Модуль силовых ключей, 4P канала, FLASH-I2C, подключаем к Raspberry

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 °C.
- Габариты с креплением: 55 x 55 мм.
- Габариты без креплений: 55 x 45 мм.
- Вес: 20 г.

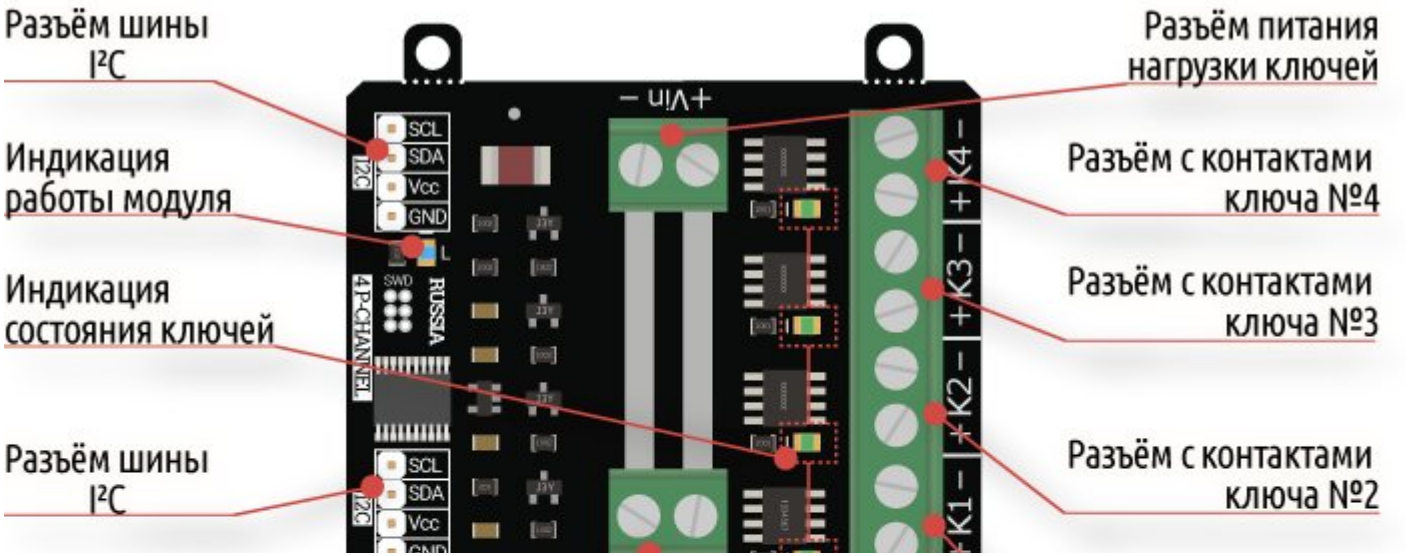
Внимание! Убедитесь что устройства подключённые к модулю не потребляют токи выше указанных в характеристиках модуля. Превышение нагрузкой тока выше коммутируемого (даже кратковременно) приведёт к безвозвратному повреждёнию канала!

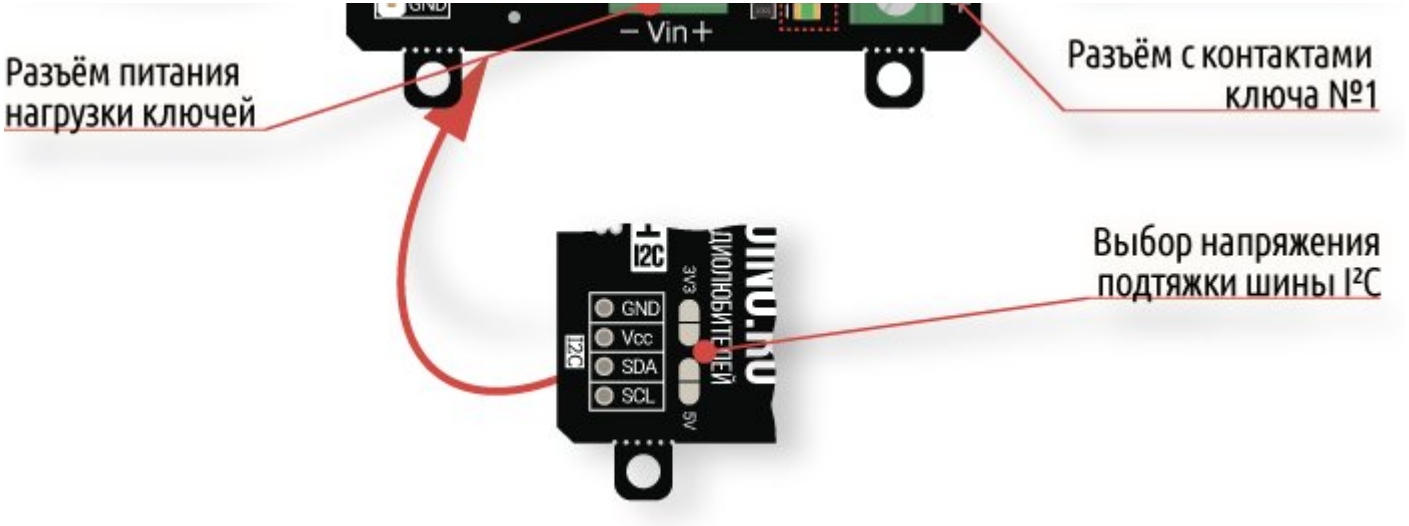
На заметку: Пусковой ток коллекторного двигателя многократно превышает рабочий ток!

Ток потребляемый коллекторным двигателем (двигателем постоянного тока) зависит не только от приложенного к нему напряжения (U), но и от оборотов двигателя (n):
I = (U - (Ce * Ф * n)) / R

I - ток потребляемый коллекторным двигателем.
U - напряжение приложенное к двигателю.
R - сопротивление обмоток ротора (можно измерить омметром).
Ce - конструктивная константа (зависит от двигателя: количества полюсов, витков, зазоров и т.д.).
Ф - 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.





Подключение:

По умолчанию все модули FLASH-I2C имеют установленный адрес 0x09.
— Перед подключением 1 модуля к шине I2C **настоятельно рекомендуется** изменить адрес модуля.
— При подключении 2 и более FLASH-I2C модулей к шине необходимо **в обязательном порядке предварительно изменить адрес каждого модуля**, после чего уже подключать их к шине.
Более подробно о том, как это сделать, а так же о многом другом, что касается работы FLASH-I2C модулей, вы можете прочесть в **этой 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 разъём **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.

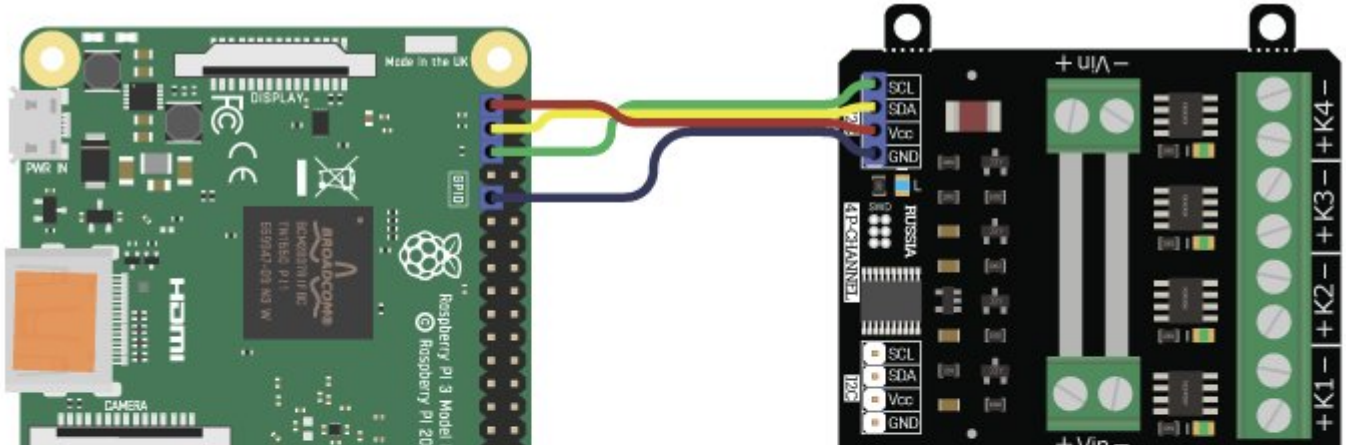
- **Vin** - вход питания (до 24В) коммутируемого на выходы модуля. До 10А на один разъем **Vin**.
- Вывод «**-Vin**» разъема Vin и вывод **GND** разъема I2C электрически соединены на плате модуля.

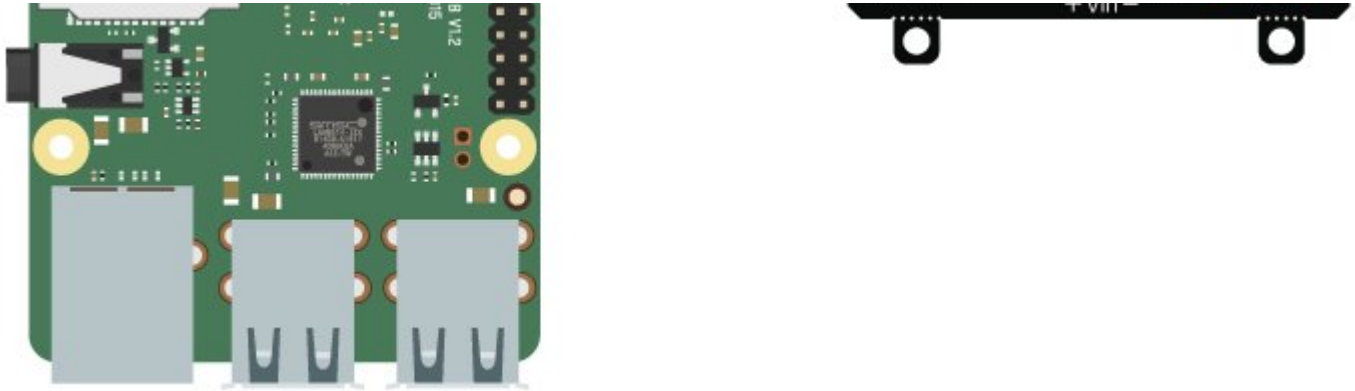
В правой части платы расположены четыре разъема: **K1**, **K2**, **K3**, **K4**, это выходы на которые коммутируется напряжение со входа Vin. К выходам модуля подключаются устройства которыми Вы желаете управлять. Устройства не должны потреблять более 10А (на каждый выход).

- **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.

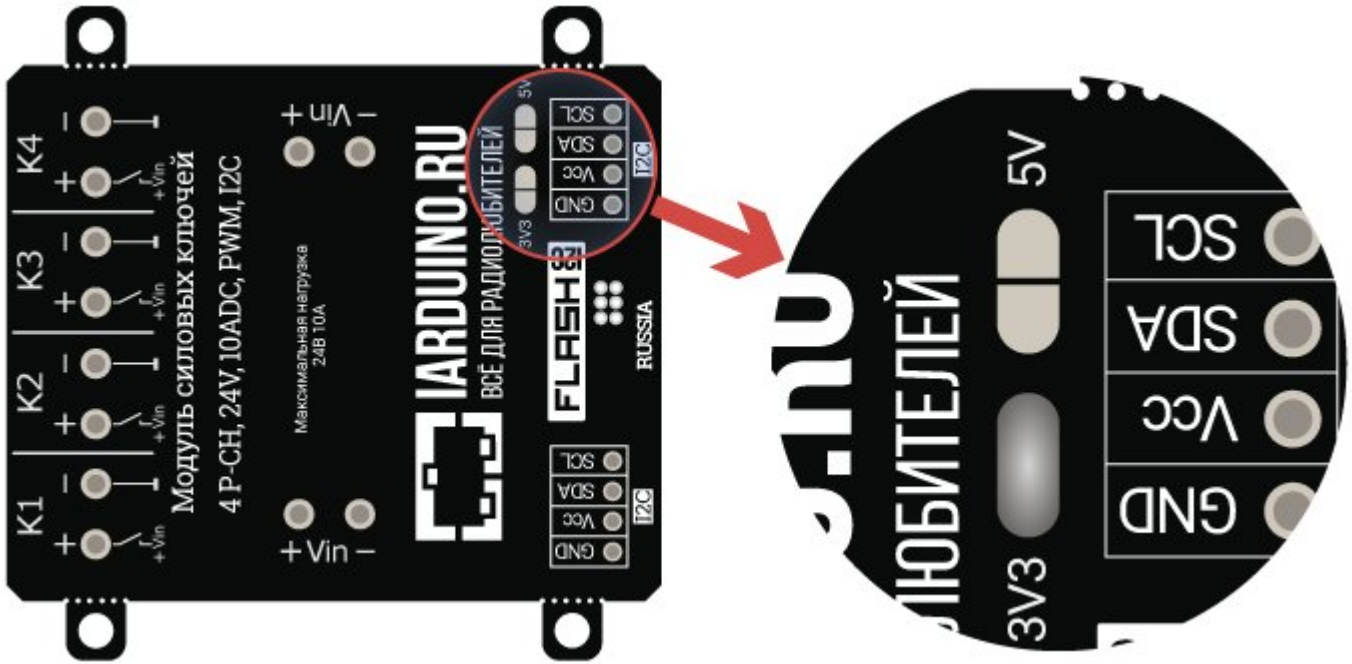
Способ - 1: Используя провода и Raspberry Pi

Используя провода «Папа — Мама», подключаем напрямую к Raspberry PI



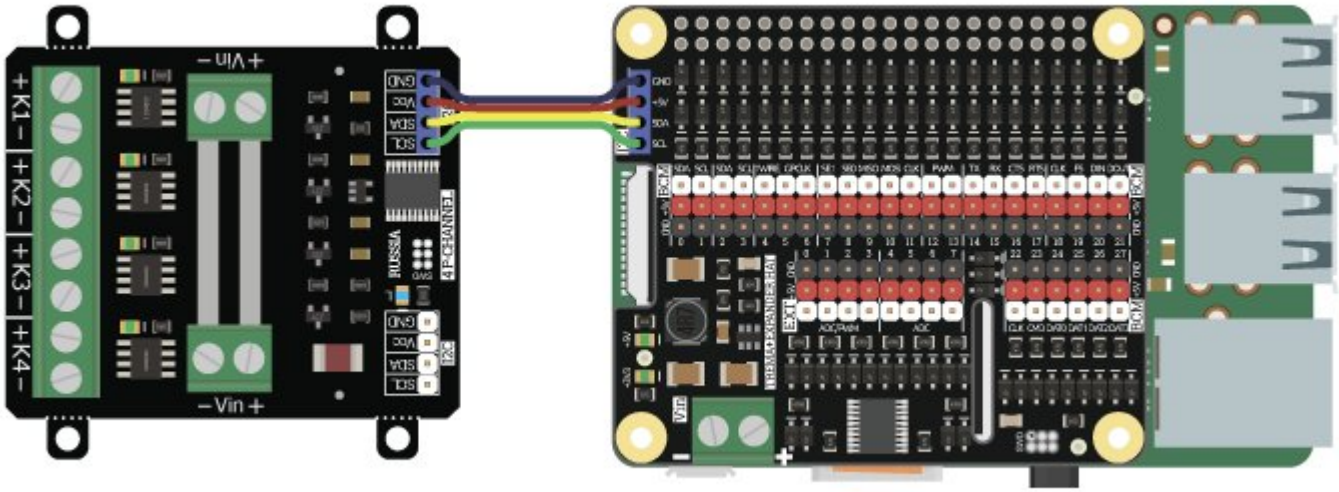


При таком подключении необходимо перепаять джампер выбора подтяжки линий SDA и SCL сзади модуля на 3,3 вольта. Так же, другие устройства на шине I2C должны быть совместимы с этим напряжением и их линии SDA и SCL должны быть либо подтянуты к этому напряжению, либо резисторы на этих линиях должны отсутствовать.



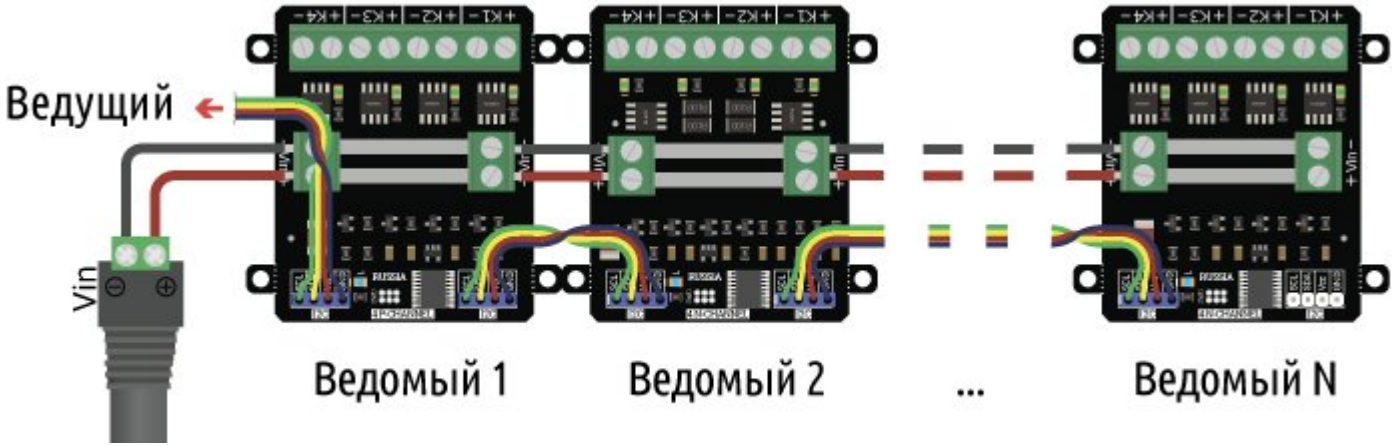
Способ - 2: Используя проводной шлейф и Trema+Expander Hat

Используя 4-х проводной шлейф подключаем к Trema+Expander Hat



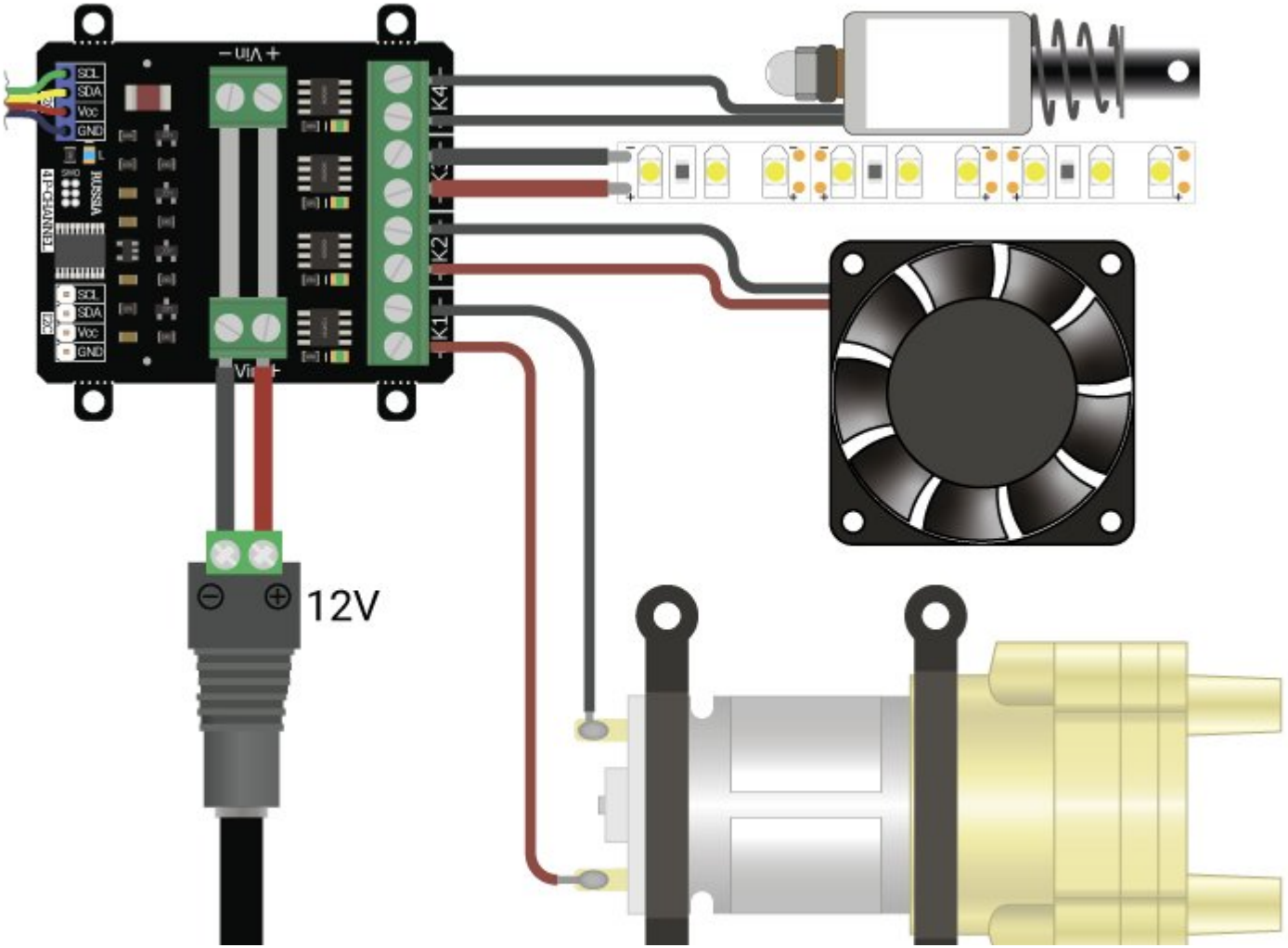
Подключение нескольких модулей:

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



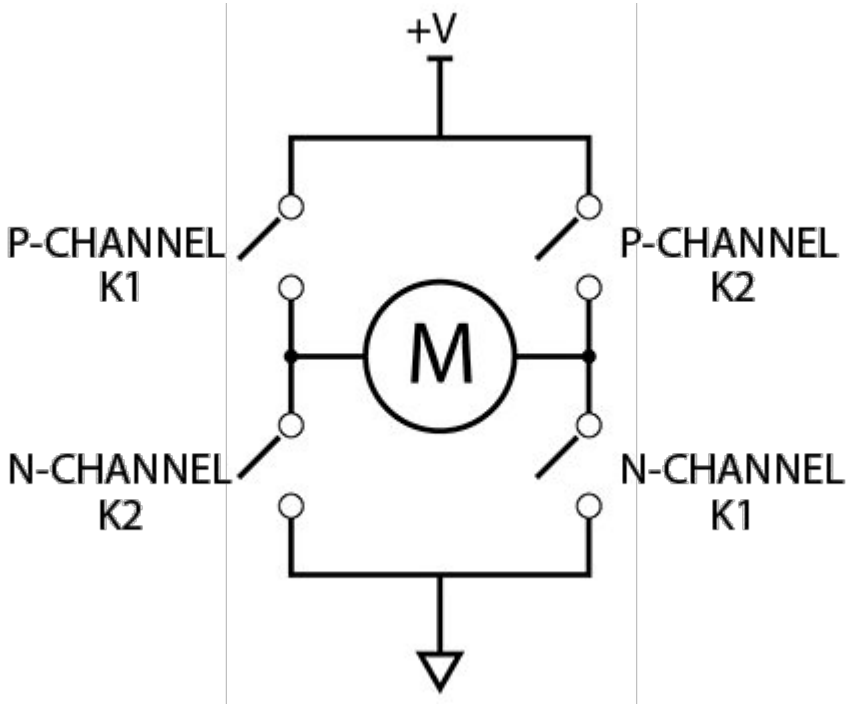
Подключение нагрузки:

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:

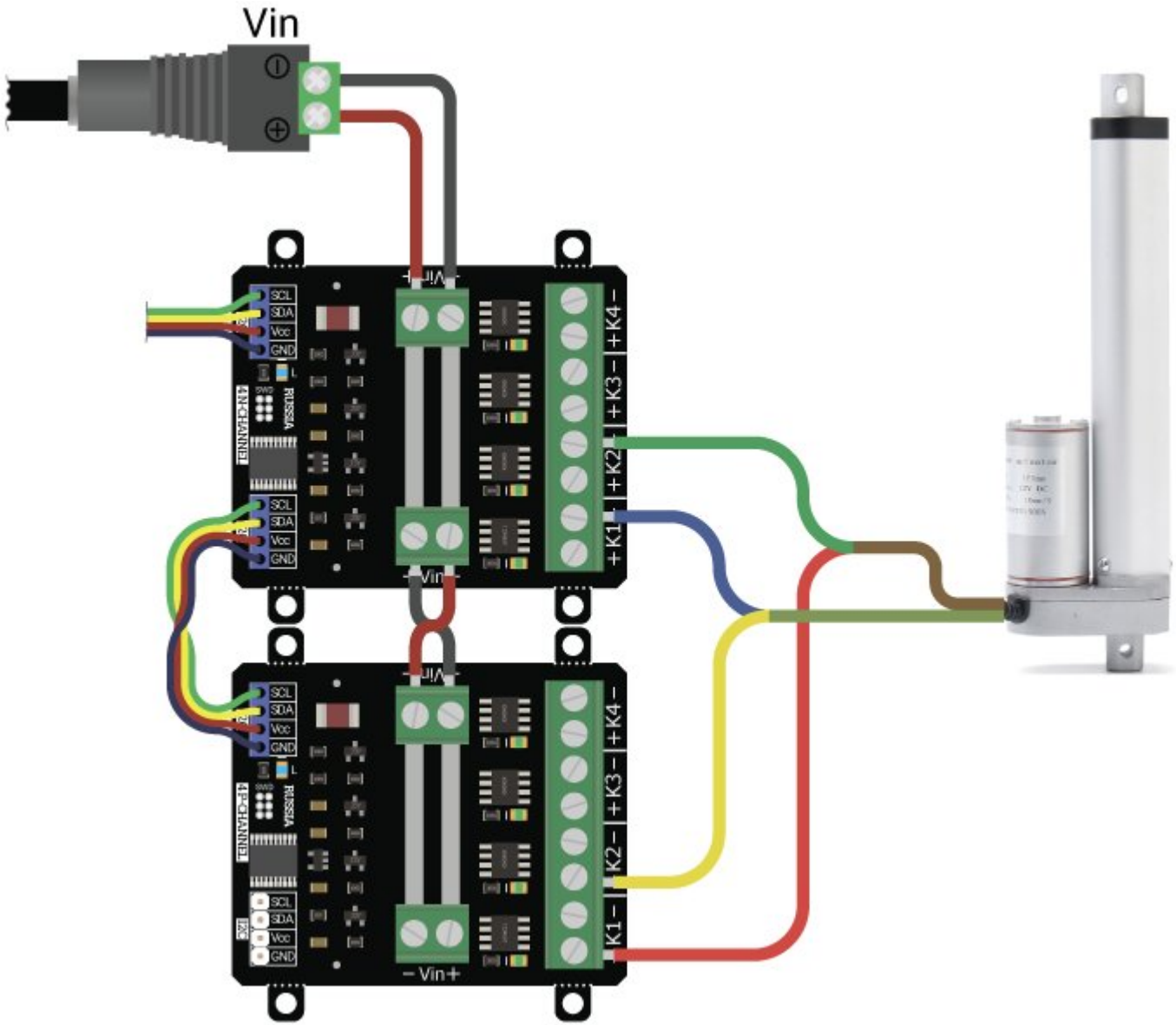


Подключение H-мостом:

Можно объёденить модуль P-канал и модуль N-канал для управления направлением вращения моторов. При этом ключи P-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 включатели.



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 Python:

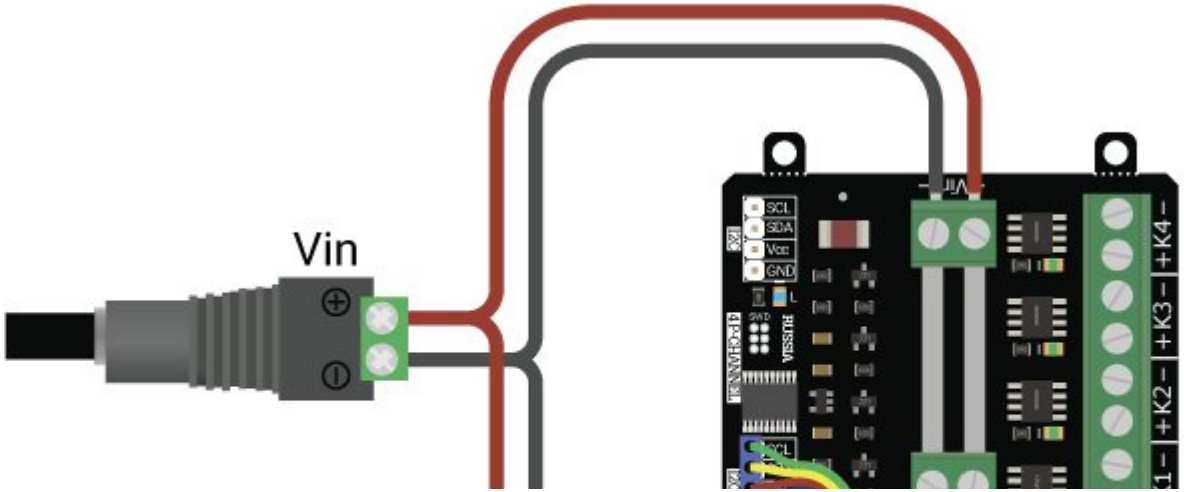
```
# Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
```

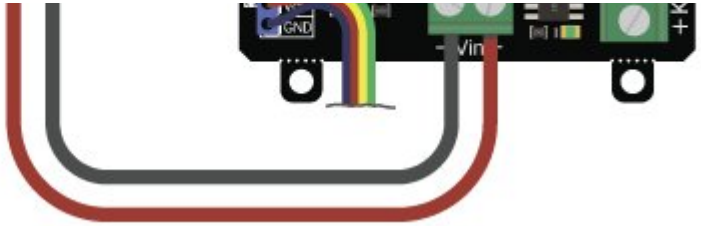
```
from pyiArduinoI2Crelay import *
# Подключаем функцию sleep библиотеки time
from time import sleep

# Создаём объекты fets1 и fets2 для работы с модулями
fets1 = pyiArduinoI2Crelay(0x09);
fets2 = pyiArduinoI2Crelay(0x0A);

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

try:

    # Входим в бесконечный цикл
    while True:

        # Включаем первые каналы обоих модулей
        fets1.digitalWrite(1, HIGH)
        fets2.digitalWrite(1, HIGH)

        # Ждём десять секунд
        sleep(10)

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

        sleep(.05)

        # Включаем вторые каналы обоих модулей
        fets1.digitalWrite(2, HIGH)
        fets2.digitalWrite(2, HIGH)
```

```
        sleep(10)

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

        sleep(.05)

# если сценарий прерван с клавиатуры
except KeyboardInterrupt:

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

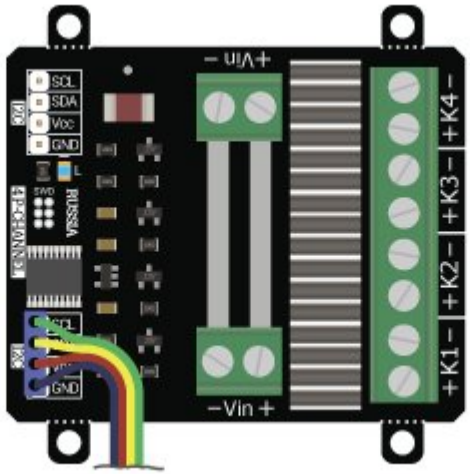
Подключение при высоких нагрузках:

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 P-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 P-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 разработан модуль Python pyiarduinoI2Crelay который позволяет реализовать все функции модуля.

Подробнее про установку модулей Python читайте в нашей инструкции.

Примеры:

Для работы с модулем необходимо включить шину I2C. Ссылка на подробное описание как это сделать.

Для подключения библиотеки необходимо сначала её установить. Сделать это можно в менеджере модулей в Thonny Python IDE (тогда библиотека установится локально для этого IDE) или в терминале Raspberry (тогда библиотека будет системной) командой:

```
sudo pip3 install pyiArduinoI2Crelay
```

Подробнее об установке библиотек можно узнать в этой статье.

Все примеры рассчитаны на версию Python > 3.

Поочерёдное включение и выключение каналов модуля:

```
from pyiArduinoI2Crelay import *        # Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
from time import sleep                  # Подключаем метод sleep библиотеки time
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay(0x09);      # Создаём объект pwrfet для работы с функциями и методами библиотеки Py_iarduino_I2C_R
                                        # Если объявить объект без указания адреса (pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()), то адрес 6
pwrfet.digitalWrite(ALL_CHANNEL,LOW);   # Выключаем все каналы модуля.
while True:                             # Входим в бесконечный цикл
#Включаем и выключаем каналы модуля:    #
  pwrfet.digitalWrite(1,HIGH)           # Включаем 1 канал
  pwrfet.digitalWrite(4,LOW)            # и выключаем 4.
  sleep(.5)                             # Ждём   500 мс.
  pwrfet.digitalWrite(2,HIGH)           # Включаем 2 канал
  pwrfet.digitalWrite(1,LOW)            # и выключаем 1.
  sleep(.5)                             # Ждём   500 мс.
  pwrfet.digitalWrite(3,HIGH)           # Включаем 3 канал
  pwrfet.digitalWrite(2,LOW)            # и выключаем 2.
  sleep(.5)                             # Ждём   500 мс.
  pwrfet.digitalWrite(4,HIGH)           # Включаем 4 канал
  pwrfet.digitalWrite(3,LOW)            # и выключаем 3.
  sleep(.5)                             # Ждём   500 мс.
```

Данный пример будет поочерёдно включать и выключать каждый канал модуля.

Чтение логических состояний каналов модуля:

```
from pyiArduinoI2Crelay import *       # Подключаем библиотеку (модуль) для работы с ключом
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()          # Объявляем объект pwrfet
#   Включаем и выключаем каналы модуля:
```

```
pwrfet.digitalWrite(1, LOW);           # Отключаем 1 канал.
pwrfet.digitalWrite(2, HIGH);          # Включаем  2 канал.
pwrfet.digitalWrite(3, LOW);           # Отключаем 3 канал.
pwrfet.digitalWrite(4, HIGH);          # Включаем  4 канал.

#  Проверяем состояние каналов модуля в цикле:
for i in range(4):                     # Проходим по всем каналам модуля.
    print("Канал № %s" % (i), end='')  # Выводим номер очередного канала.
    if pwrfet.digitalRead(i + 1):      # Если функция digitalRead() вернула True
        print(" включен\t", end='')    # значит канал включён.
    else:                              # Если функция digitalRead() вернула False
        print(" отключен\t", end='')   # значит канал отключён.
print("--------")                      #
```

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

Установка и чтение установленного коэффициента заполнения ШИМ:

```
from pyiArduinoI2Crelay import *   # Подключаем модуль для работы с ключём
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()      # Объявляем объект pwrfet
                                   #
#  Устанавливаем ШИМ на каналах модуля:
                                   #
pwrfet.analogWrite(1, 0x0000)      # Устанавливаем 0% ШИМ на 1 канале
pwrfet.analogWrite(2, 0x0555)      # Устанавливаем 33.3% ШИМ на 2 канале
pwrfet.analogWrite(3, 0x0AAA)      # Устанавливаем 66.6% ШИМ на 3 канале
pwrfet.analogWrite(4, 0x0FFF)      # Устанавливаем 100% ШИМ на 4 канале
                                   #
#  Проверяем состояние каналов модуля в цикле:
                                   #
for i in range(1, 5):              # Проходим по всем каналам модуля.
    print("ШИМ на канале %d" % i,  # Выводим номер очередного канала.
          "имеет значение %#.4x"   # Выводим значение которое вернула
```

```
          % pwrfet.analogRead(i))  # функция analogRead().
```

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

Установка ШИМ с плавным изменением коэффициента заполнения:

```
from math import sin, cos, radians              # Из модуля математических функций импортируем синус, косинус и радианы
from time import sleep                          # Импортируем функцию ожидания
from pyiArduinoI2Crelay import *                # Подключаем модуль для работы с ключём
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay(0x09)               # Объявляем объект pwrfet
                                                # Если объявить объект без указания адреса (pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()), то
val = [0, 0, 0, 0]                              # Определяем начальные аналоговые значение в списке.
channels = (1, 2, 3, 4)                         # Определяем номера каналов в кортеже
                                                #
pwrfet.analogWrite(ALL_CHANNEL, LOW)            # Отключаем все каналы.
print("Меняем сигнал ШИМ"                       #
      " на на всех каналах."                    #
      " Нажмите ctrl+c для"                     #
      " остановки")                             #
                                                #
try:                                            #
    while True:                                 #
        for x in range(1, 360):                 # От 1 до 360 градусов
           sleep(0.001)                         # Чем выше задержка, тем плавнее меняется аналоговый уровень.
           val[0] = cos(                        # Берем косинус угла
                      radians(x * x))           # Преобразуем углы в радианы
           val[1] = sin(                        # Сдвиг на 90 градусов относительно val[0]
                      radians(x * x))           #
           val[2] = -cos(                       # Сдвиг на 180 градусов относительно val[0]
                       radians(x * x))          #
           val[3] = -sin(                       # Сдвиг на 270 градусов относительно val[0]
                       radians(x * x))          #
```

```
            for i, j in zip(channels, val):     # Вызываем функцию zip для итерирования двух контейнеров
                pwm = int(1 - j) * 2047         # Преобразуем интервал от -1 до 1 в интервал от 0 до 4094
                pwrfet.analogWrite(i, pwm)      # Допустимые значения ШИМ - от 0 до 4095.

except KeyboardInterrupt:                       # Если сценарий прерван с клавиатуры (ctrl+c)
    pwrfet.analogWrite(ALL_CHANNEL, LOW)        # Выключаем все каналы
    print()
    print("программа остановлена,"
          " все каналы отключены")
```

В данном примере, на всех каналах модуля, устанавливаются сигналы ШИМ, уровни которых плавно нарастают до максимума и спадают до минимума по формуле sin(x^2). Алгоритм работы сценария устроен так, что максимальные и минимальные значения ШИМ смещены от канала к каналу на 90 градусов (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 с нарастающей скоростью, а если подключить мотор, то его скорость будет плавно увеличиваться и уменьшаться.

Защита от зависаний Arduino и отключения шины I2C:

```
from pyiArduinoI2Crelay import *        # Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
from time import sleep                  # Импортируем функцию ожидания
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay(0x09)       # Объявляем объект pwrfet для работы с функциями и методами библиотеки iarduino_I2C_Re
                                        # Если объявить объект без указания адреса (pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()), то адрес 6
pwrfet.enableWDT(5)                     # Разрешаем работу сторожевого таймера модуля, задав время до перезагрузки 5 сек.
                                        # Отключить работу сторожевого таймера модуля можно функцией disableWDT().
print("Проверка сторожевого таймера"   #
      ", нажмите ctrl+c для выхода")    #
                                        #
while True:                             #
#  Переключаем 1 и 2 каналы модуля:
    pwrfet.digitalWrite(1, HIGH)        # Включаем 1 канал
```

```
    pwrfet.digitalWrite(2, LOW)         # выключаем 2 канал
    sleep(.5)                           # ждём 500 мс.
    pwrfet.digitalWrite(2, HIGH)        # Включаем 2 канал
    pwrfet.digitalWrite(1, LOW)         # выключаем 1 канал
    sleep(.5)                           # ждём 500 мс.
#  Сбрасываем (перезапускаем) сторожевой таймер модуля:
    pwrfet.resetWDT()                   #   Теперь таймер модуля начнёт заново отсчитывать 5 секунд до перезагрузки.
#  Сообщаем, что сработал сторожевой таймер:
    if not pwrfet.getStateWDT():        # Если таймер отключился, значит он досчитал до 0
        print("ERROR")                  # и перезагрузил модуль отключив все его каналы.
                                        # Если модуль не отвечает (отключилась шина I2C), то функция getStateWDT() так же верн
```

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:

```
from pyiArduinoI2Crelay import *            # Подключаем библиотеку для работы с реле и силовыми ключами.
                                            #
i = 0x09                                    # Назначаемый модулю новый адрес (0x07 < адрес < 0x7F).
                                            #
choices = {                                 # Создаём словарь для сравнения методом get()
    DEF_MODEL_2RM:                          #
        "электромеханическим"               #
```

```
        " реле на 2-канала",                    #
    DEF_MODEL_4RT:                              #
        "твердотельным реле на 4-канала",       #
    DEF_MODEL_4NC:                              #
        "силовым ключом на "                    #
        "4 N-канала с измерением тока",         #
    DEF_MODEL_4PC:                              #
        "силовым ключом на 4 P-канала"          #
        " с измерением тока",                   #
    DEF_MODEL_4NP:                              #
        "силовым ключом на "                    #
        "4 N-канала до 10A",                    #
    DEF_MODEL_4PP:                              #
        "силовым ключом на"                     #
        " 4 P-канала до 10A"                    #
}                                               #
                                                #
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()                   # Создаём объект pwrfet для работы
print("На шине I2C ", end='')                   # с функциями и методами библиотеки iarduino_I2C_Relay.
if pwrfet.begin():                              # Инициируем работу с модулем реле или силовыми ключами.
    address = pwrfet.getAddress()               # Если при объявлении объекта указать адрес, например, relay(0xBB),
    model = pwrfet.getModel()                   # то пример будет работать с тем модулем, адрес которого был указан.
    model = choices.get(model,                  # Сравниваем модель модуля с константами, если ни одна
                        "неизвестным силовым"   # не совпала - выводим строку по умолчанию
                        " ключом или реле")     #
                                                #
    print("найден модуль с адресом %s,"        # Выводим текущий адрес модуля.
          " который является %s"                #
          % (address, model))                   #
    if pwrfet.changeAddress(i):                 # Меняем адрес модуля на указанный в переменной i.
        print("Адрес модуля изменён на %s"      # Выводим текущий адрес модуля.
              % (pwrfet.getAddress()))          #
    else:                                       # Если функция changeAddress() вернула false,
```

```
        print("Адрес модуля "                   # значит не удалось сменить адрес модуля.
              "изменить не удалось!")           #
else:                                           # Если функция begin() вернула false,
    print("нет ни силовых ключей, ни реле!")    # значит не удалось найти модуль реле или силовых ключей.
```

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

Сценарий рассчитан на ввод нового адреса из stdin.

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

Описание функций библиотеки:

В данном разделе описаны функции модуля pyiArduinoI2Crelay для работы с силовыми ключами без поддержки измерения тока.

Для подключения библиотеки необходимо сначала её установить. Сделать это можно в менеджере модулей в Thonny Python IDE (тогда библиотека установится локально для этого IDE) или в терминале Raspberry (тогда библиотека будет системной) командой:

```
sudo pip3 install pyiArduinoI2Crelay
```

Подключение библиотеки:

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

```
from pyiArduinoI2Crelay import *    #  Подключаем библиотеку для работы с реле
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()       #  Объявляем объект pwrfet
```

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

```
from pyiArduinoI2Crelay import *    #  Подключаем библиотеку для работы с реле
pwrfet = pyiArduinoI2Crelay()       #  Объявляем объект pwrfet
```

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: результат инициализации (true или false).
- Примечание: Выполняется в конструкторе объекта при его объявлении.
- Пример:

```
if pwrfet.begin():
    print("Модуль найден и инициирован!")
else:
    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 pwrfet.reset():
    print("Модуль перезагружен")
else:
    print("Модуль не перезагружен")
```

Функция changeAddress()

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

```
if pwrfet.changeAddress(0x12)
    print("Адрес модуля изменён на 0x12")
else:
    print("Не удалось изменить адрес")
```

Функция getAddress()

- Назначение: Запрос текущего адреса модуля на шине I2C.
- Синтаксис: getAddress();
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: 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:

```
print("Адрес модуля на шине I2C", end="")
print(hex(pwrfet.getAddress()))
```

Функция getVersion()

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

- Возвращаемое значение: ВЕРСИЯ — номер версии прошивки от 0 до 255.
- Пример:

```
print("Версия прошивки модуля")
print(hex(pwrfet.getVersion()))
```

Функция getModel()

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

```
model = pwrfet.getModel()                                  #  Записываем модель
if model == DEF_MODEL_2RM:                                 #  Сравниваем с константами
    model = "электромеханическим реле на 2-канала"         #  и записываем в ту же переменную
elif model == DEF_MODEL_4RT:                               #
    model = "твердотельным реле на 4-канала"               #
elif model == DEF_MODEL_4NC:                               #
    model = "силовым ключом на 4 N-канала с измерением тока"  #
elif model == DEF_MODEL_4PC:                               #
    model = "силовым ключом на 4 P-канала с измерением тока"  #
elif model == DEF_MODEL_4NP:                               #
    model = "силовым ключом на 4 n-канала до 10a"          #
elif model == DEF_MODEL_4PP:                               #
    model = "силовым ключом на 4 P-канала до 10A"          #
else:                                                      #
    model = "неизвестным силовым ключом или реле"          #
```

Функция digitalWrite()

- Назначение: Установка логического уровня на одном или всех каналах модуля.
- Синтаксис: digitalWrite(КАНАЛ , УРОВЕНЬ)
- Параметры:
  - КАНАЛ - номер канала силового ключа, от 1 до 4, или значение ALL_CHANNEL.
  - 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:

```
pwrfet.digitalWrite(ALL_CHANNEL, LOW)  # Отключить все каналы.
pwrfet.digitalWrite(2, HIGH)           # Включить второй канал.
pwrfet.digitalWrite(3, 1)              # Включить третий канал.
```

Функция digitalRead()

- Назначение: Чтение логического уровня на одном канале.
- Синтаксис: digitalRead(КАНАЛ);
- Параметры:
  - КАНАЛ - номер канала силового ключа, значение от 1 до 4.
- Возвращаемое значение: 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:

```
print( "На четвёртом канале установлен ")
if pwrkey.digitalRead(4) == HIGH:
```

```
    print("высокий ")
else:
    print("низкий")
print( "логический уровень.")
```

Функция analogWrite()

- Назначение: Установка сигнала ШИМ с требуемым коэффициентом заполнения.
- Синтаксис: analogWrite(КАНАЛ , УРОВЕНЬ)
- Параметры:
  - КАНАЛ - номер канала силового ключа, от 1 до 4, или значение ALL_CHANNEL.
  - 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:

```
pwrfet.analogWrite(1, 0   ) # Отключить первый канал.
pwrfet.analogWrite(1, 2047) # Включить  первый канал на половину мощности.
pwrfet.analogWrite(1, 4095) # Включить  первый канал на полную   мощность.
```

Функция analogRead()

- Назначение: Чтение уровня сигнала ШИМ.
- Синтаксис: analogRead(КАНАЛ)
- Параметры:
  - КАНАЛ - номер канала силового ключа, значение от 1 до 4.
- Возвращаемое значение: 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:

```
print( "На четвёртом канале установлен сигнал ШИМ с уровнем ");
print(pwrfet.analogRead(4));
print(" из 4095.");
```

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:

```
pwrfet.analogWrite(1, 2047) # Включить первый канал на половину мощности.
pwrfet.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:
  - ВРЕМЯ - количество секунд от 1 до 254.
- Возвращаемое значение: 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:

```
pwrfet.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:

```
pwrfet.disableWDT() # Отключение сторожевого таймера.
```

Функция resetWDT()

- Назначение: Сброс (перезагрузка) сторожевого таймера.

- Синтаксис: resetWDT();
- Параметры: Нет
- Возвращаемое значение: 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:

```
pwrfet.enableWDT(10) # Через 10 секунд модуль перезагрузится;
sleep(9);            # Ждём 9 секунд.
pwrfet.resetWDT();   # Модуль перезагрузится не через 1 секунду, а через 10.
```

Функция getStateWDT()

- Назначение: Чтение состояния сторожевого таймера.
- Синтаксис: getStateWDT();
- Параметры: Нет.
- Возвращаемое значение: 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 pwrfet.getStateWDT():
    print("таймер выполняет отсчёт времени.")
else:
    print("сторожевой таймер отключен.")
```