожевого таймера (`true` или `false`).
- Примечание:
  - Обращение к функции отключает сторожевой таймер без перезагрузки модуля.
- Пример:

```
pwrkey.disableWDT(); // Отключение сторожевого таймера.
```

### Функция `resetWDT()`;

- Назначение: Сброс (перезагрузка) сторожевого таймера.
- Синтаксис: `resetWDT()`;
- Параметры: Нет
- Возвращаемое значение: `bool` - результат перезагрузки сторожевого таймера (`true` или `false`).
- Примечание:
  - Функция сбрасывает время сторожевого таймера в значение которое было определено ранее функцией `enableWDT()`, значит таймер начнёт отсчёт времени заново.

- К функции `resetWDT()` можно обращаться только если сторожевой таймер уже запущен, в противном случае функция `resetWDT()` вернёт `false`.
- Пример:

```
pwrkey.enableWDT( 10 ); // Через 10 секунд модуль перезагрузится;  
delay(9000);           // Ждём 9 секунд.  
pwrkey.resetWDT();     // Модуль перезагрузится не через 1 секунду, а через 10.
```

## Функция `getStateWDT()`;

- Назначение: Чтение состояния сторожевого таймера.
- Синтаксис: `getStateWDT()`;
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: `bool` - выполняется отсчёт времени (`true` или `false`).
- Примечание:
  - Если таймер запущен функцией `enableWDT()` и не отключался функцией `disableWDT()`, а функция `getStateWDT()` вернула `false`, значит таймер досчитал до 0, и перезагрузил модуль.
  - Если модуль не отвечает, например, отключилась шина I2C, то функция `getStateWDT()` так же вернёт `false`.
- Пример:

```
if( pwrkey.getStateWDT() ){ Serial.println( "таймер выполняет отсчёт времени." ); }  
else { Serial.println( "сторожевой таймер отключен." ); }
```