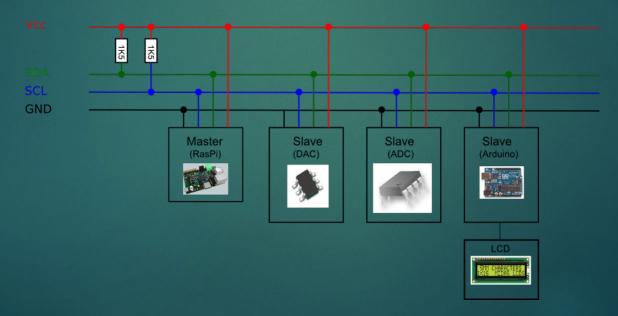
Интерфейс I2С и датчики на нем

ИГОРЬ ХУДЯКОВ СМИРНОВ ИВАН

12C

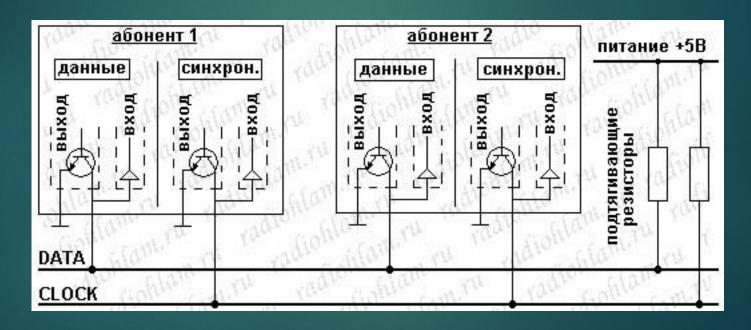
I2C - это достаточно широко распространённый сетевой последовательный интерфейс, придуманный фирмой Philips и завоевавший популярность относительно высокой скоростью передачи данных (обычно до 100 кбит/с, в современных микросхемах до 400 кбит/с), дешевизной и простотой реализации.

Одновременно можно подключить 127 устройств.

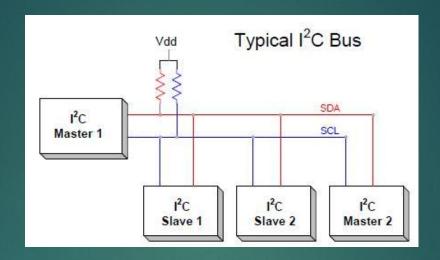


12С - ФИЗИКА

Устройства имеют выход с "открытым коллектором" - когда выходной ранзистор закрыт на линии через подтягивающий резистор устанавливается высокий уровень, а когда открыт - низкий. Номинал резисторов влияет на скорость передачи данных (чем выше номинал, тем ниже скорость)



12C - AOIUKA



Любое устройство на шине I2C может быть одного из двух типов:

- Master(ведущий) управляет сеансом
- Slave(ведомый) «поддакивает» при приеме байта

Master и Slave могут работать в двух режимах:

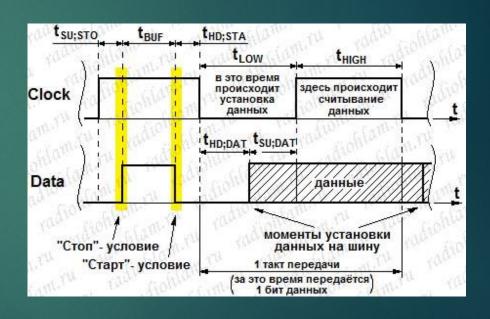
- Приемник
- Передатчик

12C - AOINKA

Каждый сеанс начинается и заканчивается с подачи «Мастером» так называемых **START** и **STOP** условий.

«Start-условие» — это изменение уровня на линии Data с высокого на низкий при наличии высокого уровня на линии Clock.

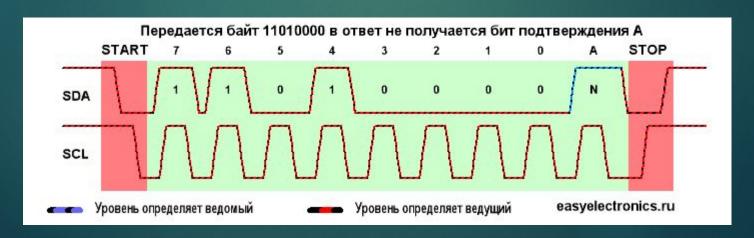
«Stop-условие» - это изменение уровня на линии Data с низкого на высокий при наличии высокого уровня на линии Clock.



Внутри сеанса любые изменения на линии Data при наличии высокого уровня на линии Clock запрещены!!!

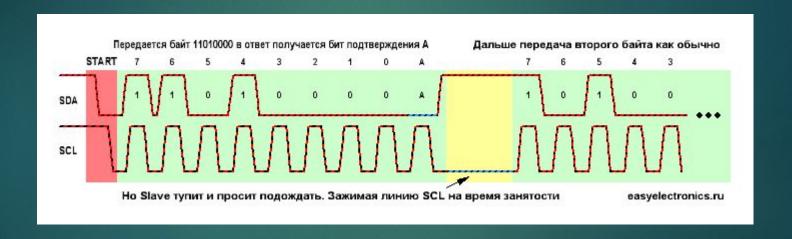
12C - AOTHKA

Внутри сеанса передача состоит из пакетов по девять бит, передаваемых в обычной положительной логике (то есть высокий уровень — это 1, а низкий уровень — это 0). Из них 8 бит передаёт "Передатчик" "Приёмнику", а последний девятый бит передаёт "Приёмник" "Передатчику". Биты в пакете передаются старшим битом вперёд. Последний, девятый бит называется битом подтверждения АСК (от английского слова acknowledge — подтверждение). Он передаётся в инвертированном виде, то есть 0 на линии соответствует наличию бита подтверждения, а 1 — его отсутствию.



12C - AOIUKA

Если **Slave** торомоз и не успевает, то он может **насильно положить линию SCL в землю и не давать ведущему генерировать новые такты**.



12C - AOIUKA

Как передаются отдельные биты понятно, теперь о том что эти биты значат. В отличии от **SPI** тут умная адресная структура. Данные шлются пакетами, каждый пакет состоит из девяти бит. 8 данных и 1 бит подтверждения/не подтверждения приема.

Первый пакет шлется от ведущего к ведомому это физический адрес устройства и бит направления.



12C - 1000/18A

После адресного пакета идут **пакеты с данными** в ту или другую сторону, в зависимости от **бита RW** в заголовочном пакете.



12C - AOIUKA

Чтение практически также, но тут есть одна тонкость. При приеме последнего байта надо дать ведомому понять, что в его услугах больше не нуждаемся и отослать NACK на последнем байте. Если отослать ACK то после стопа Master не отпустит линию.



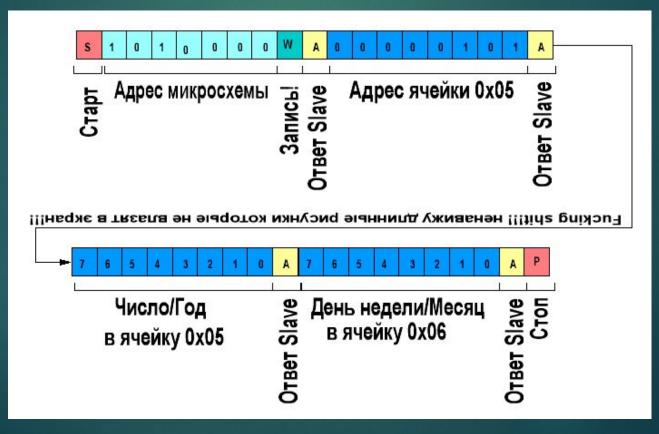
12C - AOTUKA

Как видно из протокола, в первом байте мы адресовываем само устройство, а их может быть до 127 штук. Но в самом устройстве вполне может быть очень сложная структура, с кучей ячеек. Как обращаться с этими данными? Не считывать же все по очереди от нуля до конца — это долго. Поэтому приняли хитрый формат. Это не стандарт, но юзается повсеместно.

	trol/status	
	-	30
	D	00
-	1 12	
	D	02
	-	
	Ь	04
	free	
- 1	1100	
	free	
	1100	
	free	
h	1100	
- 1	timer _	
	T	го
	rm control	
	alar	arm
		00
	D	02

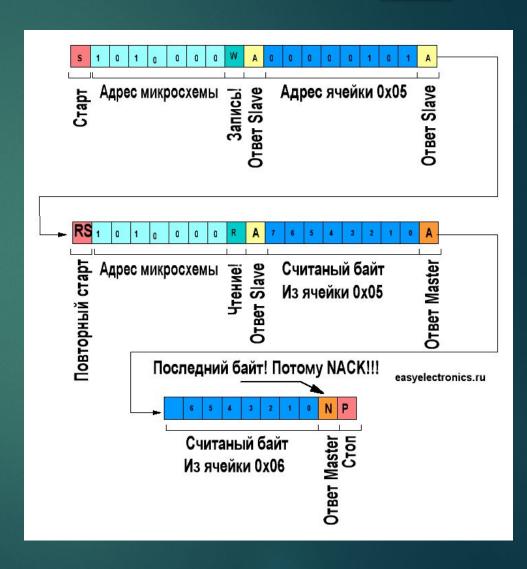
12C - AOINKA

Надо мне записать две ячейки памяти с адресами **0x05 и 0x06**. Как это сделать? Из даташита я узнаю, что **первый байт данных это адрес куда** мы будем обращаться, а потом уже идут данные и со следующим байтом счетчик адреса увеличивается на 1.



12C - ЛОГИКА

Надо нам считать те же данные, а вдруг изменились? С записью все понятно. А с чтением как? А с чтением все через запись. То есть, мы, вначале, записываем один байт адрес. Потом делаем повторный старт, затем снова обращаемся к часам по ее Slave-адресу, но уже с битом R, на чтение. И умная микруха выдает нам байты с адреса который мы В Нее вот только что записали. Выглядит это так:



вот и все

Датчики

Датчик — собирательный термин, который может означать: измерительный преобразователь; первичный измерительный преобразователь; чувствительный элемент.

В российских рамках стандартизации **датчик** является средством измерений

Они бывают:

- Газа
- Пространства (Акселерометр, гироскоп, магнитометр, датчик линии, датчик наклона и тд)
- Климатические (Барометр, датчик влажности, датчик температуры)
- Датчики света (Освещенности, пламени, жестов, отражения и тд)
- Датчики шума

GY-521

Модуль 3-х осевого гироскопа + 3-х осевого акселерометра GY-521 на чипе MPU-6050. Позволяет определить положение и перемещение объекта в пространстве, угловую скорость при вращении. Так же имеет встроенный датчик температуры. Используется в различных коптерах и авиамоделях, так же на основе этих датчиков можно собрать систему захвата движений.

Характеристики:

Микросхема: MPU-6050

Напряжение питания: от 3,5V до 6V

(DC);

Диапазон гироскопа: ± 250 500 1000

2000°/c

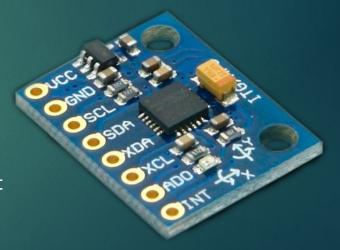
 Δ иапазон акселерометра: $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm$

16g

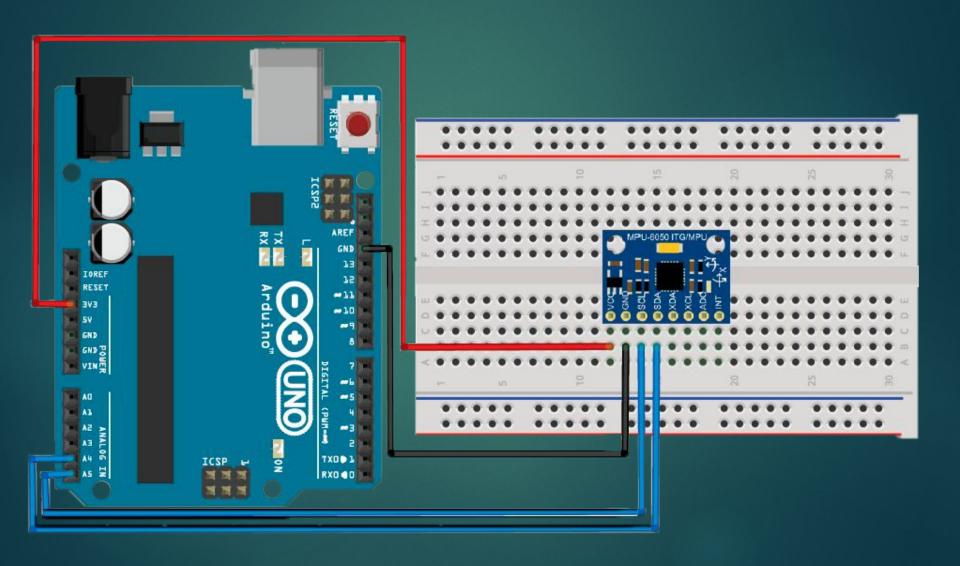
Интерфейс связи: I2C

Размер: 15х20 мм.

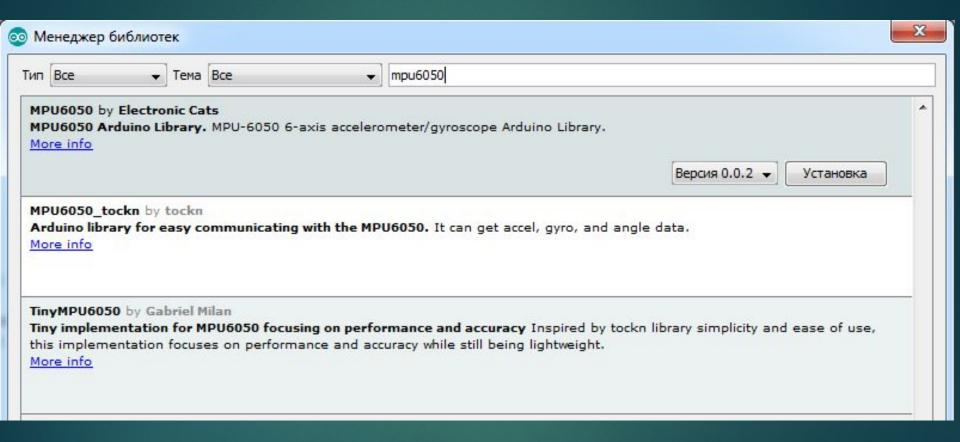
Bec: 5 r



Подключение



Подключение



Написание кода

MPU6050

```
#include "Wire.h"
#include "MPU6050.h"
MPU6050 accelgyro;
int16 t ax, ay, az;
int16 t gx, gy, gz;
void setup() {
   Wire.begin();
    Serial.begin (9600);
    accelgyro.initialize();
    Serial.println("Testing device connections...");
    Serial.println(accelgyro.testConnection() ? "MPU6050 connection successful" : "MPU6050 connection failed");
    accelgyro.setFullScaleAccelRange(3);
void loop() {
    accelgyro.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
    Serial.print("a/g:\t");
    Serial.print(ax); Serial.print("\t");
    Serial.print(ay); Serial.print("\t");
    Serial.print(az); Serial.print("\t");
    Serial.print(gx); Serial.print("\t");
    Serial.print(gy); Serial.print("\t");
    Serial.println(gz);
```

GY-68

Барометр GY-68 (датчик атмосферного давления и температуры на чипе BMP180). Отлично подходит для создания погодных станций и систем "умный дом"

Характеристики:

Чип: Bosh BMP180

Питание: 1.8-3.6V

Потребляемый ток:0.5uA на 1Hz

Интерфейс: I2C

Максимальная частота I2C: 3.5Mhz

Точность давления до 0.02hPa (17см)

Диапазон измерения давления: от 300hPa до

1100hPa (от +9000м до -500м)

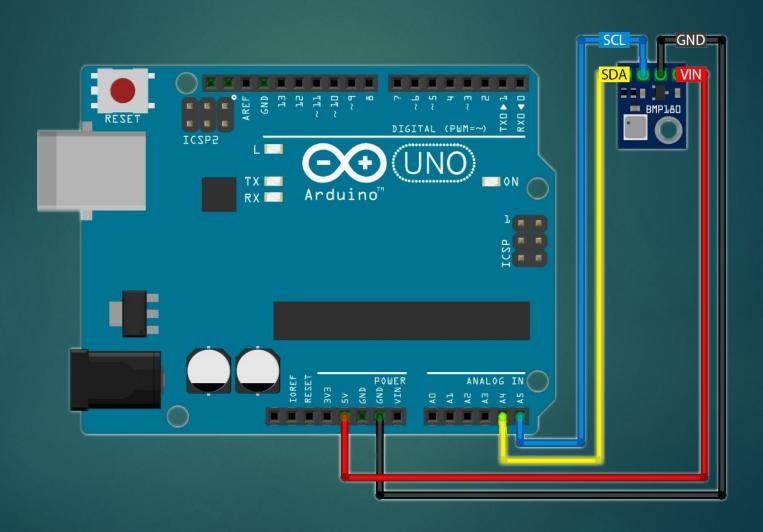
Диапазон измерения температуры: от -40 до

85 градусов по Цельсию

Вес: 1.18г



Подключение



```
#include <SFE BMP180.h>
#include <Wire.h>
SFE BMP180 pressure;
double baseline;
void setup()
  Serial.begin (9600);
 if (pressure.begin())
    Serial.println("BMP180 init success");
  else
    Serial.println("BMP180 init fail (disconnected?) \n\n");
    while (1);
 baseline = getPressure();
  Serial.print("baseline pressure: ");
  Serial.print(baseline);
  Serial.println(" mb");
void loop()
  double a, P;
  P = getPressure();
  a = pressure.altitude(P, baseline);
  Serial.print("relative altitude: ");
 if (a >= 0.0) Serial.print(" ");
  Serial.print(a,1);
  Serial.println(" meters, ");
  delay(500);
```

```
double getPressure()
  char status;
  double T, P, p0, a;
  status = pressure.startTemperature();
  if (status != 0)
   delay(status);
    status = pressure.getTemperature(T);
    if (status != 0)
      status = pressure.startPressure(3);
      if (status != 0)
        delay(status);
        status = pressure.getPressure(P,T);
        if (status != 0)
          return(P);
        else Serial.println("error retrieving pressure measurement\n");
      else Serial.println("error starting pressure measurement\n");
    else Serial.println("error retrieving temperature measurement\n");
  else Serial.println("error starting temperature measurement\n");
```