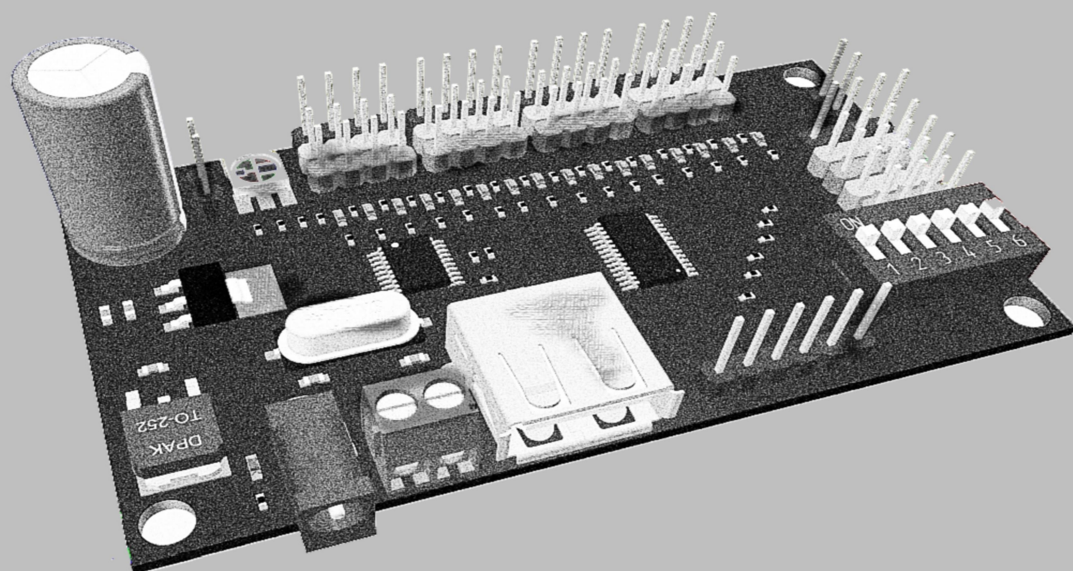




Robointellect Controller 001

Руководство пользователя

Оглавление

Назначение	2
Подключение.....	3
RGB светодиод	4
Подключение датчика тока	4
Светодиодная индикация	4
Варианты схем включения.....	5
Описание функционала	7
Выдача ШИМ.....	7
Установка частоты ШИМ	8
Установка адреса	8
Программный сброс	8
Протокол I2C	9
Регистры.....	11
Установка драйвера.....	16
Конструкция	17
История изменений.....	18

Назначение

Robointellect Controller 001 (далее модуль RI-PWM1) объединяет в себе три изделия:



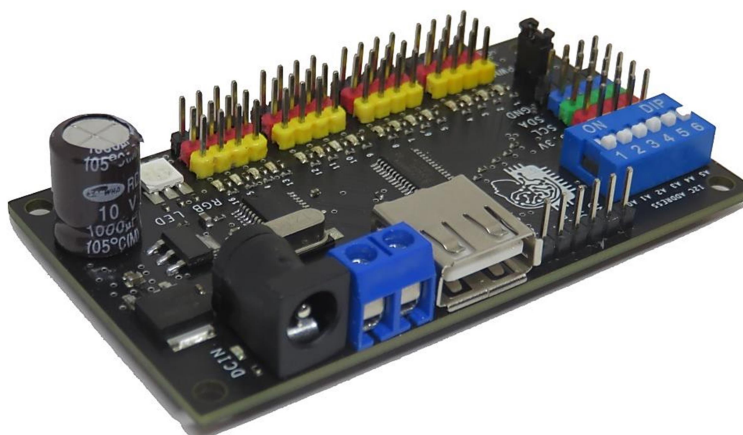
16-канальный 12-битный ШИМ-контроллер на основе микросхемы PCA9685



USB-I2C конвертер на основе микросхемы CH341T



модуль RGB светодиода



модуль RI-PWM1

Устройство позволяет выполнить задачи автоматизации, в которых требуются выдача дискретных или ШИМ сигналов. Модуль имеет следующие характеристики:

- количество дискретных выходов/ШИМ каналов..... 16
- количество портов I2C для подключения сторонних устройств..... 5
- интерфейс управления..... USB, I2C
- напряжение питания..... 5 В
- светодиодная индикация работы каналов..... есть
- наличие RGB светодиода..... есть

Модуль может использоваться для управления светодиодами, сервоприводами, шаговыми двигателями, в качестве расширителя дискретных выходов.

Подключение

Схема подключения модуля RI-PWM1 показана на рисунке 1.

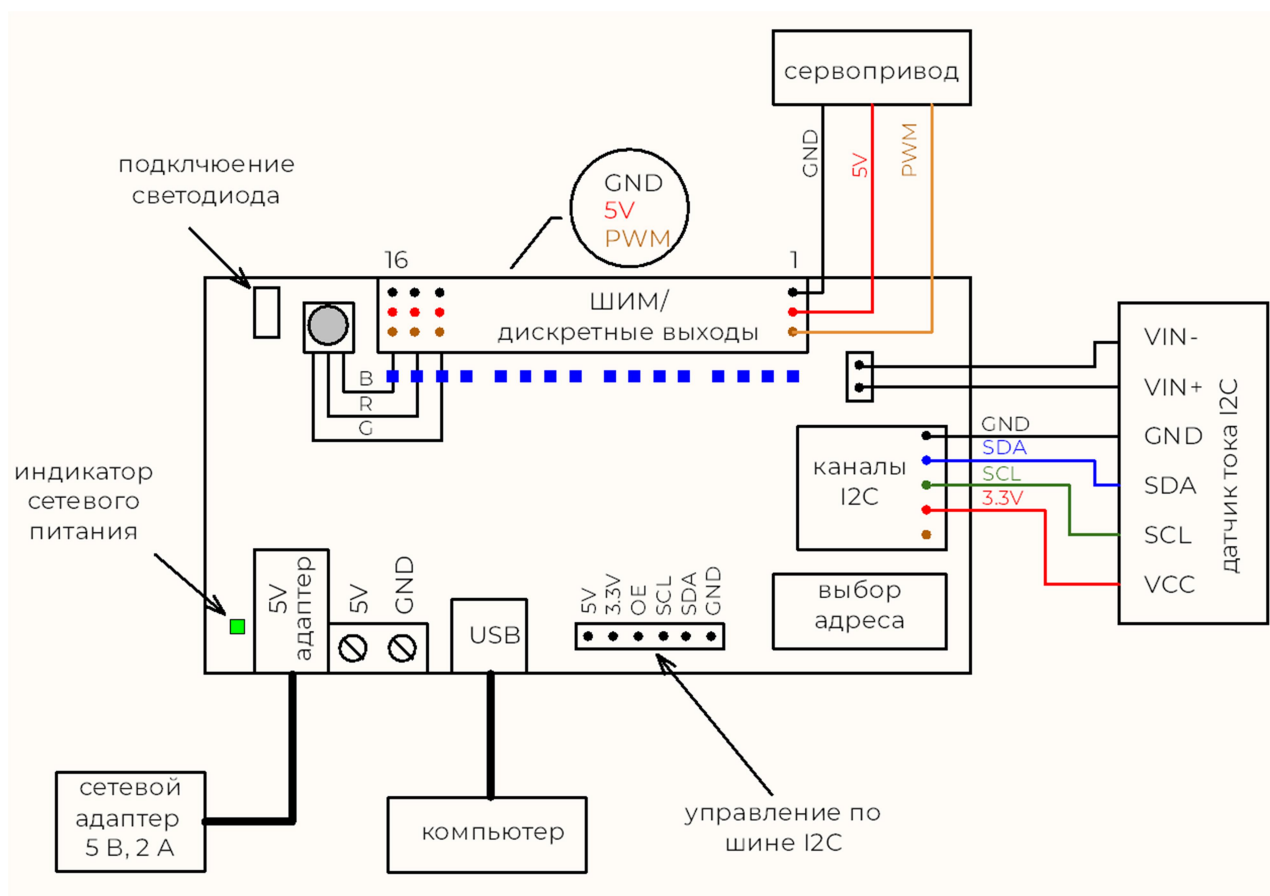


Рисунок 1 - Схема расположения интерфейсов модуля RI-PWM1

Характеристики сигналов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сигналы модуля RI-PWM1

Сигнал	Описание
5V	Подача напряжения 5 В через адаптер питания или клеммную колодку. Максимальное потребление зависит подключенных к каналам устройств, не должно превышать 2 А
3.3V	Напряжение 3.3 В от внутреннего стабилизатора напряжения, максимально допустимая нагрузка не должна превышать 100 мА
PWM	Канал для выдачи дискретных/ШИМ сигналов. Нагрузочная способность до 25 мА на канал в режиме открытого стока или до 10 мА в режиме дискретного выхода. Суммарная мощность не должна превышать 400 мВт.
SDA SCL	Линия данных и такта интерфейса I2C

RGB светодиод

Для включения RGB светодиода необходимо установить перемычку «ON/OFF RGB LED», расположенную в верхней правой части платы (см. рисунок 1). Светодиод подключается к каналам 14 - 16 в следующей последовательности:

- зеленый – канал 14;
- красный – канал 15;
- синий – канал 16.

Подключение датчика тока

Модуль RI-PWM1 имеет возможность подключить внешний датчик тока INA219 для контроля потребления по каналам 1 – 16. Для этого необходимо снять перемычку «SHUNT», расположенную в верхней левой части платы (см. рисунок 1) и подключить датчик тока в разрыв цепи. В качестве датчика тока может служить модуль на основе микросхемы INA219.

Светодиодная индикация

Каждый канал модуля RI-PWM1 имеет светодиод индикации состояния. Светодиод включается при работе выбранного канала. Светодиоды расположены около соответствующих каналов соединителей. При подключении сетевого адаптера 5 В, на устройстве включается индикатор сетевого питания (см. рисунок 1).

Варианты схем включения

На рисунках 2 и 3 представлены варианты схем включения модуля RI-PWM1.

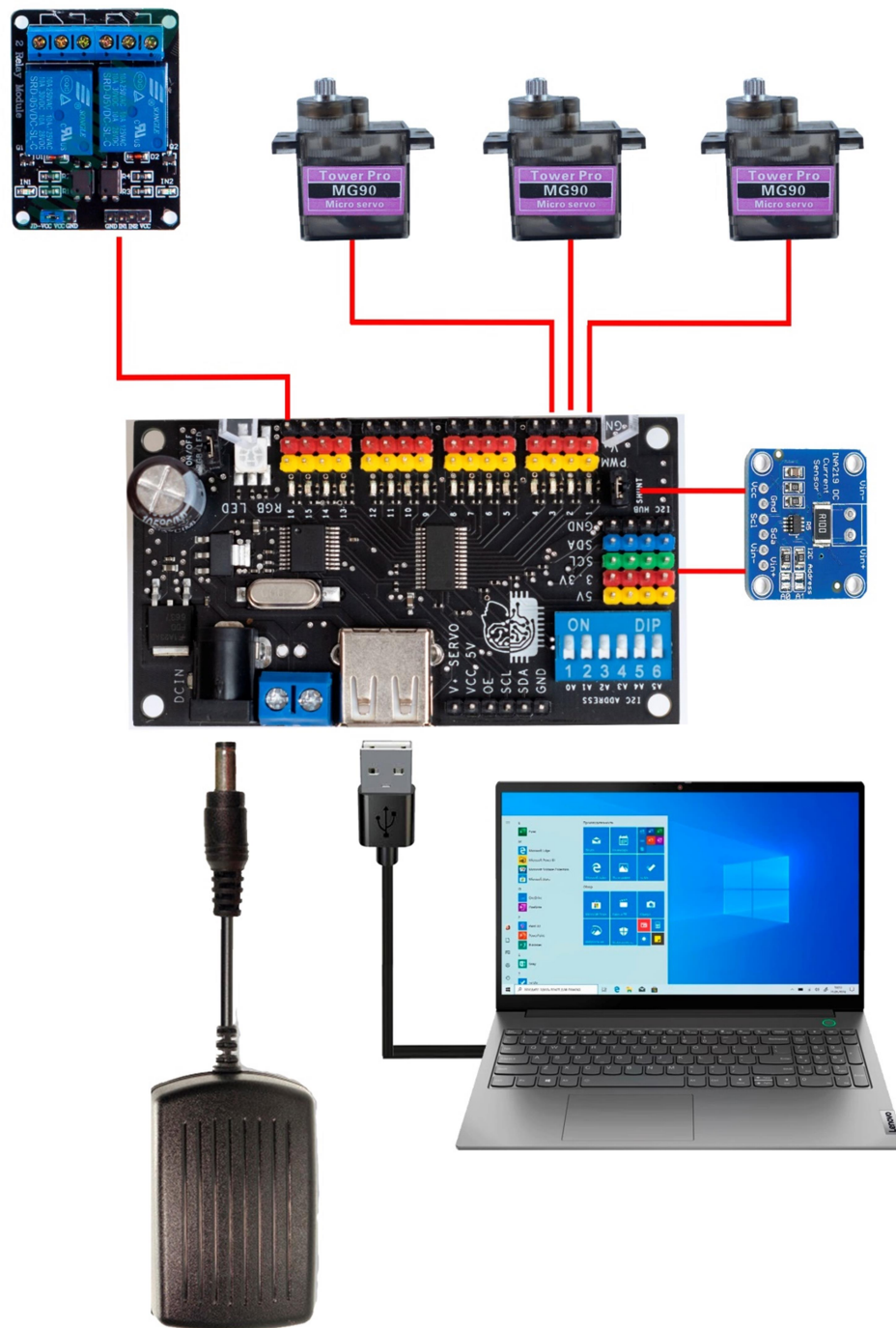


Рисунок 2 – Управление модулем при помощи компьютера

Три сервопривода MG90 подключены к 1 – 3 каналам модуля. Управление сервоприводами осуществляется при помощи компьютера. Датчик тока INA219 позволяет проверять токопотребление. Силовое реле, подключенное к каналу 16, коммутирует силовую нагрузку.

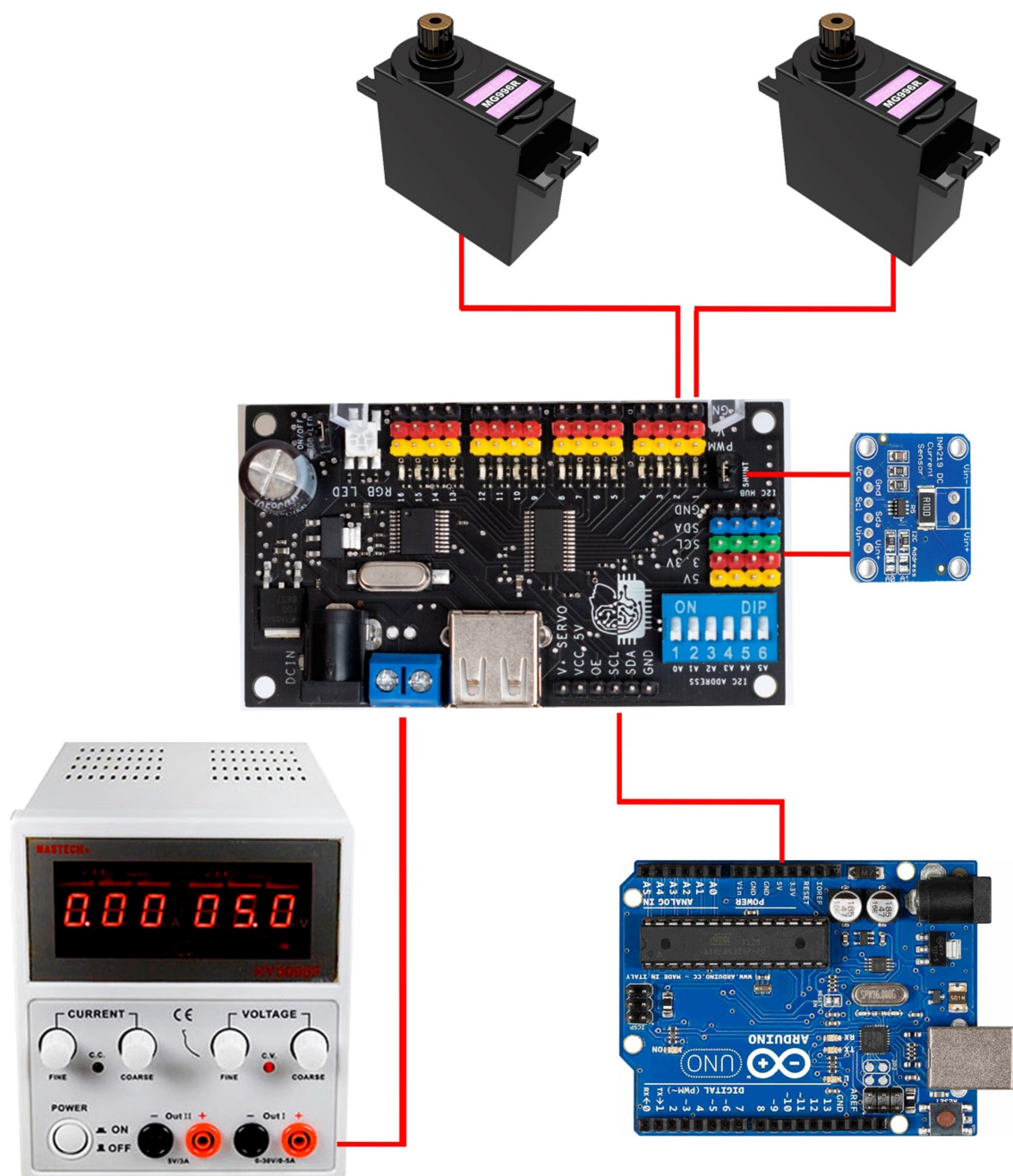


Рисунок 3 - Управление модулем при помощи Arduino

Сервоприводы подключены к каналам 1 и 2. Датчик тока INA219 позволяет проверять токопотребление. Модуль запитан от лабораторного блока питания с выходным напряжением 5 В. Работу сервоприводов контролирует плата Arduino UNO, подключенная к интерфейсу I2C.

Описание функционала

Конфигурирование модуля RI-PWM1 осуществляется при помощи набора регистров (см. раздел «Регистры»). Обращаться к регистрам можно либо при помощи преобразователя USB-I2C, установленного на плате, либо напрямую при помощи внешнего контроллера. В первом случае необходимо воспользоваться драйвером, предоставляющим программный интерфейс. Во втором случае используется стандартный формат обмена протокола I2C. Установленная на модуле микросхема PCA9685 задает его функциональные возможности.

Выдача ШИМ

Выдача ШИМ сигнала на любом из каналов задается при помощи двух регистров времени: LEDX_ON и LEDX_OFF (где X - номер канала). Регистры времени задают две метки, которые устанавливаются внутри периода ШИМ сигнала. Каждый период разделен на 4096 значений. Диаграмма сформированного сигнала показана на рисунке 4 (LEDx_ON = 819, LEDx_OFF = 1228).

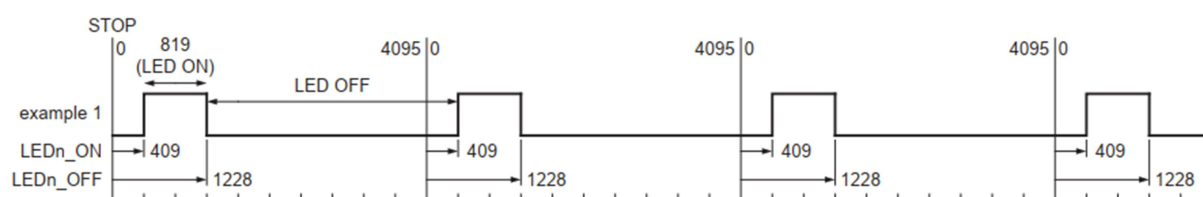


Рисунок 4 - ШИМ сигнал при LEDX_ON < LEDX_OFF

Значение LEDX_ON может быть больше значения LEDX_OFF. В этом случае будет сформирован сигнал, представленный на рисунке 5.

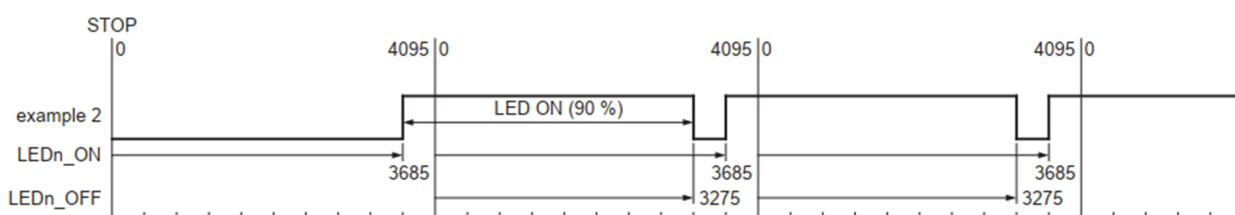


Рисунок 5 – ШИМ сигнал при LEDX_ON > LEDX_OFF

Установка частоты ШИМ

Установка частоты ШИМ сигнала выполняется при помощи коэффициента деления, записанного в регистр PRE_SCALE. Для расчета используется соотношение 1:

$$F_{PWM} = \frac{F_{osc}}{4096 \cdot (PRE_SCALE + 1)} = \frac{12000000}{4096 \cdot (PRE_SCALE + 1)} \quad (1)$$

где:

FOSC – тактовая частота микросхемы PCA9685 (12 МГц);

PRE_SCALE – значение, записанное в регистр предделителя.

Из соотношения 1 получаем формулу для расчета значения регистра PRE_SCALE на основе желаемой частоты ШИМ сигнала:

$$PRE_SCALE = \frac{12000000}{F_{PWM} \cdot 4096} - 1 \quad (2)$$

Установка адреса

Основной адрес чипа является 7-ми битным числом от 64 до 127. Старший бит адреса всегда равен единицы, биты 0...5 задаются движковым переключателем «I2C ADDRESS». Адрес предназначен для выбора устройства на шине I2C.

Модуль может иметь до 3-х дополнительных адресов, которые записываются в старшие 7 бит регистров SUBADR1, SUBADR2, SUBADR3. Дополнительные адреса действуют как основной, но могут совпадать у нескольких групп чипов на одной шине, что дает возможность передавать команды сразу группе ведомых устройств. Работа с дополнительными адресами разрешена при установке флагов SUB1, SUB2, SUB3.

Дополнительно имеется широковещательный адрес, который записывается в старшие 7 бит регистра ALLCALLADR. Адрес действует по аналогии с дополнительными адресами, но предназначен для всех чипов на шине. Работа широковещательного адреса разрешена при установке флага ALLCALL.

Программный сброс

Устройство поддерживает команду программного сброса. Программный сброс выполняется подачей команды «SWRST Call» по шине I2C. Для программного сброса необходимо установить признак записи и сформировать посылку в формате:

адрес устройства → адрес 0x00 → данные 0x06

Протокол I2C

Обращение к регистрам осуществляется при помощи стандартного протокола I2C. Далее представлено описание протокола, используются следующие обозначения:

S – признак начала обмена (START condition);

R/nW – признак чтения или записи (read/write);

A0...A5 – адрес ведомого устройства (slave address);

D0...D7 – данные (data);

A – признак подтверждения приема данных (acknowledge);

P – признак окончания посылки (STOP condition).

Запись одного регистра

Для записи одного регистра необходимо установить признак записи и сформировать посылку в формате:

адрес устройства → адрес регистра → данные регистра

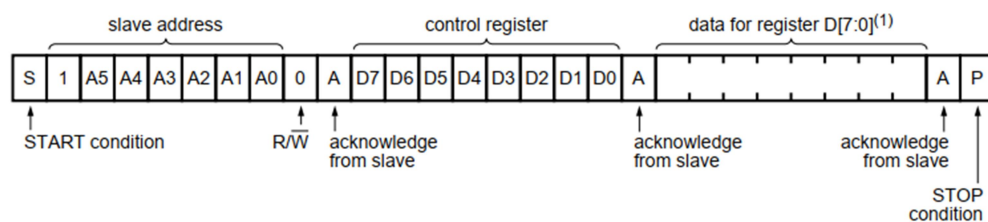


Рисунок 6 - Запись одного регистра

Запись всех регистров

Для записи всех регистров необходимо установить признак записи и сформировать посылку в приведенном формате. В регистре MODE1 должен быть установлен флаг автоинкремента AI.

адрес устройства → регистр MODE1 → данные регистра MODE1 → ... → данные регистра LED15_OFF_H

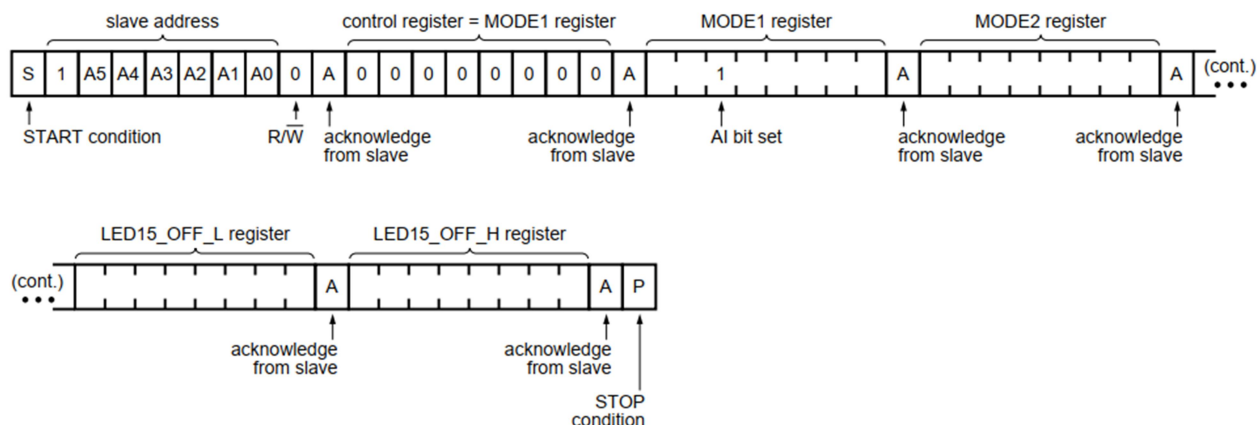


Рисунок 7 - Запись нескольких регистров

Чтение всех регистров

Для чтения всех регистров необходимо установить сформировать посылку в приведенном формате. Сначала выполняется запись регистра MODE и устанавливается бит AI. Затем устанавливается признак чтения, повторно выдается адрес и происходит чтение.

адрес устройства → адрес регистр MODE1 → значение регистра MODE1 → адрес устройства ← данные регистра MODE1 ← ... ← данные регистра LED15_OFF_H.

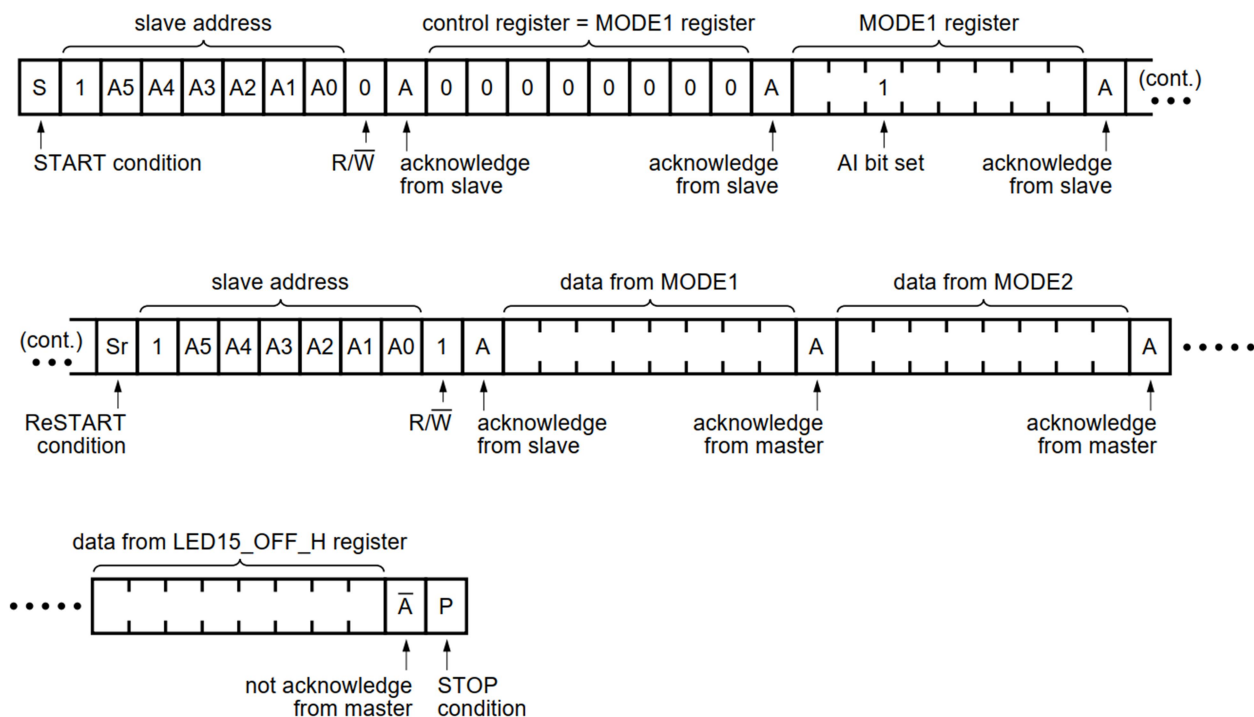


Рисунок 8 - Чтение всех регистров

Запись всех регистров ALL_LED_ON

Для записи всех регистров ALL_LED_ON необходимо установить признак записи и сформировать посылку в приведенном формате. В регистре MODE1 должен быть установлен флаг автоинкремента AI.

адрес устройства → регистр ALL_LED_ON_L → данные регистра ALL_LED_ON_L → ... → данные регистра ALL_LED_OFF_H

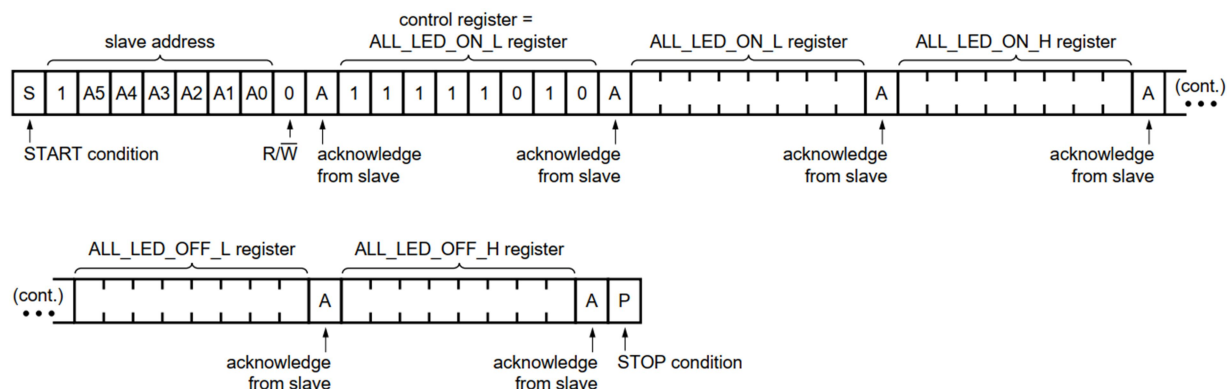


Рисунок 9 - Запись всех регистров ALL_LED_ON

Регистры

Микросхема PCA9685, установленная на модуле, имеет набор регистров, представленный в таблице 2.

Таблица 2 – Регистры PCA9685

Адрес (hex)	Название регистра	Доступ	Функция
00	MODE1	RW	настройка PCA9685
01	MODE2	RW	
02	SUBADR1	RW	
03	SUBADR2	RW	
04	SUBADR3	RW	
05	ALLCALLADR	RW	позволяют группировать несколько чипов на шине I2C, для одновременного выполнения команд в группе
06	LED0_ON	L	
07		H	
08	LED0_OFF	L	
09		H	
0A	LED1_ON	L	включение канала 1
0B		H	
0C	LED1_OFF	L	выключение канала 1
0D		H	
0E	LED2_ON	L	включение канала 2
0F		H	
10	LED2_OFF	L	выключение канала 2
11		H	
12	LED3_ON	L	включение канала 3
13		H	

Адрес (hex)	Название регистра		Доступ	Функция
14	LED3_OFF	L	RW	выключение канала 3
15		H	RW	
16	LED4_ON	L	RW	включение канала 4
17		H	RW	
18	LED4_OFF	L	RW	выключение канала 4
19		H	RW	
1A	LED5_ON	L	RW	включение канала 5
1B		H	RW	
1C	LED5_OFF	L	RW	выключение канала 5
1D		H	RW	
1E	LED6_ON	L	RW	включение канала 6
1F		H	RW	
20	LED6_OFF	L	RW	выключение канала 6
21		H	RW	
22	LED7_ON	L	RW	включение канала 7
23		H	RW	
24	LED7_OFF	L	RW	выключение канала 7
25		H	RW	
26	LED8_ON	L	RW	включение канала 8
27		H	RW	
28	LED8_OFF	L	RW	выключение канала 8
29		H	RW	
2A	LED9_ON	L	RW	включение канала 9
2B		H	RW	
2C	LED9_OFF	L	RW	выключение канала 9
2D		H	RW	
2E	LED10_ON	L	RW	включение канала 10
2F		H	RW	
30	LED10_OFF	L	RW	выключение канала 10
31		H	RW	
32	LED11_ON	L	RW	включение канала 11
33		H	RW	
34	LED11_OFF	L	RW	выключение канала 11
35		H	RW	
36	LED12_ON	L	RW	включение канала 12
37		H	RW	
38	LED12_OFF	L	RW	выключение канала 12
39		H	RW	
3A	LED13_ON	L	RW	включение канала 13
3B		H	RW	
3C	LED13_OFF	L	RW	выключение канала 13
3D		H	RW	
3E	LED14_ON	L	RW	включение канала 14
3F		H	RW	
40	LED14_OFF	L	RW	выключение канала 14
41		H	RW	
42	LED14_ON	L	RW	включение канала 15
43		H	RW	
44	LED14_OFF	L	RW	выключение канала 15
45		H	RW	
-----				зарезервировано
FA	ALL_LED_ON	L	W	значение, записываемое в LEDX_ON всех регистров
FB		H	W	
FC	ALL_LED_OFF	L	W	значение, записываемое в LEDX_OFF всех

Адрес (hex)	Название регистра	Доступ	Функция
FD		H W	регистров
FE	PRE_SCALE	RW	предделитель частоты, запись возможна только при установленном флаге SLEEP в регистре MODE 1
FF	TEST_MODE	RW	зарезервировано

Регистр MODE1

MODE1							
7	6	5	4	3	2	1	0
RESTART	EXTCLK	AI	SLEEP	SUB1	SUB2	SUB3	ALLCAL

7	RESTART	указывает на то, что была совершена перезагрузка (по умолчанию «0») 0: игнорируется 1: сброс флага
6	EXTCLK	0: использовать внутренний такт 1: разрешить работу от внешнего тактового сигнала
5	AI	0: автоинкремент выключен 1: использовать автоинкремент (при работе с I2C)
4	SLEEP	0: нормальный режим работы 1: режим низкого энергопотребления
3	SUB1	0: не отвечать на дополнительный адрес 1 1: отвечать на дополнительный адрес 1
2	SUB2	0: не отвечать на дополнительный адрес 2 1: отвечать на дополнительный адрес 2
1	SUB3	0: не отвечать на дополнительный адрес 2 1: отвечать на дополнительный адрес 2
0	ALLCALL	0: не отвечать на широковещательный адрес 1: отвечать на широковещательный адрес

Регистр MODE2

MODE2							
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	INVRT	OCH	OUTDRV	OUTNE[1]	OUTNE[0]

7 -	-	только чтение
5		
4	INVRT	0: выходы не инвертированы 1: выходы инвертированы

- | | | |
|-------|------------|---|
| 3 | OCH | 0: состояние выходов меняется по команде STOP (I2C)
1: состояние выходов меняется по команды ACK (I2C) |
| 2 | OUTDRV | 0: каналы сконфигурированы в режиме открытого стока
1: каналы сконфигурированы в режиме дискретного выхода |
| 1 - 0 | OUTNE[1:0] | определяет поведение выходов, при наличии логической «1» на входе OE - выходы отключены (по умолчанию «00»)
00: на всех выходах устанавливается уровень логического «0»
01 при установленном флаге OUTDRV: на всех выходах устанавливается уровень логической «1»
01 при сброшенном флаге OUTDRV: на всех выходах устанавливается состояние высокого импеданса
1X: на всех выходах устанавливается состояние высокого импеданса |

Схема коммутации выходов (управление N-канальным полевым транзистором, управление P-канальным полевым транзистором или прямое подключение) показана на рисунке 10.

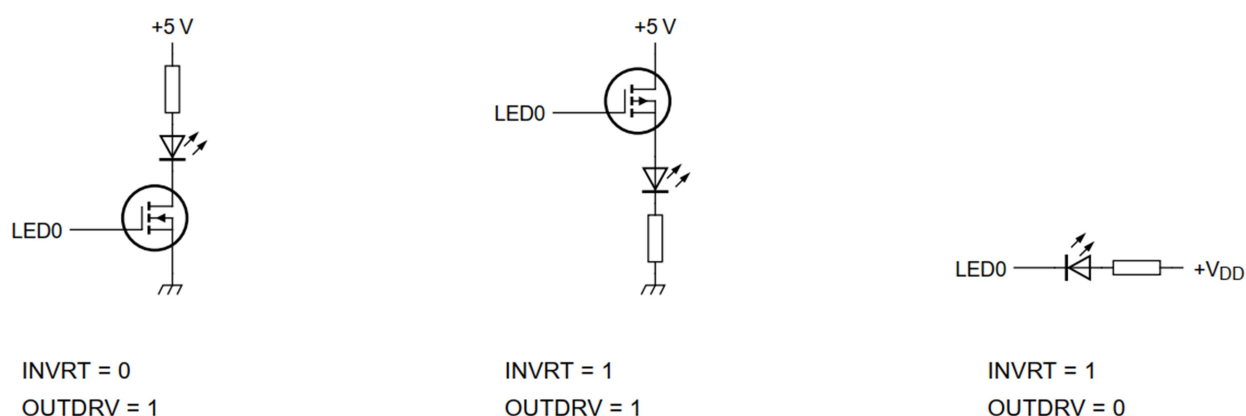


Рисунок 10 - Схема коммутации выходов

Регистры LEDX_ON_H, LEDX_ON_L

LEDX_ON_H								LEDX_ON_L							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
reserved			FULL_ON					0...4095							

- | | | |
|-----------------|-------|---|
| старший
байт | 7 - 5 | только чтение |
| | 4 | FULL_ON постоянное включение канала |
| | 3 - 0 | |
| младший | 7 - 0 | 0...4095 метка времени включения канала |

байт

Регистры LEDX_OFF_H, LEDX_OFF_L

LEDX_OFF_H								LEDX_OFF_L							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
reserved			FULL_OFF		0...4095										

старший байт 7 - 5 только чтение

байт 4 FULL_OFF постоянное выключение канала

3 - 0

младший байт 7 - 0 0...4095 метка времени выключения канала

Регистры ALL_LED_ON_H, ALL_LED_ON_L

ALL_LED_ON_H								ALL_LED_ON_L								
7	6	5	4		3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
reserved			ALL_LED_FULL_ON		0...4095											

старший байт 7 - 5 только чтение

байт 4 ALL_LED_FULL_ON постоянное включение всех каналов

3 - 0

младший байт 7 - 0 0...4095 метка времени включения всех каналов

Регистры ALL_LED_OFF_H, ALL_LED_OFF_L

ALL_LED_OFF_H								ALL_LED_OFF_L								
7	6	5	4		3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
reserved			ALL_LED_FULL_OFF		0...4095											

старший байт 7 - 5 только чтение

байт 4 ALL_LED_FULL_OFF постоянное выключение всех каналов

3 - 0

младший байт 7 - 0 0...4095 метка времени выключения всех каналов

Установка драйвера

При управлении модулем RI-PWM1 через интерфейс USB необходимо установить драйвер преобразователя CH341T. Драйвер можно скачать с сайта [производителя](#). После запуска установщика откроется окно, показанное на рисунке 11. Нажмите кнопку INSTALL для автоматической установки драйвера.

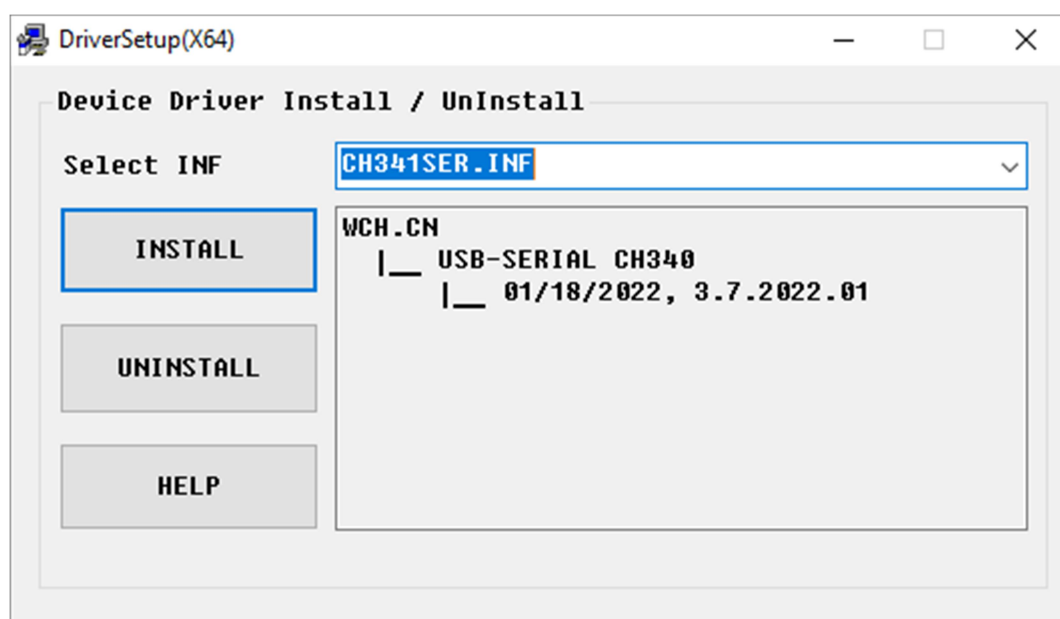


Рисунок 11 - Установка драйвера преобразователя USB-I2C

Дальнейшая работа с модулем через USB осуществляется при помощи программного интерфейса, описание которого можно найти по адресу <http://docs.robointellect.ru/docs/>.

Конструкция

Габаритные размеры модуля RI-PWM1 приведены на рисунке 12. Высота модуля не превышает 20 мм, диаметр крепежных отверстий равен 3,5 мм.

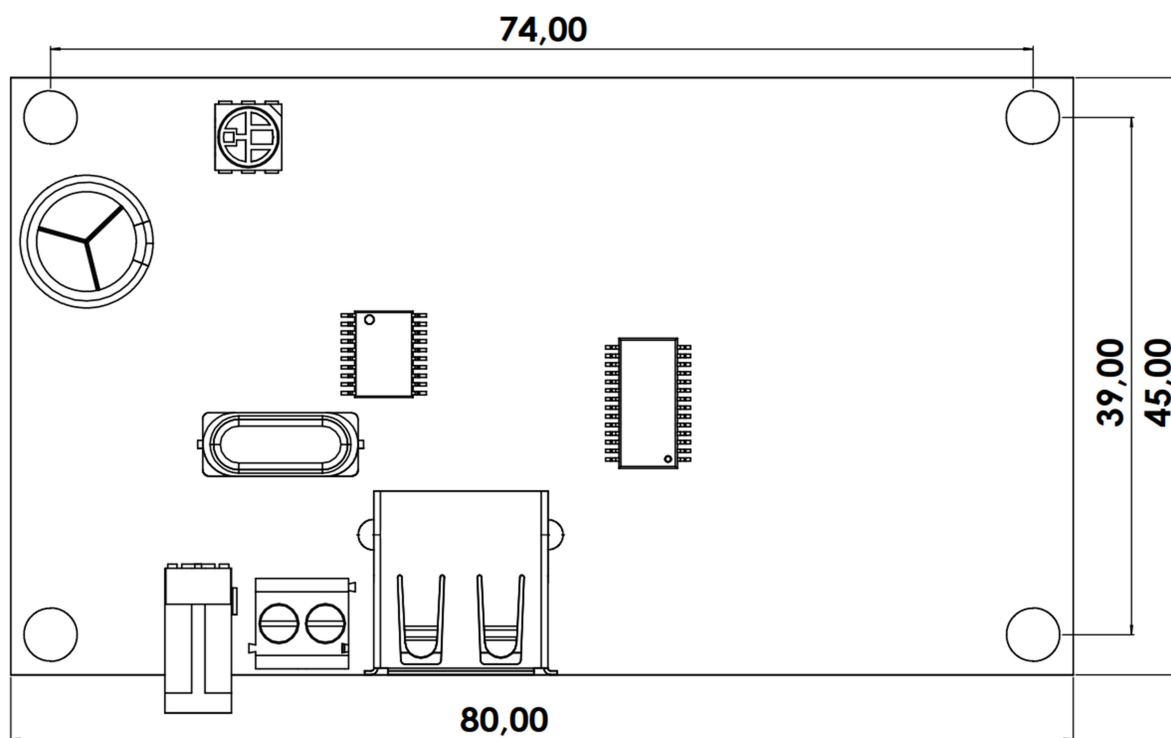


Рисунок 12 - Габаритные размеры модуля RI-PWM1

История изменений

Дата	Изменение
16.05.2022	разработка документа