Leitura de sensores especiais

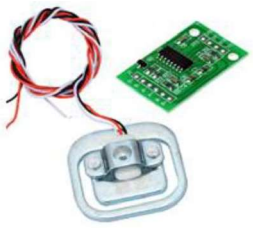
Vimos até aqui como ler os valores de sensores digitais de resposta binária (de forma direta ou com uso de interrupções) e como ler valores de sensores analógicos (de forma direta ou com o uso de mapping de valores). Os sensores de cada um desses dois grupos, possuem um modo de uso similar, sendo perceptível que ao aprender um, entendemos facilmente o funcionamento de outros.

Porém, alguns sensores possuem um funcionamento todo próprio e que difere totalmente daqueles vistos até aqui. Alguns deles são digitais, mas ao invés de nos devolverem uma resposta binária (LOW ou HIGH), devolvem uma sequência binária através de uma combinação de mudanças de estado em uma determinada frequência (sendo necessário um sincronismo para a leitura e, após, a conversão do valor para base decimal). Outros nos devolvem mais de um resultado em uma única sequência binária, sendo necessárias operações de base binária para separar os bits de cada informação. Outros por causa de sua complexidade nos oferecem bibliotecas que já possuem métodos para adquirirmos facilmente o valor, mas que no obrigam a instanciar um objeto através do qual os métodos são acessados (alguns destes objetos devem ser configurados ou os pinos previamente informados).


sensor RFID

sensor ultrassônico de distância

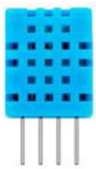

sensor de reconhecimento de comandos de voz


sensor de carga com amplificador


sensor de cores RGB


sensor GPS

sensor acelerômetro e giroscópio


sensor de umidade + temperatura

sensor de gestos

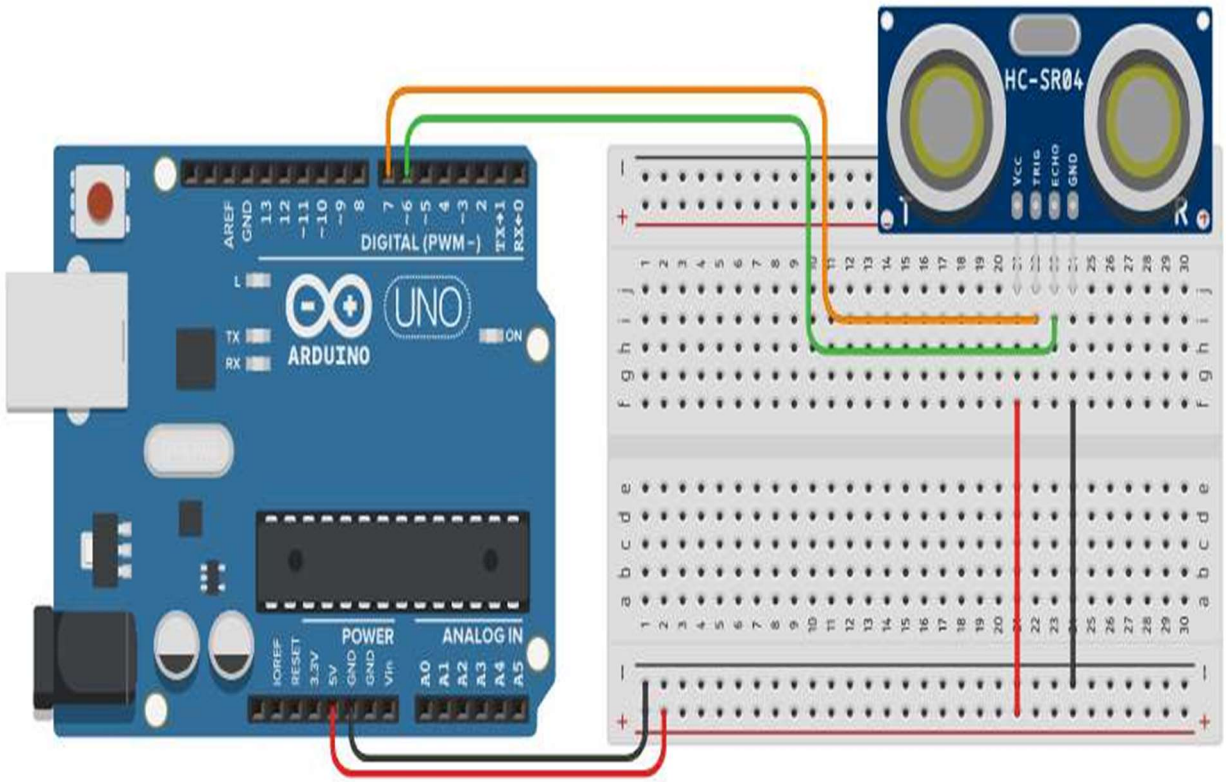

sensor de batimentos cardíacos

Com isso, alguns sensores necessitam de um estudo em separado para assimilarmos o seu funcionamento e o seu consequente uso. Entre estes sensores, podemos citar principalmente os relacionados abaixo.

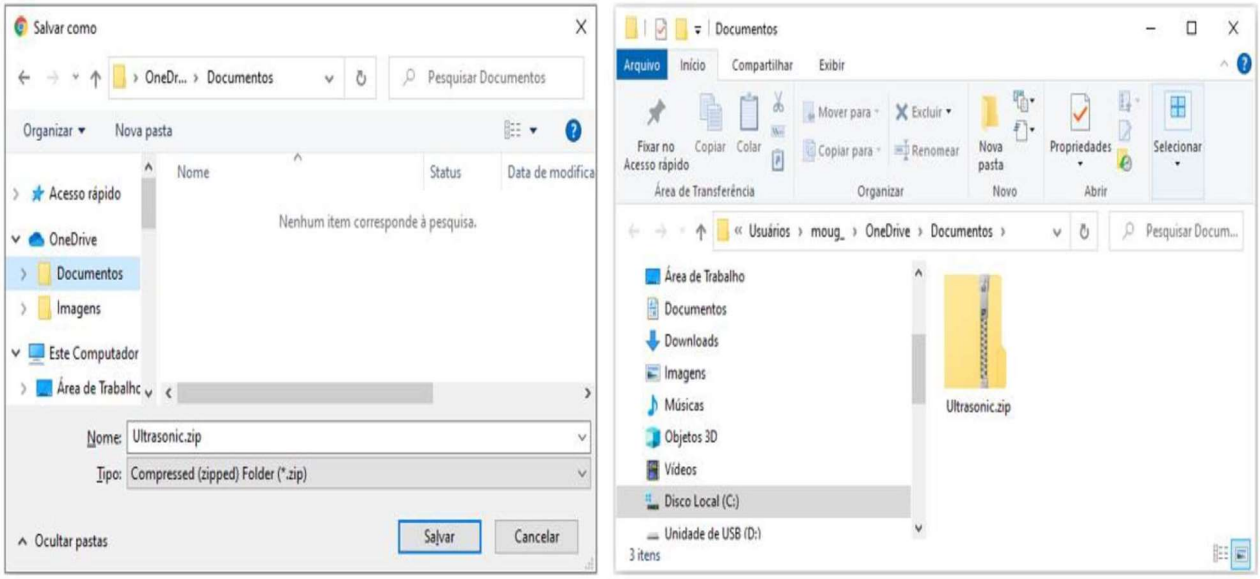
Não vamos neste capítulo aprofundar em todos eles, como fizemos nos capítulos anteriores com os sensores digitais de respostas binária e com os sensores analógicos. Porém, para alguns, vamos mostrar exemplos de uso (alguns detalhados, outros resumidos) e para outros vamos comentar o seu uso e importância e indicar sites que explicam de forma detalhada projetos com o seu uso.

Sensor ultrassônico de distância (HC-SR04)

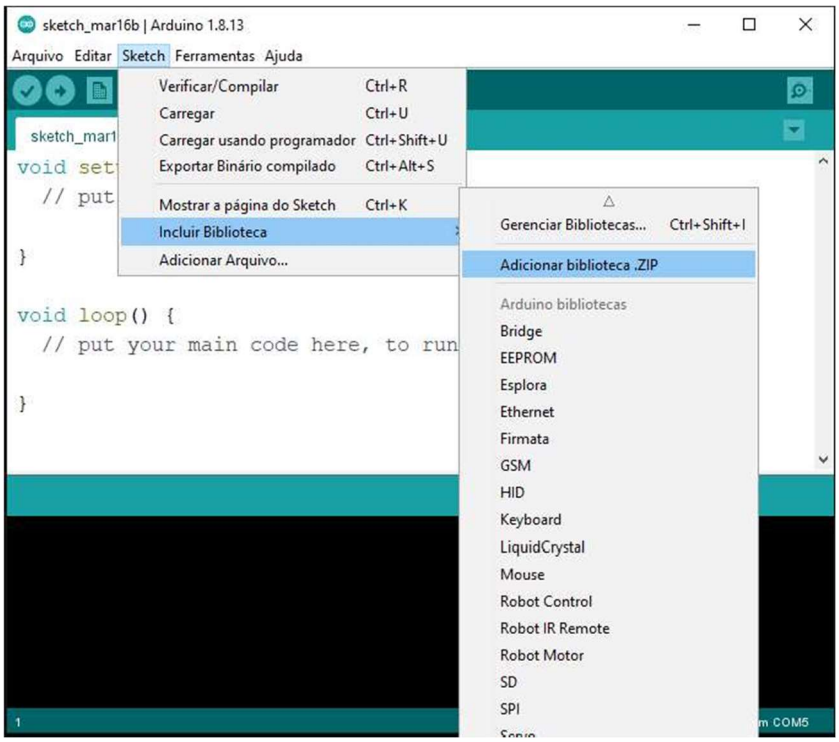
O sensor ultrassônico de distância é um sensor capaz de medir a distância do objeto mais próximo à sua frente. Este tipo de sensor possui, além do 5V e do GND, dois outros pinos que devem ser ligados à duas portas digitais: o *Echo* (responsável por emitir um sinal ultrassônico) e o *Trigger* (responsável por receber de volta esse sinal refletido e contar o tempo que ele demorou para chegar no sensor). Para isso, vamos fazer a seguinte ligação eletrônica, como no esquema abaixo (*trigger* na porta 7 e *echo* na 6):



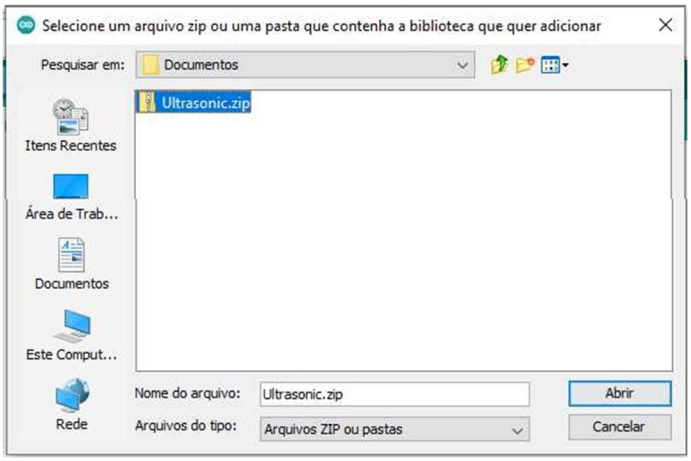
Por ser de valor binário, este sensor ultrassônico devolve como resposta uma sequência de bits (0 e 1, através da alternância do estado baixo e alto na porta), cuja captura e manipulação direta exigiria um trabalho grande. Por isso ele possui uma biblioteca própria que contém métodos já programados para uso e que facilitam a captura do valor medido. Neste caso, a biblioteca é a *"Ultrassonic.h"* e primeiramente precisamos fazer o seu download:



Após, necessitamos adicionar a biblioteca à nossa Arduino IDE. Para isso, devemos clicar no menu "Sketch", após em "Incluir biblioteca" e finalmente na opção "Adicionar biblioteca .ZIP":



Posteriormente, devemos procurar o local onde a biblioteca foi salva, selecioná-la e clicar no botão "Abrir". Após, a biblioteca está incluída em nossa IDE e pode ser utilizada não somente nesse projeto, mas em qualquer futuro projeto desenvolvido nela.



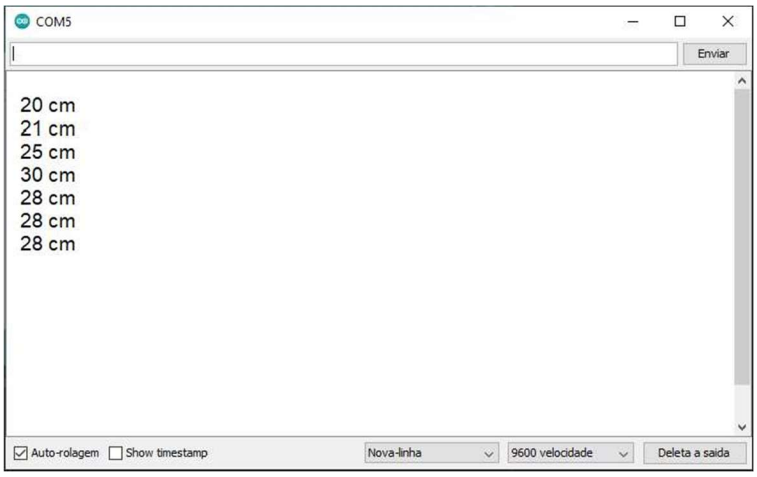
Antes de irmos para a escrita do código, precisamos saber de 3 coisas importantes:

1) Mesmo com a biblioteca já incluída na IDE, para utilizá-la em nosso projeto devemos realizar um *include* (inclusão) no código;
2) O acesso ao sensor ultrassônico, conforme definição da biblioteca, se dá através da declaração de um objeto *Ultrassonic*, que ao ser criado deve receber como parâmetro duas informações: a porta digital do Arduino onde está ligado o pino Trigger (no nosso exemplo, na 7) e a porta digital do Arduino onde está ligado o pino Echo (no nosso exemplo, na 6);
3) Também conforme definição da biblioteca, o objeto *Ultrassonic* possui um método específico que pode ser chamado para devolver o valor da distância lido pelo sensor. Esse método é o *Ranging* e quando o utilizamos, devemos passar por parâmetro ou o valor CM (caso queiramos a distância em centímetros) ou o valor INC (caso queiramos a distância em polegadas).

Com essas informações, vamos construir um código que a cada 1 segundo, ativa o sensor ultrassônico e pede a ele o valor da distância do objeto mais próximo, capturando esse valor e escrevendo na nossa Serial, para que possamos visualizá-lo através do Monitor Serial da nossa IDE. Deste modo temos:

```
#include <Ultrassonic.h>

Ultrassonic ultrassom(7,6);

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  delay(1000);

  float distancia = ultrassom.Ranging(CM);
  Serial.print(distancia);
  Serial.println(" cm ");
}
```

Entendendo o código: começamos declarando um include à biblioteca *"Ultrassonic.h"* para que nosso projeto faça uso dela e, logo abaixo, criamos um objeto do tipo Ultrassonic (ao qual demos o nome de *ultrassom*) no qual informamos que o pino *Trigger* está ligado à porta digital 7 e o pino *Echo* está ligado à porta digital 6. No setup, a única coisa necessária é a inicialização da nossa Serial para podermos escrever nela o resultado lido, tornando possível a visualização posterior. Perceba que em nenhum momento informamos se nossos pinos 7 e 6 são de entrada ou saída. A própria biblioteca fará isso. Em nosso loop, a cada 1 segundo criamos uma variável *distancia* e jogamos para dentro dela o resultado da chamada do método *Ranging*, que nos devolve a distância lida pelo sensor (em centímetros, por causa do parâmetro CM utilizado). Finalmente, esta distância é escrita na Serial, acompanhada do texto " cm ". Assim temos um resultado como o abaixo:



Podemos perceber que o acesso aos valores do sensor ultrassônico, apesar de um pouco mais elaborado do que os sensores de resposta binária, não traz um grau de dificuldade alto. A maior dificuldade no uso de sensores deste tipo é justamente saber qual biblioteca utilizar, de onde baixar, qual o objeto a ser criado, seus parâmetros de inicialização e qual os métodos para o acesso aos valores mensurados ou estimados pelo

sensor. E isso para cada um dos sensores deste tipo que formos utilizar. Por isso mesmo, iremos ver a partir de agora cada um dos principais sensores de valor binário já com as instruções detalhadas para o seu uso. Todas as bibliotecas utilizadas, podem ser baixadas diretamente do repositório: https://bit.ly/arduinoqi

Sensor de cor RGB (TCS230)

O sensor de cor RGB é um sensor capaz de estimar a cor de um objeto à sua frente, devolvendo os valores de R, G e B que compõe esta cor. Este sensor possui três fotodiodos capazes de reagir a determinadas cores, produzindo correntes elétricas. Este tipo de sensor possui, além do 5V e do GND, uma série de outros pinos responsáveis por ajustar a frequência de comunicação (S0 e S1), o filtro para cada uma das cores que formam o RGB (S2 e S3), a saída de sinal (OUT), além de pinos auxiliares. Primeiramente, a frequência determina a velocidade da saída dos pulsos e a modulação entre eles para que seja possível a correta configuração de leitura. No Arduino e demais placas de prototipagem, o comum é a configuração em 20%. Obtemos isso, modificando o estado da porta à qual o pino S0 está conectado para HIGH e modificando o estado da porta à qual o pino S1 está conectado para LOW. A configuração das velocidades pode ser verificada na tabela abaixo:

S0	S1	Escala de frequência de saída
LOW	LOW	Desligado
LOW	HIGH	2%
HIGH	LOW	20%
HIGH	HIGH	100%

Definida a escala da frequência de saída, precisamos informar ao sensor qual é o filtro de cor que queremos ativar. Se ativarmos, por exemplo, o filtro vermelho, o fotodiodo sensível à cor vermelha irá ser ligado e reagir à mesma, produzindo uma corrente baixa que dará origem a um pulso que pode durar de 0 a 255 unidades de tempo e que será enviado à saída OUT. Essa configuração de qual filtro de cor estará ativo é realizada através dos pinos S2 e S3 e pode ser verificada na tabela abaixo:

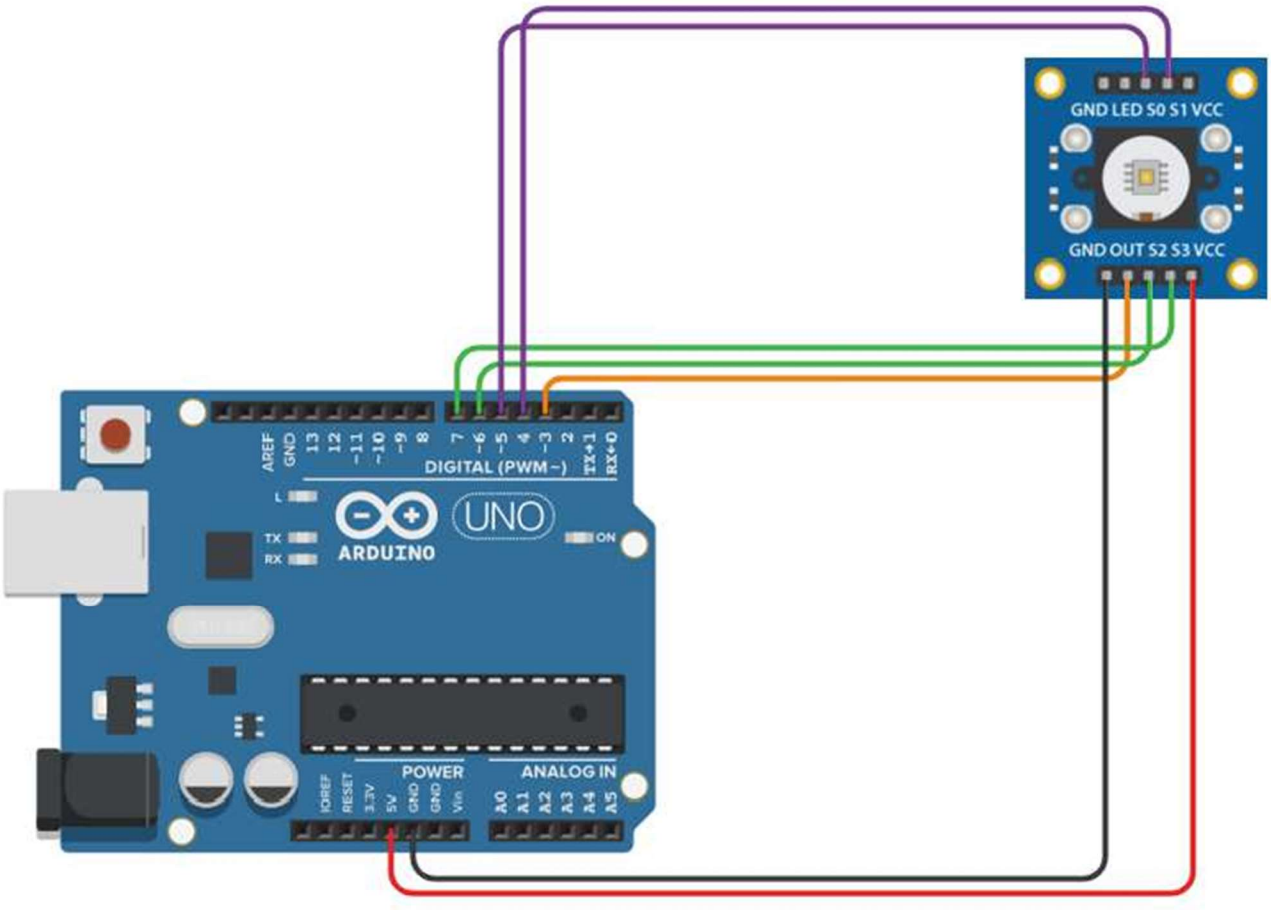
S2	S3	Filtro de cor ativo
LOW	LOW	vermelho
LOW	HIGH	azul
HIGH	LOW	nenhum (sem filtro ativo)
HIGH	HIGH	verde

No momento que um filtro de cor é ativado e o pino OUT passa a enviar uma frequência produzida pela reação do fotodiodo àquela cor (dentro da escala de saída configurada), podemos medir o total de unidades de tempo de 0 a 255 de duração da onda.

Essa é a forma do sensor nos devolver o valor da cor detectada. Podemos fazer isso através do método pulseIn, que pode ser visto abaixo:

```
pulseIn( <porta>, <tipo> );

<porta>
   número da porta que queremos medira duração dos pulsos da frequência de saída

<tipo>
   Tipo de pulso a ser lido (LOW - tempo em estado baixo / HIGH - tempo em estado alto)
```

Neste nosso exemplo, vamos ligar os pinos S0, S1, S2 e S3 nas portas 4, 5, 6 e 7 do Arduino. Além disso, o pino de saída de sinal (OUT) será ligado à porta 3 do Arduino. Deste modo, teremos um circuito eletrônico como o mostrado a seguir (simplificado pela quantidade de fios, sem protoboard e com o sensor ligado direto à placa):



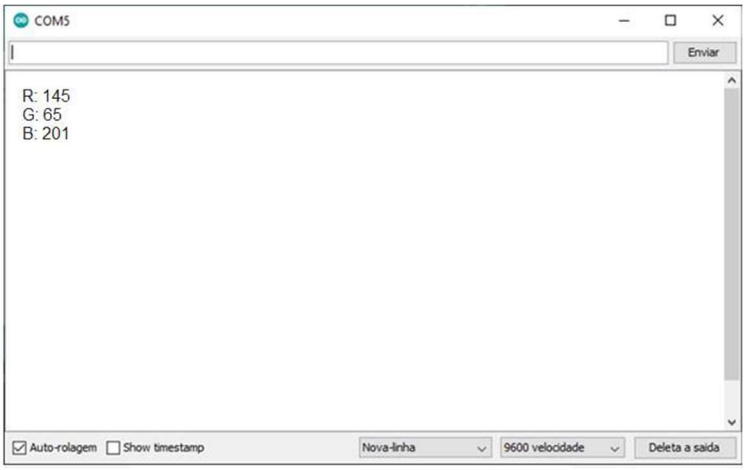
Nosso código será baseado na mudança de filtros e na leitura da duração do pulso emitido pela saída, um por vez, para termos os valores de RGB em separado. Assim, temos:

```
//criando constantes para mapear os pinos e facilitar o acesso
#define OUT 3;
#define S0 5;
#define S1 4;
#define S2 6;
#define S3 7;

void setup(){
  pinMode(OUT, OUTPUT);
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);

  //configurando a escala de frequência para 20%
  digitalWrite(S0, HIGH);
  digitalWrite(S1, LOW);

  Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop(){

  delay(1000);

  //configurando o filtro para a cor vermelha e lendo o valor de R
  digitalWrite(S2, LOW);
  digitalWrite(S3,  LOW);
  int r = pulseIn(OUT, LOW);

  //configurando o filtro para a cor verde e lendo o valor de G
  digitalWrite(S2, HIGH);
  digitalWrite(S3, HIGH);
  int g = pulseIn(OUT, LOW);

  //configurando o filtro para a cor azul e lendo o valor de B
  digitalWrite(S2, LOW);
  digitalWrite(S3, HIGH);
  int b = pulseIn(OUT, LOW);

  Serial.println("R: "+   (String)r);
  Serial.println("G: "+   (String)g);
  Serial.println("B: "+ (String)b);
}
```

Entendendo o código: começamos criando constantes que contém os nomes dos pinos e o valor respectivo. O uso de constantes é bem interessante no C++ para organização do nosso código, principalmente quando temos objetos que possuem um valor fixo, que não se altera ao longo do código. Duas constantes do Arduino bem conhecidas são o LOW (cujo valor mapeado é 0) e o HIGH (cujo valor mapeado é 1). Do modo como foram criadas, ao usar no código a palavra S0, por exemplo, automaticamente a mesma é substituída por seu valor respectivo (no caso 4) no momento da compilação. Continuando, os pinos correspondentes às constantes criadas, são informados como de saída dentro do setup. Ainda no setup, a escala de frequência de 20% do sensor (valor padrão para as placas de

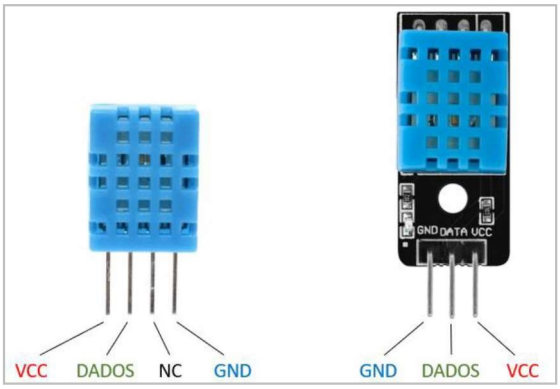
prototipagem) é configurada através da combinação de S0 em estado HIGH e S1 em estado LOW (conforme a primeira tabela apresentada). Além disso, nossa Serial é inicializada para podermos escrever e visualizar os resultados. No loop, para que cada cor seja lida é necessária a configuração do filtro da cor respectivo e a consequente leitura do tempo do pulso gerado pela reação do fotodiodo àquela cor. Como esse valor é mapeado de 0 até 255 unidades de tempo (para que gere um valor de cor entre 0 e 255), a leitura simples do mesmo na saída (OUTPUT) corresponde ao valor daquela cor RGB. Primeiramente configuramos o filtro de cor para vermelho (S2 e S3 em LOW conforme a segunda tabela apresentada) e lemos o tempo do pulso com o pulseIn, armazenando o resultado na variável inteira *r*. Depois, configuramos o filtro de cor para verde (S2 e S3 em HIGH conforme a segunda tabela apresentada) e lemos o tempo do pulso com o pulseIn, armazenando o resultado na variável inteira *G*. Finalmente, configuramos o filtro de cor para azul (S2 em LOW e S3 em HIGH conforme a segunda tabela apresentada) e lemos o tempo do pulso com o pulseIn, armazenando o resultado na variável inteira *b.* Para finalizar, escrevemos os valores das 3 variáveis em nossa Serial. Com isso, um resultado similar a este deverá ser visualizado através do nosso Monitor Serial:



Sensor de umidade e temperatura (DHT11)

Este sensor permite medir temperaturas entre 0ºC e 50ºC e a umidade relativa do ar entre 20% e 95%. Pode ser encontrado de forma avulsa (com 4 pinos) ou encapsulado em placas (geralmente com apenas 3 pinos). Os pinos que nos importam são o VCC (5V), GND e o pino de dados, que deve ser ligado a uma porta digital. Em sua versão avulsa (apenas o sensor), a sequência é sempre, da esquerda para a direita, VCC – DADOS – N.C – GND, onde o N.C não é utilizado. Já quando encapsulado em placas, cada fabricante pode alterar a sequência de pinos, sendo importante a análise. Aqui, mostramos um exemplo onde a sequência de pinos definida pelo fabricante do encapsulamento é GND –

DADOS VCC.



Em funcionamento, este sensor informa a umidade e a temperatura através de sequências binárias e para facilitar a captura dessas informações podemos utilizar a biblioteca DTH que contém a implementação de um objeto DTH através do qual podemos chamar dois métodos: readHumidity (que nos retorna a umidade relativa do ar) e readTemperature (que nos retorna a temperatura em graus celsius). Ao ser inicializado, o objeto DHT necessita de dois parâmetros: o primeiro é o número da porta digital onde está ligado o pino de dados do sensor e o segundo é qual o tipo de sensor, visto que a mesma biblioteca serve para outros sensores da mesma família (no nosso caso, utilizamos a constante DTH11). Esta biblioteca necessita de uma biblioteca secundária desenvolvida pela Adafruit e utilizada na implementação de diversos sensores, chamada de AdafruitSensor. Porém, em nosso código, apenas a primeira necessita de include.

Abaixo, é demonstrado um exemplo de como ler as informações de umidade e temperatura e escrever as mesmas na Serial, com o pino de dados do sensor DHT11 ligado à porta digital 3 do Arduino.

```
#include <DHT.h>

DHT dht(3,DHT11);

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop(){
  delay(1000);

  int umidade = dht.readHumidity();
  int temperatura = dht.readTemperature();

  Serial.println("Umidade: " + (String)umidade + " porcento");
  Serial.println("Temperatura: " + (String)temperatura + "°C");
}
```

Sensor RFID (RC522)

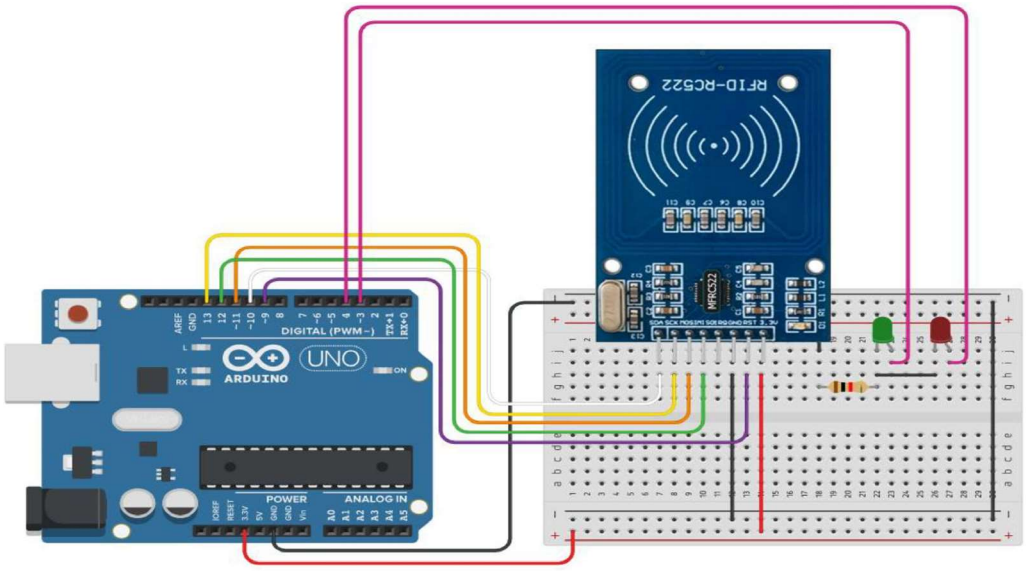
Este sensor permite a leitura do valor de Id (código único de identificação) de TAGs RFID (etiquetas ativas, etiquetas passivas, cartões e chaveiros). Isso pode ser bastante útil em identificação (de produtos, por exemplo) ou em controle de acesso (de funcionários, por

exemplo). Ele pode ser utilizado inclusive para gravar dados dentro das TAGs graváveis. Um exemplo de como fazer isso pode ser visto no link abaixo:

https://www.filipeflop.com/blog/como-gravar-dados-no-cartao-rfid

Porém, esta funcionalidade é um pouco mais complexa (avançada) e neste exemplo o que nos interessa é descobrir o Id já gravado nas tags e utilizá-los para controle de acesso. Para entender o uso do sensor RFID, vamos iniciar por seu esquema eletrônico que necessita do uso de uma série de portas (algumas fixas, que não podem ser alteradas).

Nesse esquema, foram colocados também dois leds (um verde e um vermelho) como um auxílio visual mostrando se o cartão liberou ou não o acesso.



Os 4 primeiros pinos do sensor RFID, são ligados nos 4 pinos digitais que implementam a comunicação SPI no Arduino em uma sequência fixa. A ligação efetuada está descrita na tabela abaixo:

Pino do sensor	Porta do Arduino
1 - SDA	10
2 - DAS	13
3 - MOSI	11
4 - MISO	12

Além destes, o pino RST do sensor (pino 7) deve ser ligado à uma porta digital PWM que pode ser escolhida (neste exemplo optou pela porta 9), o pino GND ao GND do Arduino e o pino VCC ao 3,3V do Arduino. Muito cuidado aqui, pois este sensor pode ser danificado se submetido à uma tensão de 5V. Para finalizar, o pino positivo do led verde foi ligado à porta digital 3 e o pino positivo do led vermelho foi ligado à porta digital 4.

OBSERVAÇÃO: Para o uso do sensor RFID teremos que importar 1 biblioteca não nativa

para nossa IDE: MFRC522, que pode ser baixada no link: https://bit.ly/arduinoqi

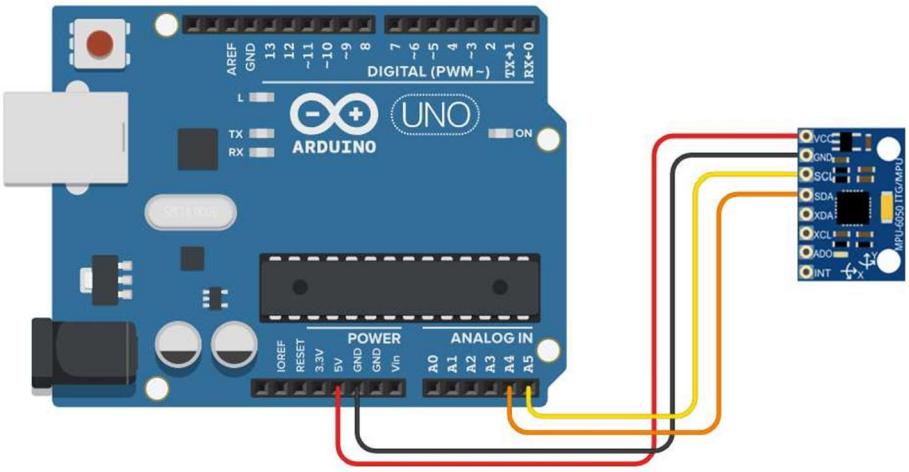
Um exemplo de código para identificação e leitura de nossas tags (ligando os leds indicativos para simular um acesso negado ou permitido) é mostrado abaixo:

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

//criação do objeto MFR522 informando as portas dos pinos SDA e RST
MFRC522 sensor(10, 9);

//criação de um vetor de tags liberadas para acesso
String tagsLiberadas[] = {"44AB18C9", "AB1515C0"};

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  digitalWrite(3, LOW);
  digitalWrite(4, LOW);

  //inicialização da comunicação SPI e do objeto que representa o sensor
  SPI.begin();
  sensor.PCD_Init();

  //mensagem inicial para o usuário
  Serial.println("Aproxime a sua TAG RFID do sensor");
}

void loop(){
  //busca novos cartões e quando encontra seleciona um para ser lido
  if( !sensor.PICC_IsNewCardPresent() ) { return; }
  if( !sensor.PICC_ReadCardSerial() ) { return; }

  //mostra o ID da TAG RFID lida
  String idLido = "";
  for(byte i = 0; i < sensor.uid.size; i++) {
    idLido.concat(String(sensor.uid.uidByte[i], HEX));
  }
  Serial.println("ID da TAG lida: "+(String)idLido);

  //compara se o ID da TAG lida é algum dos liberados existentes no vetor
  bool liberado = false;
  for(int i = 0; i < (sizeof(tagsLiberadas)/sizeof(String)); i++) {
    if(idLido.equalsIgnoreCase(tagsLiberadas[i])  ){
      liberado = true;
    }
  }

  //verifica se a variável liberado mudou para true e libera ou não o acesso
  //simulamos isso através de uma mensagem na Serial e dos leds
  if(liberado == true){
    Serial.println("Acesso liberado!");
    digitalWrite(3, HIGH);
    digitalWrite(4, LOW);
  } else {
    Serial.println("Acesso negado!");
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, HIGH);
  }

   delay(3000);

}
```

Entendendo o código: o código utilizado é de um nível mais avançado e não cabe aqui explicar de forma aprofundada cada linha e método apresentado. O importante é entender a ideia geral para poder utilizar o sensor RFID nos projetos desejados. Primeiramente criamos um objeto MFRC522, responsável por representar o sensor RFID e oferecer acesso à métodos para trabalhar com ele. Ainda antes do setup, um vetor (array) de Ids permitidos foi criado, já recebendo dois Ids que quando lidos podem liberar o acesso. Quando você for reproduzir os seus exemplos, aproxime a TAG desejada do sensor, anote o Id mostrado no monitor serial e acrescente ou substitua os Ids deste vetor. Dentro do setup, após a inicialização da Serial e da definição das portas dos leds como saída (iniciando em estado LOW), a comunicação SPI e o objeto que representa o sensor RFID são inicializados. No loop, forçamos que o sensor RFID fique continuamente tentando detectar novas TAGs RFID e, quando detectada, que a mesma seja lida. No momento que isso acontece, forçamos um laço de repetição que percorre todo vetor interno do sensor (que armazena o Id lido de forma binária) e transformamos cada uma das sequências em caracteres hexadecimais para que o Id lido possa ser mostrado na nossa Serial. Logo após, em um novo laço, percorremos o vetor de Ids permitidos, comparando um a um com aquele que acabou de ser lido pelo sensor, verificando se é um dos permitidos. Caso seja, informamos sobre o acesso liberado na Serial e ligamos o led verde. Caso contrário, informamos sobre o acesso negado e ligamos o led vermelho. Esse exemplo poderia ser modificado para, por exemplo, ao invés de ligar um led, ligar um relé pela porta digital que solte ou puxe uma trava elétrica, liberando ou bloqueando uma porta ou portão.

Sensor acelerômetro e giroscópio (MPU6050)

Este tipo de sensor nos permite obter a velocidade e a rotação nos seus 3 eixos (X, Y e Z) enquanto é movimentado. Assim, conseguimos capturar os valores deste movimento e tomar alguma ação ou reproduzi-lo em atuadores. Imagine um braço mecânico que deve acompanhar o mesmo movimento do braço de um cirurgião, ou mesmo um joystick que transforme movimentos do jogador em ação no jogo (como faz o Wii). Aqui neste exemplo de uso, por simplificação, não iremos implementar ações para os movimentos detectados, mas mostrar como capturar suas informações para uso futuro. Este sensor possui 8 pinos, mas na prática utilizamos apenas os 4 primeiros: em ordem, VCC, GND, SCL (que obrigatoriamente deve ser conectado à porta A5) e SDA (que obrigatoriamente deve ser conectado à porta A4). Assim, teremos o seguinte esquema eletrônico:



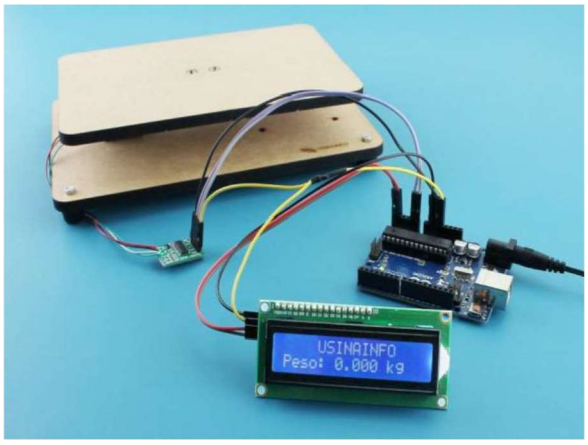
Um exemplo de código para a leitura e apresentação das velocidades e giros nos 3 eixos do acelerômetro/giroscópio é trazido abaixo:

```
#include <Wire.h>

//criação uma constante para armazenar o endereço I2C do sensor
const int MPU = 0x68;

void setup(){
  Serial.begin(9600);

  //inicialização da comunicação I2C (Wire) e do sensor
  Wire.begin();
  Wire.beginTransmission(MPU);
  Wire.write(0x6B);
  Wire.write(0);
  Wire.endTransmission(true);
}

void loop(){
  delay(10);

   //solicitação dos dados do sensor
   Wire.beginTransmission(MPU);
   Wire.write(0x3B);
   Wire.endTransmission(false);
   Wire.requestFrom(MPU, 14, true);

   //leitura dos valores e armazenamento em variáveis
   inc aX = Wire.read()<<8|Wire.read();
   inc aY = Wire.read()<<8|Wire.read();
   inc aZ = Wire.read()<<8|Wire.read();
   inc tmp = Wire.read()<<8|Wire.read();
   inc gX = Wire.read()<<8|Wire.read();
   inc gY = Wire.read()<<8|Wire.read();
   inc gZ = Wire.read()<<8|Wire.read();


   Serial.print("ACEL|X:" + (String)aX +",Y:" + (String)aY + ",Z:"+ (String)aZ + |");
   Serial.print("  GIRO |X:"+ (String)gX + ",Y:" + (String)gY + ",Z:"+ (String)gZ + |");
   Serial.println("  TEMP |"+ (String)tmp + °);

 }
```

Entendendo o código: inicialmente é definido o endereço do sensor pois um endereço sempre é obrigatório na comunicação I2C (Wire). O padrão é 0x68 para os sensores MPU6050 vindos de fábrica, mas eles possuem jumpers que podem ser soldados, modificando fisicamente o endereço (o que não é o nosso caso). Dentro do setup, comandos são disparados através da Wire para abrir a comunicação I2C, inicializar o sensor, fazer as configurações inicias e encerrar a comunicação. Dentro do loop, executamos alguns comandos para reabrir a comunicação com o sensor e solicitar que o mesmo devolva os seus dados para a Wire. Quando isso acontece, os vários dados do sensor (aceleração em X, Y e Z, giro em X, Y e Z e temperatura) são armazenados em um array de binários em uma ordem pré-estabelecida. São criadas então variáveis que irão receber estes 7 valores, lidos em ordem de dentro da Wire, sempre em conjuntos de 8 bits (deslocando mais 8 bits após a leitura). Deste modo, por mais diferente que essa leitura binária pareça, ao final deste processo temos os 7 valores do sensor em 7 variáveis diferentes, podendo exibi-los em nosso Monitor Serial como no exemplo, ou utilizá-los para tomar outras ações conforme nossa necessidade.

Sensor de carga com amplificador (HX711)

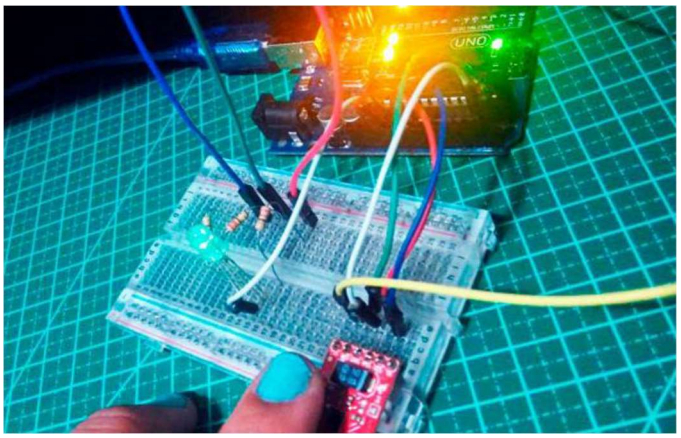
O sensor de carga (ou célula de carga) é uma espécie de sensor piezo com duas placas que, ao serem comprimidas, provocam micro correntes (mais fortes conforme mais força é aplicada). Deste modo, estes sensores podem ser utilizados como balança digital, fazendo uma relação entre as correntes medidas (e amplificadas pelo HX711 para poderem ser percebidas pelas placas de prototipagem) e os pesos que as produzem. Para entender o seu funcionamento, acesse o link abaixo para visualizar um exemplo completo desenvolvido por *Matheus Gebert Straub* no site da UsinaInfo, explicando o passo a passo da construção de uma balança digital caseira para até 5Kg.



https://www.usinainfo.com.br/blog/balanca-arduino-com-celula-de-peso-e-hx711-tutorial-calibrando-e-verificando-peso/

Sensor de gestos (APDS-9960)

Os sensores de gestos são capazes de detectar quando realizamos determinados movimentos próximos deles, com as mãos ou os dedos. Os sensores mais comuns (como o APDS-9960) detectam o movimento da mão de cima para baixo, de baixo para cima, da esquerda para a direita e da direita para a esquerda. Alguns sensores mais sofisticados detectam movimentos especiais como, por exemplo, a mão afastando ou aproximando ou mesmo gestos circulares. Detectando esses movimentos, podemos programar o Arduino para executar determinadas ações como resposta a cada um deles (imagine controlar uma TV da cama, podendo trocar o canal, ajustar o volume e ligar e desligar, apenas movimentando a mão). Apesar do APDS-9960 detectar apenas os 4 movimentos básicos citados, ele tem mais uma funcionalidade extra: funciona também como um detector de cores RGB. Para entender o seu funcionamento, acesse os dois links abaixo. No primeiro, *Gedeane Kenshima*, do site FelipeFlop mostra como usar o APDS-9960 para detectar cores RBG e transferir a cor detectada para um led RGB. No segundo, *Euler Oliveira*, do blog da Master Walker Shop, mostra como detectar os 4 gestos básicos com o sensor.



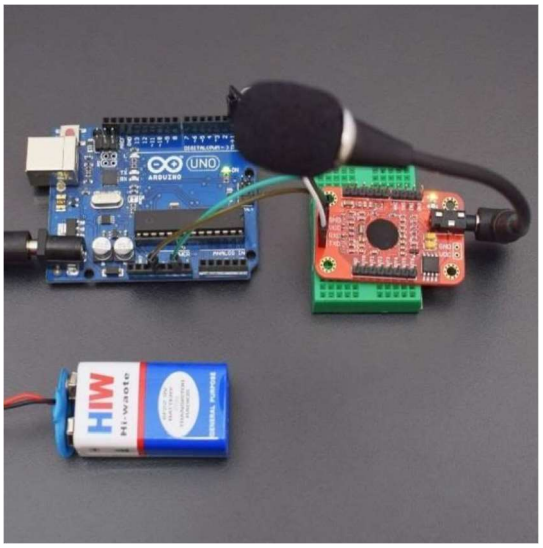
https://www.filipeflop.com/blog/como-utilizar-o-sensor-de-gestos-e-rgb-sparkfun/

https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-de-gestos-e-de-cor-apds-9960

Sensor de reconhecimento de voz (V3)

A integração de reconhecimento de voz no Arduino é muito interessante e nos permite controlar as suas ações apenas falando, com o uso de comandos de voz. Geralmente para isso, necessitamos criar um aplicativo para smarthone que é o responsável por capturar a voz, reconhecer os comandos e mandar ordens ao Arduino através de uma conexão serial (por bluetooth, wifi ou mesmo cabo USB). Porém, isso acrescenta um grau de complexidade ao nosso projeto. O sensor de reconhecimento de voz V3 simplifica este processo. Ele é capaz de armazenar internamente até 80 palavras diferentes, narradas pelo usuário através de um programa de treinamento. Destas 80, 7

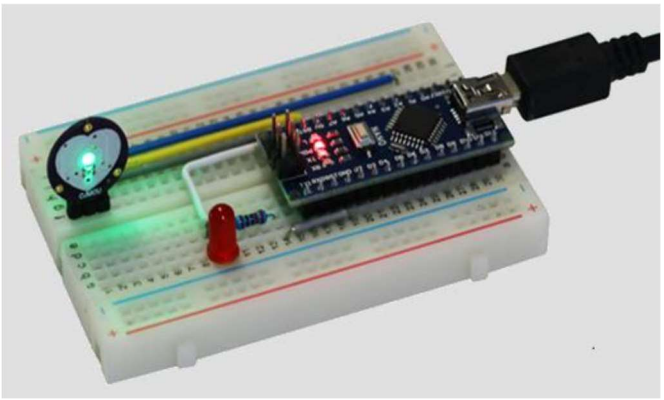
podem ser ativadas por vez e caso alguma delas seja detectada, o sensor avisa ao Arduino enviando esta palavra para que a placa, por sua vez, pode tomar uma determinada ação. Assim, conseguimos realizar o desenvolvimento de sistemas que sejam totalmente controlados por voz, sem a necessidade de apps adicionais, de smartphone e mesmo de internet. Para entender melhor o seu funcionamento, entre no link abaixo para visualizar o exemplo desenvolvido por *Matheus Gebert Straub* do site UsinaInfo, explicando deste o treinamento das palavras no sensor até a detecção destas palavras pelo Arduino.



https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-reconhecimento-de-voz-arduino/

Sensor de batimentos cardíacos (KY-039)

O sensor de batimentos cardíacos é especialmente desenvolvido para um monitoramento cardíaco pouco invasivo, através de luz infravermelha e ultravioleta que controla as pulsações, podendo ser posicionado no peito, ponta dos dedos da mão ou pés, lóbulo da orelha e pulso. Este sensor além do valor de batimentos (e alguns mais elaborados até da pressão arterial), entrega uma saída em sinal analógico que pode ser utilizada para a visualização em um gráfico do tipo "eletrocardiograma". Para entender o funcionamento, acesse o primeiro link para visualizar um exemplo desenvolvido pela *Gedeane Kenshima* do site FelipeFlop, com sincronização de um led de acordo com os batimentos. No segundo link do Canal TCD, um vídeo mostrando a geração de gráfico estilo eletrograma com a ferramenta Plotter Serial Arduino IDE.

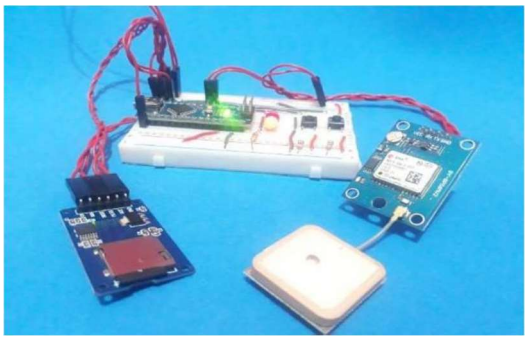


https://www.filipeflop.com/blog/aprenda-usar-o-sensor-de-frequencia-cardiaca/

https://www.youtube.com/watch?v=dfOI8LKHIkM

Sensor GPS (Neo-6M)

O sensor GPS é especialmente desenvolvido para conseguir obter informações do sistema GPS global, comunicando o maior número de satélites possível para uma triangulação e estimativa de posição de qualidade. Seu uso é interessante em qualquer sistema eletrônico e de IOT que necessite descobrir a posição global (como em robôs, veículos de carga, drones, barcos de monitoramento, etc). Para entender o funcionamento, acesse o primeiro link para visualizar um exemplo desenvolvido pela equipe *Montain Baja* do portal Vida de Silício, com a captura e tratamento das coordenadas, total de satélites consultados e data e hora global. Já no segundo link, um sistema automotivo para gravar o caminho percorrido por um carro em um cartão SD com a posterior importação para o Google Maps (permitindo ver o caminho percorrido), desenvolvido por *Diego Moreira* da UsinaInfo.



https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-gps-neo-6m/

https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-arduino-gps-6m-registrando-localizacao/