



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

EVALUACIÓN DE SENSORES PARA SU CONEXIÓN A TARJETA ARDUINO

Alumno: Juan Antonio Cortés Cortés

Tutor: Prof. D. Ángel Gaspar González Rodríguez
Dpto: Electrónica y Automática

Septiembre, 2017



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Electrónica y Automática

Don ÁNGEL GASPAR GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:

EVALUACIÓN DE SENSORES PARA SU CONEXIÓN A TARJETA ARDUINO, que presenta JUAN ANTONIO CORTÉS CORTÉS, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, SEPTIEMBRE de 2017

El alumno:

El tutor:

JUAN ANTONIO CORTÉS CORTÉS ÁNGEL GASPAR GÓNZALEZ RODRÍGUEZ

Índice

1. OBJETO.....	4
2. CLASIFICACIÓN.....	6
3. MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMO ENTRADA.....	7
3.1. Módulo joystick de ejes XY. KY-023.	7
3.2. Módulo interruptor botón. KY-004.	10
3.3. Módulo codificador rotatorio. KY-040.	13
3.4. Módulo de contacto con mini lámina magnética. KY-021.	18
3.5. Módulo sensor de contacto metálico. KY-036.	21
4. MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMO SALIDA.	24
4.1. Módulo LED RGB tricolor. KY-016.	24
4.2. Módulo SMD tricolor. KY-009.	27
4.3. Módulo LED bicolor. KY-011.	29
4.4. Módulo LED bicolor 3 mm. KY-029.	32
4.5. Módulo de siete colores con flash automático. KY-034.	34
4.6. Módulo óptico de mercurio. KY-017.	37
4.7. Módulo diodo emisor de láser. KY-008.	41
4.8. Módulo emisor de señal infrarroja. KY-005.	44
4.9. Módulo buzzer activo. KY-012.	47
4.10. Módulo buzzer pasivo. KY-006.	49
5. MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMBINANDO ENTRADA Y SALIDA.	52
5.1. Módulo detector de inclinación con luz Led de taza. KY-027	52
6. MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.....	55
6.1. Módulo de llama. KY-026.....	55
6.2. Módulo sensor de temperatura. KY-001.	58
6.3. Módulo sensor de temperatura analógica. KY-013.	61
6.4. Módulo sensor de temperatura digital. KY-028.	65
6.5. Módulo sensor de temperatura y humedad. KY-015.	68
6.6. Módulo interruptor de inclinación. KY-020.	71
6.7. Módulo sensor de latidos. KY-039.	74
6.8. Módulo sensor de campo magnético Hall. KY-003.....	77
6.9. Módulo sensor de campo magnético lineal. KY-024.	80
6.10. Módulo sensor magnético analógico. KY-035.	83

ÍNDICE

6.11. Módulo sensor de interruptor magnético. KY-025.	85
6.12. Módulo micrófono con sensor de sonido.....	88
6.13. Módulo micrófono con sensor de sonido sensible. KY-037.	92
6.14. Módulo sensor de rastreo. KY-033.	94
6.15. Módulo sensor de vibración. KY-002.	97
6.16. Módulo sensor de impacto. KY-031.	100
6.17. Módulo sensor de proximidad para evitar obstáculos. KY-032.....	102
6.18. Módulo sensor receptor infrarrojos. KY-022.....	105
6.19. Módulo fotoresistor. KY-018.	108
6.20. Módulo sensor fotoeléctrico. KY-010.	111
7. MÓDULOS DE PROCESO COMO SALIDA.	114
7.1. Módulo relé. KY-019.....	114
8. PROYECTO ALARMA.....	117
8.1. Introducción.....	117
8.2. Elección de sensores.....	117
8.3. Estructura del sistema. Proceso de ejecución.....	119
8.4. Modo de comunicación entre módulos.....	124
8.5. Conexión del sistema.	127
8.6. Optimización del sistema.	131
9. CONCLUSIONES.....	133
10. BIBLIOGRAFÍA	135

1. OBJETO.

El cuerpo de este trabajo está basado en el uso de la plataforma libre Arduino y el desarrollo y explicación de 37 sensores. Este conjunto de dispositivos forman parte de un mismo kit que se puede adquirir. El objetivo de este proyecto es acercar al usuario con conocimiento, o no, del medio, estos sensores para poder utilizarlos a libre disposición e implicarlos en cualquier tipo de proyecto.

Por ello, a lo largo del mismo, se va a ir describiendo cada uno de los sensores, explicando cuál es su función, es decir, el fin para lo que estén diseñados. Se nombrarán diferentes proyectos dónde se usan a modo de ejemplo.

Se mostrarán las características principales de los integrantes del kit, así como una demostración gráfica de cómo conectarlo realizada con la aplicación FRITZING.

Por último, se mostrará un código ejemplo para programar nuestra placa Arduino y poder utilizar cada uno de los sensores. Se tratan de códigos sencillos y comprensibles para cualquier usuario sin experiencia. El esquema de conexión junto al código, facilita el uso de cada uno de los módulos además de ayudar a comprender su funcionamiento para poder así utilizarlo en un sinfín de aplicaciones.

Las aplicaciones que permiten realizar utilizando Arduino son ilimitadas. Este kit de 37 sensores proporciona un gran abanico de oportunidades para dejar la imaginación trabajar en las distintas formas de combinarlos.

La disposición de estos sensores, junto al conocimiento de las distintas formas de comunicación que puede utilizar Arduino para enviar y recibir información, impulsa a la creación de aplicaciones interesantes, cómo en este caso, un sistema de alarma al alcance de cualquier usuario que se expone a modo de ejemplo

OBJETO.

Este sistema está constituido por dos placas Arduino estructurándose en módulo primario o principal y módulo secundario. Ambos contienen módulos pertenecientes al kit. Este ejemplo, emplea la comunicación vía Bluetooth entre ambos dispositivos utilizando un módulo Bluetooth para enviar al dispositivo análogo el estado en el que se encuentra y leer avisos de estado sobre el dispositivo compañero. Los módulos poseen sensores para poder conocer el estado en el que se encuentra la zona controlada. El objetivo de este sistema es avisar al usuario sobre la existencia de un posible fuego, una inundación o el acceso indebido en la zona.

A través de este ejemplo se da a conocer un dispositivo de comunicación que aumenta las oportunidades para realizar proyectos que ofrece Arduino y se demuestra que combinándolo con los sensores de este kit se pueden conseguir ideas interesantes. Este sistema de alarma a nivel de usuario, haciendo uso de una electrónica simple y sencilla, acerca el uso de la electrónica al día a día.

A continuación, se expone la clasificación realizada de los sensores y actuadores contenidos en el kit.

2. CLASIFICACIÓN.

Este kit de 37 dispositivos está formado por 26 sensores y 11 actuadores. Se ha dispuesto a clasificarlos en cinco subgrupos atendiendo al modo de interacción y en función si responden cómo módulos de entrada o de salida.

Los cinco subgrupos son:

- Módulos de interacción hombre-máquina como entrada.
- Módulos de interacción hombre-máquina como salida.
- Módulos de interacción hombre-máquina combinando entrada y salida.
- Módulos de interacción de proceso como entrada.
- Módulos de interacción de proceso como salida.

Se va a proceder a describir y analizar cada uno de los sensores. La búsqueda de información se ha basado principalmente en las siguientes páginas webs:

- (Arduino Modules)
- (Henrysbench)
- (Luisllamas. Sensores)
- (Prometec)
- (SoloArduino)
- (Milyunapartes)

3. MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMO ENTRADA.

3.1. Módulo joystick de ejes XY. KY-023.

3.1.1. Descripción

Este primer módulo, contiene un joystick, cómo se muestra en la Ilustración 3.1, capaz de desplazarse biaxialmente en X e Y, además de incluir un botón que se activa al presionar el joystick. A diferencia de utilizar pulsadores, nos proporciona una mayor cantidad de información al proporcionar las coordenadas de la dirección en la cual se acciona.

El joystick consiste en una palanca que se mueve en 2D. Los movimientos direccionales del joystick se deben a dos potenciómetros a noventa grados, uno para cada eje, que al tratarse de resistencias variables, actúan como sensores pues proporcionan una tensión variable dependiendo de la rotación del dispositivo alrededor de su eje. Por ejemplo, si se mueve de izquierda a derecha, el potenciómetro varía de un extremo al otro.



Ilustración 3.1 Módulo KY-023.

Este módulo proporciona una señal digital relacionado con el microrruptor y dos señales analógicas asociadas a cada uno de los ejes consiguiendo establecer un control más preciso.

En la Ilustración 3.2 queda descrita el diagrama de posicionamiento mostrando las direcciones X e Y además de la respuesta que puede obtener en cada dirección, entre cero y 1023, que facilita obtener las diferentes coordenadas de cada eje. Destacar, que no son coordenadas muy precisas.

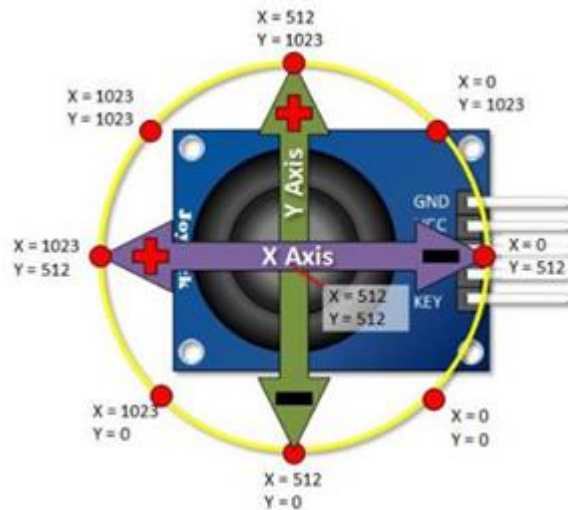


Ilustración 3.2 Diagrama de dirección.

Entre otros ejemplos, sirven para controlar la velocidad de movimiento de un brazo robótico al igual que la velocidad de giro en un vehículo. También se puede usar para controlar un servo, incluso robots.

Fuente:

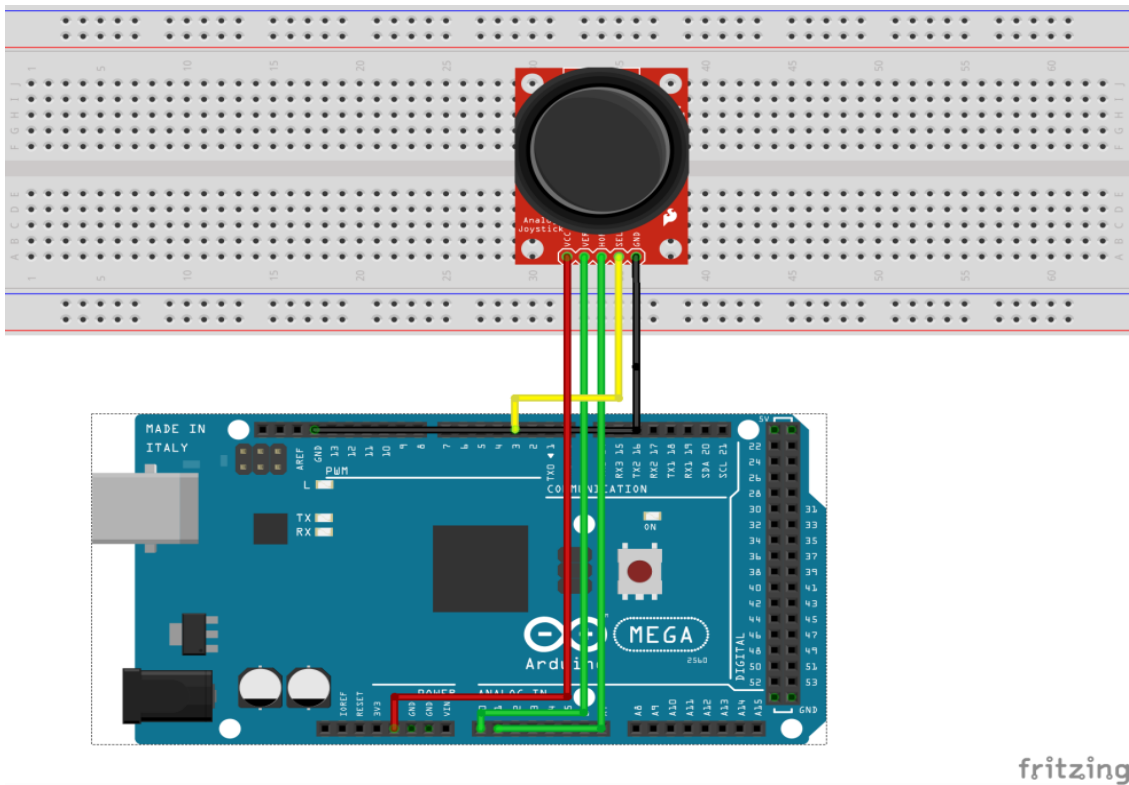
- (Cursoarduino. Módulo KY-023)
- (Henrys-Bench. Arduino)

3.1.2. Características

- Alimentación: 5V.
- Ejes XY independientes.
- Botón en el eje Z
- Utiliza dos pines analógicos y uno digital.
- Potenciómetros de 10 kΩ.
- Material: PCB
- Dimensiones: 4,0 cm x 2,6 cm x 3,2 cm

MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMO ENTRADA.
Módulo joystick de ejes XY. KY-023.

3.1.3. Conexión



Esquema eléctrico 3.1 Conexión para utilizar el módulo KY-023.

3.1.4. Código

```
// Modulo_joystick
// Modulo KY023

int Direccion_X = A0; // eje x
int Direccion_Y = A1; // eje y
const int Pulsador_Z = 3; // botón presionable
void setup () {
    pinMode (Direccion_X, INPUT);
    pinMode (Direccion_Y, INPUT);
    pinMode (Pulsador_Z, INPUT_PULLUP);
    // activa resistencia pull up interna propia de la placa Arduino
    digitalWrite (Pulsador_Z, HIGH);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    int pos_X, pos_Y, pos_Z;
    pos_X=analogRead (Direccion_X);
    pos_Y=analogRead (Direccion_Y);
    pos_Z=analogRead (Pulsador_Z);
    delay(300);
}
```

Código 3.1 Programa para el módulo KY-023.

3.2. Módulo interruptor botón. KY-004.

3.2.1. Descripción

Módulo que implementa un pequeño interruptor de acción temporal y una resistencia de protección. Capaz de enviar una señal pulso a través de uno de sus pines. Ver Ilustración 3.3 .

Puede ser empleado como final de carrera para cualquier otro proceso, como pulsador de reset durante una actividad, o como pulsador de inicio entre otros usos.



Ilustración 3.3 Módulo KY-004.

Si se quiere conectar este pulsador a un valor de tensión de referencia, sea 0 V o 5 V, es recomendable hacer usos de las resistencias Pull-Up o Pull-Down. De esta forma se evita estados de alta impedancia o posibles cortocircuitos.

El estado de alta impedancia en el interruptor se produce cuando se encuentra un interruptor abierto, pues el pin se encuentra desvinculado de cualquier tensión. En la Ilustración 3.4 se muestra gráficamente la configuración para este estado.

Para solucionar este problema, Arduino facilita la aplicación de una resistencia pull en las entradas digitales. Su configuración se puede ver atendiendo al

Código 3.2.

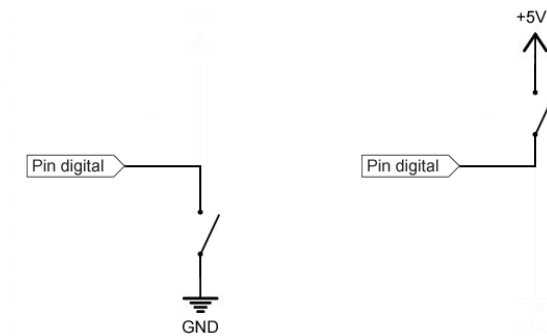


Ilustración 3.4 Estado de alta impedancia.

Las resistencias pull establecen un estado lógico en el pin o entrada de un circuito lógico en situación de reposo. Al usar la resistencia pull-down, ofrece una caída de tensión prácticamente nula en el estado de reposo, equivalente a LOW. AL accionar el pulsador, existirá una diferencia de potencial de 5 V, pasando a un estado HIGH. Las resistencias pull-up realizan la función análoga. En la Ilustración 3.5 se observa la configuración inicial de ambas resistencias.

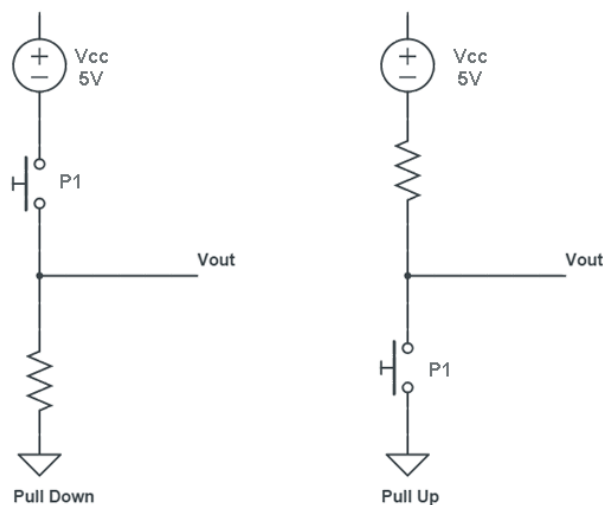


Ilustración 3.5 Resistencias pull.

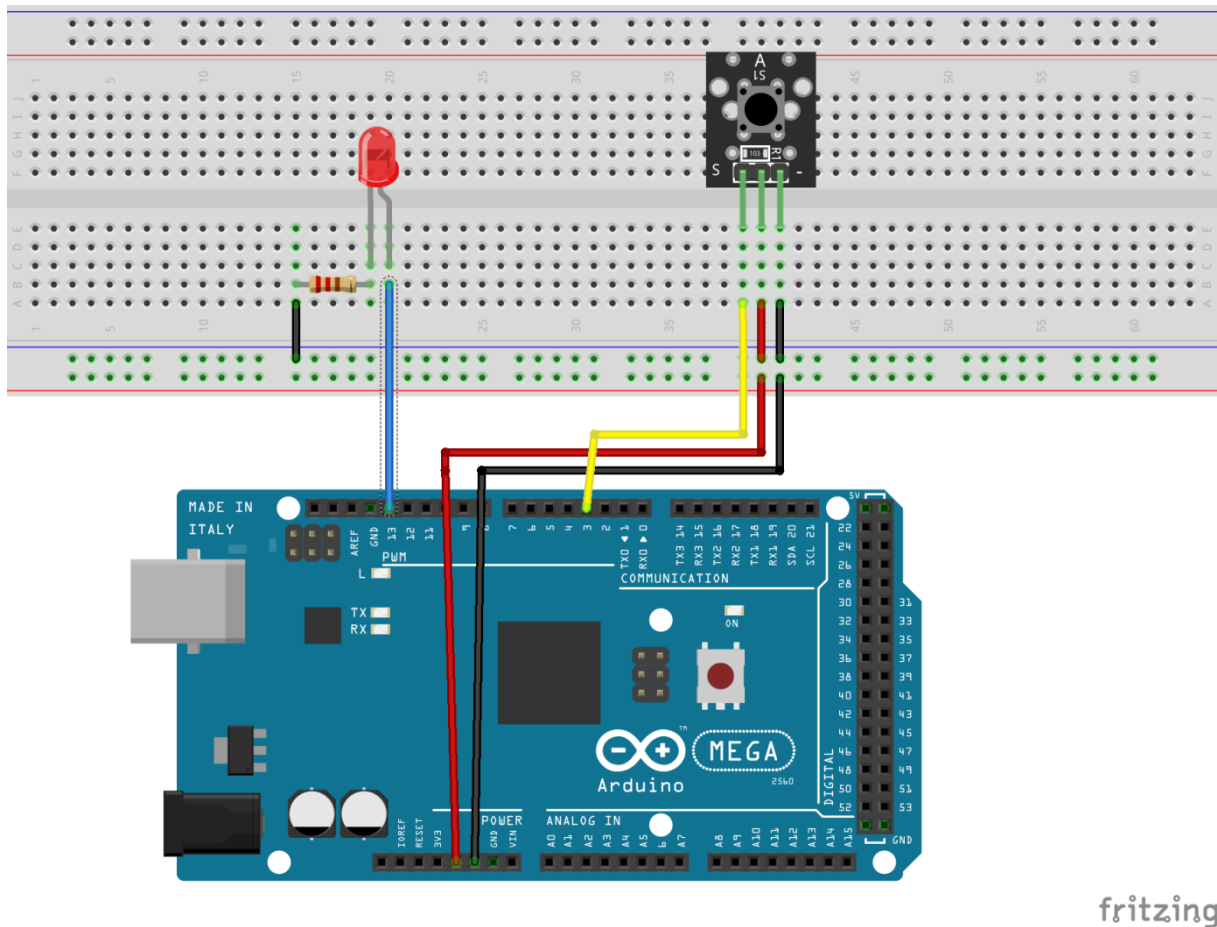
Fuente:

- (Programarfacil)

3.2.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Salida señal digital
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.6 x 1.9 x 0.8 cm

3.2.3. Conexión



Esquema eléctrico 3.2 Conexión para utilizar el módulo KY-004.

3.2.4. Código

```
// Modulo_interruptor
// Modulo KY004

int Led = 13;
int pulso=3;

void setup () {
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (pulso, INPUT_PULLUP); // Configura el pin pulso como PULL-UP
}

void loop () {
```

```
int val;  
val = digitalRead (pulso);  
if (val == HIGH) {  
    digitalWrite (Led, HIGH);  
}  
else{  
    digitalWrite (Led, LOW);  
}  
}
```

Código 3.2 Programa para el módulo KY-004.

3.3. Módulo codificador rotatorio. KY-040.

3.3.1. Descripción

El módulo KY-040 se trata de un dispositivo basado en un codificador que proporciona un valor de cuánto se ha girado el mando y en qué dirección se ha hecho. Ver Ilustración 3.6. Como posible ejemplo de aplicación, se puede utilizar para el control de la velocidad angular, aunque este tipo de encoder es empleado como dispositivo de control o mando.

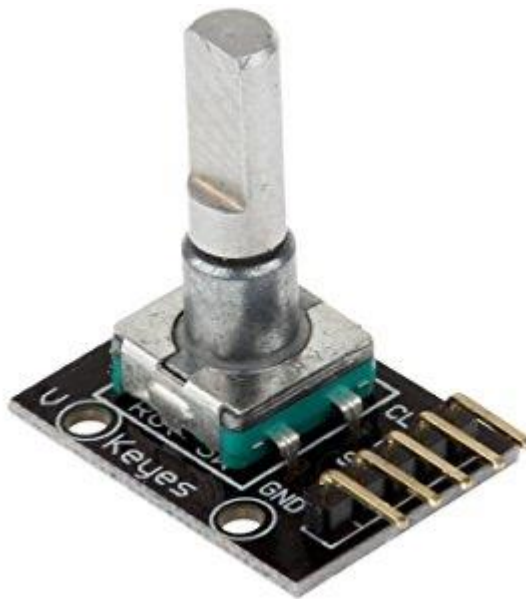


Ilustración 3.6 Módulo KY-040.

Los codificadores rotatorios tienen un número fijo de posiciones por revolución, que se puede notar en este caso con un leve resalte al hacer rotar el mando. En este caso posee 20 posiciones, lo que lleva consigo que cada posición sea de 19 °. A diferencia de los potenciómetros, no tiene límite de giro, es decir, se puede tornar

hacia ambos lados sin preocupación. Este tipo de dispositivos se le denominan encoder de cuadratura.

En la Ilustración 3.7, queda reflejada los pines básicos de un codificador de este tipo .En el interior del propio, hay dos interruptores, el primero conecta el pin A y C, mientras que el segundo enlaza B y C. En cada posición del codificador, los interruptores pueden encontrarse abiertos o cerrados. Esto nos proporciona dos salidas.



Ilustración 3.7 Pines de un codificador rotacional.

Cada chasquido producido al girar el mando, produce un cambio en los interruptores.

Si los interruptores se encuentran abiertos o cerrados, girando el mando en cualquier sentido, horario o antihorario una posición, provocará que ambos se cierren o abran.

Si este giro, se realiza en el sentido horario, el interruptor que conecta el pin A y C cambiara primero, mientras que si se realiza en el sentido antihorario, cambiará primero el interruptor que conecta B y C.

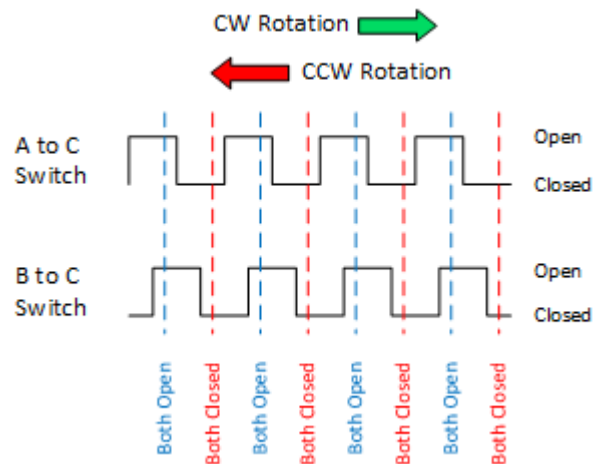


Ilustración 3.8 Fases del codificador rotacional.

En la Ilustración 3.8 se representa la respuesta de los interruptores. Existe un desfase entre ambas señales de 90° eléctricos. En función de que estado del interruptor cambia primero, se puede determinar la dirección de rotación que ha tomado el mando. Si el interruptor A con C, ha cambiado primero, el sentido del giro es horario, si en cambio, ha variado el interruptor B con C, el sentido es antihorario. Se deberá conectar fijándose en la Ilustración 3.9 para saber la posición referente al pin A y B.

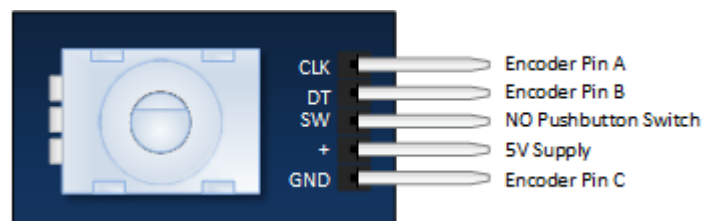


Ilustración 3.9 Representación de los pines del módulo.

Este módulo está diseñado para obtener un valor bajo si los interruptores están cerrados y alto si están abiertos. Dispone también de un interruptor tipo botón implementado en el codificador, utilizado para cambiar la función de los interruptores.

Las dos señales producidas por el encoder nos da un total de cuatro combinaciones: 00, 01, 10, 11, conocido como dos bits de código Grey.

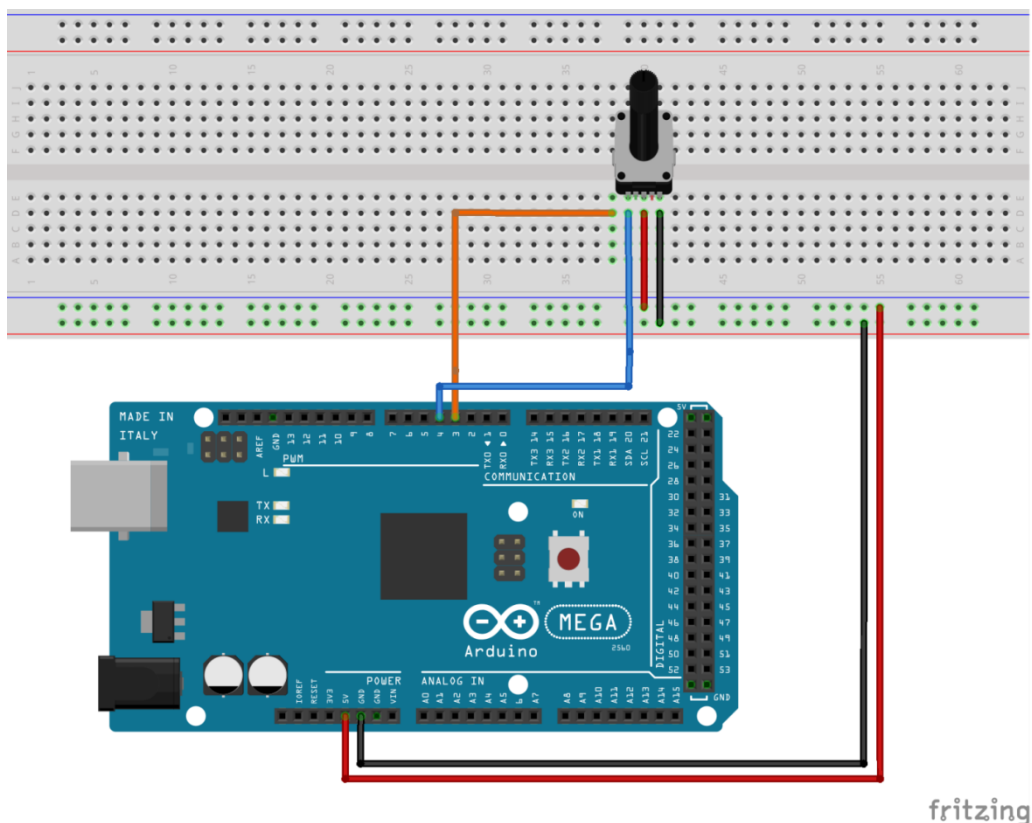
Fuentes:

- (Patagoniatec.Encoder)
- (Luisllamas.EncoderRotativo)
- (PLayground.arduino.cc)

3.3.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Número de posiciones: 20
- Grados que puede medir por posición: 19°
- Detección de dirección de giro
- Detección de frecuencia de giro y velocidad
- Detección de presión del sensor
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.7 x 1.9 x 3.0 cm

3.3.3. Conexión



Esquema eléctrico 3.3 Conexión para utilizar el módulo KY-040.

3.3.4. Código

```
// Modulo_codificador_rotatorio
// Modulo KY040

const int pinA = 3;
const int pinB = 4;

int contador = 0;
volatile int ISR_contador = 0;
bool sentido_horario;

void setup()
{
  Serial.begin (9600);
  pinMode (pinA, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (pinA), encoderA, CHANGE);
  attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (pinB), encoderB, CHANGE);
  // Inicia la interrupciones cuando se produzcan ambos flancos en los dos
  pines
}

void loop()
{
  if (contador != ISR_contador)
  {
    contador = ISR_contador;
    Serial.println (contador);
  }
  delay (100);
}

void encoderA ()
{
  if (digitalRead(pinA) == HIGH)
  {
    if ( digitalRead (pinB) == LOW)
    {
      sentido_horario = true; // Se gira en el sentido horario
      if (ISR_contador +1 <= 255)
        ISR_contador ++;
    }
    else
    {
      sentido_horario = false; // Se gira en el sentido antihorario
      if (ISR_contador -1 >0)
        ISR_contador --;
    }
  }
  else
  {
    if ( digitalRead (pinB) == HIGH)
    {
      sentido_horario = true; // Se gira en el sentido horario
      if (ISR_contador +1 <= 255)
        ISR_contador ++;
    }
    else
  }
```

```
{
    sentido_horario = false; // Se gira en el sentido antihorario
    if (ISR_contador -1 >0)
        ISR_contador --;
}
}

void encoderB ()
{
    if (digitalRead(pinB) == HIGH)
    {
        if ( digitalRead (pinB) == HIGH)
        {
            sentido_horario = true; // Se gira en el sentido horario
            if (ISR_contador +1 <= 255)
                ISR_contador ++;
        }
        else
        {
            sentido_horario = false; // Se gira en el sentido antihorario
            if (ISR_contador -1 >0)
                ISR_contador --;
        }
    }
    else
    {
        if ( digitalRead (pinA) == LOW)
        {
            sentido_horario = true; // Se gira en el sentido horario
            if (ISR_contador +1 <= 255)
                ISR_contador ++;
        }
        else
        {
            sentido_horario = false; // Se gira en el sentido antihorario
            if (ISR_contador -1 >0)
                ISR_contador --;
        }
    }
}
```

Código 3.3 Programa para el módulo KY-040.

3.4. Módulo de contacto con mini lámina magnética. KY-021.

3.4.1. Descripción

Este módulo de está basado en el uso de un *reed switch*. Ver Ilustración 3.11. Consiste en un interruptor eléctrico que se activa en presencia de campos magnéticos. Actúa como un interruptor normalmente abierto que al detectar un campo magnético se cierra, dejando pasar voltaje.

En el interior de la cápsula de vidrio que le da forma al interruptor, herméticamente sellada, existen dos láminas ferromagnéticas superpuestas. Suelen estar compuesta de Ni y Fe.

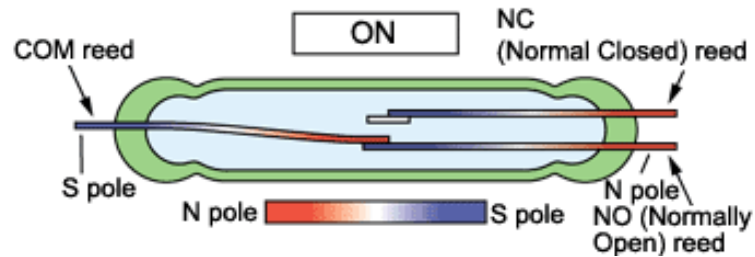


Ilustración 3.10 Componentes reed switch.

Para hacer conmutar los contactos de este interruptor se suele emplear un imán permanente aunque también se puede introducir en una bobina de cobre pues genera el campo magnético necesario al pasar corriente eléctrica por ella. En la Ilustración 3.10 se representa este tipo de interruptor.

El propio módulo incluye una resistencia, y se puede emplear como un propio interruptor. Se utilizan como sensores magnéticos.

Fuente:

- (Luisllamas. Interruptor reed)

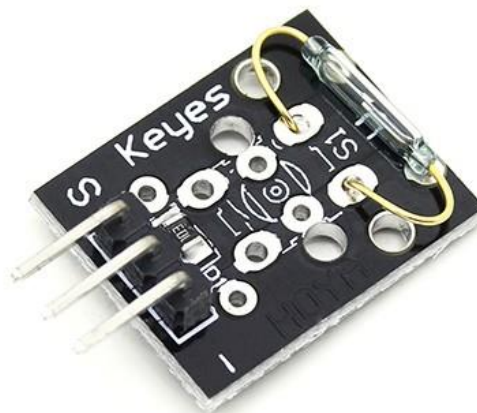
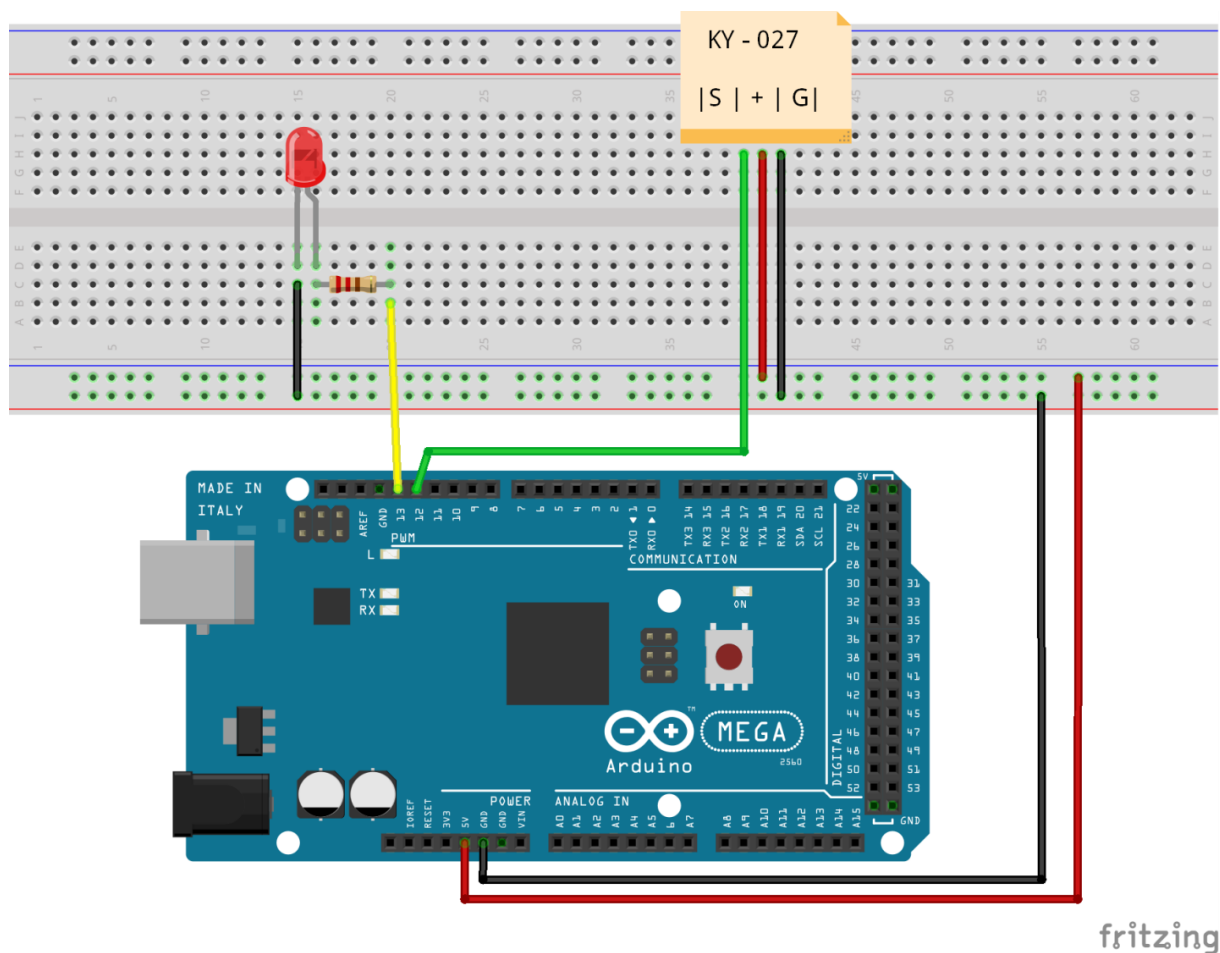


Ilustración 3.11 Módulo KY-021.

3.4.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.1 x 1.5 x 0.9 cm

3.4.3. Conexión



Esquema eléctrico 3.4 Conexión para utilizar el módulo KY-021.

3.4.4. Código

```
// Modulo_contacto_lamina
// Modulo_KY021

int Led = 13;
int sensor=12;

void setup()
{
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensor, INPUT);
}

void loop()
{
  int val;
  val= digitalRead(sensor);
  if(val==HIGH)
  {
    digitalWrite (Led,HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite (Led,LOW);
  }
}
```

Código 3.4 Programa para el módulo KY-021

3.5. Módulo sensor de contacto metálico. KY-036.

3.5.1. Descripción

Permite detectar cuando una persona hace contacto con la patilla suelta del transistor MPSA13.

Cuando se toca el extremo del transistor, la carga presente del dedo pasa a través de un amplificador de alta ganancia. La salida de este amplificador, está conectado al comparador LM358, que convierte la señal de corriente analógica en una señal onda cuadrada. Ver Ilustración 3.12.

Se puede unir cualquier metal a la patilla del transistor, aumentando ligeramente las posibilidades de uso. Realmente, cómo única funcionalidad, es la de actuar cómo un interruptor, permitiendo realizar acciones de control externas al módulo.

Esta señal es la encargada de que el LED no esté encendido de forma constante, produciendo un leve parpadeo al ser una onda cuadrada.

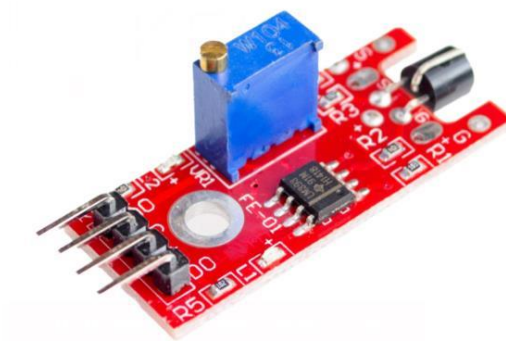


Ilustración 3.12 Módulo KY-036.

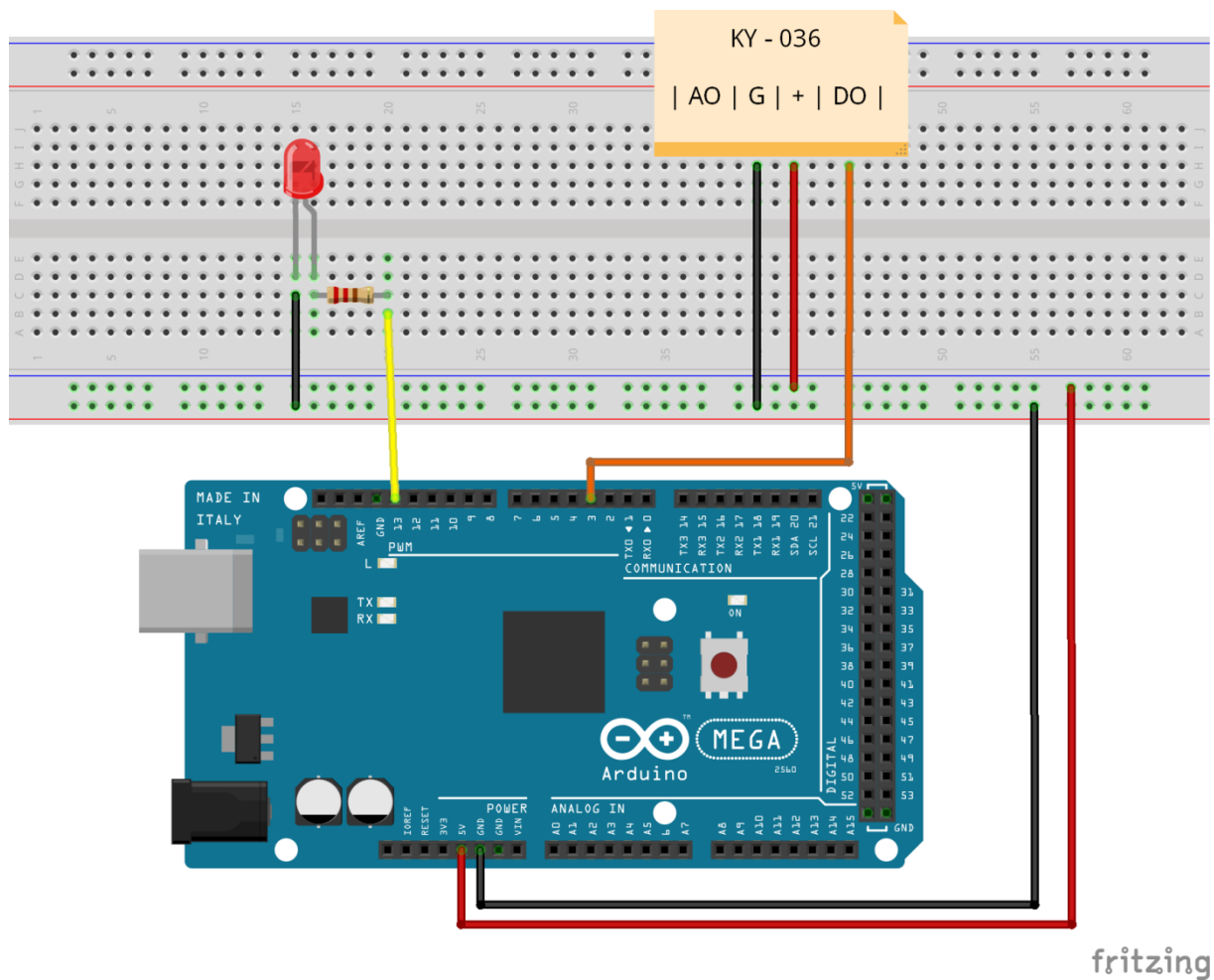
3.5.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Salida señal digital
- Material: PCB
- Dimensiones: 3.8 x 1.5 x 1.4cm

MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMO ENTRADA.

Módulo sensor de contacto metálico. KY-036.

3.5.3. Conexión



Esquema eléctrico 3.5 Conexión para utilizar el módulo KY-036.

3.5.4. Código

```
// Modulo_Sensor_de_contacto_metalico
// Modulo_KY038

int Led = 13;
int sensor = 3;

void setup() {
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensor, OUTPUT);
}

void loop() {
  int val;
  val = digitalRead (sensor);
  if (val == HIGH){
    digitalWrite (Led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
}
```

Código 3.5 Programa para el módulo KY-038.

4. MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMO SALIDA.

4.1. Módulo LED RGB tricolor. KY-016.

4.1.1. Descripción

El módulo KY-016, contiene un LED de 5 mm que permite encenderse en cualquier color debido a la mezcla de colores rojo, verde y azul, obteniendo así cualquier combinación posible de tonalidades. Se puede ver su estructura en la Ilustración 4.2.

Este tipo de LED, es una unión de tres diodos de los colores primarios aditivos, combinados en un mismo encapsulado que comparte el mismo cátodo. Su estructura se puede ver fijándose en la Ilustración 4.1 En función de la tensión que se ajuste a cada pin, podremos obtener cualquier color de la gama.

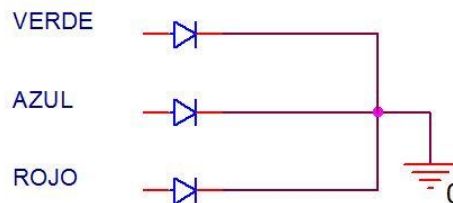


Ilustración 4.1 LED RGB.

Cada tono, varía entre 0 y 255. El mismo módulo contiene tres resistencias limitadoras de $150\ \Omega$ para evitar que se quemen. De esta forma no es necesario introducir resistencias extras al utilizar el módulo.



Ilustración 4.2 Módulo KY-016.

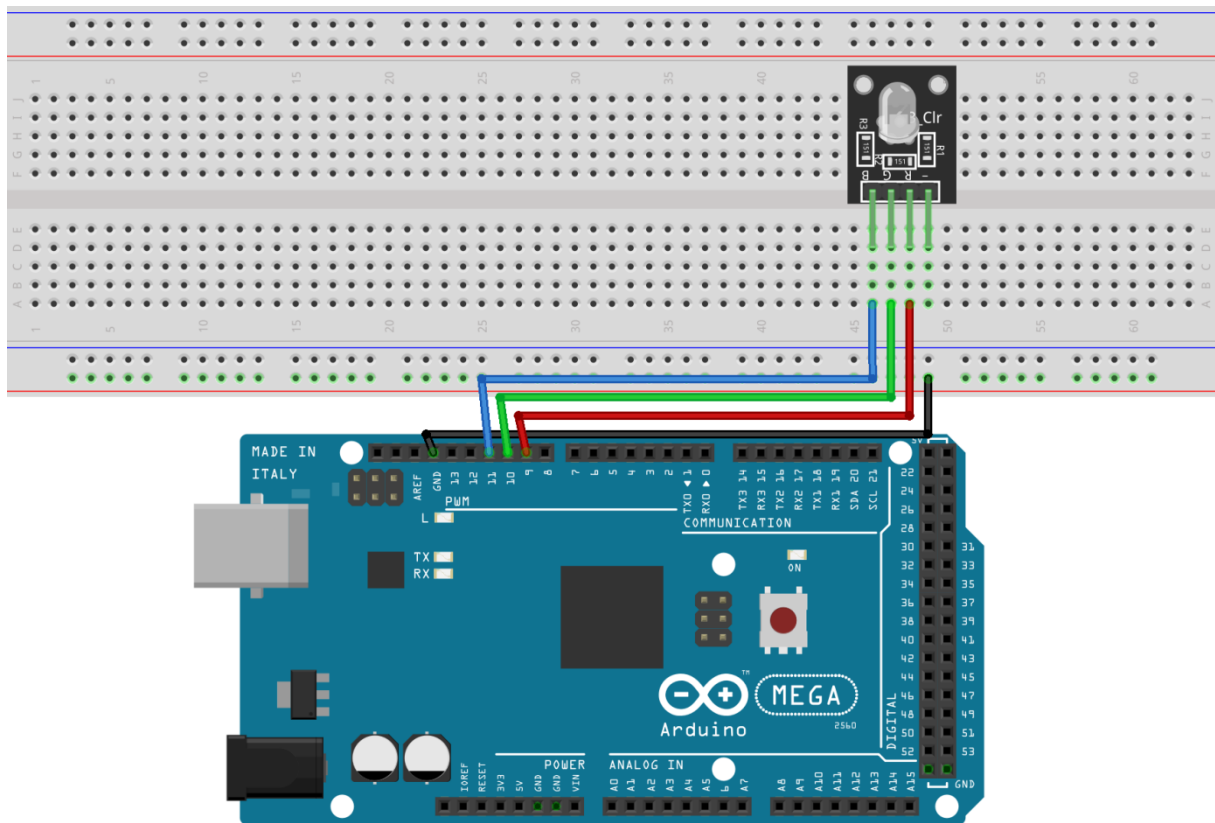
Debido a la numerosa capacidad de combinación de colores, se puede crear un sin fin de tonos modificando los valores, así como la frecuencia de variación de los colores produciendo un efecto de cámara lenta o rapidez.

La principal utilidad de este módulo es ser un indicador, usándose también como elemento de decoración. Combinando varios de ellos y definiendo el tono se pueden crear distintas imágenes.

4.1.2. Características

- Alimentación 3.3V ~ 5V
- LED RGB con previa resistencia
- Cátodo Común
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.9x1.5x1.5cm

4.1.3. Conexión



fritzing

Esquema eléctrico 4.1 Conexión para utilizar el módulo KY-016.

4.1.4. Código

```
// modulo_LED_RGB_Tricolor
// modulo_KY016

int tierra=8;
int tonoverde=9;
int tonorojo=10;
int tonoazul=11;

void setup(){
  pinMode (tonoverde, OUTPUT);
  pinMode (tonorojo, OUTPUT);
  pinMode (tonoazul, OUTPUT);
  pinMode (tierra, OUTPUT);
  digitalWrite(tierra, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  analogWrite(tonoverde, random(255));
  analogWrite(tonorojo, random(255));
  analogWrite(tonoazul, random(255));
  delay(300);
}
```

Código 4.1 Programación para el módulo KY-016.

4.2. Módulo SMD tricolor. KY-009.

4.2.1. Descripción

Módulo formado por un LED en montaje superficial integrado con tres diodos de los tres colores básicos como se puede ver en la Ilustración 4.3. Este Led se trata del 5050 SMD LED. Al igual que el LED RGD, puede modificar la intensidad de cada diodo por las entradas de voltaje PWM. Esta capacidad, le permite representar una amplia gama de colores debido a la amplia gama de colores.

Del mismo modo que el módulo KY-016, se puede variar la tensión de cada diodo para obtener los distintos tonos entre 0 y 255.

Sin embargo, el LED SMD a diferencia del visto anteriormente, requiere la conexión de resistencias limitadoras al no estar integradas para evitar quemar el propio. Usando tres resistencias de 220 Ω serán más que suficiente para evitar cualquier imprevisto y obtener un funcionamiento correcto.

Se utilizan para mostrar estados, como decoración o iluminación consiguiendo diferentes juego de luces y efectos de luz.

Fuente:

- (Educachip)

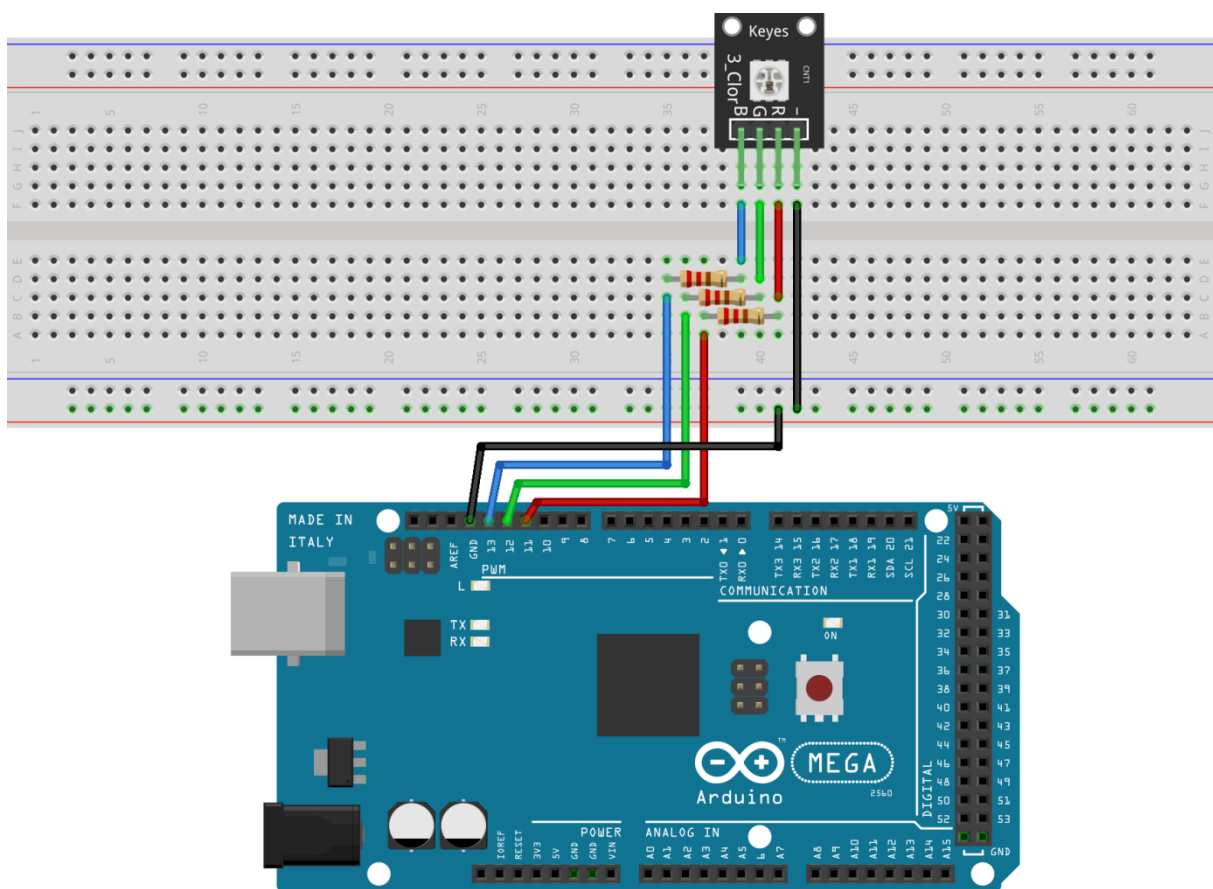


Ilustración 4.3 Módulo KY-009.

4.2.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Alimentación Rojo: 1.8V ~ 2.4V
- Alimentación Verde: 2.8V ~ 3.6V
- Alimentación Azul: 2.8V ~ 3.6V
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.9 x 1.5 x 0.5 cm

4.2.3. Conexión



fritzing

Esquema eléctrico 4.2 Conexión para utilizar el módulo KY-009.

4.2.4. Código

```
// Modulo_LEDSMD_RGB
// Modulo_KY009

int tono_azul = 13;
int tono_verde = 12;
int tono_rojo = 11;

void setup()
{
  pinMode (tono_azul, OUTPUT);
  pinMode (tono_rojo, OUTPUT);
  pinMode (tono_verde, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int val;
  for (val=255; val > 0; val --)
  {
    analogWrite(tono_azul, val);
    analogWrite(tono_verde, 255-val);
    analogWrite(tono_rojo, 128-val);
    delay(100);
  }
  for (val=255; val > 0; val ++)
  {
    analogWrite(tono_azul, 255-val);
    analogWrite(tono_verde, 128-val);
    analogWrite(tono_rojo, val);
    delay(100);
  }
}
```

Código 4.2 Programa para el módulo KY-009.

4.3. Módulo LED bicolor. KY-011.

4.3.1. Descripción

Este módulo integra un LED que puede alternar su color entre rojo y verde. Es un módulo simple cómo se observa en la Ilustración 4.4, cuya funcionalidad es ser un indicador de estado a través de una señal luminosa o ser un elemento meramente decorativo.

Necesita utilizar resistencias limitadoras. En el Esquema eléctrico 4.3, se utilizan un par de resistencias de 220 Ω .

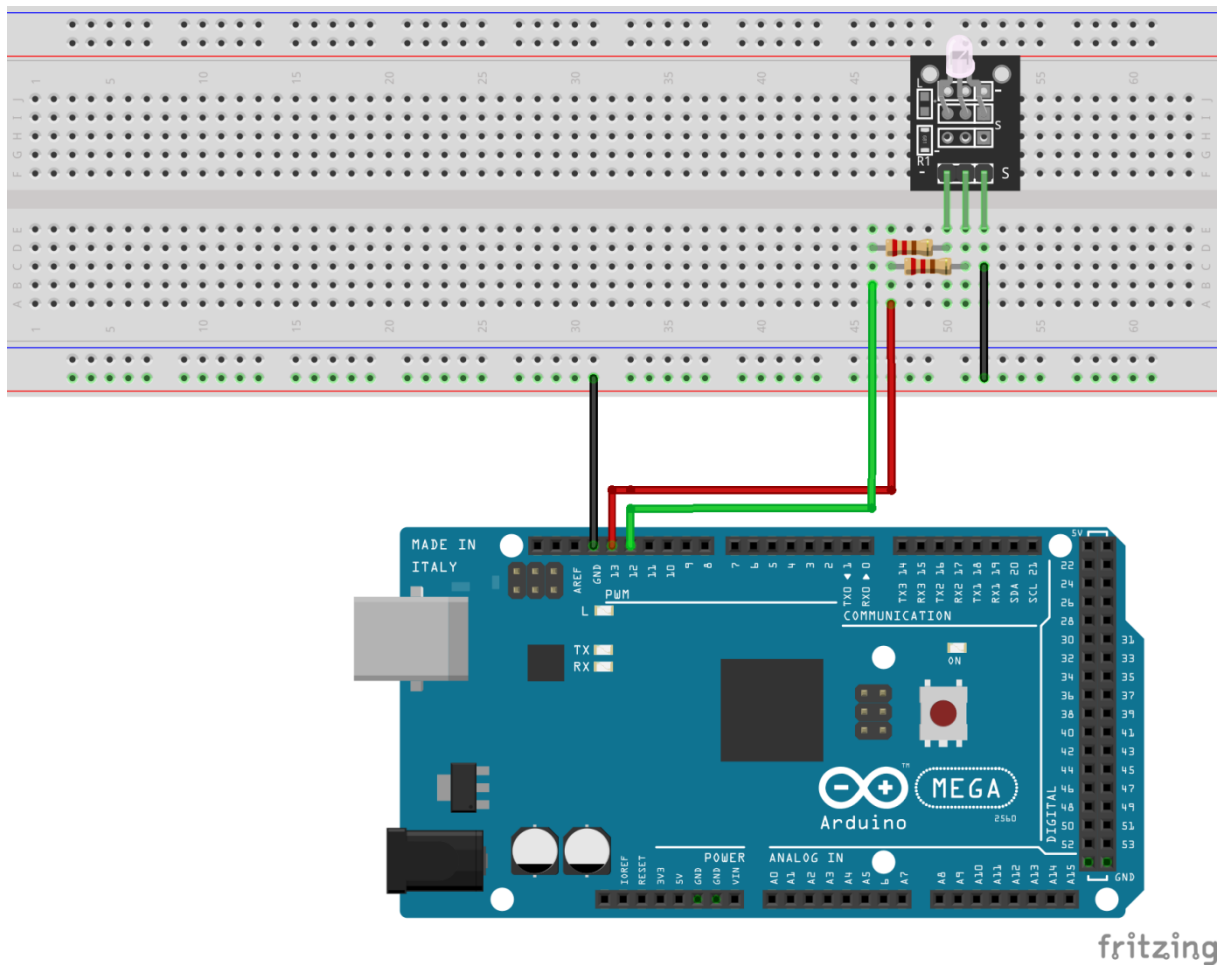


Ilustración 4.4 Módulo KY-011.

4.3.2. Características

- Alimentación Verde: 2.3 ~ 2,6V
- Alimentación Rojo: 1.9 ~ 2,2V
- Color: Verde y Rojo
- Corriente de funcionamiento: 10mA
- Angulo visual: 150°
- Intensidad luminosa (MCD): 20 ~ 40 ; 40 ~ 80
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.4 x 1.5 x 1.3 cm

4.3.3. Conexión



Esquema eléctrico 4.3 Conexión para utilizar el módulo KY-011.

4.3.4. Código

```
// Modulo_LED_Bicolor
// Modulo KY011

int pinrojo=13;
int pinverde=12;

void setup()
{
  pinMode (pinrojo, OUTPUT);
  pinMode (pinverde, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int val;
  for (val=255; val> 0 ; val --)
  {
```

```
    analogWrite (pinverde, val);  
    analogWrite (pinrojo, 255-val);  
    delay(20);  
}  
for (val=0; val< 255; val ++)  
{  
    analogWrite (pinverde, val);  
    analogWrite (pinrojo, 255-val);  
    delay(20);  
}  
}
```

Código 4.3 Programa para el módulo KY-011

4.4. Módulo LED bicolor 3 mm. KY-029.

4.4.1. Descripción

Este módulo es similar al módulo KY-011, visto previamente, formado por un LED y una resistencia integrada. Permite encender la luz en color verde o rojo.

La mayor diferencia entre ambos recae en el tamaño del LED cómo se aprecia en la Ilustración 4.5, siendo menor el de este caso. También necesita una intensidad de corriente mayor para su funcionamiento.

Puede ser utilizado como indicador luminoso de estado o como decoración.

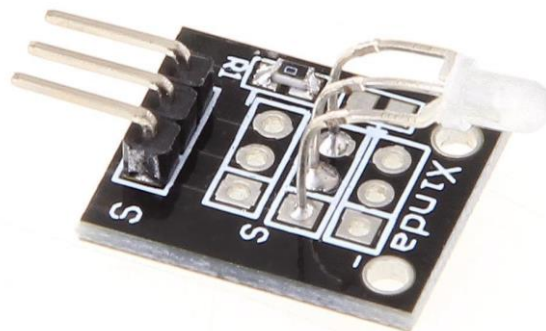
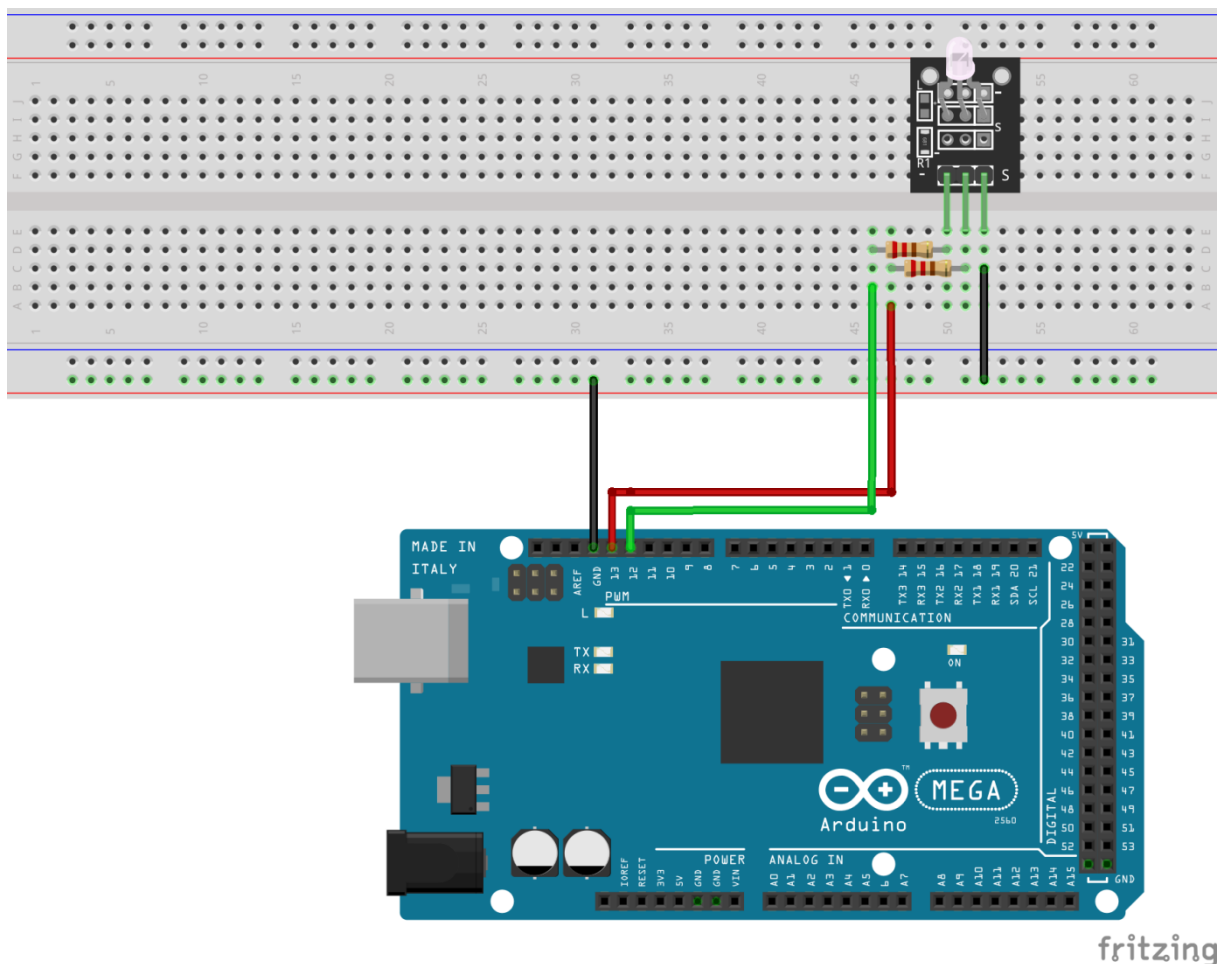


Ilustración 4.5 Módulo KY-029.

4.4.2. Características

- Color: Verde y Rojo
- Alimentación Verde: 2.3 ~ 2,6V
- Alimentación Rojo: 1.9 ~ 2,2V
- Corriente de funcionamiento: 20 mA
- Longitud de onda: 571-625 nm
- La intensidad luminosa (MCD): 20-40; 60-80
- Material: PCB
- Dimensiones: 3.0 x 1.5 x 1.3 cm

4.4.3. Conexión



Esquema eléctrico 4.4 Conexión para utilizar el módulo KY-029.

4.4.4. Código

```
// Modulo_LED_Bicolor_3mm
// Modulo_KY029

int pinrojo=13;
int pinverde=12;

void setup()
{
  pinMode (pinrojo, OUTPUT);
  pinMode (pinverde, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int val;
  for (val=255; val> 0 ; val --)
  {
    analogWrite (pinverde, val);
    analogWrite (pinrojo, 255-val);
    delay(20);
  }
  for (val=0; val< 255; val ++ )
  {
    analogWrite (pinverde, val);
    analogWrite (pinrojo, 255-val);
    delay(20);
  }
}
```

Código 4.4 Programa para el módulo KY-029.

4.5. Módulo de siete colores con flash automático. KY-034.

4.5.1. Descripción

Este módulo está formado por un led y una resistencia limitadora. Se trata de un led emisor de luz de alto brillo que posee una lente de tipo antiniebla blanco, permitiendo generar una luz muy intensa de siete colores que parpadea automáticamente.

Observando la Ilustración 4.6 se aprecia que la mantiene la misma estructura que el módulo KY-011, aunque responda de distinta forma.

La resistencia integrada permite un correcto funcionamiento con cinco voltios.



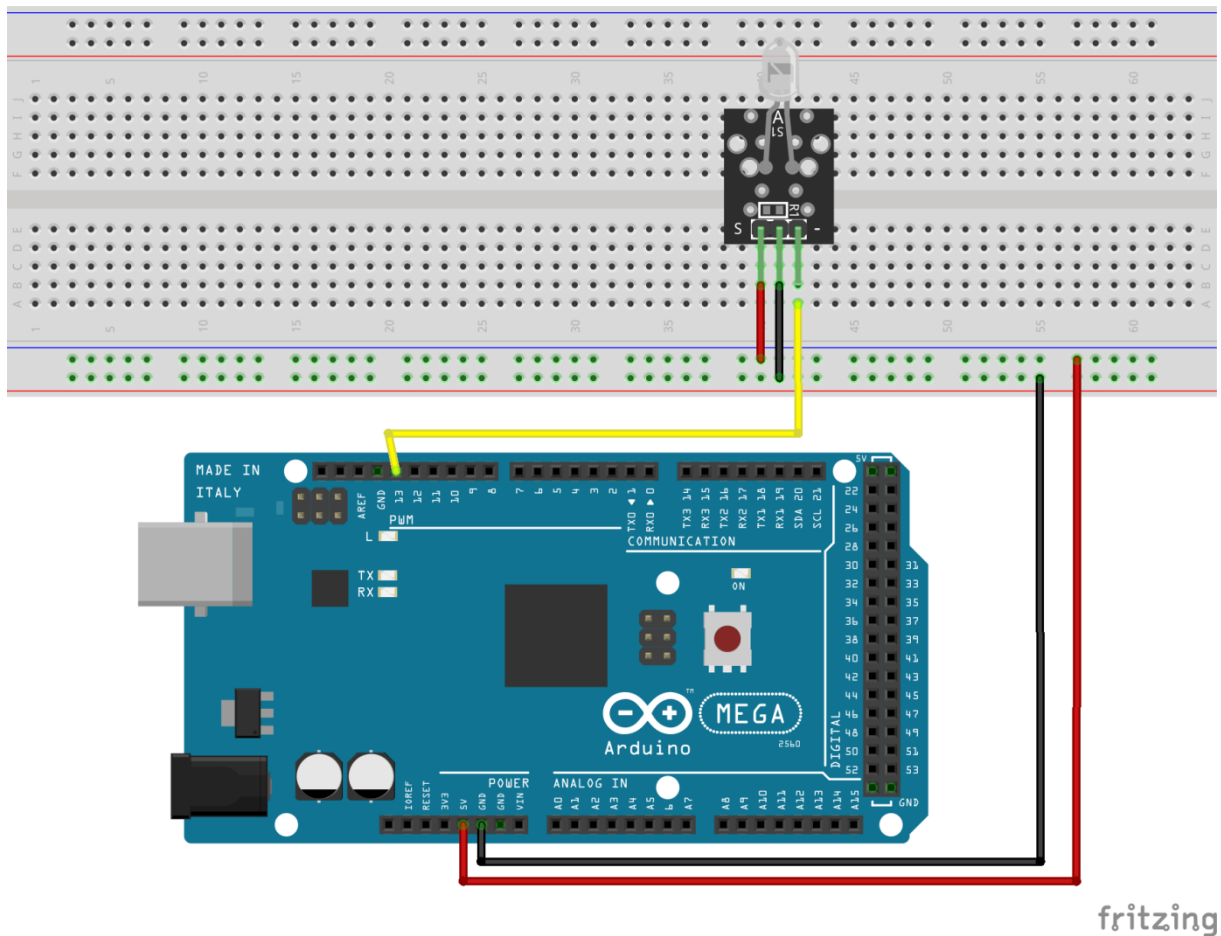
Ilustración 4.6 Módulo KY-034.

4.5.2. Características

- Alimentación: 3.3 ~ 5V
- LED DIP 5mm
- Grupo de colores: verde, amarillo, rosa, rojo, azul, morado, naranja
- Tipo de lente: niebla blanca
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.9 x 1.7 x 2.0 cm

MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMO SALIDA. Módulo de siete colores con flash automático. KY-034.

4.5.3. Conexión



Esquema eléctrico 4.5 Conexión para el módulo KY-034.

4.5.4. Código

```
// Modulo_LED_7_COLORES
// Modulo_KY034

int Led=13;

void setup()
{
  pinMode (Led, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite (Led, HIGH);
  delay (1000);
  digitalWrite (Led, LOW);
  delay(1000);
}
```

Código 4.5. Programa para el módulo KY-034.

4.6. Módulo óptico de mercurio. KY-017.

4.6.1. Descripción

El módulo KY-017 está formado por un conmutador de mercurio que permite detectar la inclinación del objeto de estudio, y así poder generar una acción de control. Tiene integrado una resistencia de 680 Ω . Ver Ilustración 4.7.

Este módulo, resulta ser una buena alternativa a un acelerómetro de seis ejes.



Ilustración 4.7 Módulo KY-017.

Se debe establecer los estados de funcionamiento, es decir, definir el estado de inclinación.

El módulo consta de un propio led que indica el estado del interruptor, que se encuentra activo cuando en la salida se obtiene un valor bajo, es decir, se encenderá mientras el objeto está en estado de equilibrio. Cuando detecta inclinación, se encontrará apagado.

Not Tilted

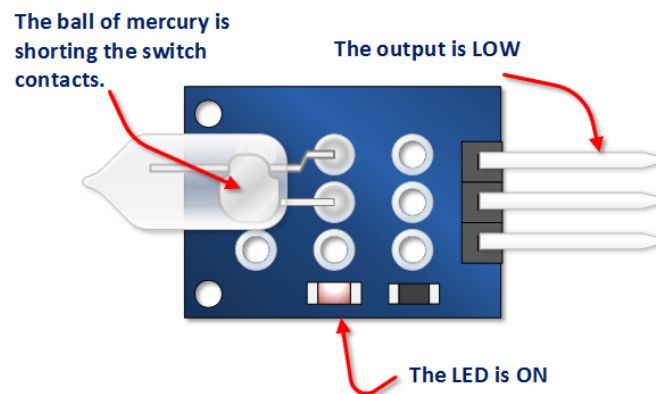


Ilustración 4.8 Estado KY-017 sin inclinación.

Si no está inclinado, los contactos del interruptor se encuentran cortocircuitados debido a la acción del mercurio. Este estado proporciona una señal de nivel bajo en la salida digital. El estado del módulo se refleja en la Ilustración 4.8.

En cambio, al inclinarse, el mercurio deja de estar conectado a los contactos del interruptor, obteniéndose en la salida un nivel alto al no cortocircuitar. En la Ilustración 4.9 se puede observar el estado del módulo.

Tilted

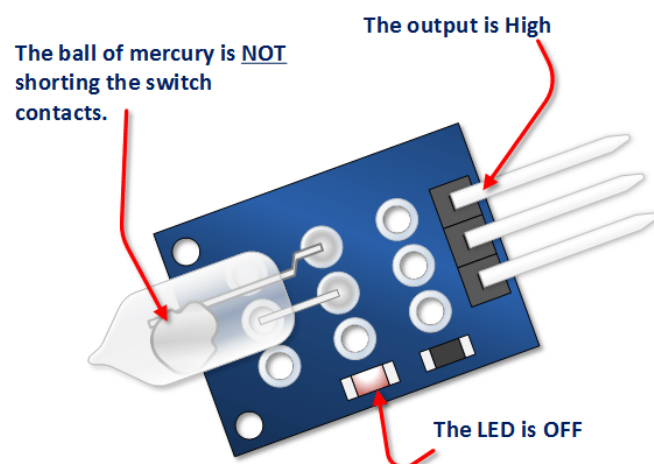


Ilustración 4.9 Estado KY-017 inclinado.

Conocido esto, se puede comprender de forma más sencilla el ajuste a realizar. Se debe hacer experimentalmente modificando la inclinación del encapsulado, estableciendo el estado de equilibrio aquel en dónde el mercurio permanezca inmóvil y el estado de inclinación dónde se moviliza el mercurio permitiendo el contacto entre las patillas.

La frecuencia de este tipo de sensores está disminuyendo debido a los problemas medioambientales que produce el mercurio. Ahora se utilizan sensores de tamaño parecido a los vistos anteriormente, de escasos centímetros, compuesto en su interior por una o dos bolas conductoras que realizan el trabajo del mercurio. De esta forma, cuando se produce una inclinación, dejan de hacer contacto. Su funcionamiento se representa en la Ilustración 4.10.

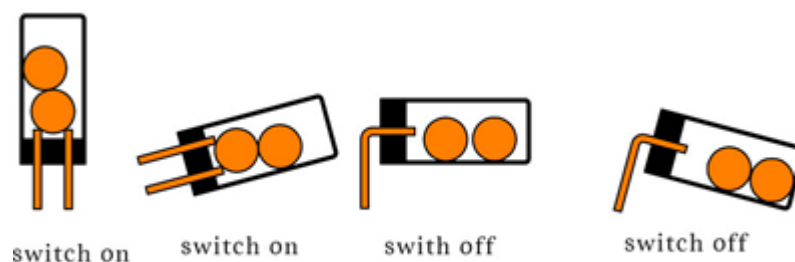


Ilustración 4.10 Interruptor de inclinación.

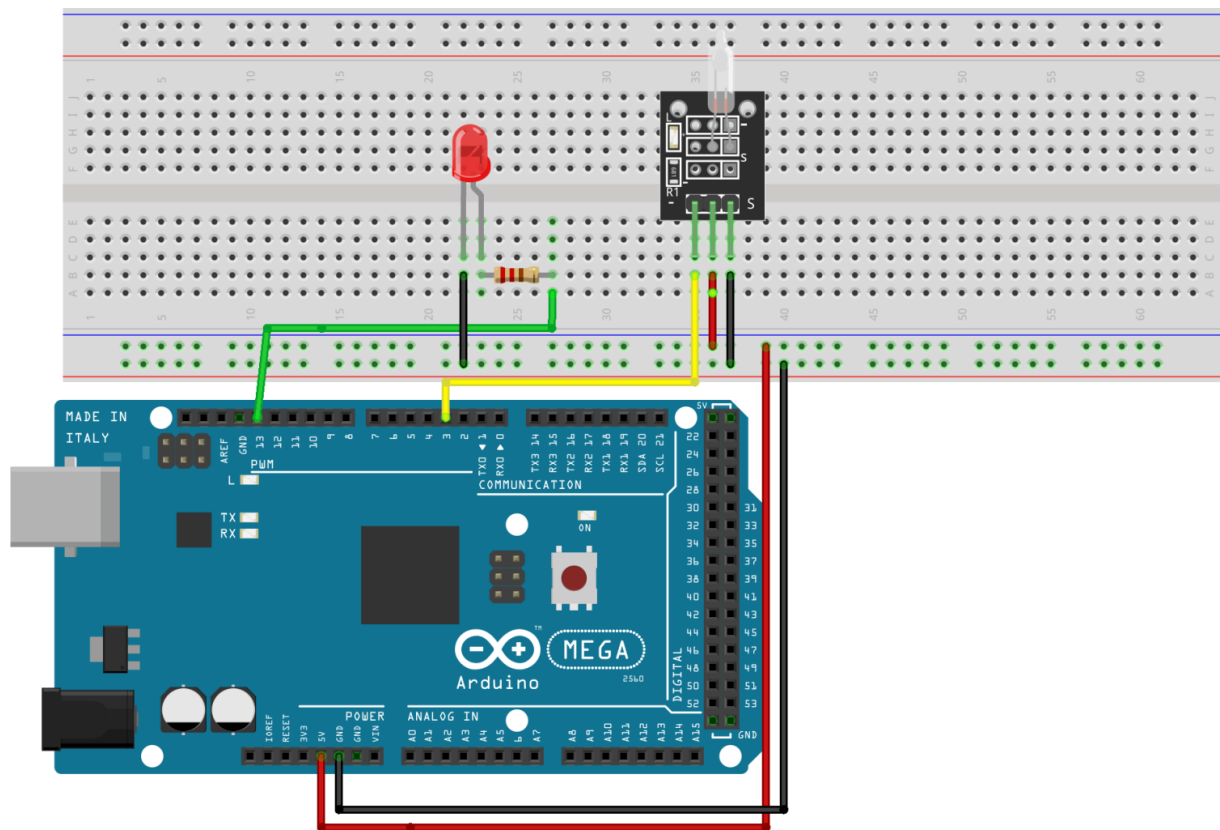
Fuente:

– (Nacionbitspty)

4.6.2. Características

- Alimentación: 5V
- Salida señal digital
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.6 x 1.5 x 0.9 cm

4.6.3. Conexión



fritzing

Esquema eléctrico 4.6 Conexión para utilizar el módulo KY-017.

4.6.4. Código

```
// Modulo_Optico_Mercurio
// Modulo_KY017

int Led=13;
int interruptor=3;

void setup() {
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (interruptor, INPUT);
}

void loop() {
  int val;
  val = digitalRead (interruptor);
  if (val=HIGH){
    digitalWrite (Led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
}
```

Código 4.6 Programa para el módulo KY-017.

4.7. Módulo diodo emisor de láser. KY-008.

4.7.1. Descripción

Se trata de un diodo emisor de luz láser que emite un haz de luz de 650 nm de longitud de onda. El material del cabezal le proporciona la resistencia suficiente y una buena capacidad de disipación del calor producido por la propia emisión. Su estructura se observa en la Ilustración 4.12. El módulo contiene tres pines de conexión, uno de ellos sin función alguna.

Los diodos láser utilizan emisión inducida para generar un haz de luz capaz de avanzar en línea recta sin divergencia a diferencia de la luz. Esta emisión se dispersa en función del medio dónde se realice, cómo puede ser en gases o líquidos. A diferencia de un diodo LED, no emite fotones en todas las direcciones y las longitudes de onda de los fotones están próximas.

La emisión láser de un diodo se genera por la una unión PN de gran tamaño que facilita la emisión estimulada. El cristal semiconductor se caracteriza por tener una de las caras totalmente reflectante mientras que la otra deja pasar parcialmente la luz. De esta forma, se consigue una amplificación de las ondas.

El haz de luz mantiene la dirección de emisión gracias a la acción de una lente que rectifica la divergencia de la luz. En la Ilustración 4.11 se puede ver la composición interna de un diodo láser.

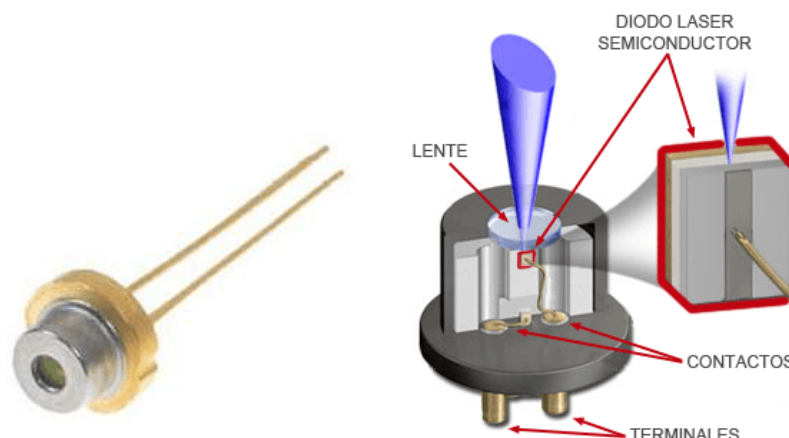


Ilustración 4.11 Interior de un diodo láser.

Los diodos láser de mayor potencia necesitan un disipador de calor para funcionar correctamente. Si se quisiesen utilizar en Arduino, la propia salida no sería suficiente para encender el diodo, pues la máxima intensidad que permite es de 40 mA. Para poder utilizarlos, se necesita el uso de un transistor BJT o MOSFET para obtener una etapa amplificadora.

La potencia que emite este láser se asemeja a la de un puntero láser básico, por ejemplo, utilizado en docencia. Es ideal para realizar un conteo por interrupción o incluso cómo detector de presencia notificando cuando la señal es interrumpida.

Aunque se trate de un láser de potencia pequeña, se debe tener cuidado de no mirarlo directamente.



Ilustración 4.12 Módulo KY-008.

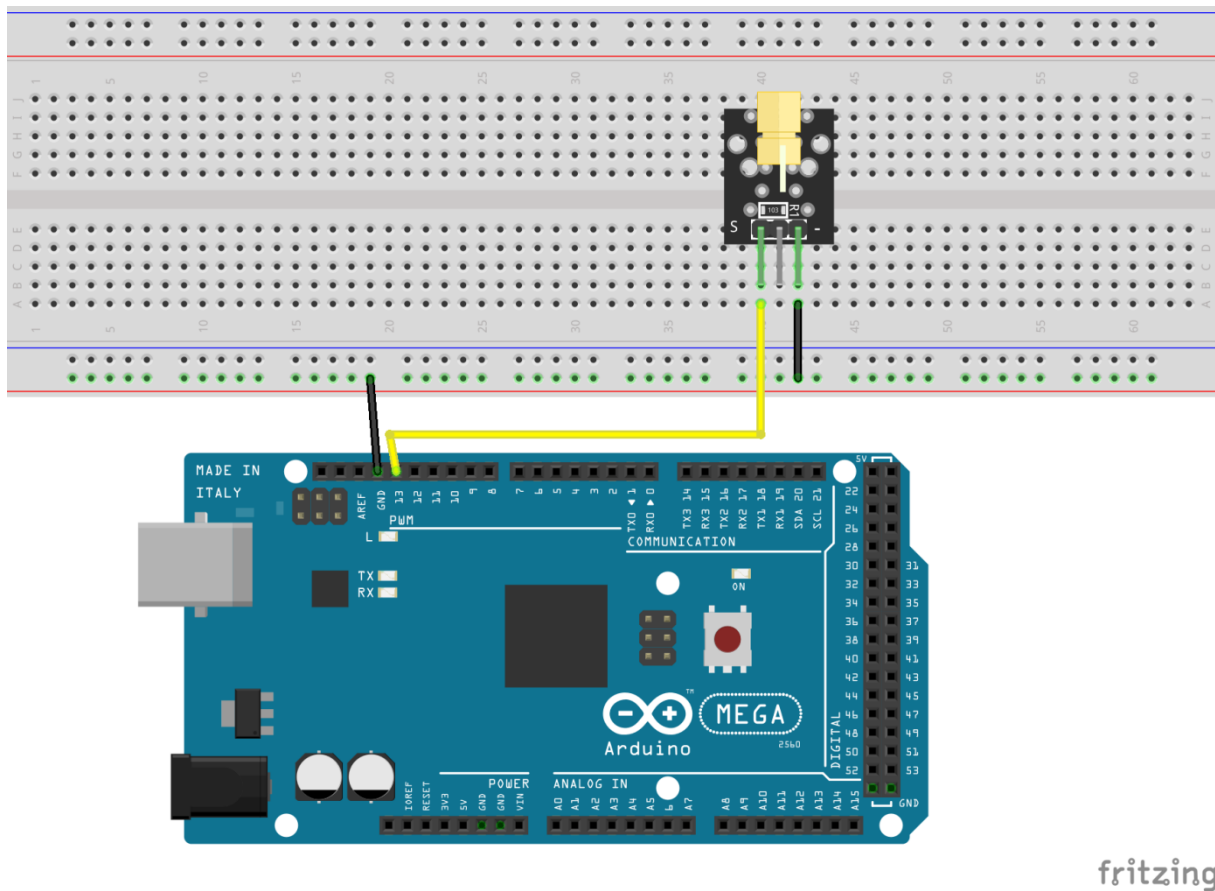
Fuente:

- (Luisllamas. Diodo-láser.)

4.7.2. Características

- Alimentación: 5V
- Longitud de onda: 650 nm
- Potencia: 5 mW
- Color: Rojo
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.3 x 1.5 x 0.9 cm

4.7.3. Conexión



Esquema eléctrico 4.7 Conexión para utilizar el módulo KY-009.

4.7.4. Código

```
// Modulo_Diodo_Laser
// Modulo_KY008

int laser=13;

void setup()
{
  pinMode (laser, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite (laser, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite (laser, LOW);
  delay(1000);
}
```

Código 4.7 Programa para el módulo KY-008.

4.8. Módulo emisor de señal infrarroja. KY-005.

4.8.1. Descripción

Este módulo está compuesto con un LED emisor de luz infrarroja de 38 KHz, transformando la energía eléctrica en luz infrarroja y emitida por el propio LED. En la Ilustración 4.14 se puede ver su estructura.

Se debe conocer que el espectro que emiten no puede ser captado por la vista humana. En la Ilustración 4.13 se puede ver dónde queda situado la luz infrarroja en el aspecto electromagnético.

Una desventaja que posee este tipo de LED recae en la fácil capacidad de que la señal sea interrumpida, aunque este aspecto se puede utilizar crear algún sistema de detector de presencia.

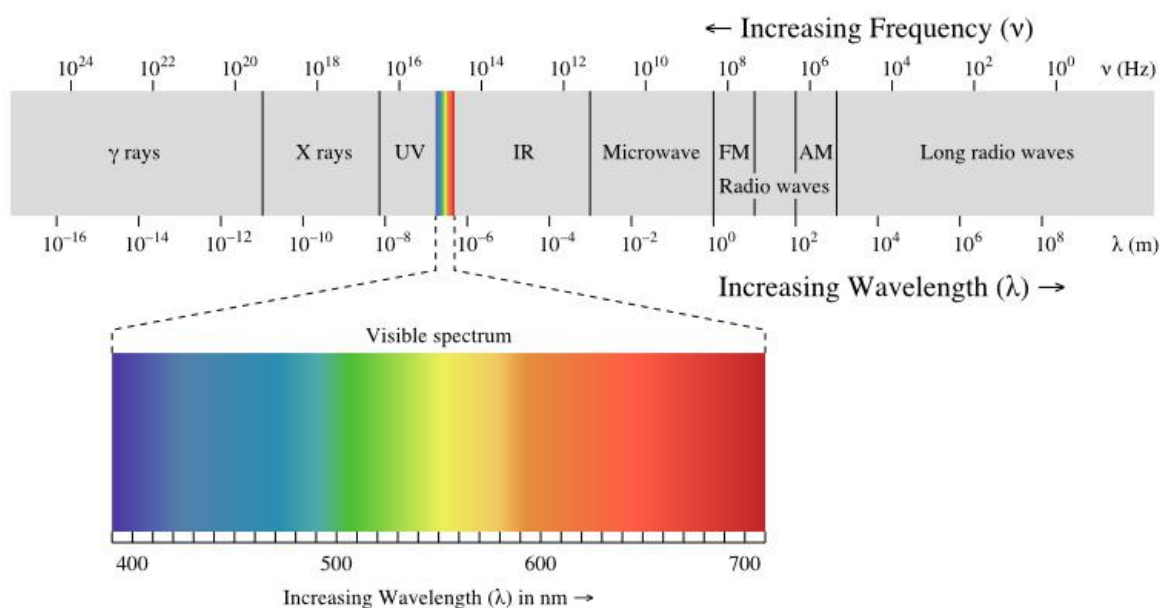


Ilustración 4.13 Espectro electromagnético.

Utilizando un módulo receptor de infrarrojos se puede controlar cualquier dispositivo a una distancia próxima, estableciendo una comunicación emisor-receptor infrarroja. Es efectivo a una distancia límite de ocho metros.

Además de utilizar el emisor para transmitir datos, un ejemplo, sería usarlo para emular mandos a distancia o controlar aparatos electrodomésticos.

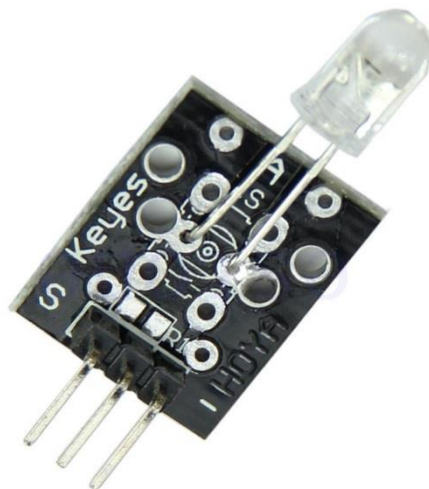
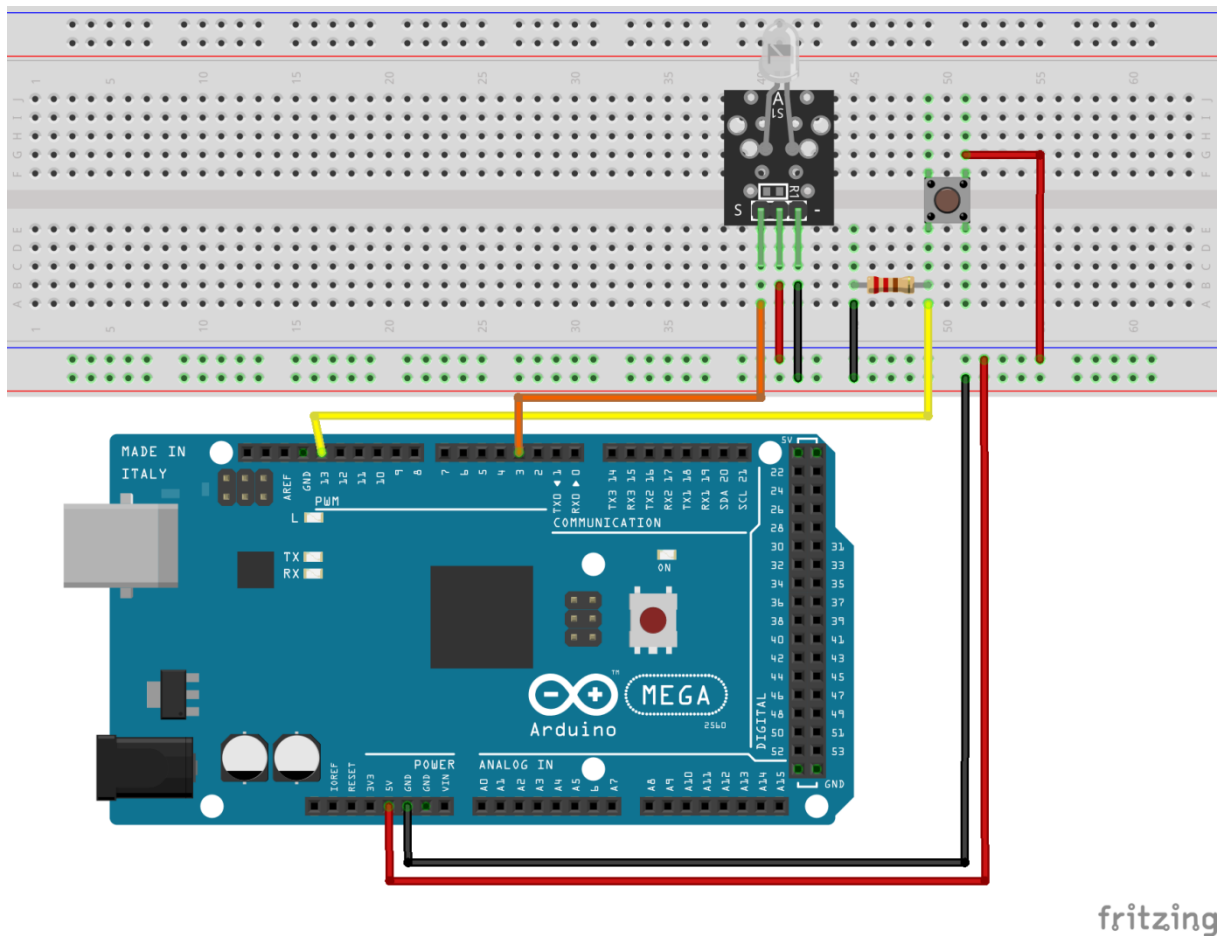


Ilustración 4.14 Módulo KY-005.

4.8.2. Características

- Alimentación: 5V
- Corriente de funcionamiento : 30 ~ 60 mA
- Pulso Corriente: 0,3 - 1 A
- Máxima tensión inversa: 5 V
- Disipación de potencia: 90 mW
- Rango de temperatura de trabajo: -25 - 80 °C
- Dimensiones: 2.0 x 1.7 x 1.1 cm

4.8.3. Conexión



Esquema eléctrico 4.8 Conexión para utilizar el módulo KY-005.

4.8.4. Código

```
// Modulo_Emisor_IR
// Modulo_KY005

#include <IRremote.h>

IRsend irsend;
int pulsador = 13;

void setup() {
  pinMode (pulsador, INPUT);
}

void loop() {
  int valor_pulsador;
  valor_pulsador = digitalRead (pulsador);
  if (pulsador == HIGH){
    irsend.sendNEC (0x20DF10ED, 32); //señal que se transmite
    delay (100);
  }
}
```

4.8 Programa para el módulo KY-005.

4.9. Módulo buzzer activo. KY-012.

4.9.1. Descripción

Módulo que consiste en un zumbador piezoeléctrico activo que genera sonido cuando está alimentado. No se puede determinar la frecuencia del sonido, oscila con su propia frecuencia, es decir, una vez alimentado, emite el mismo sonido sin variación. Ver Ilustración 4.15.

Este tipo de buzzer contiene un oscilador simple, de forma que sólo requiere alimentar al dispositivo para su activación. De esta forma, el procesador no tiene que generar la onda eléctrica para convertirla en sonido. Tiene la desventaja de no poder variar el tono que emite. Físicamente, son muy parecidos a los buzzer pasivos.

Funciona como avisador acústico, y es utilizado para alarmas o indicadores de estado entre otros usos en los productos electrónicos.

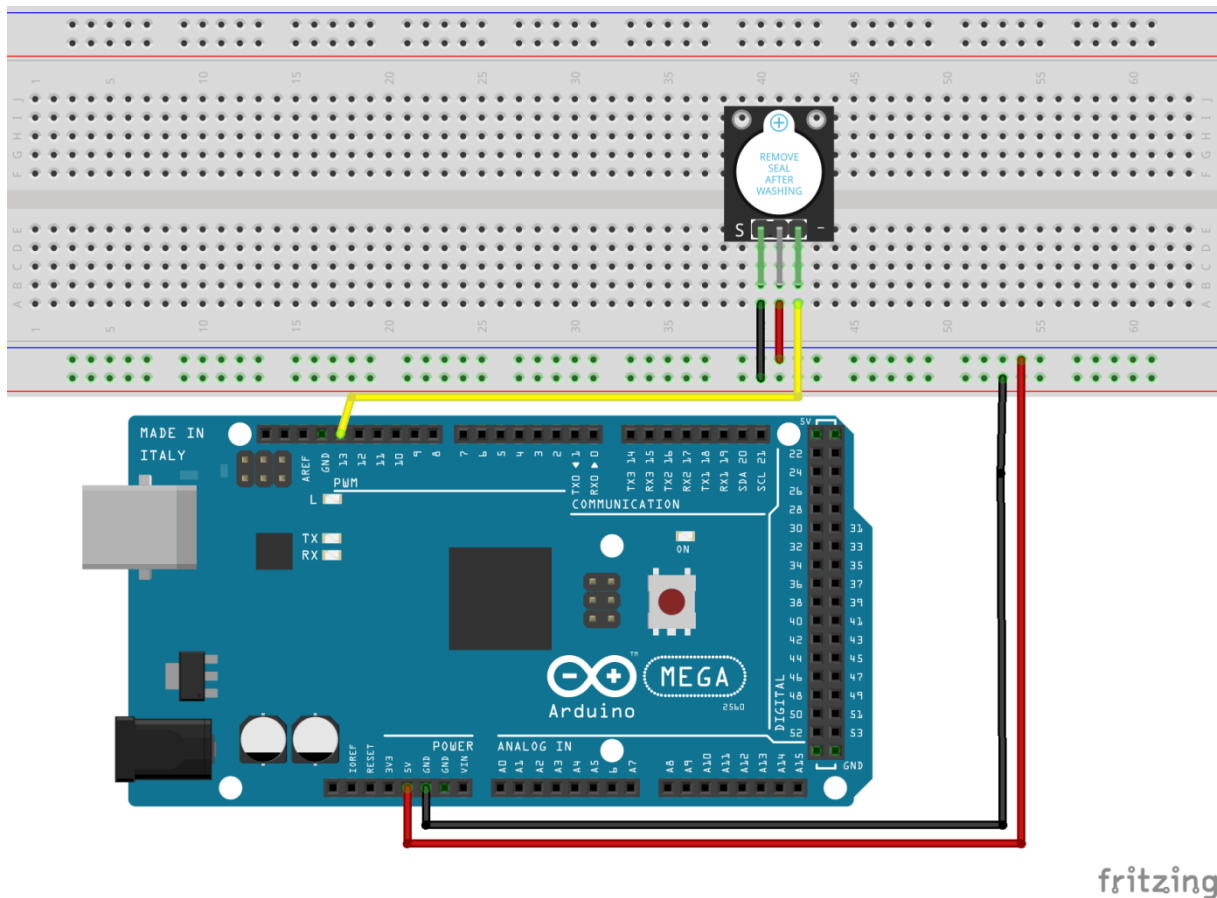


Ilustración 4.15 Módulo KY-012.

4.9.2. Características

- Voltaje de funcionamiento: 3.3V ~ 5V
- Corriente de funcionamiento máxima: 5mA
- Frecuencia emitida: 2300 ± 500 Hz
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.9 x 1.5 x 1.2 cm

4.9.3. Conexión



Esquema eléctrico 4.9 Conexión para utilizar el módulo KY-012.

4.9.4. Código

```
// Modulo_Buzzer_Activo
// Modulo_KY012

int buzzer=13;

void setup()
{
  pinMode (buzzer, OUTPUT);
}

void loop()
{
  analogWrite (buzzer, 255);
  delay (100);
  analogWrite (buzzer,0);
  delay(30);
}
```

Código 4.9 Programa para el módulo KY-012.

4.10. Módulo buzzer pasivo. KY-006.

4.10.1. Descripción

Se trata de otro zumbador piezoeléctrico, que a diferencia del buzzer activo, se puede modificar la frecuencia del tono emitido. Genera la posibilidad de generar sonidos diferentes que pueden ser utilizados para crear alarmas particulares para avisar de diferentes situaciones además de distintas melodías al trabajar con la frecuencia de las notas musicales.

En la Ilustración 4.17 se muestra cómo es este módulo. Resulta muy similar al buzzer activo, tanto que a simple vista no es fácil comprobar cuál es cuál. A diferencia de los buzzers activos, no contienen un oscilador interno de forma que el usuario tiene que proporcionar y gestionar la señal eléctrica que recibe.

Los buzzers son de transductores piezoeléctricos. “La piezoelectricidad es un fenómeno que ocurre en determinados cristales, que al ser sometidos a tensiones mecánicas, adquieren una polarización eléctrica y aparece una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie que generan una tensión eléctrica”.

(Ecured. Piezoelectricidad)

Utilizando este fenómeno, los buzzers aprovechan la circulación de corriente a través de ellos para hacer vibrar una membrana a una frecuencia suficiente para ser audible. Esta membrana se representa en la Ilustración 4.16.

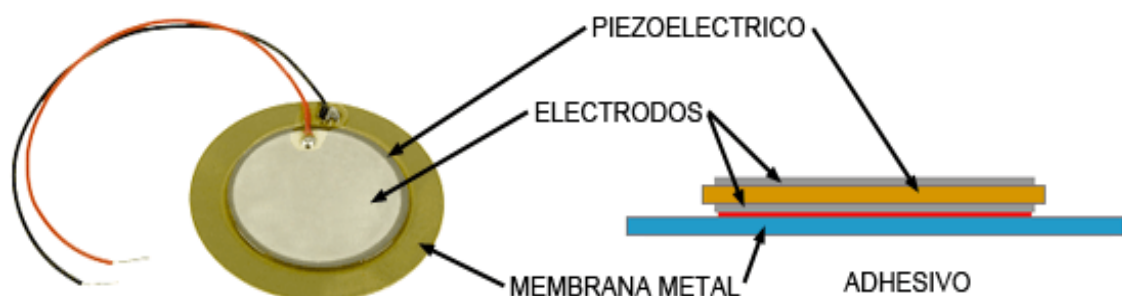


Ilustración 4.16 Membrana buzzer.

Además, también difieren en que no necesitan una alimentación continua, sino que se alimentan con una señal ondulada o cuadrada. En función de la frecuencia de dicha señal, se obtiene tonos diferentes.

Fuente:

- (Luisllamas. Buzzer pasivo)

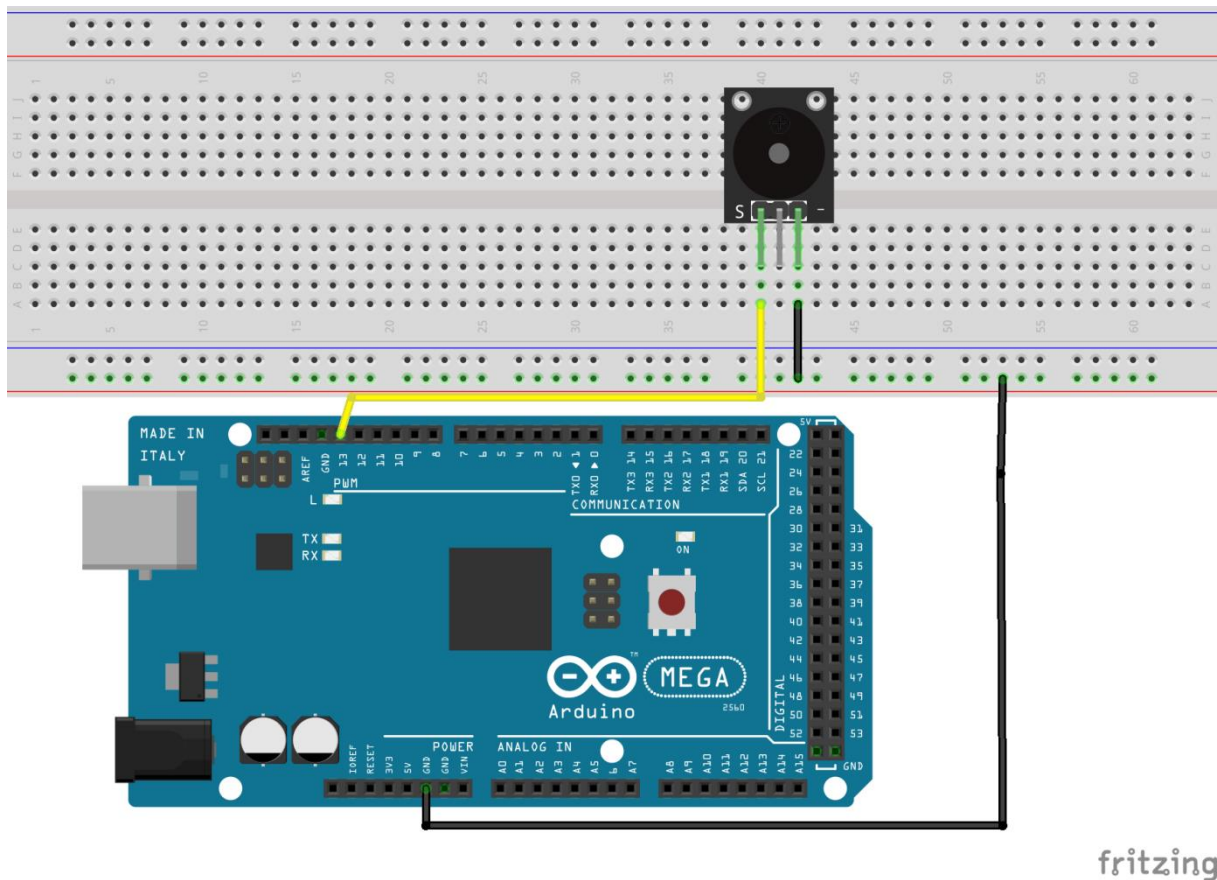


Ilustración 4.17 Módulo KY-006.

4.10.2. Características

- Alimentación: 5V
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.0 x 1.5 x 1.3 cm

4.10.3. Conexión



Esquema eléctrico 4.10 Conexión para el módulo KY-012.

4.10.4. Código

```
// Modulo_Buzzer_Pasivo
// Modulo_KY006

int buzzer=13;
int numtonos=10;
int tonos[]= {261,277,294,311,330,349,370,392,415,440,466,494};

void setup()
{
  pinMode (13, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int i;
  for (i=0;i<numtonos;i++)
  {
    tone(buzzer,tonos[i]);
    delay(500);
  }
  noTone (buzzer);
}
```

Código 4.10 Programa para el módulo KY-012.

5. MÓDULOS INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA COMBINANDO ENTRADA Y SALIDA.

5.1. Módulo detector de inclinación con luz Led de taza. KY-027

5.1.1. Descripción

Módulo capaz de detectar las vibraciones ante un cambio al igual que la variación de inclinación respecto al plano que se ajusta como referencia.

Está compuesto por dos partes, un LED y un interruptor basculante de mercurio que proporciona una señal digital que dispara el regulador PWM. Recibe este nombre porque se puede ver la luz como dos tazas llenas con el efecto de moverse hacia delante y hacia detrás. Se puede diferenciar los dos componentes fijándose en la Ilustración 5.1.

El módulo posee una patilla como entrada para encender el LED del propio módulo. Se puede modificar el brillo del propio LED.

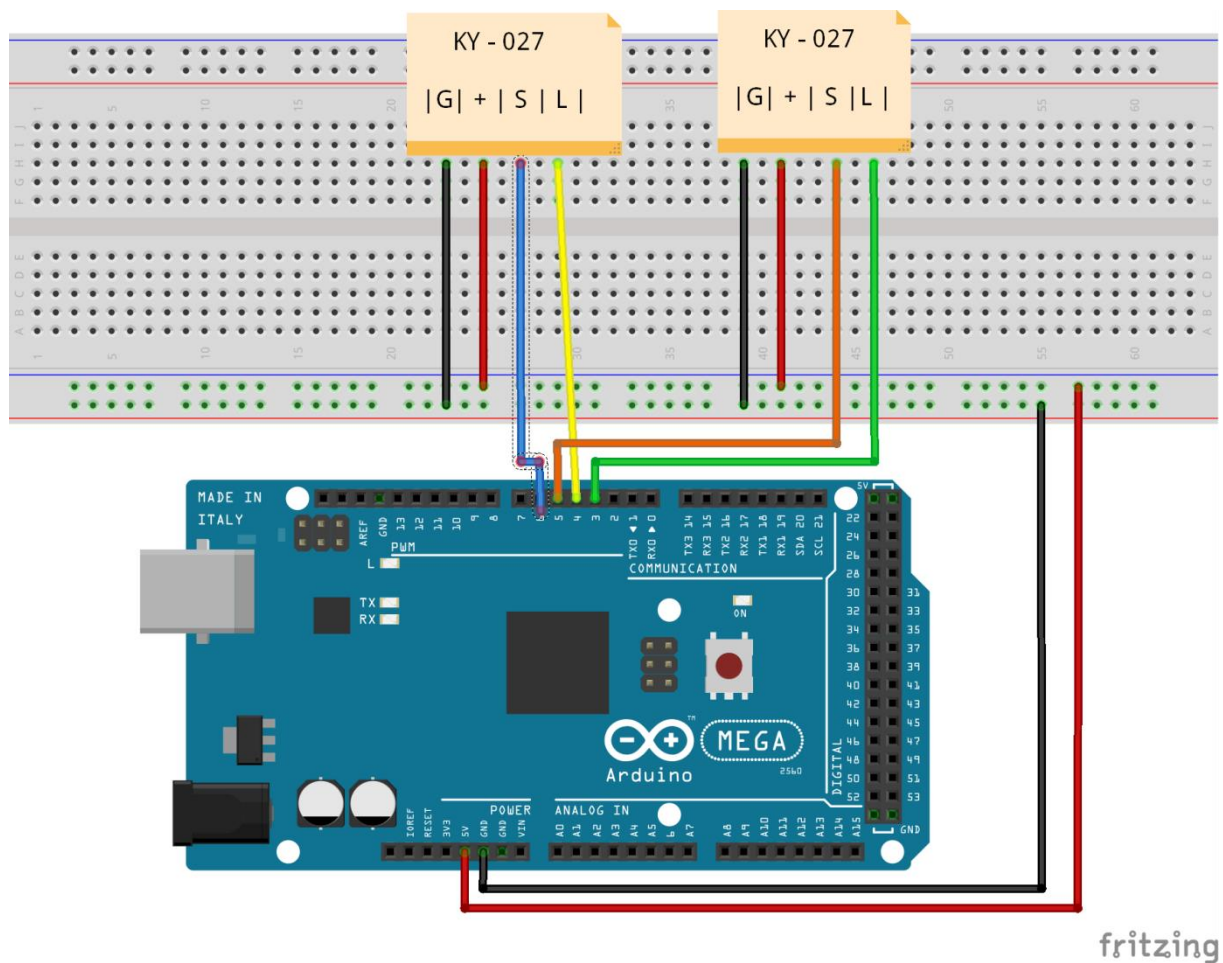


Ilustración 5.1 Módulo KY-027.

5.1.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Salida señal digital
- Salida PWM
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.0 x 1.5 x 3.0 cm

5.1.3. Conexión



Esquema eléctrico 5.1 Conexión para el módulo KY-027.

5.1.4. Código

```
// Modulo_Detector_Inclinacion_Taza
// Modulo_KY027

int LedA = 3;
int LedB = 4;
int pinA = 5;
int pinB = 6;
int estadoA = 0;
int estadoB = 0;
int brillo = 0;

void setup()
{
  pinMode (LedA, OUTPUT);
  pinMode (LedB, OUTPUT);
  pinMode (pinA, INPUT);
  pinMode (pinB, INPUT);
}

void loop()
```

```
{
  estadoA = digitalRead (pinA);
  if (estadoA == HIGH && brillo != 255)
  {
    brillo ++;
  }
  estadoB = digitalRead (pinB);
  if (estadoB == HIGH && brillo != 0)
  {
    brillo --;
  }
  analogWrite (LedA, brillo);
  analogWrite (LedB, 255 - brillo);
  delay (300);
}
```

Código 5.1 Programa para el módulo KY-027.

6. MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.

6.1. Módulo de llama. KY-026.

6.1.1. Descripción

Este sensor tiene está capacitado para detectar llamas debido a su estructura LED detectora de fuego. Ver Ilustración 6.2. Trabaja entre longitudes de onda infrarroja de 760 nm a 1110 nm. El módulo, utiliza un potenciómetro que permite calibrar el umbral que controla. El sensor tiene como inconveniente que puede verse afectado por la propia luz natural dando lugar a falsos positivos.

Este módulo utiliza el sensor YG1006 y el comparador LM393. Como curiosidad, destacar que el espectro de emisión de llama depende de los elementos que intervienen en la reacción de combustión.

Cuando detecta la proximidad de una llama al captar las ondas emitidas por esta, enciende una advertencia, un pequeño led. Al utilizar métodos infrarrojos, el ángulo de incidencia más adecuado es de 60° . Esto se debe al principio de medición mediante triangulación, que implica un ángulo de incidencia diferente en función de la distancia del sensor. La Ilustración 6.1 ayuda a comprender este principio.

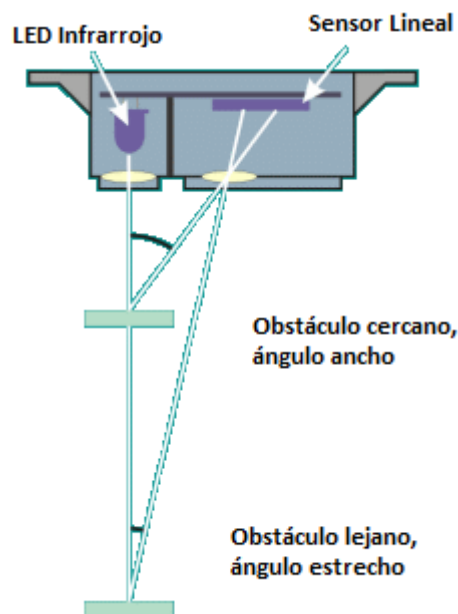


Ilustración 6.1. Diferencia de ángulo de incidencia según la distancia del objeto.

Posee una salida analógica que actúa a tiempo real. El valor analógico proporcionado a la salida, depende de la posición en la que el haz de luz incide, en otras palabras, la cantidad de radiación recibida por las llamas. En este proceso, actúa una película lineal fotosensible captando el ángulo de incidencia.

Este módulo actúa mandando una señal digital cuando aumenta la señal analógica al detectar un aumento de temperatura.

Al utilizar una salida de cada tipo se consigue una mejor precisión y sensibilidad, aunque esto no es suficiente para considerarlo un dispositivo de seguridad. El ajuste del potenciómetro cobra importancia para conseguir que la salida digital sea considerablemente precisa.



Ilustración 6.2 Módulo KY-026.

La principal función de este módulo consiste en enviar señales para advertir de la detección de fuego. Se puede usar como un pirómetro simple, y para hacerlo más útil, se podría establecer una comunicación con módulos Wi-Fi para poder ver su estado en todo momento, así como vincularlo a un buzzer o que la activación de la señal lleve consigo un aviso vía SMS o mail al usuario.

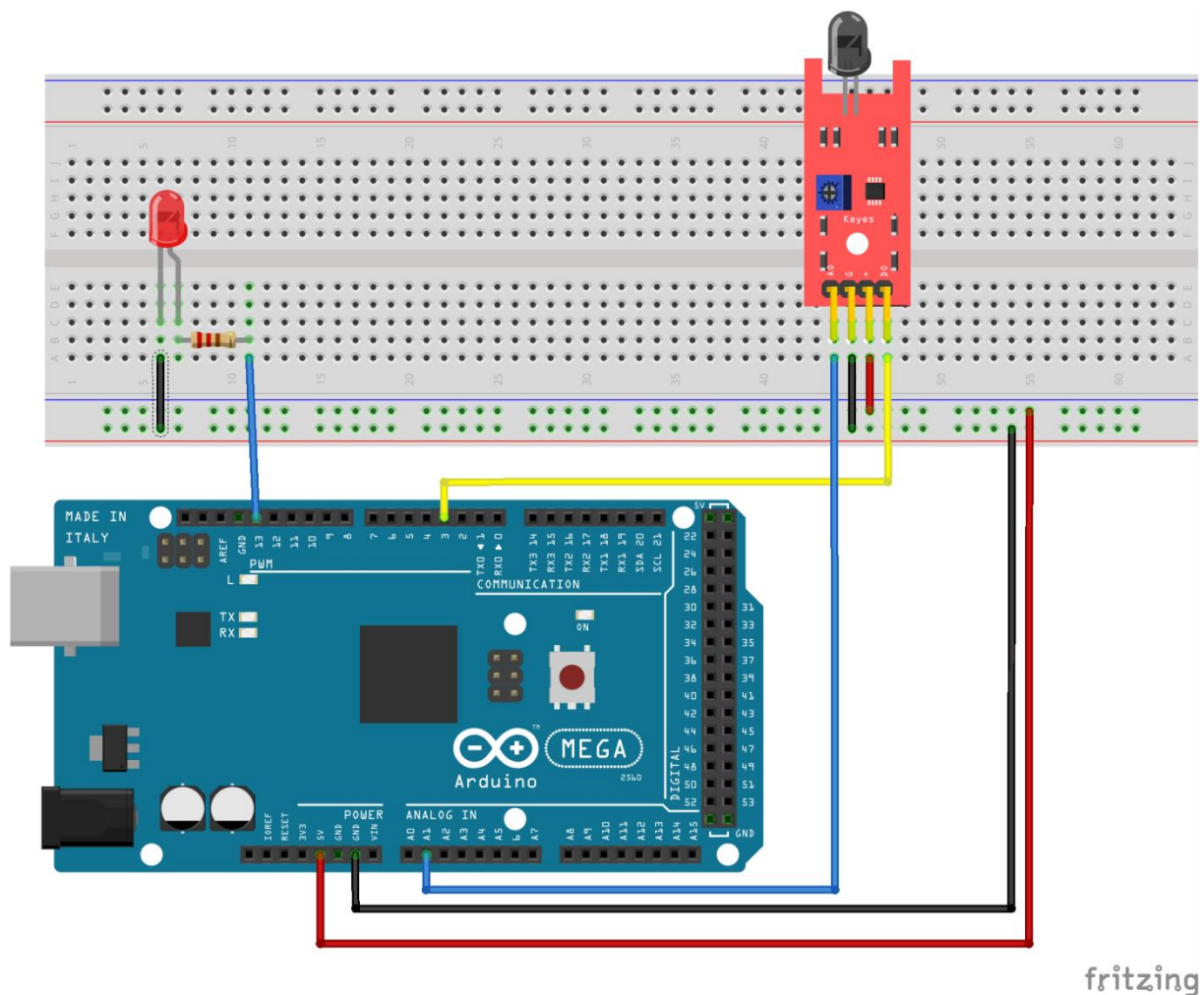
6.1.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA. Módulo de llama. KY-026.

- Rango de detección ajustable
- Ángulo de detección sobre 60 °
- Salida analógica y digital
- Rango de longitud de onda : 760 ~ 1100 nm
- Material: PCB
- Dimensiones: 3.5 x 1.5 x 1.4 cm

6.1.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.1 Conexión para el módulo KY-026.

6.1.4. Código

```
// Modulo_sensor_de_llama
// Modulo KY026

int Led = 13;
int entrada_digital = 3;
int entrada_analogica = A1;
void setup()
{

```

```
pinMode (Led, OUTPUT);  
pinMode (entrada_digital, INPUT);  
pinMode (entrada_analogica, INPUT);  
Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop()  
{  
  int sensor;  
  int val;  
  sensor=analogRead(entrada_analogica);  
  val=digitalRead(entrada_digital);  
  if(val==HIGH)  
  {  
    digitalWrite(Led,HIGH);  
  }  
  else  
  {  
    digitalWrite(Led,LOW);  
  }  
  delay(1000);  
}
```

Código 6.1 Programa para el módulo KY-026.

6.2. Módulo sensor de temperatura. KY-001.

6.2.1. Descripción

Módulo que integra un sensor de temperatura DS18B20, que permite medir la temperatura del lugar dónde se encuentre el mismo. El sensor se aprecia visualizando la Ilustración 6.3.

El propio sensor incluye un sistema de conversión de señal digital a analógica. Básicamente, consiste en un termómetro digital de gran precisión. La resolución del mismo es de 9 a 12 bits.

El DS18B20, permite guardar los límites superiores e inferiores en una memoria no volátil. También posee de un sistema de alarma.

La comunicación entre Arduino y el sensor se realiza utilizando el protocolo de comunicación OneWire, no necesitando ningún otro componente externo. Este protocolo, permite enviar y recibir datos utilizando un solo cable, en vez de dos vías, cómo los pines Rx y Tx en Arduino.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura. KY-001.

Puedes encontrar más información sobre la comunicación OneWire en las siguientes fuentes:

- (SoloArduino. KY-001)
- (Luisllamas. DS18B20)

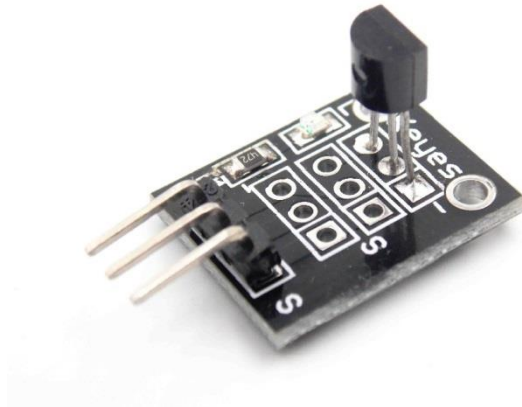


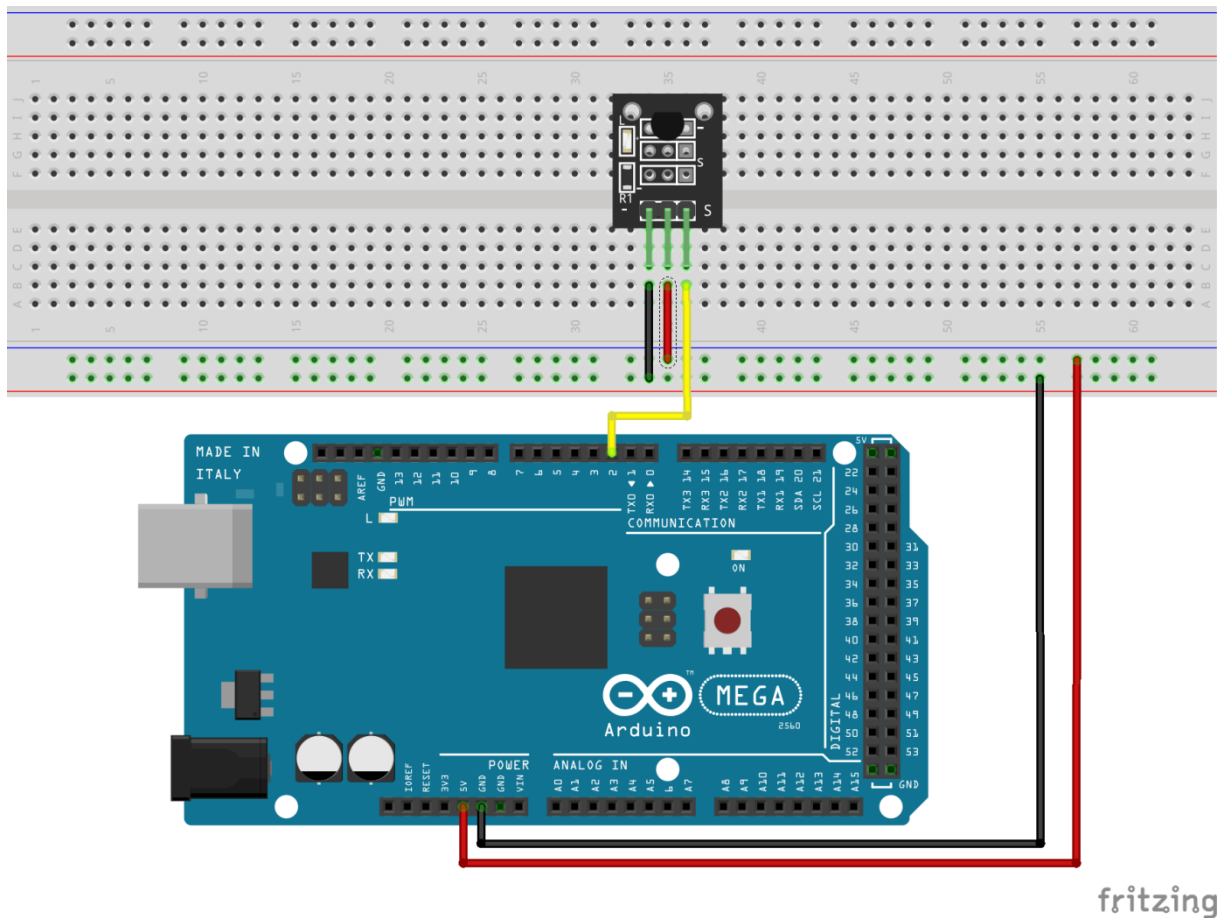
Ilustración 6.3 Módulo KY-001.

6.2.2. Características

- Alimentación: 3 V ~ 5.5 V
- Rango de Temperatura: -55°C ~ +125°C
- Rango de Precisión: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Dimensiones: 1.6 x 1.9 x 1.1 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura. KY-001.

6.2.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.2 Conexión para utilizar el módulo KY-001.

6.2.4. Código

```
// Modulo_Sensor_temperatura
// Modulo_KY001

// Se incluyen las librerías necesarias para utilizar el módulo

#include <OneWire.h>

// Gestiona el protocolo de comunicación entre Arduino y el sensor

#include <DallasTemperature.h>

//Permite obtener la información, actúa como un "traductor"

#define ONE_WIRE_BUS 2 // Se conecta la salida del sensor a la pin 2

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

// Crea una conexión oneWire para la comunicación con este protocolo
```

```
DallasTemperature sensors(&oneWire);

//Se inicia la comunicación utilizando el protocolo oneWire

void setup()
{
  Serial.begin (9600);
  sensors.begin(); // Inicia del sensor
}
void loop ()
{
  sensors.requestTemperatures(); // Solicita la temperatura al sensor
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
  Serial.println(" C ");
}

void loop ()
{
  sensors.requestTemperatures();
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
  Serial.println(" C ");
}
```

Código 6.2 Programa para el módulo KY-001.

6.3. Módulo sensor de temperatura analógica. KY-013.

6.3.1. Descripción

El módulo está basado en un termistor NTC integrado y una resistencia de 10 kΩ cómo puede verse en la Ilustración 6.5.

Un termistor es un sensor de temperatura que funciona basándose en el cambio de la resistividad de semiconductor incorporado ante una variación de la temperatura. Existen dos tipos de termistor, NTC (Negative Temperature Coefficient) y PTC (Positive Temperature Coefficient).

Los termistores PTC, ante un aumento de temperatura, aumenta la resistencia. En cambio, un termistor NTC consiste en una resistencia que incrementa al notar una disminución de temperatura en el ambiente. En la Ilustración 6.4 se muestra la relación entre la resistencia y la temperatura de ambos tipos.

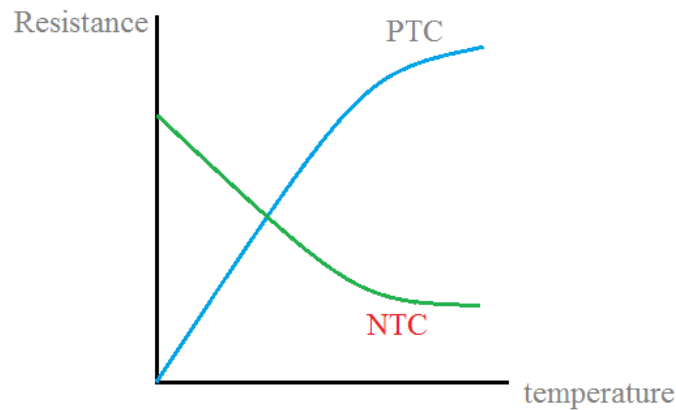


Ilustración 6.4 Relación Temperatura-Resistencia.

Arduino no está capacitado para medir la resistencia directamente, pero al conectar una resistencia del mismo valor que la resistencia del termistor, se puede medir la tensión al estudiarlo como divisor de tensión.

El sensor puede medir los valores de temperatura obteniendo un valor de tensión proporcional. Haciendo uso de la ecuación de Steinhart-Hart, se convierte los datos leídos en grados Kelvin. Ver Ecuación 1 Steinhart-Hart.

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C [\ln(R)]^3$$

Ecuación 1 Steinhart-Hart.

Dónde:

- A, B y C son los coeficientes de Steinhart-Hart que varían dependiendo de cada termistor.
- T es la temperatura en Kelvin.
- R es la resistencia a esa temperatura.

Para este módulo, los coeficientes son:

- A = 0,011129147
- B = 0,000234125
- C = 0.0000000876741

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura analógica. KY-013.

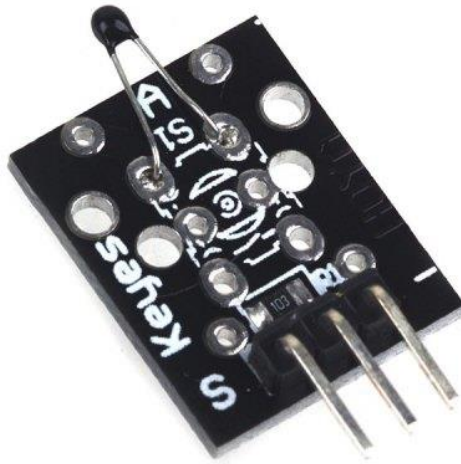


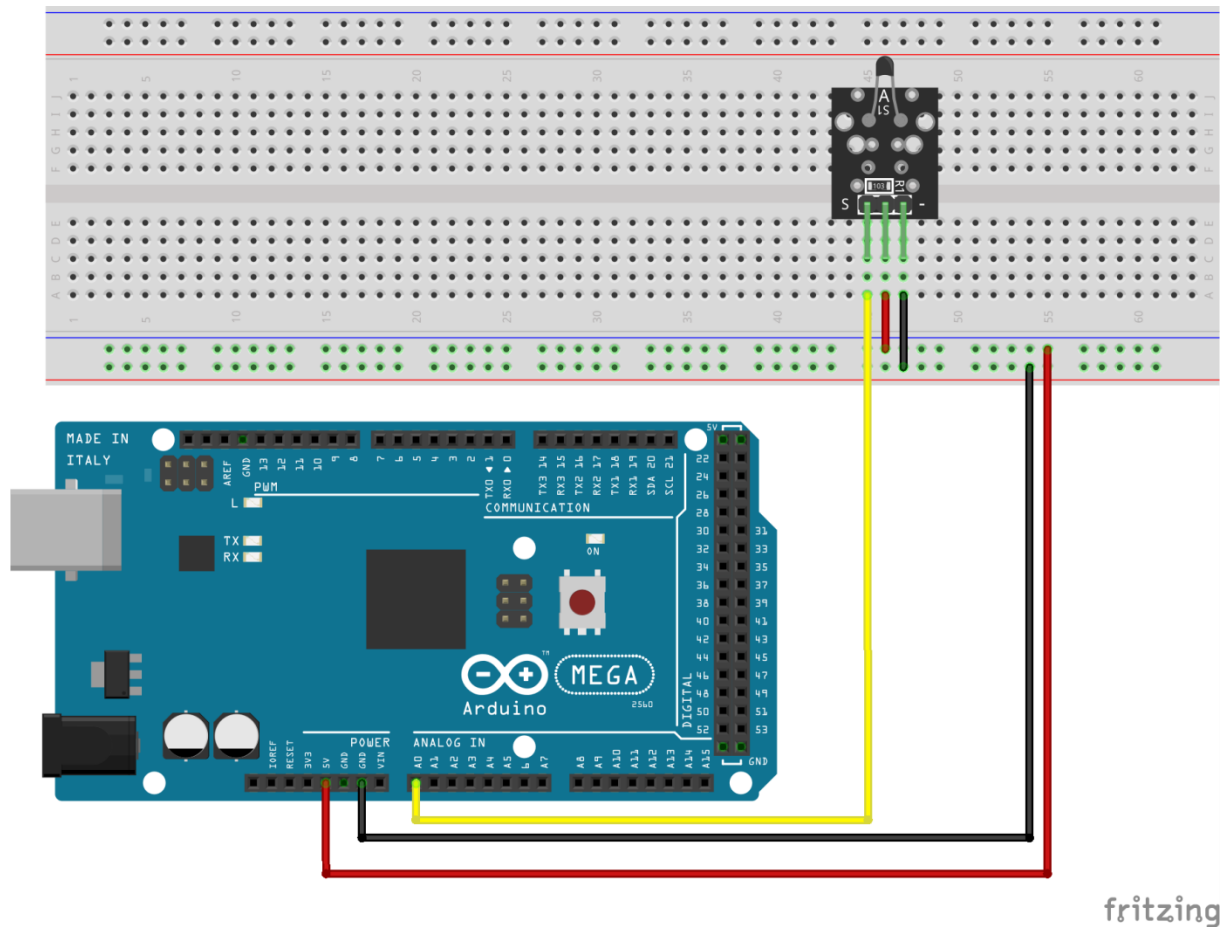
Ilustración 6.5 Módulo KY-013.

6.3.2. Características

- Alimentación: 5V
- Termistor NTC
- Rango de medición de temperatura: $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$
- Precisión: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.2 x 1.5 x 0.9 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura analógica. KY-013.

6.3.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.3 Conexión para utilizar el módulo KY-013.

6.3.4. Código

```
// Modulo_Sensor_temperatura_analogico
// Modulo_KY013

#include <math.h>

int sensor = A0;

double Thermistor(int RawADC)
{
    long resistencia ;
    double temp;

    resistencia = (10000.0*((1024.0 / RawADC) - 1));
    temp= log (resistencia);
    temp= 1/(0.001129148 + (0.000234125 * temp) + (0.0000000876741 * temp *
temp * temp));
    temp = temp - 273.15;
```

```
    return temp;
}

void setup()
{
}

void loop()
{
    double temp;
    int val;
    val= analogRead (sensor);
    temp = Thermistor(val);
    delay(500);
}
```

Código 6.3 Programa para el módulo KY-013.

6.4. Módulo sensor de temperatura digital. KY-028.

6.4.1. Descripción

Módulo integrado con un termistor NTC actuando como sensor de temperatura y un potenciómetro. En el apartado anterior se realiza una explicación del termistor.

Este tipo de módulo proporciona una salida tanto digital como analógica. La placa, contiene un sensor, un amplificador y un comparador LM393. Ver Ilustración 6.6.

Realiza el mismo proceso visto en otros modelos, es decir, el sensor al captar una medida física, envía una señal analógica al amplificador, que amplifica en función del valor resistivo del potenciómetro obteniendo la salida analógica. Para la salida digital, actúa el comparador, equiparando el valor de la señal con el umbral establecido.

Este sensor no muestra valores absolutos, más bien, valores relativos. Se define un valor límite de forma que una vez se supere, nos manda una señal indicándonos que ha sobrepasado este valor.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura digital. KY-028.

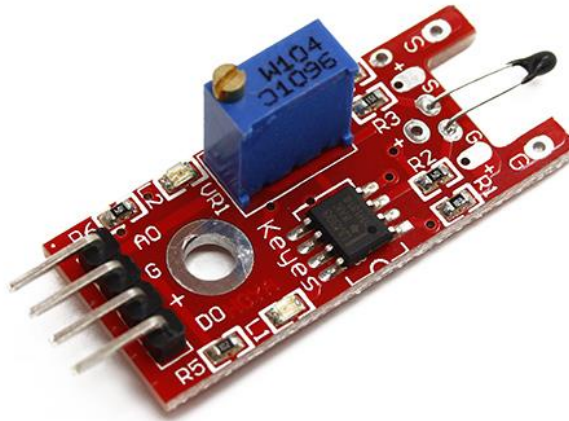


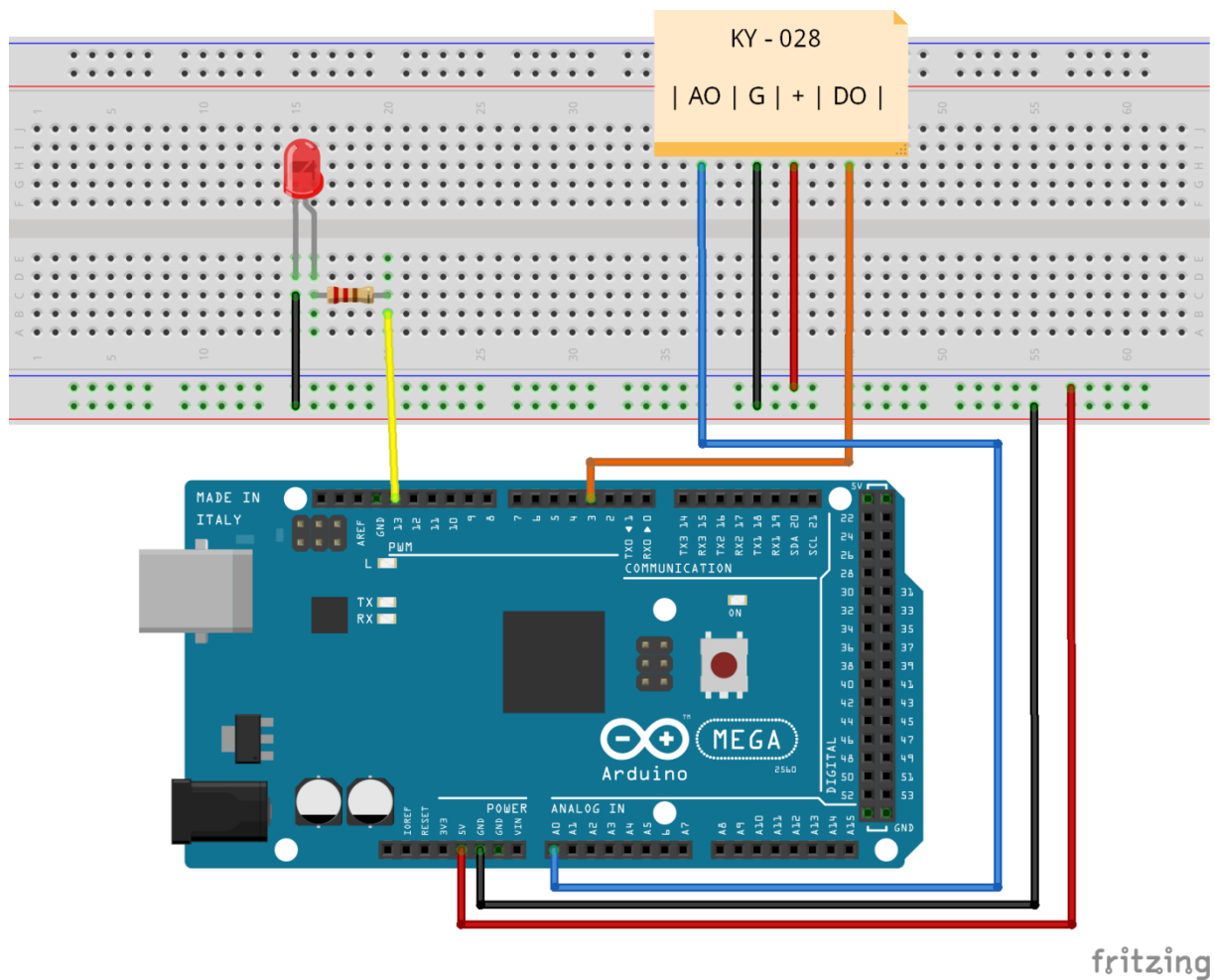
Ilustración 6.6 Módulo KY-028.

6.4.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Rango de temperatura: -55°C ~ 125°C
- Material: PCB
- Dimensiones: 3.8 x 1.5 x 1.4 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura digital. KY-028.

6.4.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.4 Conexión para utilizar el módulo KY-028.

6.4.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Temperatura_Digital
// Modulo_KY028

int sensorpin = A0;
int sensorvalor = 3;
int Led = 13;

void setup()
{
  pinMode (sensorpin, INPUT);
  pinMode (sensorvalor, INPUT);
  pinMode (Led, OUTPUT);
}

void loop()
{
  float val_analogico;
  int val_digital;
  val_analogico = analogRead (sensorpin)*(5.0/1023.0);
  val_digital = digitalRead (sensorvalor);
```

```
if (val_digital = HIGH)
{
    digitalWrite (Led, HIGH);
}
else
{
    digitalWrite (Led, LOW);
}
delay(300);
}
```

Código 6.4 Programa para el módulo KY-028.

6.5. Módulo sensor de temperatura y humedad. KY-015.

6.5.1. Descripción

Se trata de un sensor combinado capacitado para medir la temperatura y la humedad en el ambiente simultáneamente. Su estructura se puede ver en la Ilustración 6.7.

Este sensor está basado en el componente DTH11, un sensor digital compacto con un único terminal para enviar y recibir señales, que trabaja en un rango de 0-50°C y 20-80% de humedad relativa.

Resulta un módulo útil para cualquier proyecto dónde se necesite conocer datos sobre ambas magnitudes físicas. Además, tiene una capacidad de transmisión de señal hasta una distancia de 20 metros. LA frecuencia de muestreo es de una muestra por segundo.

La combinación de ambos sensores en un mismo módulo consigue reducir el espacio ocupado y la conexión necesaria.

El uso de este módulo es adecuado para sistemas de control dónde necesitan conocer la temperatura de cualquier área, así como realizar un seguimiento de la humedad relativa para evitar posibles daños.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura y humedad. KY-015.

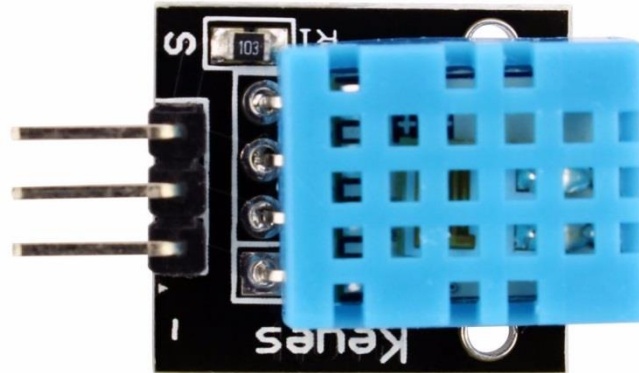


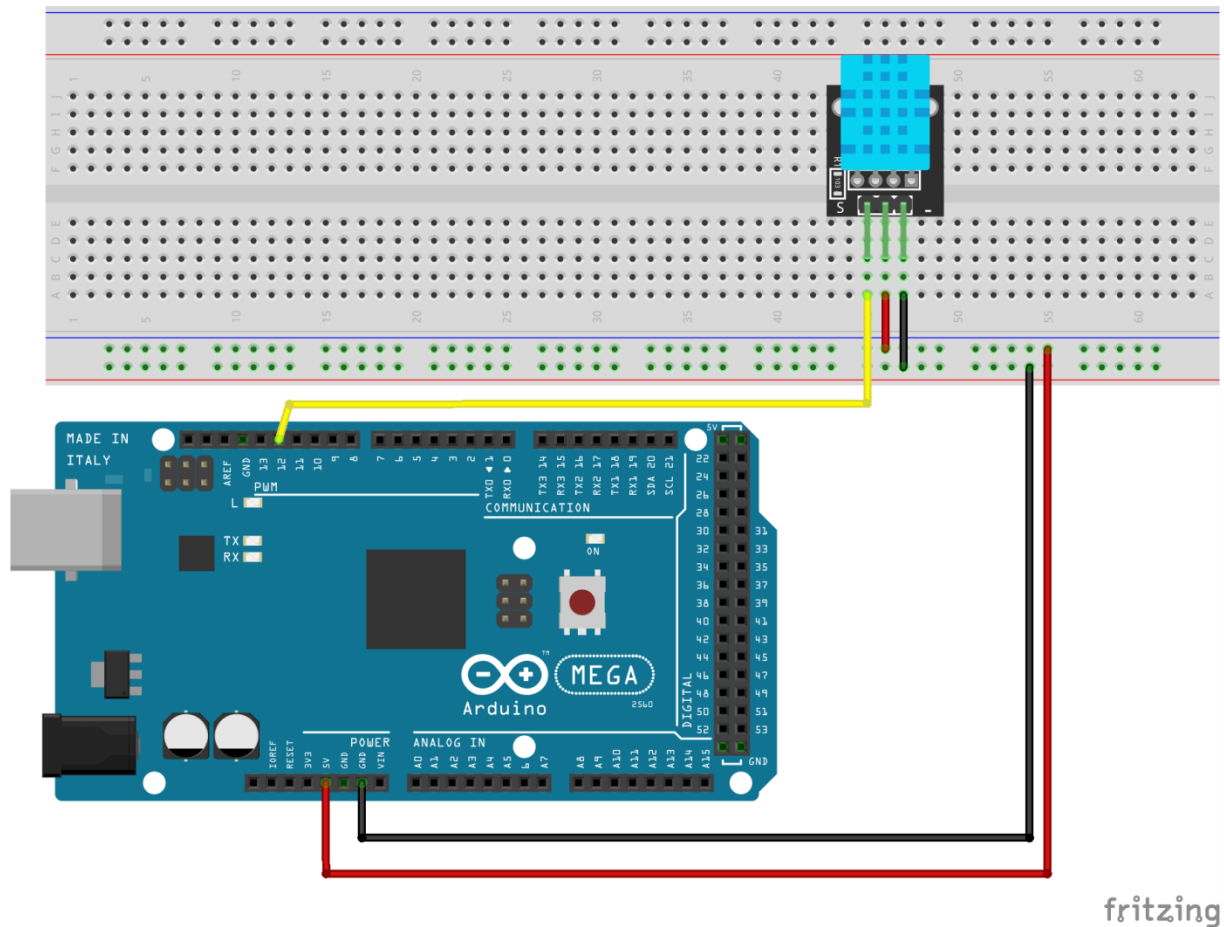
Ilustración 6.7 Módulo KY-015.

6.5.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Salida señal digital.
- Rango de humedad: 20 ~ 80% RH
- Rango de Temperatura: 0 ~ 50 °C.
- Precisión: Humedad +/- 5% RH, Temperatura +/- 2°C.
- Resolución: Humedad 1% RH, Temperatura 1 °C.
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.9 x 1.7 x 1.9 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de temperatura y humedad. KY-015.

6.5.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.5 Conexión para utilizar el módulo KY-015.

6.5.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Temperatura_Humedad
// Modulo_KY015

#include <DHT11.h>

int sensor = 12;
DHT11 dht11(sensor);

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

void loop()
{
    int error;
    float temperatura, humedad;
    if((error = dht11.read(humedad, temperatura)) == 0)
```

```
// Devuelve 0 si ha leído bien
{
    Serial.print("Temperatura: ");
    Serial.print(temperatura);
    Serial.print(" Humedad: ");
    Serial.print(humedad);
    Serial.println();
}
else
{
    Serial.println();
    Serial.print("Error Num :");
    Serial.print(error);
}
delay(1000);
}
```

Código 6.5 Programa para el módulo KY-015.

6.6. Módulo interruptor de inclinación. KY-020.

6.6.1. Descripción

Este tipo de módulo es capaz de detectar una variante en la inclinación de cualquier objeto unido al módulo. Actúa enviando una señal digital de alta sensibilidad al detectar variación del grado de inclinación del propio sensor integrado en el módulo. Ver Ilustración 6.8.

Cómo inconveniente, no es capaz de medir la variación de inclinación producida en grados, por tanto, sólo sirve como avisador de alteración

En el interior del sensor, se encuentran un par de esferas metálicas que al inclinarse cierran el circuito. En la Ilustración 4.10, se puede ver una explicación gráfica para este tipo de módulo.

El sensor se comporta como un interruptor, de forma, que se puede utilizar para activar cualquier dispositivo cuando el sensor mande la señal.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo interruptor de inclinación. KY-020.

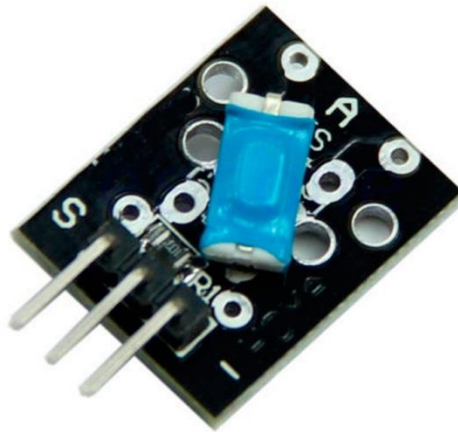


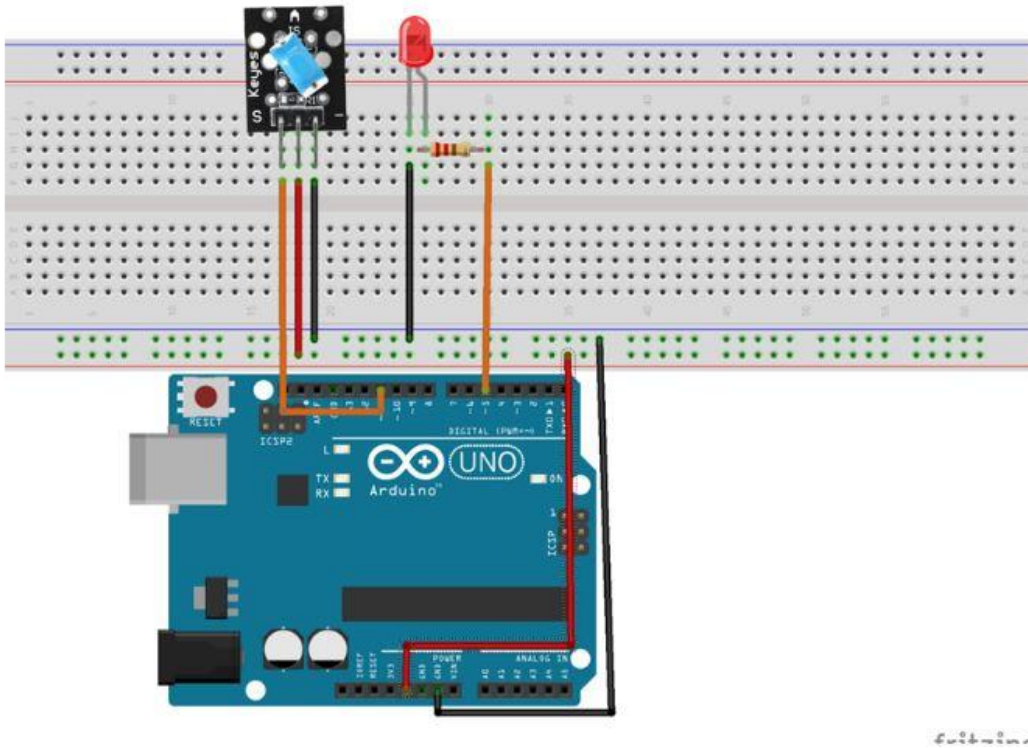
Ilustración 6.8 Módulo KY-020.

6.6.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Calificación gama Valoración: 50mA-12VDC
- Resistencia de contacto: 50 Ω
- Resistencia de aislamiento: 100M (min 250V DC)
- Resistencia dieléctrica: AC250V (50 - 60Hz).
- Vida mecánica: 100.000 ciclos
- Temperatura ambiente: -25° C ~ 105°C
- Material: PCB
- Dimensión: 2.3 cm x 1.6 cm x 0.5 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo interruptor de inclinación. KY-020.

6.6.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.6 Conexión utilizada para el módulo KY-020.

6.6.4. Código

```
// Modulo_Sensor_inclinación
// Modulo KY020

int Led = 5 ;
int inclinacion= 11;

void setup () {
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (inclinacion, INPUT) ;
}

void loop ()
{
  int val;
  val = digitalRead (inclinacion);
  if (inclinacion == HIGH) {
    digitalWrite (Led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
}
```

Código 6.6 Programa para el módulo KY-020.

6.7. Módulo sensor de latidos. KY-039.

6.7.1. Descripción

El módulo KY-039, es capaz de detectar el pulso sanguíneo al utilizar un LED infrarrojo (IR) y un fototransistor. Se pueden diferenciar los dos elementos observando la Ilustración 6.10.

Un fototransistor es, en esencia, un transistor normal, es decir, está igualmente compuesto por material semiconductor y mantiene las mismas conexiones externas: base, colector y emisor. Además de su funcionamiento como transistor normal trabajando con la corriente de base, en modo común, el fototransistor conduce corriente de colector cuando incide luz sobre el mismo. Los dos modos de regulación de corriente se pueden utilizar simultáneamente.

Se trata de un transistor sensible a la luz, cuyo encapsulado es transparente para permitir que la luz incida hasta el material semiconductor produciendo el efecto fotoeléctrico. En la Ilustración 6.9 se puede ver su símbolo electrónico.



Ilustración 6.9 Símbolo electrónico del fototransistor.

Al incidir la luz, se generan pares electrón-hueco entre la unión colector-base. Las tensiones de polarización inversa de la unión, movilizan los huecos a la superficie de la base y los electrones al colector.

La unión base-emisor ante la polarización directa provoca que los huecos se desplacen de la base al emisor y los electrones a la base. De esta forma, los electrones localizados en el emisor cruzan la pequeña región de la base llegando al colector. Este flujo genera una corriente de colector inducida por la luz. Si el fototransistor se conecta en modo común, la corriente de base inducida aparece como corriente de colector multiplicada por β .

Explicado esto, volvemos con el objeto de este apartado. Para detectar un pulso, el dedo se debe encontrar entre cada dispositivo. El método de medición es el siguiente: el LED genera un haz de luz en el LED que atraviesa el dedo colocado y el fototransistor lo recibe.

De esta forma, el haz de luz recibido por el fototransistor, varía al detectar un pulso de la presión arterial. Cuando el corazón bombea, la presión arterial se incrementa aumentando a la par la capacidad de luz que puede atravesar el dedo hacia el fototransistor. La tensión se ve afectada produciéndose una caída de tensión para entrar al circuito amplificador. Esta variación produce un cambio en la salida analógica.

Fuentes:

- (Mitecnologico)
- (Hacedores)
- (Forum.arduino)

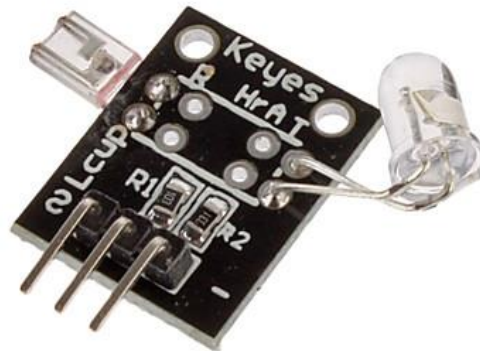


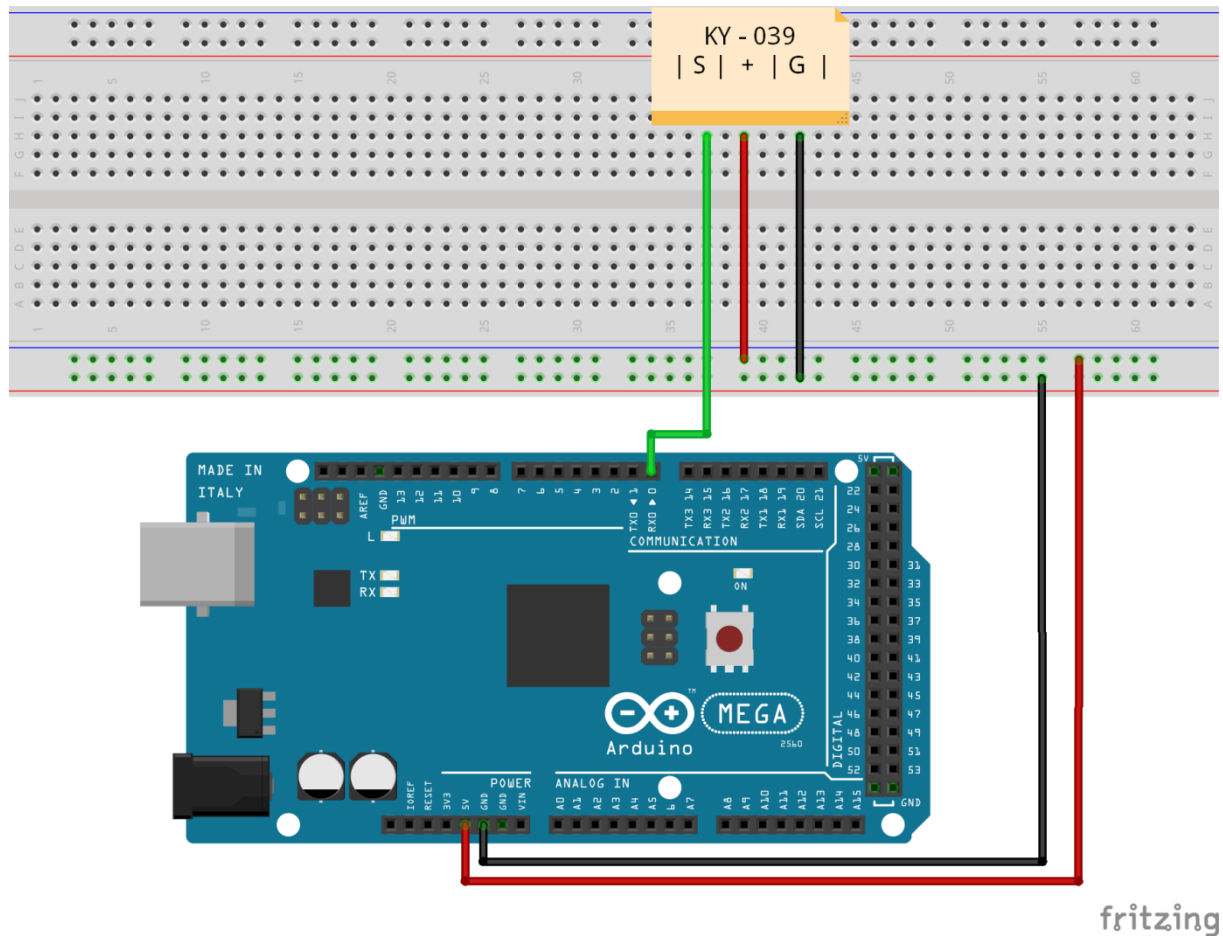
Ilustración 6.10 Módulo KY-039.

6.7.2. Características

- Alimentación: 5V
- Salida señal analógica
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.5 x 2.2 x 1.7 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de latidos. KY-039.

6.7.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.7 Conexión para el módulo KY-039.

6.7.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Latidos
// Modulo_KY039

int sensor = 0;
double alpha = 0.75;
// valor utilizado para realizar el valor medio, usando el 75% de los
// valores anteriores
// y el 25% del valor actual

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

void loop()
{
    static double val_ant = 0; // Valor usado para la media
    int valor;
    double pulso;

    valor = analogRead (sensor); // Lee el valor analógico del pin, valor
    entre 0 y 1023
```

```
Serial.print(" ");  
Serial.println(valor);  
  
pulso = alpha*val_ant + (1-alpha)*valor;  
// Calcula el valor medio utilizando el 75 % de los valores anteriores,  
// y el 25% del nuevo valor  
Serial.print (pulso);  
val_ant=pulso;  
  
delay(100);  
}
```

Código 6.7 Programa para el módulo KY-039.

6.8. Módulo sensor de campo magnético Hall. KY-003.

6.8.1. Descripción

Este módulo está capacitado para detectar la presencia de un campo magnético o electromagnético próximo al módulo. Está constituido por un sensor de efecto Hall que al detectar campo magnético genera que el módulo actúe como un interruptor como puede apreciarse en la Ilustración 6.12.

Para explicar cómo funciona el sensor de este módulo, nos basaremos en la Ilustración 6.11. Cuando en un sensor que recibe cierta corriente eléctrica actúa un imán cuyo campo magnético fluye de forma vertical a este, se origina un voltaje saliente proporcional al producto de la intensidad de la corriente y a la fuerza del campo magnético. Conociendo uno de los dos valores, se puede determinar el restante.

En este caso, al conocer la intensidad que circula por el sensor, puede determinar la existencia de un campo magnético próximo.

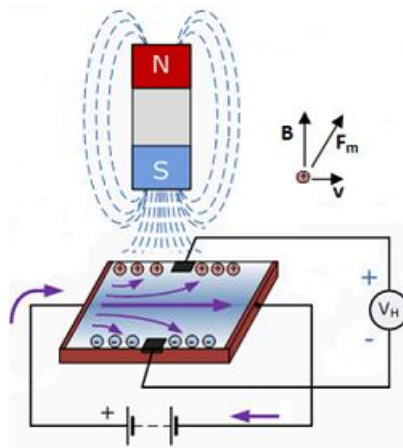


Ilustración 6.11 Efecto Hall en un sensor.

El sentido de la polaridad del campo magnético es de gran importancia para el accionamiento del interruptor, debiendo ser opuesta la polaridad entre las dos caras del sensor.

Los sensores Hall son empleados frecuentemente en la industria del automóvil, cómo por ejemplo, en el cierre del cinturón de seguridad o en sistemas de cierres de puertas. También son utilizados para salidas de señales analógicas para campos magnéticos débiles.



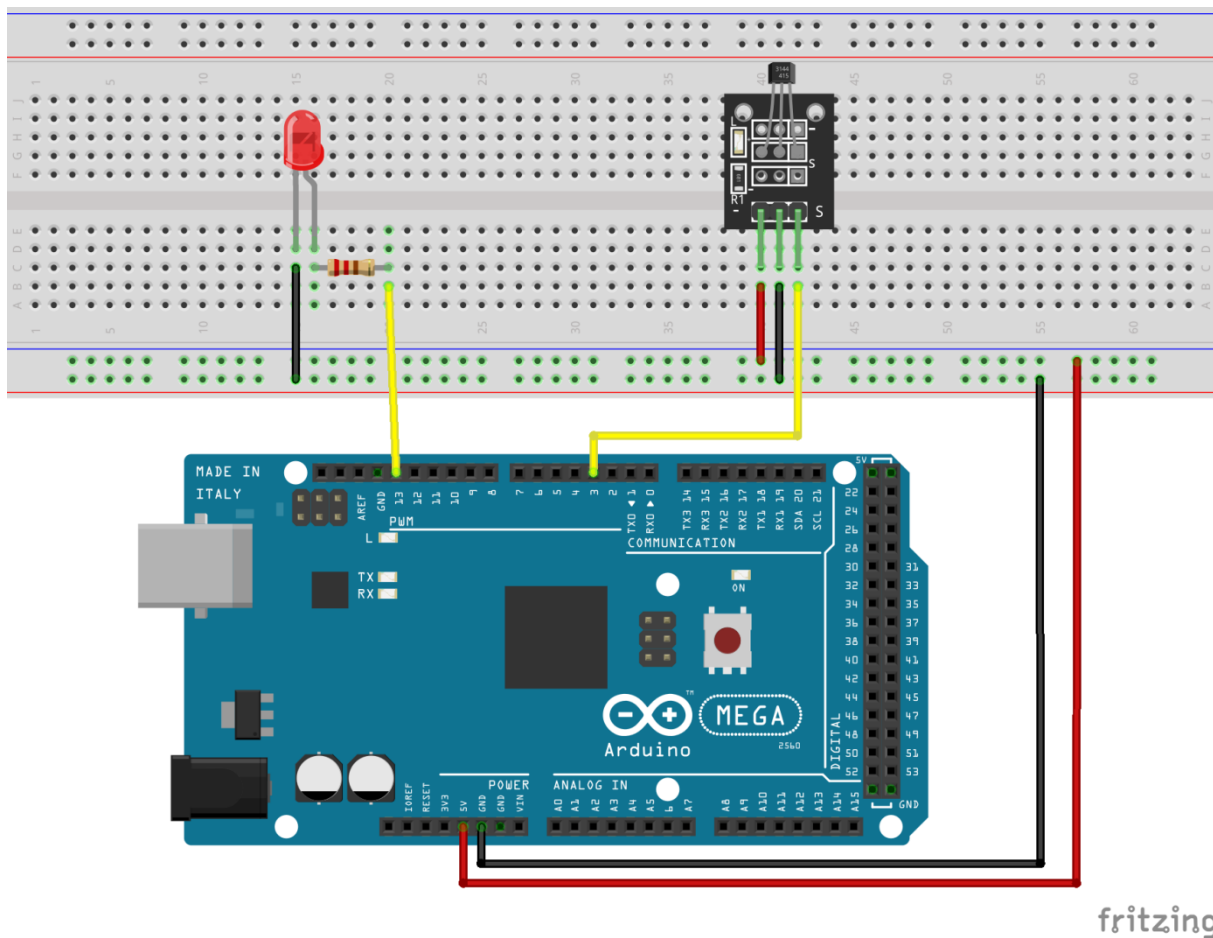
Ilustración 6.12 Módulo KY-003.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de campo magnético Hall. KY-003.

6.8.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Salida señal digital
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.6 x 1.9 x 1.1 cm

6.8.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.8 Conexión para utilizar módulo KY-003.

6.8.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Hall
// Modulo_KY003

int Led = 13;
int sensor = 3;

void setup()
{
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensor, INPUT);
  digitalWrite (Led, LOW);
}

void loop()
{
  int val;
  val = digitalRead (sensor);
  if (val == HIGH)
  {
    digitalWrite ( Led, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
}
```

Código 6.8 Programa para el módulo KY-003.

6.9. Módulo sensor de campo magnético lineal. KY-024.

6.9.1. Descripción

Este módulo al igual que el visto anteriormente, detecta la presencia de un campo magnético. Consta de un potenciómetro integrado, utilizado para ajustar la sensibilidad de detección del mismo. Si el magnetómetro detecta un campo alrededor, genera una señal de advertencia.

Está integrado por el sensor lineal Hall M44 y el comparador LM393, facilitando una salida digital y otra analógica. Ver Ilustración 6.13.

Se puede utilizar en aplicaciones como sensor de posición no invasivo, cómo contador de ciclos, para calcular y ajustar la velocidad de un mecanismo de rotación o cómo interruptor de proximidad.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de campo magnético lineal. KY-024.

Aunque este sensor tiene una respuesta lineal, no es aconsejable para medir la intensidad del campo magnético debido a la poca precisión.

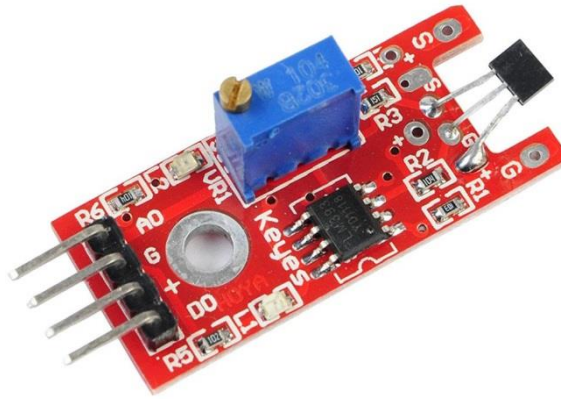


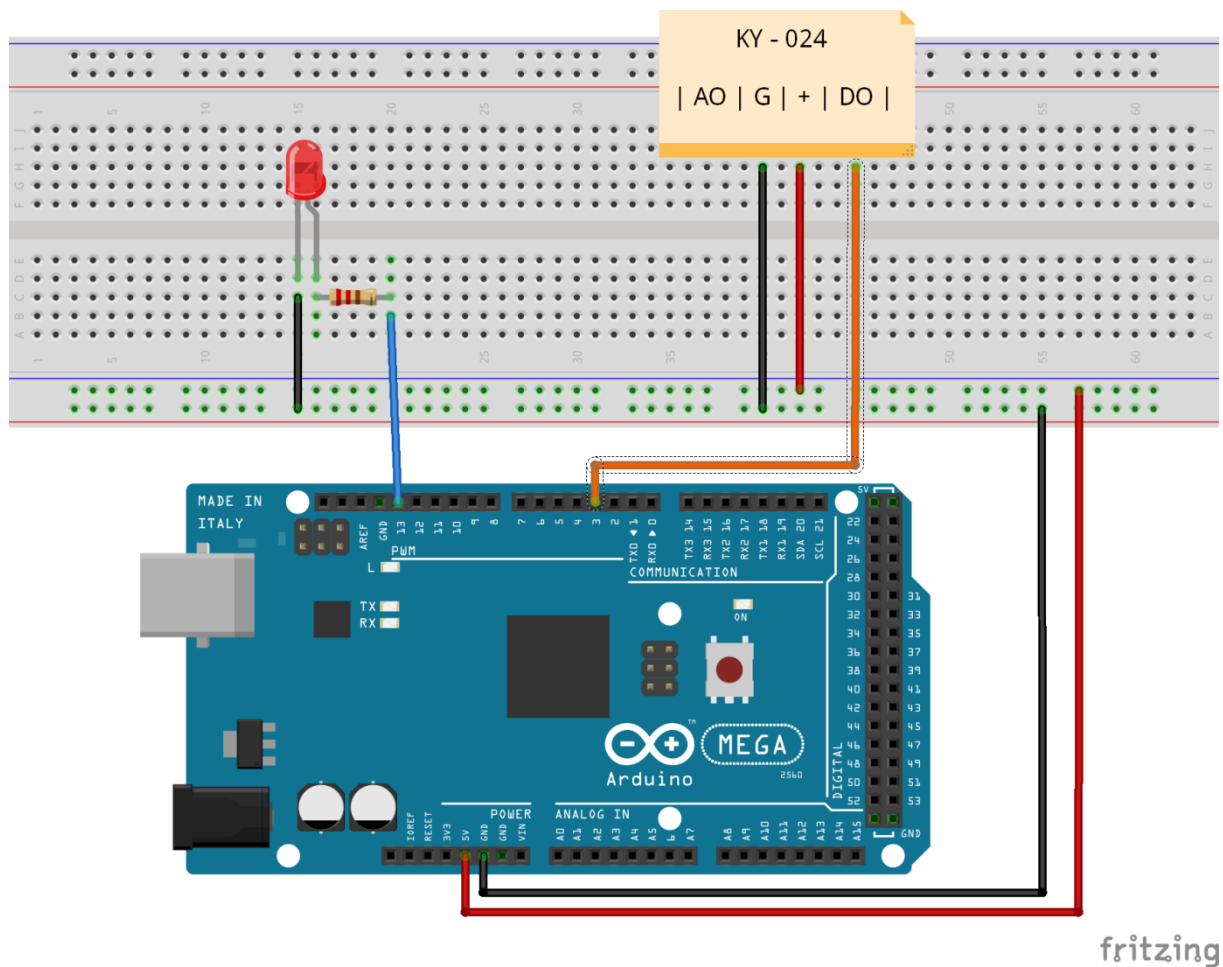
Ilustración 6.13 Módulo KY-024.

6.9.2. Características

- Alimentación : 3 ~ 5V
- Salida señal digital
- Salida señal analógica
- Material: PCB
- Dimensiones: 4,0 x 2,6 x3 ,2 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de campo magnético lineal. KY-024.

6.9.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.9 Conexión para el módulo KY-024.

6.9.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Lineal_Magnetismo
// Modulo_KY024

int Led=13;
int sensor=3;

void setup() {
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensor, INPUT);
}

void loop(){
  int val;
  val= digitalRead (sensor);
  if (sensor == HIGH){
    digitalWrite (Led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
}
```

Código 6.9 Programa para el módulo KY-024.

6.10. Módulo sensor magnético analógico. KY-035.

6.10.1. Descripción

El módulo KY035 se trata de otro componente capaz de detectar la presencia de un campo magnético próximo al sensor. En este caso, el sensor que lo compone es un sensor lineal de efecto Hall con referencia SS49E. La configuración del módulo se puede ver en la Ilustración 6.14.

Ante la presencia de campo magnético, genera una señal analógica que puede ser leída por la placa Arduino para así poder conocer la intensidad de este.

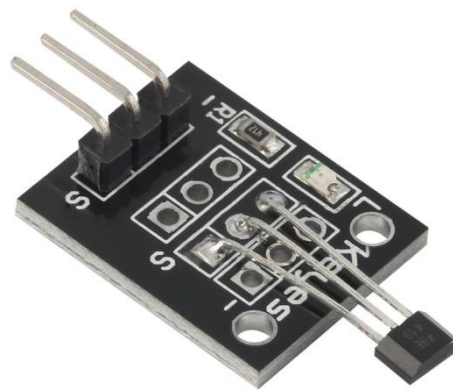


Ilustración 6.14 Módulo KY-035.

El sensor SS49E es un sensor lineal capacitado para traducir las variaciones de campo magnético medidas en tensión. Trabaja con campos magnéticos del rango de 650–1000 Gauss. En la Ilustración 6.15 se puede ver su comportamiento lineal.

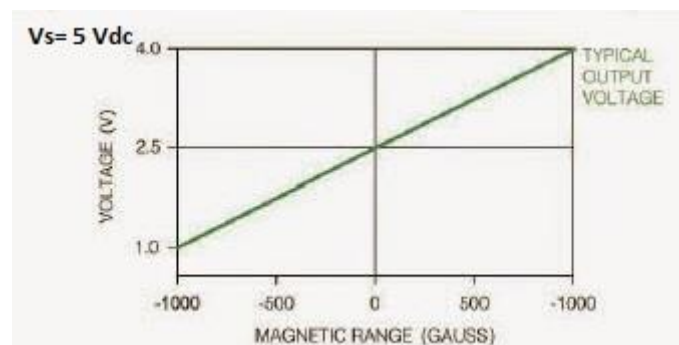


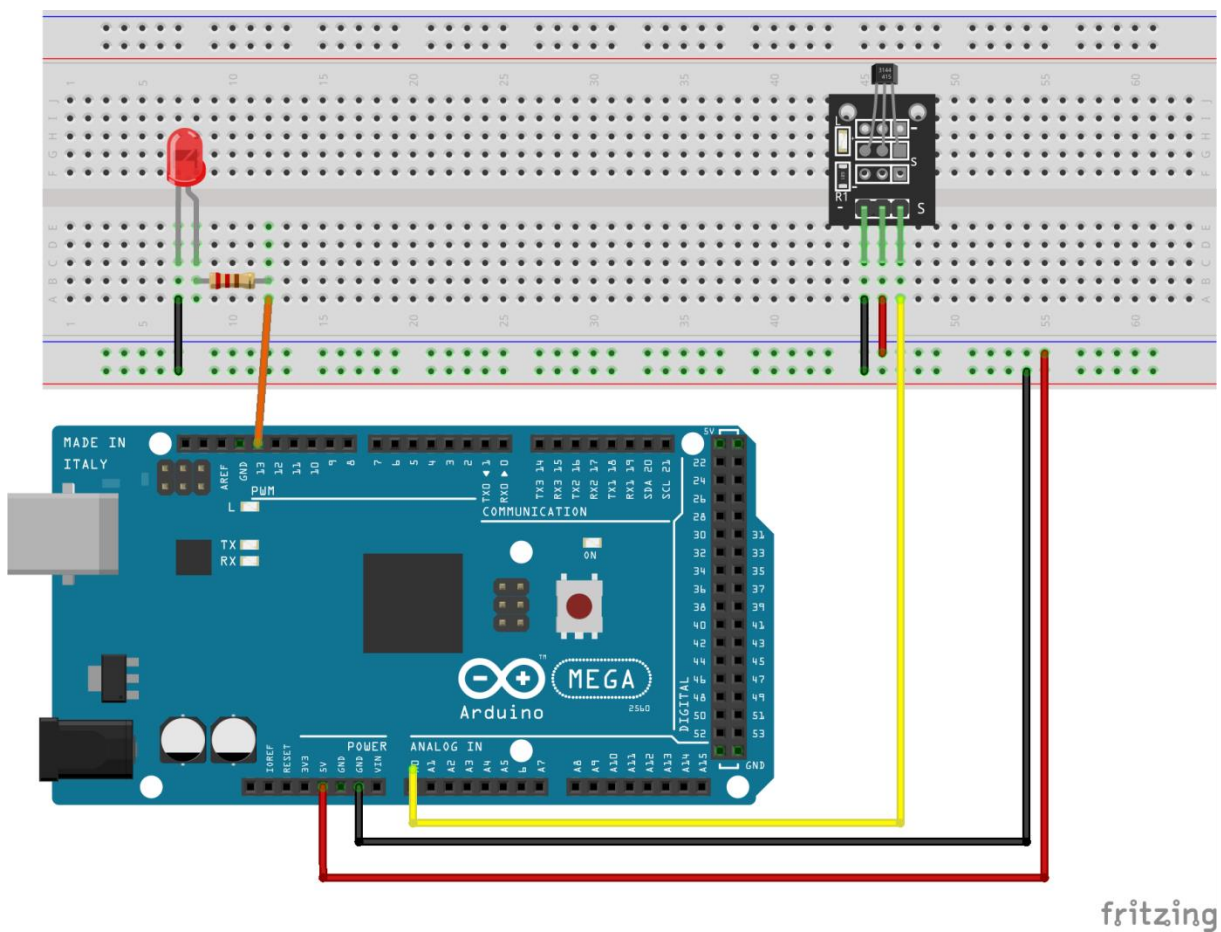
Ilustración 6.15 Comportamiento lineal SS49E.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor magnético analógico. KY-035.

6.10.2. Características

- Alimentación: 3.3 V ~ 5V
- Salida señal analógica
- Consumo de energía : 8 mA
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.6 x 1.9 x 1.5 cm

6.10.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.10. Conexión para utilizar el módulo KY-035.

6.10.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Magnetico_Analogico
// Modulo_KY035

int sensor = A0;
int Led = 13;

void setup()
{
    pinMode (Led, OUTPUT);
}

void loop()
{
    int val = 0;
    val = analogRead (sensor);
    digitalWrite (Led, HIGH);
    delay (sensor);
    digitalWrite (Led, LOW);
    delay (sensor);
}
```

Código 6.10 Programa para el módulo KY-035.

6.11. Módulo sensor de interruptor magnético. KY-025.

6.11.1. Descripción

Este módulo actúa como un interruptor con la particularidad que su accionamiento se realiza al detectar un campo magnético. Ver Ilustración 6.17.

Posee un interruptor magnético que se activa por la proximidad de un imán lo que implica un tiempo de conmutación relativamente alto. Estos tienen una vida útil limitada y su funcionamiento puede verse afectado ante movimientos bruscos.

Los interruptores están formados por dos componentes ferromagnéticos de níquel que entran en contacto por la fuerza generada de un campo magnético. En la Ilustración 6.16 se observa cómo actúa estos componentes ante la presencia de un campo magnético.

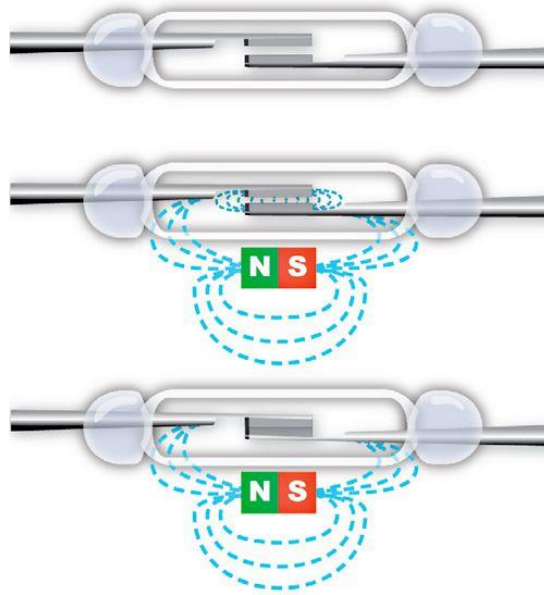


Ilustración 6.16. Conmutación interruptor ferromagnético.

La propia placa posee un potenciómetro que permite realizar el ajuste de sensibilidad.

Los sensores con interruptores magnéticos pueden ser utilizados para gestionar sistemas de control o para crear alarmas, por ejemplo, al colocar un imán en un extremo de una puerta, una vez abierta, detectaría el movimiento.

La principal diferencia entre este módulo y los vistos anteriormente, es que contiene el interruptor ya integrado, variando la finalidad de su uso. Posee una salida de cada tipo, digital y analógica, al igual que el módulo KY-024, pero relativamente más preciso.

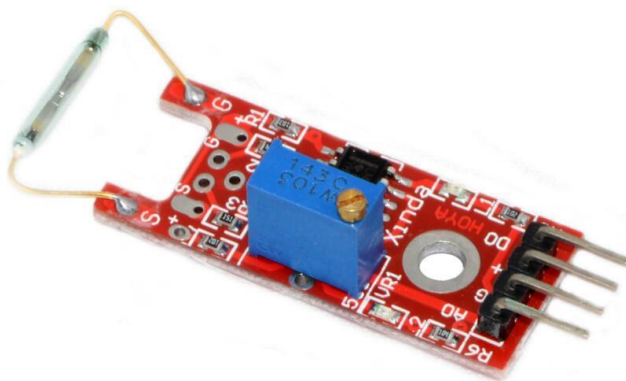
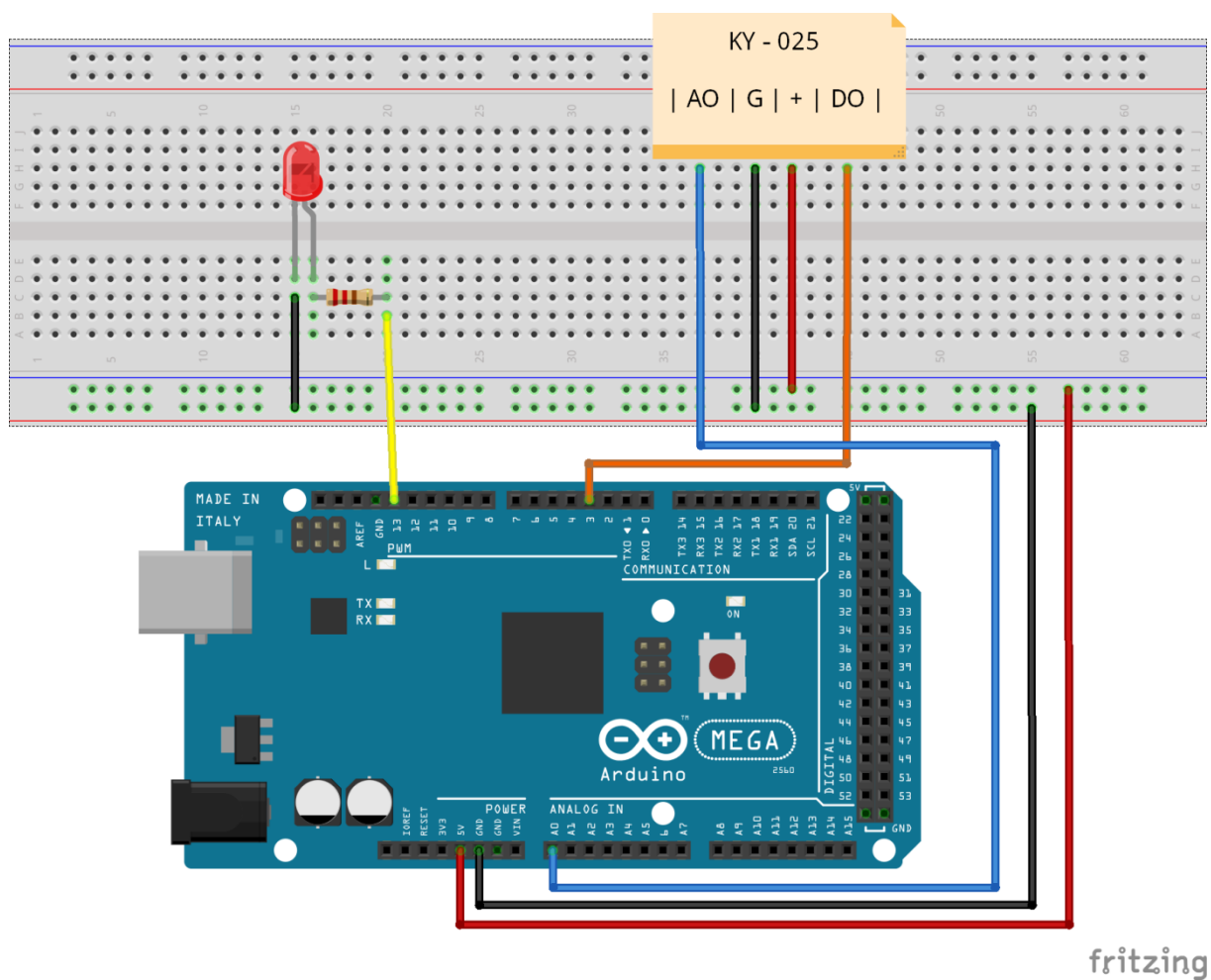


Ilustración 6.17 Módulo KY-025.

6.11.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Comparador de salida de corriente: 16 mA
- Sensor magnético de alta sensibilidad
- Salida señal analógica
- Salida señal digital
- Dimensiones: 4,0 cm x 2,6 cm x 3,2 cm

6.11.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.11 Conexión para utilizar el módulo KY-025.

6.11.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Reflexion
// Modulo_KY025

int sensorpin = A0;
int sensorvalor = 3;
int Led =13;

void setup()
{
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensorvalor, INPUT);
  pinMode (sensorpin, INPUT);
}

void loop()
{
  float val_analogico;
  int val_digital;
  val_analogico = analogRead (sensorpin)*(5.0/1023.0);
  val_digital = digitalRead (sensorpin);
  if (val_digital == HIGH)
  {
    digitalWrite (Led, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
}
```

Código 6.11. Programa para el módulo KY-025.

6.12. Módulo micrófono con sensor de sonido

6.12.1. Descripción

Este módulo actúa como sensor de sonido al detectar las ondas sonoras. Está compuesto por un micrófono de condensador electret (ECM) y el comparador LM393 cómo puede diferenciarse en la Ilustración 6.19.

El micrófono realiza el proceso inverso al altavoz. Actúa como transductor convirtiendo las ondas sonoras en señales eléctricas. En la Ilustración 6.18 se representa este proceso de conversión. Un micrófono está formado principalmente por un diafragma, encargada de captar las vibraciones y un dispositivo transductor,

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.

Módulo micrófono con sensor de sonido

que convierte las vibraciones captadas en señales eléctricas. En este caso el elemento transductor es un condensador.

La salida generada es una señal analógica que debe ser amplificada por ser demasiado baja. El comparador LM393, permite obtener el valor tanto en digital cómo analógico.

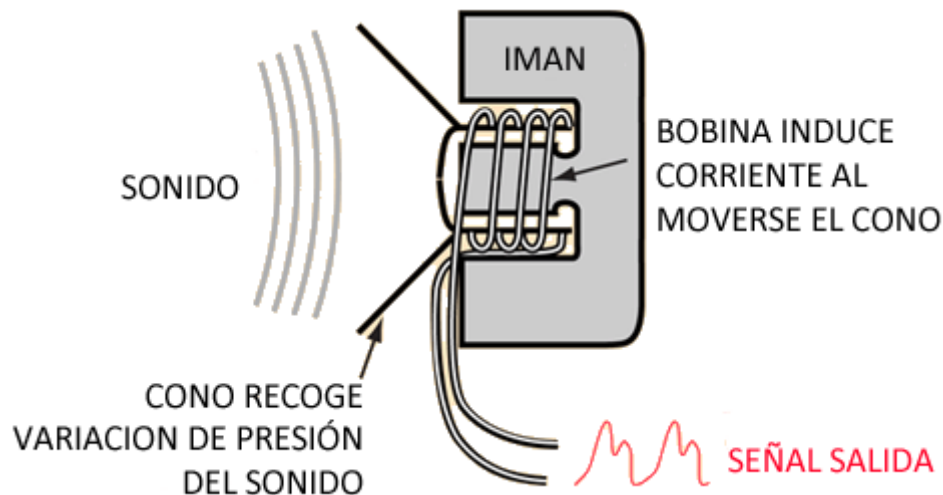


Ilustración 6.18 Conversión del sonido en señal de un micrófono.

Este módulo, al no usar amplificador, utiliza la salida digital para detectar el sonido al superar un rango establecido. Este valor se ajusta regulando un potenciómetro que está integrado en la propia placa.

Para obtener una estimación del volumen se puede utilizar la salida analógica, aunque no se obtendrá de forma muy precisa, debido a la carencia de amplificación.

Este tipo de sensores, son más prácticos para detectar el sonido, en vez de medirlo, requiriendo la lectura de una señal digital. Se podría utilizar para activar un interruptor al detectar sonido o incluso orientar un robot.

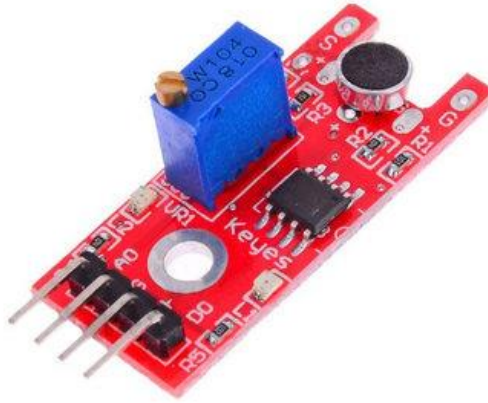


Ilustración 6.19 Módulo KY-038.

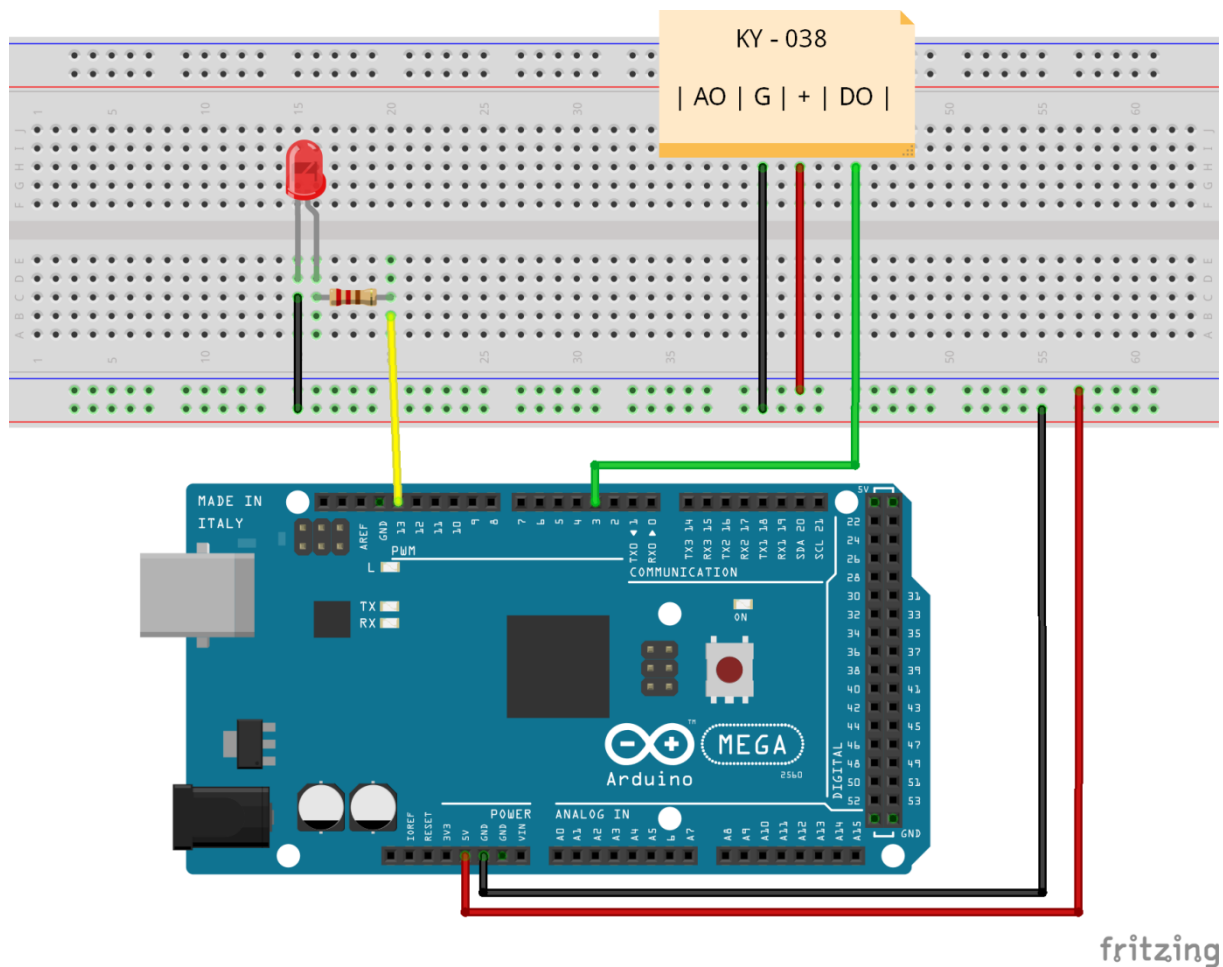
6.12.2. Características

- Alimentación: 5V DC
- Indicador de señal de salida.
- Salida señal analógica.
- Salida señal digital.
- Ajuste de sensibilidad por potenciómetro
- Gama de frecuencias: 100 ~ 10.000 Hz.
- La sensibilidad mínima al ruido: 58dB
- Material: PCB
- Dimensiones: 3.6 x 1.5 x 1.5 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.

Módulo micrófono con sensor de sonido

6.12.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.12 Conexión para utilizar el módulo KY-038.

6.12.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Sonido
// Modulo_KY038

int Led=13;
int sensor = 3;
bool estado = false;

void setup(){
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensor, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite (Led, LOW);
}

void loop() {
  bool val= digitalRead (sensor);
  if (val==true){
    estado =! estado;
    digitalWrite (Led, estado);
    delay(100);
  }
}
```

Código 6.12. Programa para el módulo KY-038.

6.13. Módulo micrófono con sensor de sonido sensible. KY-037.

6.13.1. Descripción

Módulo diseñado parecido al visto previamente, módulo KY-038. Posee dos salidas, una analógica, dedicada a la señal de tensión de salida del micrófono en tiempo real y una salida digital que proporciona nivel alto si la intensidad del sonido ha superado el rango o umbral establecido.

Igualmente, se puede configurar este rango que corresponde a la sensibilidad al variar el potenciómetro. Este elemento junto al micrófono se puede visualizar en la Ilustración 6.20.

El funcionamiento de este módulo se centre en la acción de tres componentes principales. Inicialmente, el sensor, componente principal, se encarga de medir y mandar una señal analógica al amplificador, corresponde con el segundo componente. Este realiza la amplificación de la señal en concordancia al rango del potenciómetro para enviarlo a la salida analógica del módulo.

Un último componente, el comparador, rige la salida digital, mandando una señal a nivel alto cuando supere el umbral ajustado.

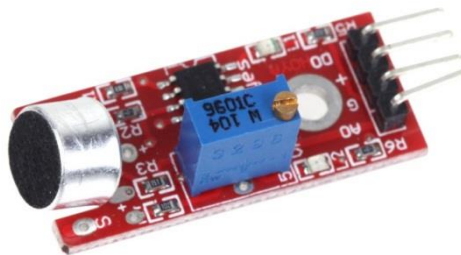


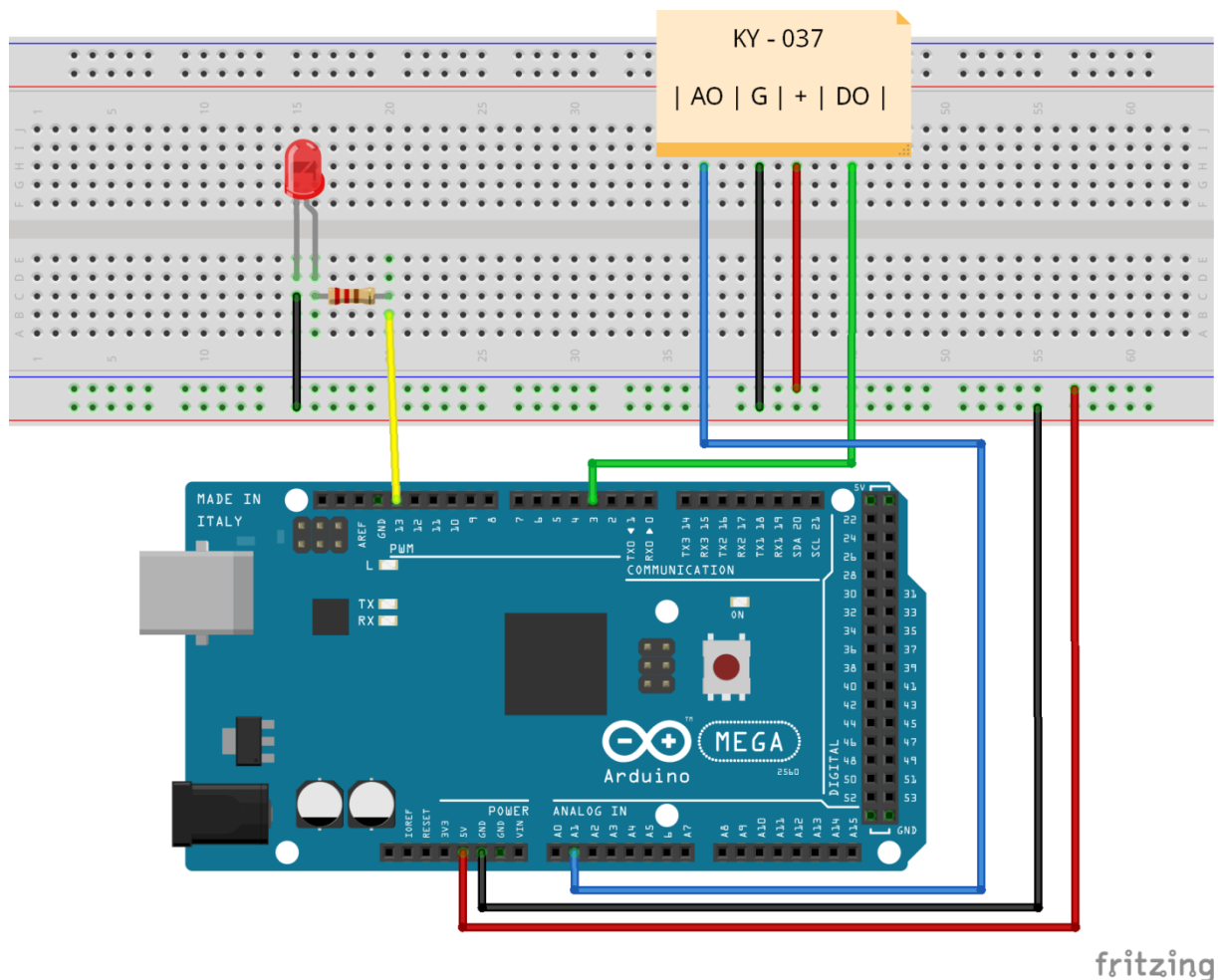
Ilustración 6.20 Módulo KY-037.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo micrófono con sensor de sonido sensible. KY-037.

6.13.2. Características

- Alimentación: 5V
- Salida señal analógica
- Salida señal digital
- Ajuste de sensibilidad por potenciómetro
- Usa el Micrófono de alta sensibilidad
- Material: PCB
- Dimensiones: 3.5 x 1.5 x 1.4 cm

6.13.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.13 Conexión para utilizar el módulo KY-038.

6.13.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Sonido_Sensible
// Modulo_KY037

int sensorpin = A0;
int sensorvalor = 0;
int Led = 13;

void setup()
{
  pinMode (sensorpin, INPUT);
  pinMode (sensorvalor, INPUT);
  pinMode (Led, OUTPUT);
}

void loop()
{
  float val_analogico;
  int val_digital;
  val_analogico = analogRead (sensorpin)*(5.0/1023.0);
  val_digital = digitalRead (sensorvalor);
  if (val_digital = HIGH)
  {
    digitalWrite (Led, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
  delay(300);
}
```

Código 6.13 Programa para el módulo KY-037.

6.14. Módulo sensor de rastreo. KY-033.

6.14.1. Descripción

Este módulo está basado en el sensor infrarrojo TCRT5000. Este es un sensor óptico reflexivo, formado por un emisor de luz infrarroja y fototransistor, que capta la luz que es reflejada cuando un objeto obstaculiza el haz de luz. Sus distintos componentes se pueden diferenciar observando la Ilustración 6.21.

El nivel de señal analógica obtenida a la salida dependerá de la luz incidida en el fototransistor. Factores como la distancia de reflexión, color de la superficie y la cantidad de luz infrarroja influirán en el valor obtenido.

Este módulo permite realizar un seguimiento de línea. Es comúnmente empleado en aplicaciones de alineamiento. Posee un potenciómetro que le permite regular el nivel de referencia para activar la señal digital. Contiene un par de LEDs que indica si está conectado o detecta línea.

La distancia de detección varía en función del color de la línea. La máxima distancia de detección se consigue con el color blanco.

Este módulo detecta la proximidad de un objeto debido a la reflexión de luz producida en él. Es por ello que las trazas con tonos muy oscuros, al absorber la propia luz emitida por el sensor, dificulta su detección.

Fuente:

- (Dyor.RoboticaFacil)



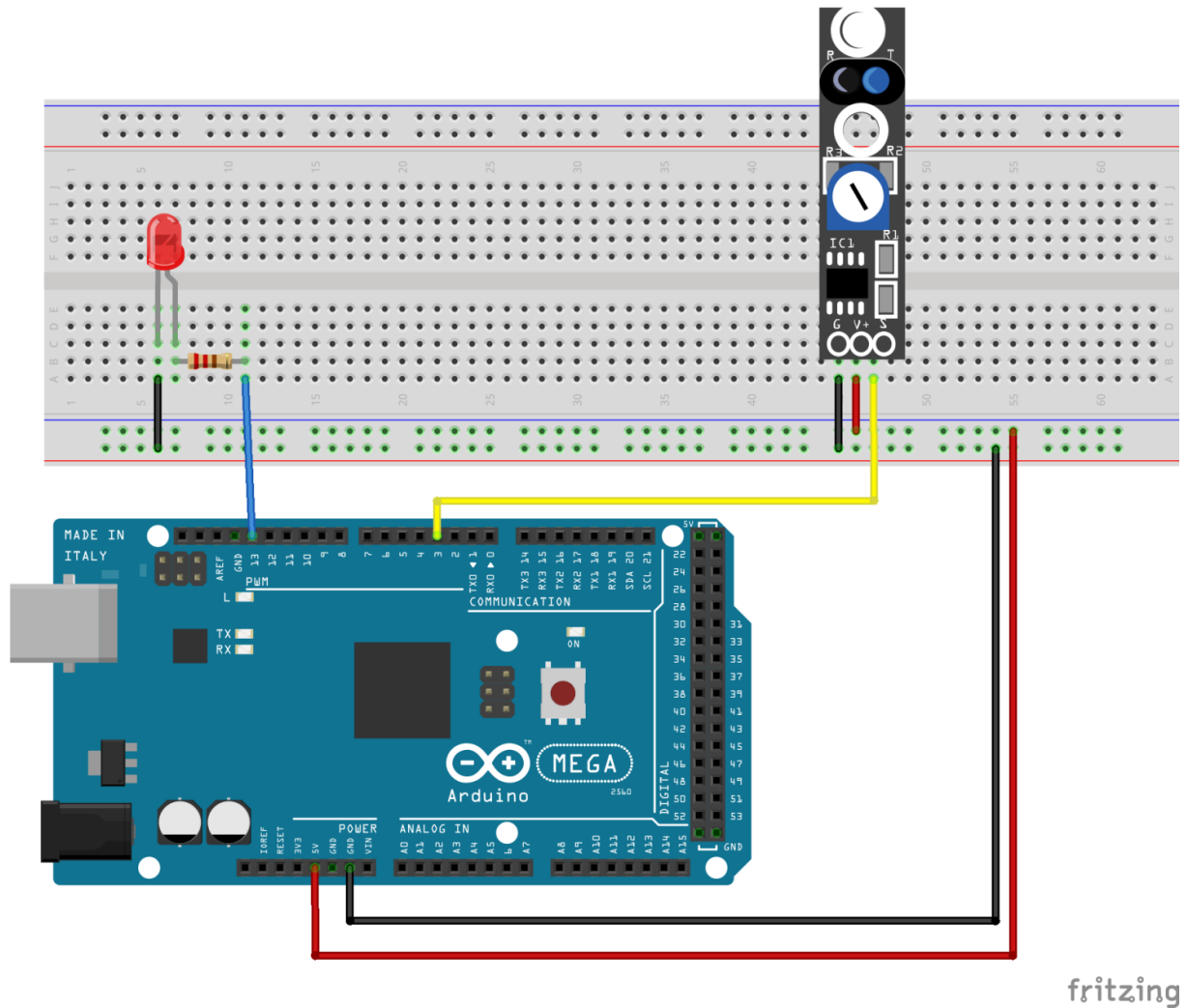
Ilustración 6.21 Módulo KY-033.

6.14.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V DC
- Corriente de trabajo: <20 mA
- Distancia de detección: 2-40 mm
- Ajuste de sensibilidad por potenciómetro.
- Comparador IC: LM393
- Sensor IR: TCRT5000L
- Dimensiones: 4,2 x 1,1 x 1,1 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de rastreo. KY-033.

6.14.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.14 Conexión para el módulo KY-033.

6.14.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Seguimiento
// Modulo_KY033

int Led = 13;
int sensorval = 0;

void setup()
{
  pinMode (Led, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int val = 0;
  val = digitalRead (sensorval);
  if (val == HIGH)
  {
```

```
    digitalWrite (Led, HIGH);  
  }  
  else (val == LOW);  
  {  
    digitalWrite (Led, LOW);  
  }  
  delay (300);  
}
```

Código 6.14 Programa para el módulo KY-033.

6.15. Módulo sensor de vibración. KY-002.

6.15.1.Descripción

Este sensor, resulta ser una herramienta excelente para detectar y medir las vibraciones que existan en el entorno. Ver Ilustración 6.23.

Este interruptor de vibración se corresponde con un interruptor Gaoxin. Consiste principalmente en un poste central rodeado por un segundo terminal en forma de espiral cómo se representa en la Ilustración 6.22. Cuando el interruptor recibe la suficiente fuerza, el terminal espiral se desplaza juntándolo con el poste. Esta conexión entre los dos terminales es captada por el módulo Arduino.

Simplified View of Gaoxin
Switch

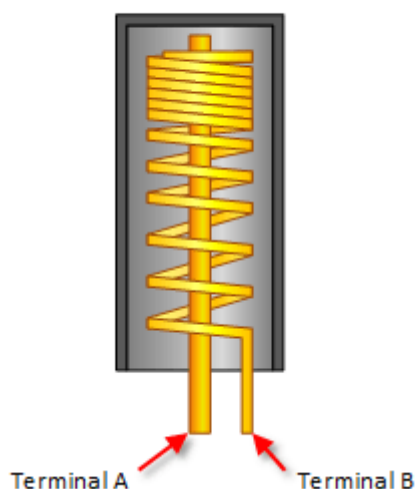


Ilustración 6.22 Interruptor Gaoxin.

Actúa como un interruptor normalmente abierto. Su facilidad de anclaje, permite detectar los movimientos en cualquier lugar. Reacciona ante movimientos bruscos, vibraciones o golpes pero no ante movimientos constantes, pues envía la señal al cesar la vibración.

Puede ser usado para proyectos dónde se busca conocer los movimientos de las capas terrestres, puede actuar como un detector simple de terremotos o para realizar un seguimiento de las vibraciones de un mecanismo mecánico para así poder evitar daños.

Fuente:

- (Henrys-bench. Ky-002)

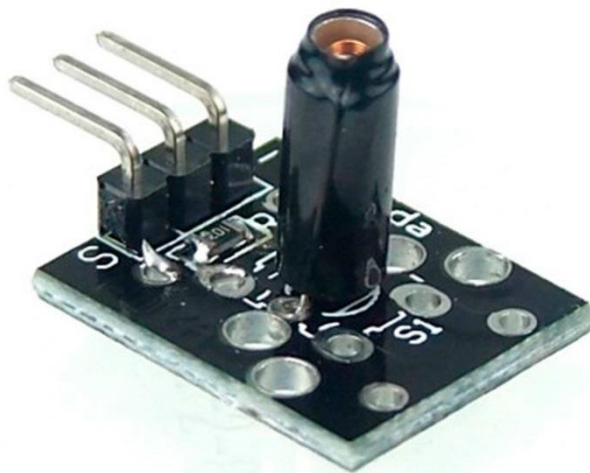


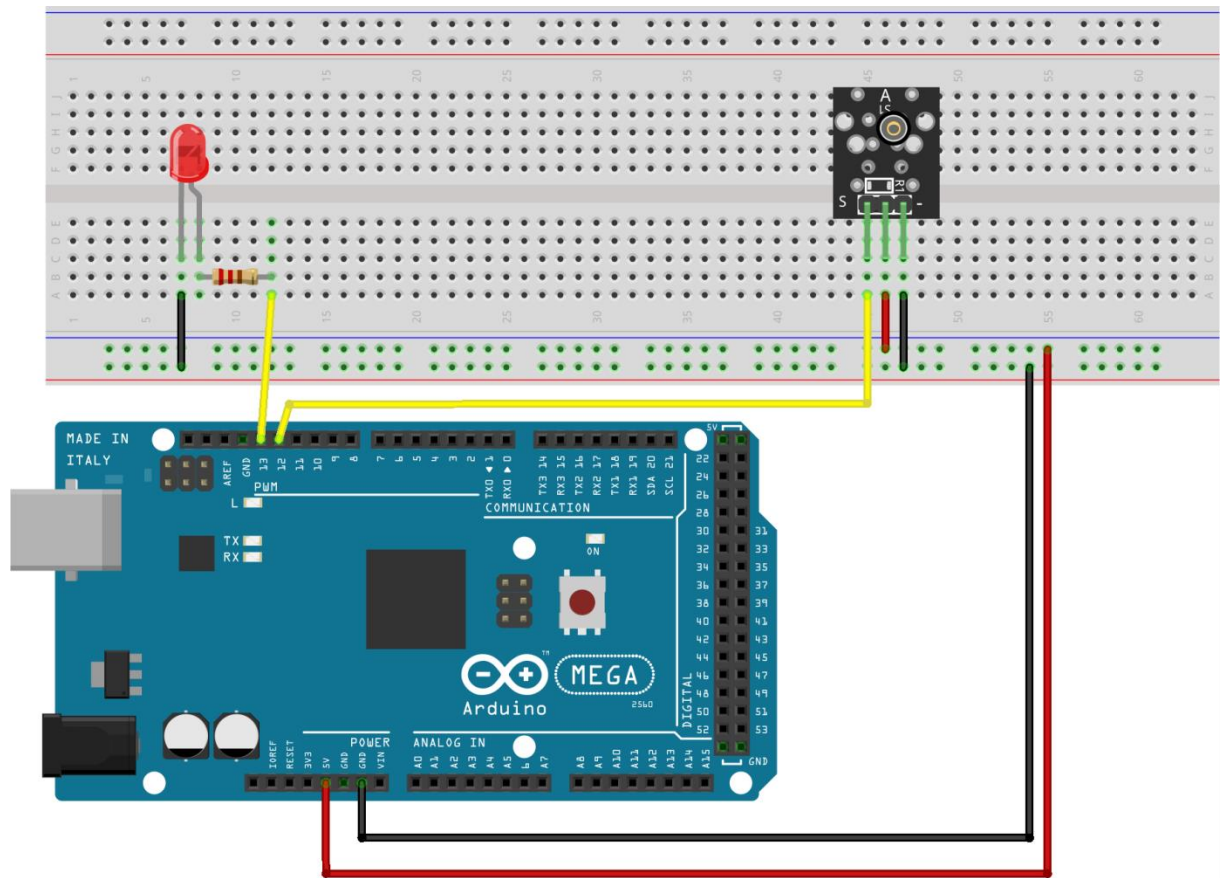
Ilustración 6.23 Módulo KY-002.

6.15.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Salida señal digital
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.4 x 1.5 x 0.9 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de vibración. KY-002.

6.15.3. Conexión



fritzing

Esquema eléctrico 6.15 Conexión para utilizar el módulo KY-002.

6.15.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Vibracion
// Modulo_KY002

int sensor = 12;
int Led = 13;

void setup()
{
    pinMode (Led, OUTPUT);
    pinMode (sensor, INPUT);
}

void loop()
{
    int vibracion;
    vibracion = digitalRead (sensor);
    if (vibracion == HIGH)
    {
```

```
digitalWrite (Led, LOW);  
}  
else  
{  
    digitalWrite (Led, HIGH);  
}  
}
```

Código 6.15 Programa para el módulo KY-002.

6.16. Módulo sensor de impacto. KY-031.

6.16.1. Descripción

Este particular módulo está constituido principalmente por un sensor de impacto. Cuando se realiza contacto sobre este sensor o la superficie sujeta a este, la fuerza del impacto es medida y enviada tras ser analizada y transformada en una señal digital de salida. Es un dispositivo de tamaño reducido en comparación con los ya explicados. Ver Ilustración 6.24.

A diferencia del módulo sensor de vibración, la fuerza de aplicación debe ser mayor para registrar el impacto. Al detectar el golpe actúa como un interruptor, enviando nivel alto en la salida.



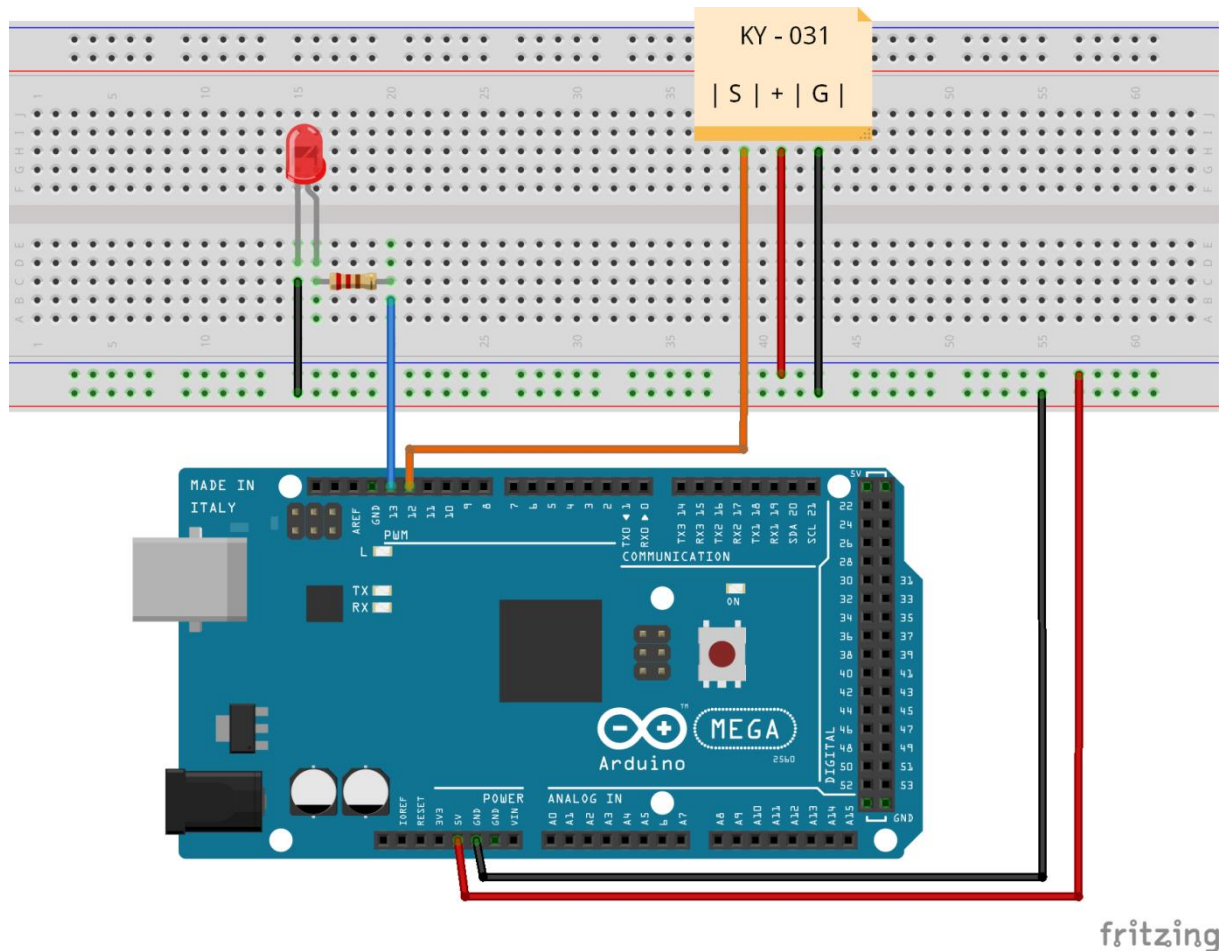
Ilustración 6.24 Módulo KY-031.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de impacto. KY-031.

6.16.2. Características

- Alimentación: 5V
- Salida señal digital
- Material: PCB
- Dimensiones: 1.9 x 1.5 x 0.9 cm

6.16.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.16 Conexión para el módulo KY-031.

6.16.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Impacto
// Modulo_KY031

int Led = 13;
int sensor = 12;
unsigned long tiempo_choque;

void setup()
{
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensor, OUTPUT);
}

void loop()
{
  int val;
  val = digitalRead (sensor);
  if (val == HIGH)
  {
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
  else
  {
    digitalWrite (Led, HIGH);
    tiempo_choque = millis();
  }
}
```

Código 6.16 Programa para el módulo KY-031.

6.17. Módulo sensor de proximidad para evitar obstáculos. KY-032.

6.17.1. Descripción

Módulo para detectar objetos a una distancia entre 2 y 40 cm. Este sensor trabaja utilizando infrarrojos de forma que cuando encuentra un obstáculo, el sensor lo detecta por el reflejo de la señal.

El propio sensor contiene un receptor y un transmisor infrarrojo que le permite adaptarse a luz ambiental y otorgarle una gran precisión. En la Ilustración 6.25 se encuentran en la parte derecha de la misma.

La detección de un objeto ocurre cuando uno de los receptores recibe la luz reflejada del obstáculo, previamente enviada por un transmisor. Basándose en el

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de proximidad para evitar obstáculos. KY-032.

tiempo de desplazamiento de la señal, el sensor puede calcular la distancia restante al objeto.

El módulo contiene un potenciómetro que es utilizado para ajustar la sensibilidad, es decir, configurar el valor límite para que cuando la distancia calculada por el receptor sea menor, entregue un valor alto en la salida tras compararlo.

Cómo aplicación, es ideal para utilizarlo en cualquier medio móvil, por ejemplo, un coche o en una cinta transportadora que cuente objetos.

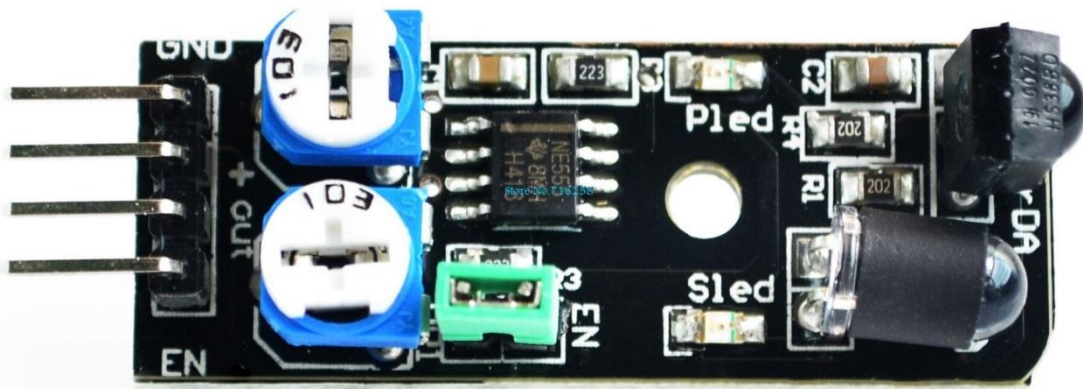


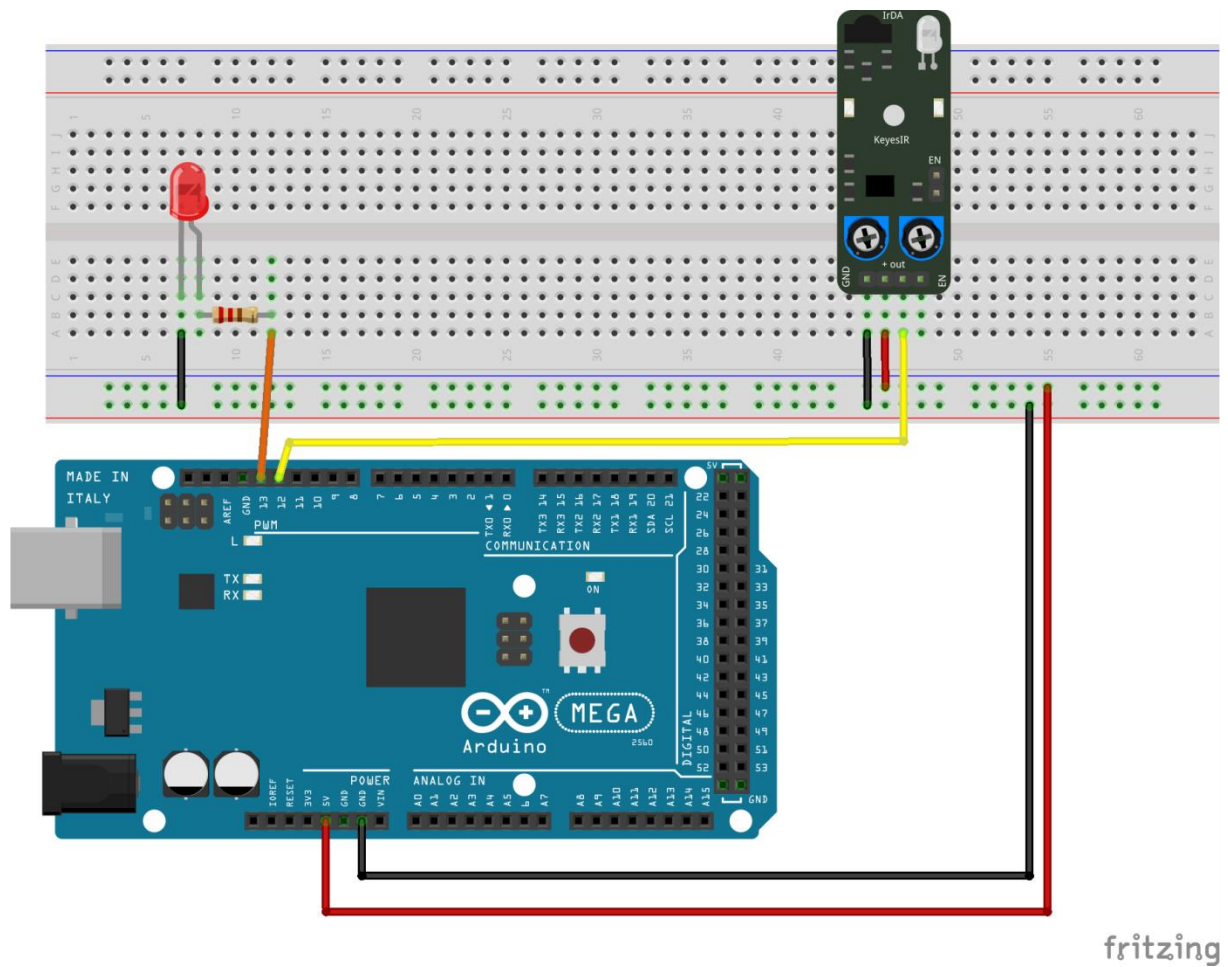
Ilustración 6.25 Módulo KY-032.

6.17.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Corriente máxima: 20mA
- Temperatura: -10 °C ~ 50 °C
- Distancia de Detección : 2 ~ 40 cm
- Ajuste de sensibilidad por potenciómetro.
- Ángulo Efectivo: 35 °
- Tamaño: 4.1 x 1.8 x 1.3 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor de proximidad para evitar obstáculos. KY-032.

6.17.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.17 Conexión para utilizar el módulo KY-032.

6.17.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Deteccion_Obstaculos
// Modulo_KY032

int Led = 13;
int sensor = 12;

void setup()
{
  pinMode (sensor, INPUT);
  pinMode (Led, OUTPUT);
}

void loop()
{
```

```
int val;  
val = digitalRead (sensor);  
if (val == HIGH)  
{  
    digitalWrite (Led, LOW);  
}  
else  
{  
    digitalWrite (Led, HIGH);  
}  
delay (500);  
}
```

Código 6.17 Programa para el módulo KY-032.

6.18. Módulo sensor receptor infrarrojos. KY-022.

6.18.1. Descripción

Módulo dotado para actuar como receptor en una comunicación de infrarrojos. El propio módulo tiene integrado el receptor AX-1838HS caracterizado con una gran resistencia a luz y a las interferencias electromagnéticas. Ver Ilustración 6.26.

Se puede utilizar para cualquier control que suponga una comunicación remota usando infrarrojos. Por ejemplo: en aplicaciones de robótica, aire acondicionado, televisión.

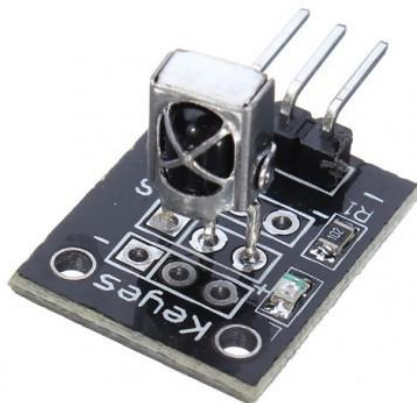


Ilustración 6.26 Módulo KY-022.

Utiliza el protocolo de funcionamiento NEC. Este protocolo utiliza la codificación de distancia de impulsos de los bits de mensaje. La secuencia de impulsos es de 562.5 μ s de longitud a una frecuencia portadora de 38 kHz. Se suele transmitir una señal modulada entre 36 y 40 kHz.

En función del nivel de pulso, tendrá diferente tiempo de transmisión total y de espacio seguido:

- Si es 0 lógico, un pulso de 562.5 μ s seguido por un espacio de 562.5 μ s, con un tiempo de transmisión total de 1.125 ms.
- Si es 1 lógico, un pulso de 562.5 μ s seguido por un espacio de 1.6875 μ s, con un tiempo de transmisión total de 2.25 ms.

En la Ilustración 6.27 se muestra un ejemplo de transmisión.

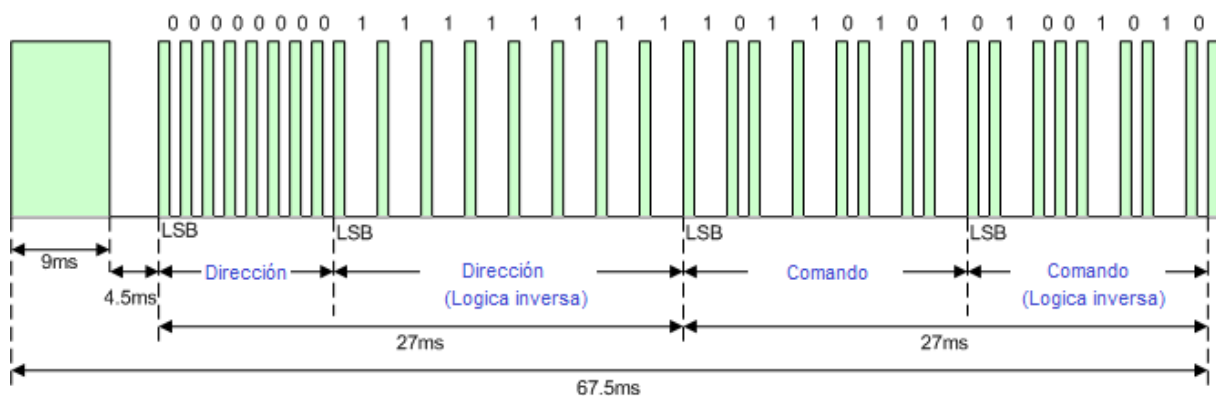


Ilustración 6.27 Ejemplo de transmisión IR NEC

Combinándolo con el módulo KY-005 se puede realizar aplicaciones muy útiles y sencillas al nivel de cualquier usuario.

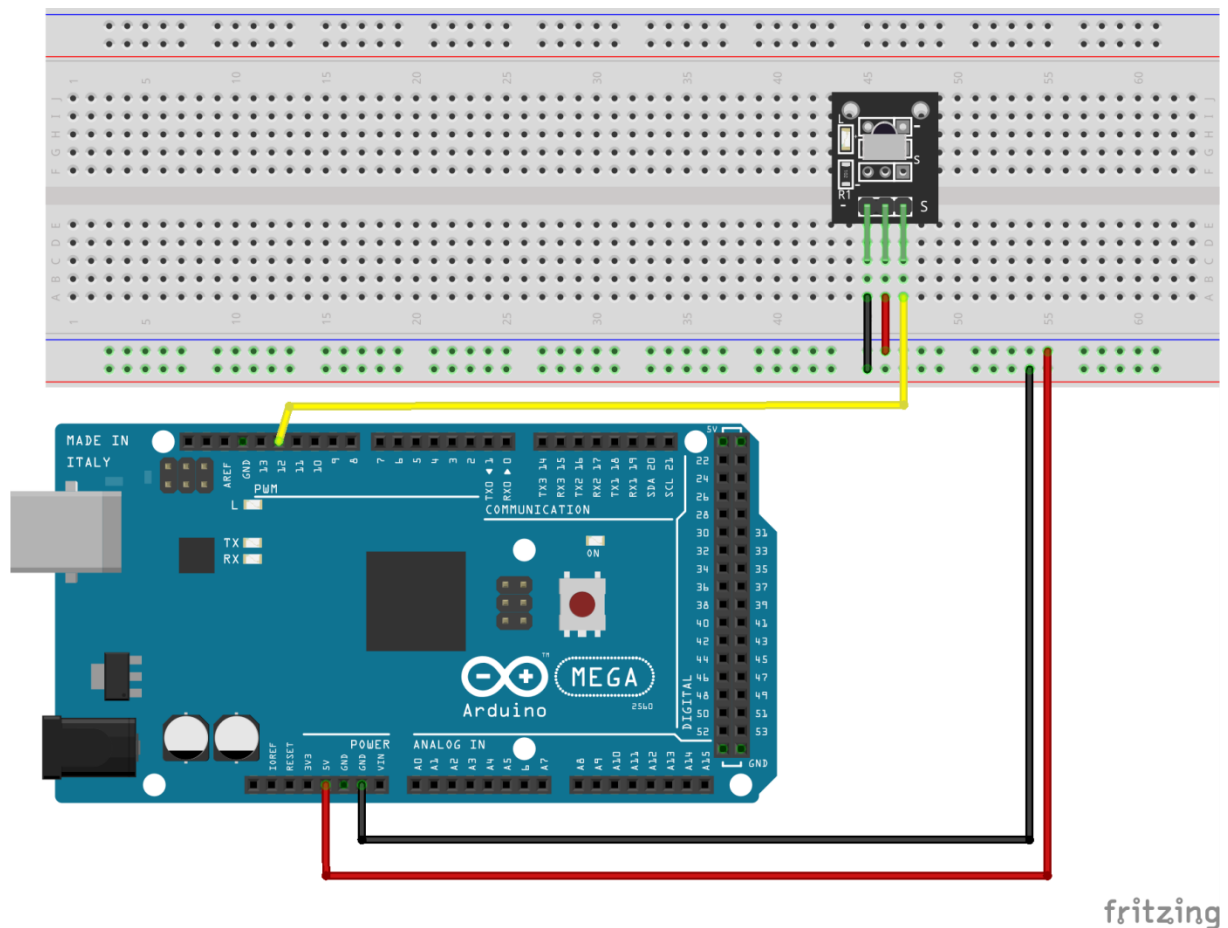
Fuentes:

- (Ardubasic.IR.)
- (Hetpro-Store. Control IR.)

6.18.2. Características

- Ángulo de recepción: 90 °
- Alimentación: 2.7 ~ 5.5V
- Distancia del control remoto infrarrojo: Más de 8 metros.
- Longitud de onda infrarroja: 940 nm.
- Frecuencia portadora: 38 kHz
- Formato de codificación de NEC.
- Distancia de recepción: 18m
- Dimensiones: 1.5 x 1.9 x 1.0 cm

6.18.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.18 Conexión utilizada para el módulo KY-022.

6.18.4. Código

```
// Modulo_Receptor_IR
// Modulo_KY022

// Se incluye la librería IRremote
#include <IRremote.h>

int sensor = 12;
IRrecv irrecv (sensor); // Se declara el pin 12 como entrada del receptor

decode_results results; // Usa un decodificador para leer la información
del receptor

void setup()
{
  irrecv.enableIRIn(); // Inicio del proceso de recepción
}

void loop()
{
  if (irrecv.decode (&results)) // Pregunta si ha recibido datos
  {
    irrecv.resume();
    // Tras recibir información, resetea el receptor y lo prepara para
    recibir de nuevo
  }
  delay (300);
}
```

Código 6.18 Programa para el módulo KY-022.

6.19. Módulo fotoresistor. KY-018.

6.19.1. Descripción

Este módulo actúa como un sensor de luz detectando la luz del ambiente. La placa contiene una fotorresistencia, es decir, una resistencia variable dependiente de la cantidad de luz de su entorno. Ver Ilustración 6.28.

La Ecuación 2 muestra la relación de una resistencia de una LDR con la luz incidida. El valor de gamma corresponde con la pendiente de la gráfica logarítmica. Los valores varían dependiendo del fotoresistor, por tanto, hay que atender a la hoja de características de cada uno.

$$\frac{I}{I_0} = \left(\frac{R}{R_0} \right)^{-\gamma}$$

Ecuación 2. Relación luminosidad y resistencia en una LDR.

El fotoresistor al tratarse de un dispositivo semiconductor fotosensible resulta muy útil para detectar la variación de la intensidad de luz. Está compuesto por un semiconductor capaz de absorber fotones cuando incide la luz sobre él. Este proceso genera el movimiento de los electrones a la banda de conducción y a su vez reduce el valor resistivo del dispositivo.

Es por eso que en la oscuridad, el valor de la resistencia alcanza su máximo, 1 MΩ aproximadamente, mientras que si el sensor LDR se exhibe a la luz, disminuye su valor en función de la intensidad de la luz recibida. El sensor proporciona una señal analógica en función de la cantidad de luz recibida.

La discapacidad para registrar variaciones rápidas supone una desventaja para este tipo de sensor. No resulta ser adecuado para utilizarlo como luxómetro preciso, por su dependencia con la temperatura y su distribución espectral.

Posee a la vez, una salida digital que entrega un valor bajo, si luz supera el valor límite fijado por el potenciómetro y un valor alto si no lo supera. Modificando el potenciómetro se puede realizar un ajuste de la sensibilidad a la que actúa el sensor.

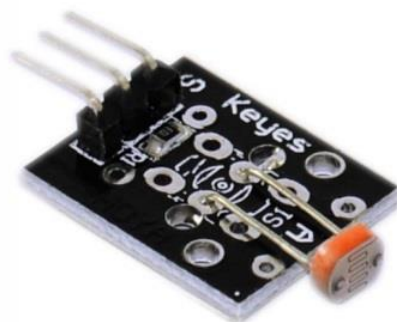


Ilustración 6.28 Módulo KY-018.

Este sensor está capacitado para afrontar altas temperaturas y humedad. Siendo estable y fiable.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo fotoresistor. KY-018.

Proporciona un sinfín de aplicaciones, entre ellas, el uso en cámaras, detectores, relojes, luces automáticas, sistema de señalización, control para encendido de luces entre otros usos.

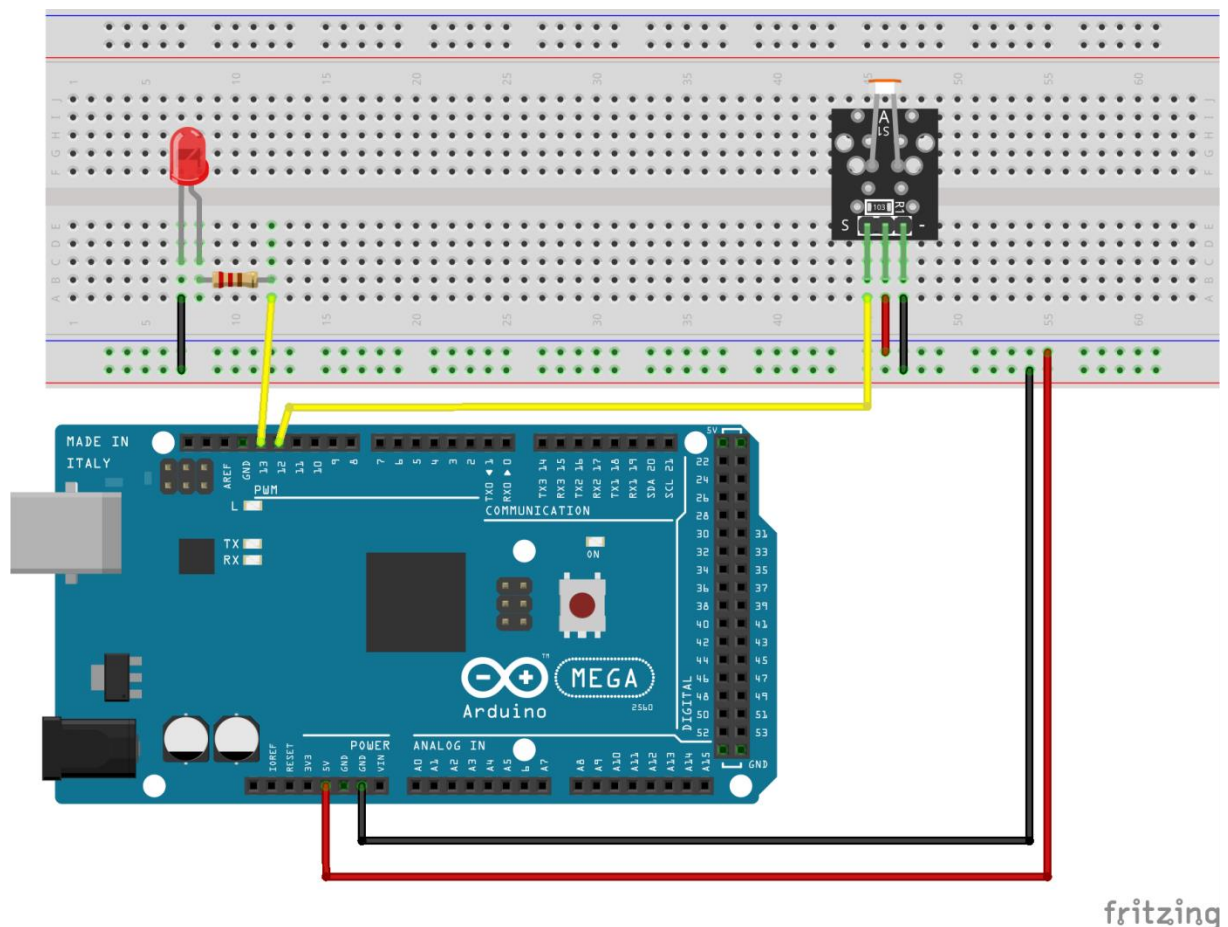
Fuente:

- (Luisllamas. LDR)

6.19.2. Características

- Alimentación: 3.3V ~ 5V
- Resistencia Variable: 50Ω ~ 1MΩ
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.5 x 1.6 x 0.7 cm
-

6.19.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.19 Conexión utilizada para el módulo KY-013.

6.19.4. Código

```
// Modulo_Fotoresistencia
// Modulo_KY018

int sensorpin= A0;
int sensorvalor= 12;
int Led=13;

void setup()
{
  pinMode (Led, OUTPUT);
}

void loop()
{
  sensorvalor = analogRead(sensorpin);
  digitalWrite (Led, HIGH);
  delay(sensorvalor);
  digitalWrite (Led, LOW);

  delay(sensorvalor);
}
```

Código 6.19 Programa para el módulo KY-018.

6.20. Módulo sensor fotoeléctrico. KY-010.

6.20.1. Descripción

Este módulo también conocido como módulo de protección ante la luz, detecta si un objeto se interpone en su línea de barrido. Se puede ver en la Ilustración 6.29. Puede ser empleado como encoder detectando la velocidad de giro y posición de un eje de un grosor fino. Debido a su tamaño, en concreto, al poco espacio entre las ranuras, su funcionalidad se ve limitada.

El módulo integra un emisor-detector óptico y dos resistencias de 1 k Ω y 33 Ω respectivamente. En uno de los lados del sensor se encuentra un emisor de luz infrarroja, y en el otro, un fototransistor que actúa como receptor. De esta forma, cuando un objeto pasa entre los extremos del sensor, es detectado al obstaculizar el haz de luz.

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor fotoeléctrico. KY-010.

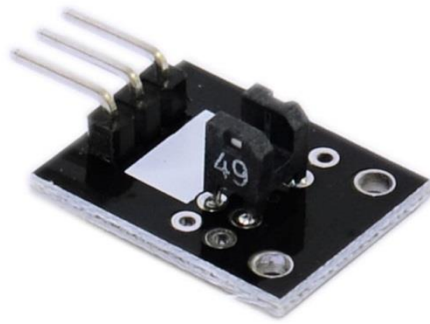


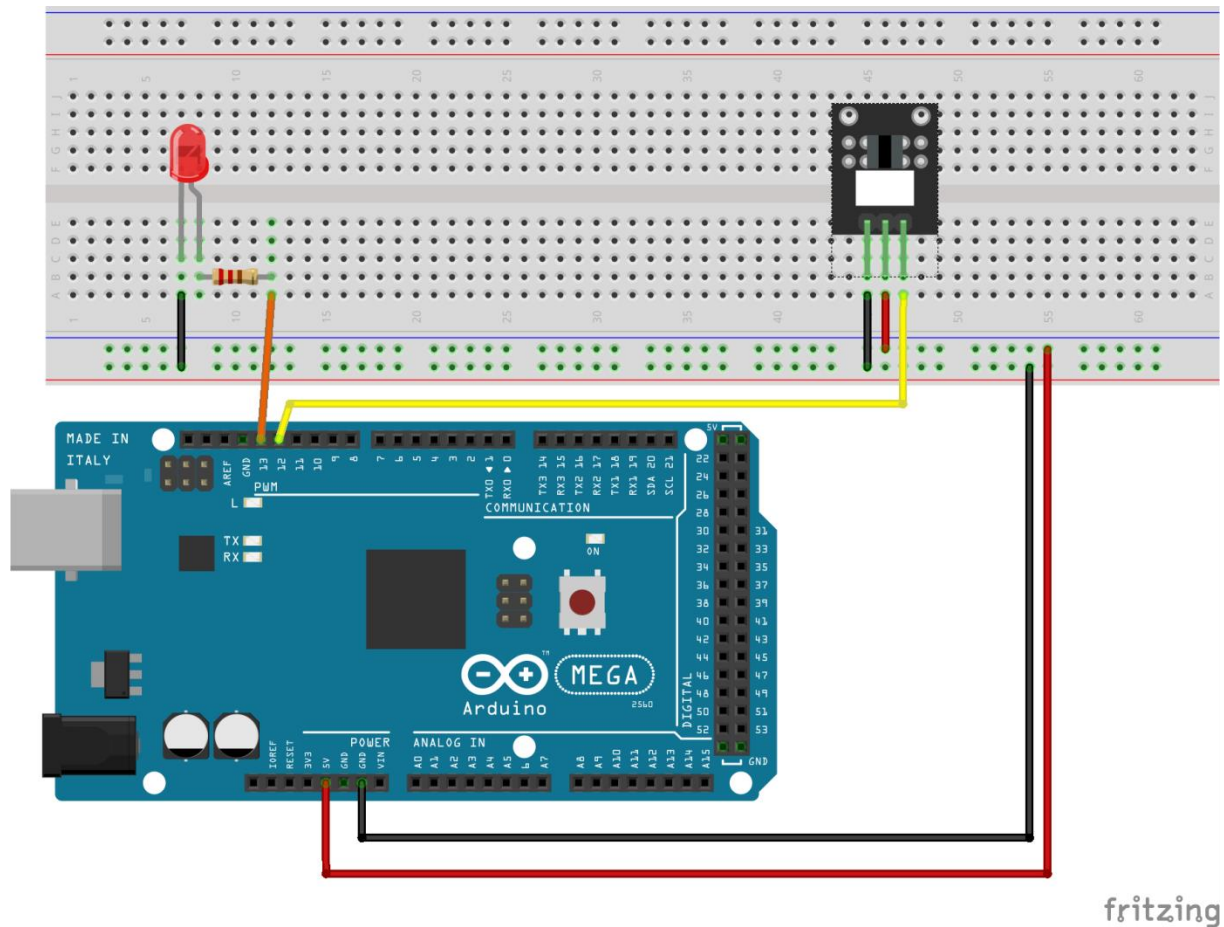
Ilustración 6.29 Módulo KY-010.

6.20.2. Características

- Alimentación 3.3V ~ 5V
- Salida Material: PCB
- Dimensiones: 2.4 x 1.5 x 0.9 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO ENTRADA.
Módulo sensor fotoeléctrico. KY-010.

6.20.3. Conexión



Esquema eléctrico 6.20 Conexión para utilizar el módulo KY-010.

6.20.4. Código

```
// Modulo_Sensor_Fotoelectrico
// Modulo_KY010

int Led = 13;
int sensor = 12;

void setup() {
  pinMode (Led, OUTPUT);
  pinMode (sensor, OUTPUT);
}

void loop() {
  int val;
  val = digitalRead (sensor);
  if (val == HIGH){
    digitalWrite (Led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite (Led, LOW);
  }
}
```

Código 6.20 Programa para el módulo KY-010.

7. MÓDULOS DE PROCESO COMO SALIDA.

7.1. Módulo relé. KY-019.

7.1.1. Descripción

Módulo basado en el uso de un relé, es decir, un dispositivo electromecánico que actúa como un interruptor controlado que permite abrir o cerrar otros circuitos eléctricos. Resulta ser el componente de mayor tamaño. Ver Ilustración 7.2.

El uso de este dispositivo permite controlar mediante Arduino cargas de tensión e intensidad superiores a los que por lo general soporta la propia placa. Pueden ser controlados mediante una pequeña corriente y operar con corrientes mucho mayores. Por ejemplo, puede conectar circuitos de 28 V DC y 240 V AC.

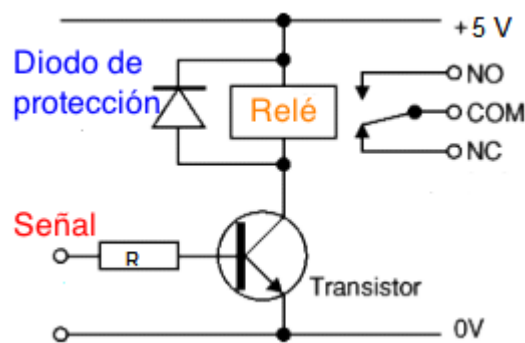


Ilustración 7.1 Esquema SPDT.

Dispone de tres bornes de salida: común, normalmente abierto y normalmente cerrado usando un bloque de tornillos. La salida del módulo está resguardada con un optoacoplador evitando dañar la placa Arduino en caso de fallo. Su esquema interno queda representado en la Ilustración 7.1.

La bobina del relé se excita cambiando el estado del conmutador si recibe una señal de nivel alto en el pin de salida.

Los relés son utilizados para sistemas de control que supongan la combinación de varios circuitos eléctricos con distintas cargas.

Fuente:

- (SoloArduino)

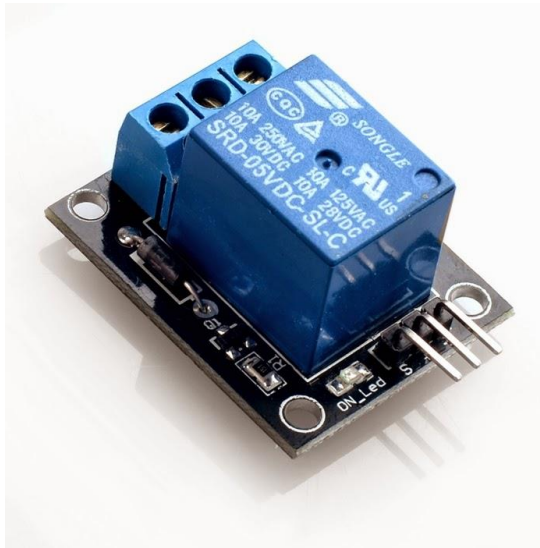


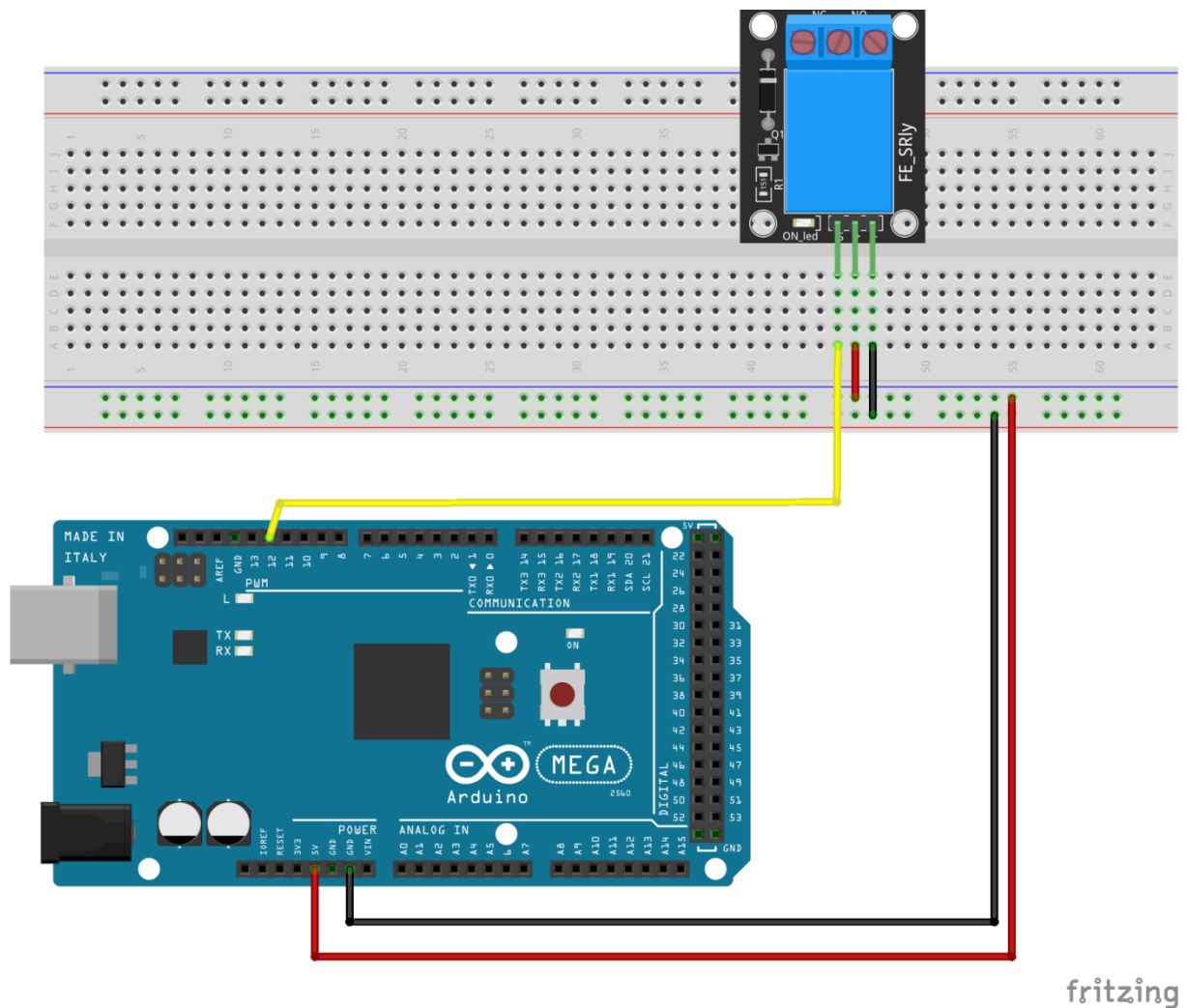
Ilustración 7.2 Módulo KY-019.

7.1.2. Características

- Señal de control TTL: 12 V - 5V
- Tensión máxima: 250VAC – 30VDC
- Corriente máxima: 10A
- Posee un contacto de salida normalmente abierto y un contacto normalmente cerrado
- Corriente de activación por relé : 15mA ~ 20mA
- Material: PCB
- Dimensiones: 2.6 x 3.4 x 1.8 cm

MÓDULOS DE PROCESO COMO SALIDA. Módulo relé. KY-019.

7.1.3. Conexión



Esquema eléctrico 7.1 Conexión para utilizar el módulo KY-019.

7.1.4. Código

```
// Modulo_Rele
// Modulo_KY019

int rele = 12;

void setup(){
  pinMode (rele, OUTPUT);
}

void loop(){
  digitalWrite (rele, HIGH);
  delay (2000);
  digitalWrite (rele, LOW);
  delay (2000);
}
```

Código 7.1 Programa para el módulo KY-019.

8. PROYECTO ALARMA.

8.1. Introducción.

A continuación, se muestra un ejemplo a modo de inspiración diseñando un sistema de alarma basado en Arduino. Este ejemplo se realiza utilizando algunos de los módulos explicados anteriormente aunque lo más interesante y el objeto de este apartado es dar a conocer la capacidad de transmisión y recepción de datos cómo es la comunicación vía Bluetooth.

La alarma consiste en un sistema sencillo y económico, accesible para cualquier usuario. Su funcionamiento se basa en la comunicación Bluetooth entre dos placas Arduino, que se clasifican cómo módulo primario y módulo secundario.

El objetivo consiste en un sistema que avise al usuario de acontecimientos en la zona a controlar, como la existencia de un incendio, el acceso indebido a la propiedad o una posible inundación basándose en el uso los sensores del kit.

A su vez, este sistema de alarma, también podría implicar otras funcionalidades, cómo un sistema de control de iluminación o un sistema de control de calefacción o refrigeración. Esto significaría un nivel mayor de conocimientos sobre electrónica incumpliendo uno de los requisitos de la aplicación, sencillez para la configuración por el usuario.

8.2. Elección de sensores.

La gran diversidad de sensores y actuadores que se encuentran en el kit permite plantearse diferentes modelos de alarma. Los objetivos que tenía que cubrir estaba bien definidos, incendio, inundación y presencia, pero se podía conseguir de distintas formas.

El sistema se realiza basándose en los sensores del kit. Esto marcará la precisión del propio pudiéndose encontrar sensores de mejor resultados fuera de este conjunto.

Para la detección de presencia, se utiliza el módulo KY-033, basado en el sensor infrarrojo TCRT5000, formado por un emisor de luz infrarroja y fototransistor,

que capta la luz que es reflejada cuando un objeto obstaculiza el haz de luz. No tiene una distancia de detección demasiado grande, hasta cuatro centímetros. Ver Capítulo 6.14. para más información acerca sobre el sensor.

Para poder utilizarlo con considerable eficacia, el dispositivo debe situarse de forma que el sensor infrarrojo esté orientado a la puerta y así poder detectar el movimiento de apertura de la misma.

La precisión de este sensor utilizado para detectar una presencia deja mucho que desear. Existen sensores de movimiento PIR que pueden ser gestionados por Arduino y generan mejores resultados. Son sensores que detectan la emisión de radiación infrarroja emitida por el calor de un ser vivo.

Distinta solución para detectar la presencia no deseada, se basa en el uso de un emisor y un receptor de luz infrarroja conectados cada uno en un lado de la puerta, manteniendo la comunicación. El acceso por la puerta controlada interrumpiría la comunicación. Este resulta una solución más precisa que la utilizada en el sistema diseñado, pero su dificultad de configuración es mayor además de que su colocación es más enrevesada.

La detección de incendio se realiza usando el módulo de llama KY-026. El sensor YG1006 está capacitado para detectar llamas. Trabaja entre longitudes de onda infrarroja de 760 nm a 1110 nm. Resulta ser un sensor con un rendimiento adecuado para esta función. Se puede complementar con algún detector de humo.

Otra opción para la detección de fuego es el uso de cualquiera de los sensores de temperatura, KY-001, KY-013, KY-028, detectando el incendio al captar un aumento de la temperatura ambiente por encima de un límite establecido. Sin lugar a duda, el módulo KY-026, es más adecuado y fiable debido a sus características.

Para avisar el caso de que se produjese la inundación de la zona, se ha utilizado el módulo KY-015, sensor de temperatura y humedad. Obviando la medida de temperatura, el sensor de humedad proporciona un valor en porcentaje de humedad relativa de la zona gracias al componente DTH11. El aumento de humedad debido a la inundación provoca que la alarma se active.

Al igual que para el sensor de presencia hablamos de sensores PIR, existen detectores propios de inundaciones destinados a detectar estos sucesos de forma que avise de forma directa las posibles inundaciones. El sensor DTH11 al proporcionar la humedad relativa no resulta ser muy preciso.

El sistema consta de un buzzer vinculado a la activación de la alarma. Se ha utilizado el módulo KY-006, buzzer pasivo, que permite controlar la frecuencia del tono emitido.

Para para el proceso de activación de alarma e iniciar su desactivación, se utiliza el módulo KY-004.

8.3. Estructura del sistema. Proceso de ejecución.

El diseño del sistema consta de un módulo principal y un módulo secundario. Cada uno contiene una placa Arduino. El módulo principal debe estar situado cerca de la puerta que se quiere controlar el acceso no deseado, mientras que la segunda debe situarse en una zona cercana que se quiere controlar.

Este sistema consta de un único módulo secundario. Si la zona a controlar es amplia puede aumentar la cantidad de módulos secundarios tantos como necesite para cubrir el área.

8.3.1. Módulo principal.

El módulo principal consta de una pantalla LCD y un teclado matricial 4x4 que permite la gestión del sistema de alarma, el módulo KY-033 como sensor de presencia, el módulo interruptor KY-004 y el módulo buzzer pasivo KY-006.

Es el encargado del funcionamiento completo del sistema de alarma. Se encarga de:

- Gestionar la clave de acceso para desbloqueo del sistema.
- Establecer comunicación vía Bluetooth con el módulo secundario. Tanto lectura y envío de datos.
- Recibir información del módulo KY-033.

- Activar la alarma si fuese necesario debido al estado del módulo secundario o el módulo KY-033.
- Desactivar la alarma.

El módulo primario es el encargado de la gestión del sistema de alarma, tanto de su activación como de su desactivación, al igual que establece la comunicación con el usuario. Se trata del dispositivo principal, este debe estar situado próximo a la puerta que se requiera controlar, que suele ser la principal vía de acceso. Debe estar situado para facilitar la configuración del sistema por el usuario.

El funcionamiento es el siguiente: inicialmente, el sistema pregunta al usuario si desea cambiar la clave de acceso antes de iniciar el sistema de alarma. Permite al usuario modificar la contraseña de acceso que será necesaria para la desactivación del sistema. Para habilitar el funcionamiento de la alarma e iniciar el proceso, se debe pulsar por teclado la clave almacenada. Esto pertenece al bloque Loop. El flujograma del programa se puede ver en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tras iniciar el sistema, cíclicamente se realizará la lectura de los datos recibidos por Bluetooth del módulo secundario a través del Puerto Serial, él envió de una señal de estado al módulo secundario vía Bluetooth indicando el funcionamiento correcto de la alarma y la lectura de un flag vinculado a la interrupción producida cuando se accede indebidamente.

A través de la lectura de la información recibida por el módulo secundario, el módulo primario interpreta la acción que debe tomar. En el caso de que reciba una señal de estado de alarma por parte del módulo secundario, este activará la alarma. El buzzer permanecerá activo hasta que se pulse un interruptor de paro solicitando la clave de acceso. Si la clave de acceso es errónea, se iniciará de nuevo el buzzer hasta que se desactive accediendo con la clave apropiada.

De la misma forma, el sistema está atento a la interrupción producida por la detección de apertura de la puerta por medio del módulo KY-032. La interrupción activa el flag vinculado al módulo. Cuando el sistema comprueba la activación de

PROYECTO ALARMA.
Estructura del sistema. Proceso de ejecución.

este flag, que se interpreta como una señal de aviso, activa la alarma iniciando el proceso anterior de igual manera.

Mientras el sistema esté activo sin que se produzca ninguna variación para activar el estado de alarma, estará continuamente leyendo el estado del módulo secundario y enviando un mensaje a este de un funcionamiento apropiado.

El código del módulo principal que se encuentra en el Anexo1 cuenta con aclaraciones del proceso que realiza para ayudar a su entendimiento. En el Esquema eléctrico 8.2 se puede ver la estructura del módulo principal.

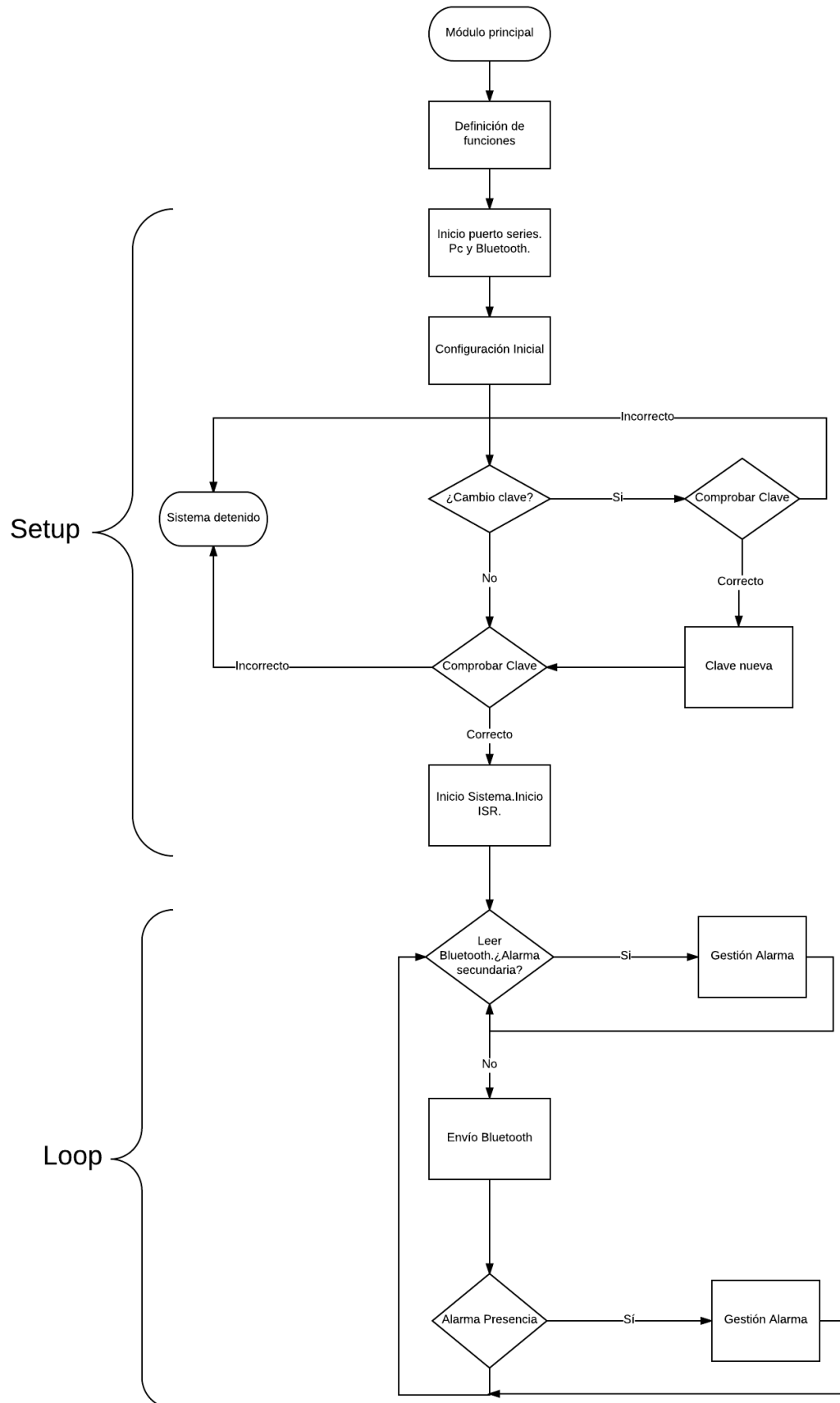


Diagrama de flujo 1. Módulo principal.

8.3.2. Módulo secundario.

El módulo secundario está formado por el módulo sensor de llama KY-026, el módulo sensor de temperatura y humedad KY-015 y dos LEDs de aviso.

La principal función de este módulo es enviar periódicamente el estado en el que se encuentra al módulo primario para poder gestionar el sistema. Este estado dependerá de la lectura realizada por los sensores. Este módulo debe ir colocado en cualquier lugar de la zona que se desea vigilar. Existe la posibilidad de aumentar el número de módulos secundarios, aumentando así el rango de seguridad.

Este realiza cíclicamente tareas de lectura de los sensores y comprobación de los valores medidos respecto a rangos establecidos como límite. De esta forma, en el caso de que se produzca un incendio o se inunde la sala de control, e envía al módulo principal el aviso de alarma para que actúe. El proceso de lectura se detiene por orden del dispositivo principal hasta que el sistema de alarma sea reactivado y mande vía Bluetooth una señal de funcionamiento correcto.

El sistema además, cuenta con dos Leds indicadores de estado. El primero, de luz amarilla, se enciende cuando los valores medidos por los sensores se encuentran fuera de los rangos establecidos como condiciones normales. El segundo, un Led de luz roja, se enciende cuando se encuentra en el estado de Alarma. Ambos actúan parpadeando.

El módulo secundario actúa como indicador de estado para que el módulo primario actúe coherentemente. En el Anexo2 se especifica el código que rige este módulo. Su diagrama de flujos se muestra en el Diagrama de flujo 2.

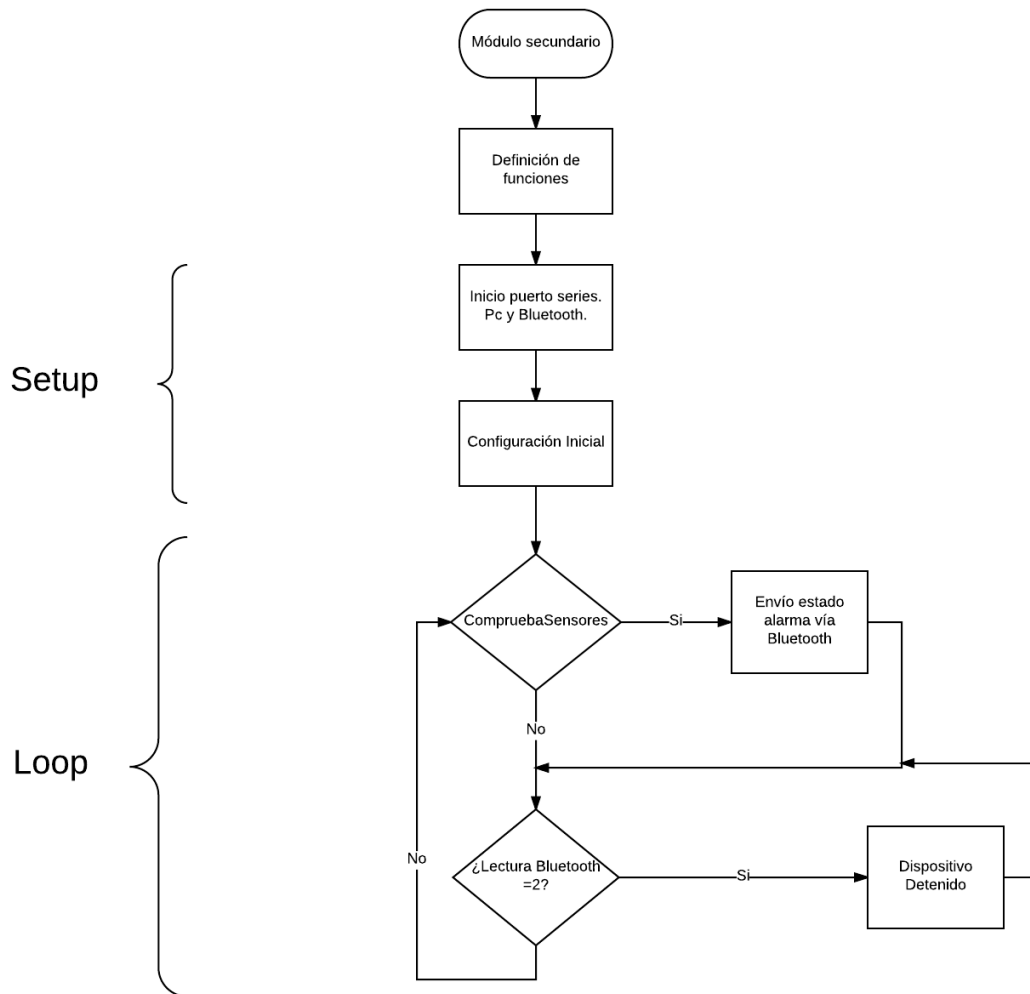


Diagrama de flujo 2. Módulo secundario.

8.4. Modo de comunicación entre módulos.

Tras introducir el funcionamiento del sistema, a continuación se va a explicar el modo de comunicación que permite la transmisión y recepción de datos. El objetivo de este ejemplo, es dar a conocer un medio de comunicación para poder emplearlo en cualquier proyecto generando nuevas oportunidades de aplicación para los dispositivos del kit.

La comunicación entre módulo primario y secundario se realiza vía Bluetooth. La oportunidad de integrar este tipo de conexión en las aplicaciones aumenta las posibilidades de uso.

Los dispositivos Bluetooth pueden actuar como Masters o como Slaves. El primero de ellos, permite que se conecten hasta 7 dispositivos que actúan como Slaves. Se encargan de gestionar las transferencias de información, es decir, de recibir y solicitar información de los módulos conectados. En cambio, un dispositivo Slave solo puede conectarse a un único Master. En la Ilustración 3.1 se muestra la conexión entre Master y Slave explicada anteriormente.

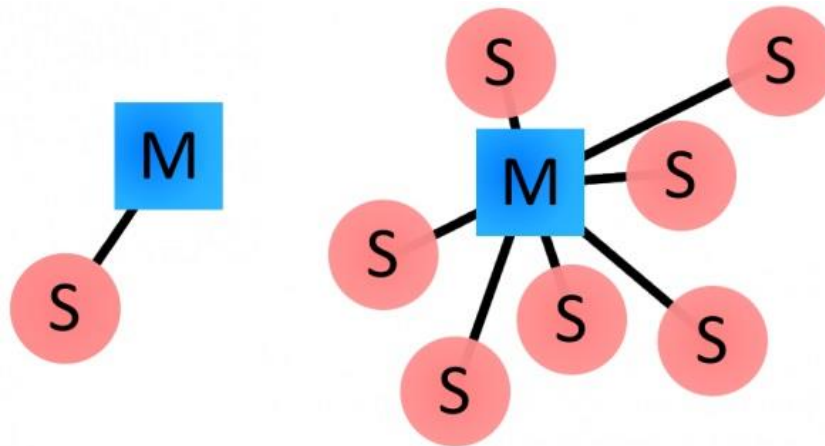


Ilustración 8.1 Dispositivo Bluetooth.

La adaptación de módulos Bluetooth en Arduino se consigue por medio de los módulos compatibles HC-06 y HC-05. La diferencia entre ambos reside principalmente en la funcionalidad y manejo además de que el módulo HC-05 dispone de más pines

El dispositivo HC-06 solo puede utilizarse como Slave mientras que el módulo HC-05 puede configurarse tanto como Master como Slave. La configuración se realiza mediante comandos AT previamente ser sincronizado con cualquier dispositivo.

Continuando con la estructura de proyecto, para establecer la comunicación Bluetooth, el módulo principal debe de contar con un dispositivo que actúe como Master mientras que el segundo debe actuar como Slave. Se ha utilizado el dispositivo HC-05 en ambos. Ver Ilustración 8.2.

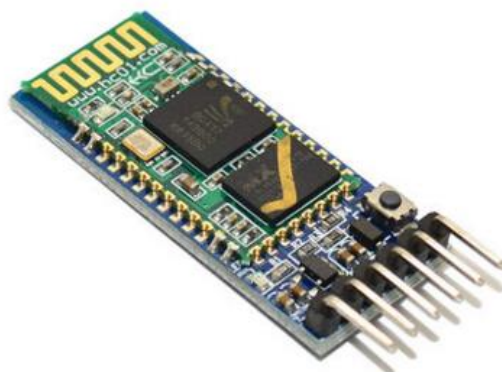
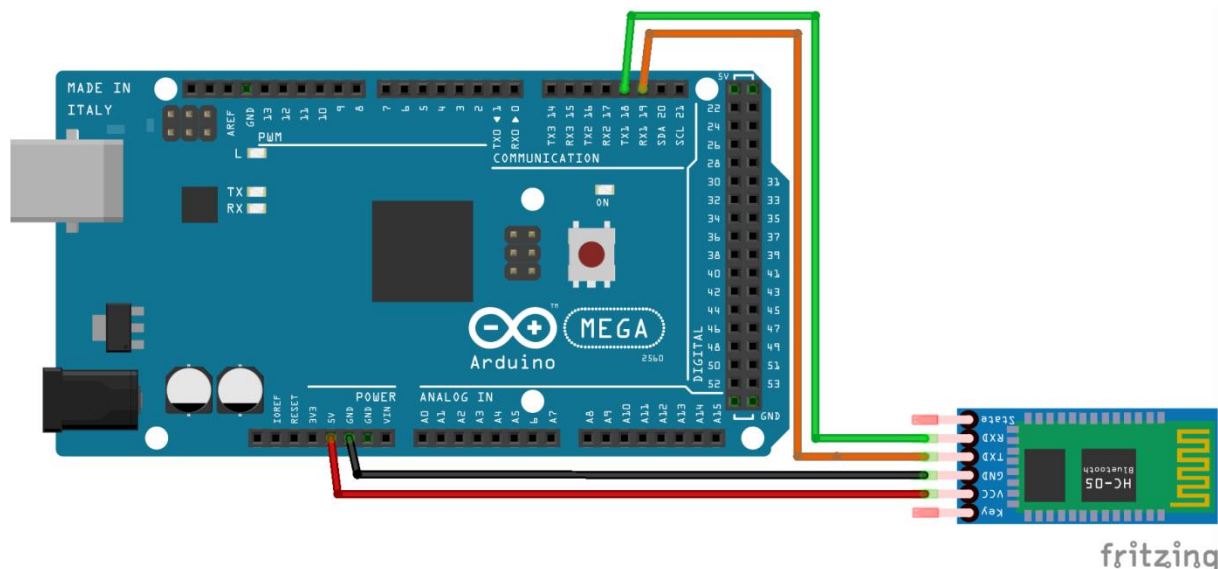


Ilustración 8.2 Módulo HC-05.

8.4.1. Configuración Bluetooth.

La configuración de este módulo se debe realizar previamente antes de cualquier montaje. Se lleva a cabo utilizando el programa Bluetooth adjunto en el Anexo 3. La conexión correspondiente para poder configurar el código se muestra en Esquema eléctrico 8.1.



Esquema eléctrico 8.1 Conexión para configurar el módulo HC-05.

La configuración se establece mediante comandos AT, permitiendo modificar el nombre del dispositivo, contraseña para establecer conexión la velocidad del módulo, el modo de funcionamiento, Master o Slave entre otras opciones. En la Tabla 1 se muestra varios comandos para poder configurar el módulo junto a su respuesta. Estos deben ser escritos en el Monitor Serie.

COMANDO	FUNCIÓN	RESPUESTA
AT	Verificar conexión	OK
AT+RESET	Resetear el módulo	OK
AT+NAME= Añadir nombre dispositivo	Configurar el nombre del módulo	OK
AT+PSWD= Contraseña del dispositivo	Configurar la clave del módulo	OK
AT+ROLE = 0	Configurar el módulo en modo slave	OK
AT+ROLE = 1	Configurar el módulo en modo master	OK
AT+BAUD = 4	Configurar la velocidad del módulo a 9600 bps	OK
AT+ADDR	Pedir dirección MAC	0000:00:0000xx

Tabla 1. Comandos AT.

Principal fuente información:

- (Prometec. Bluetooth)

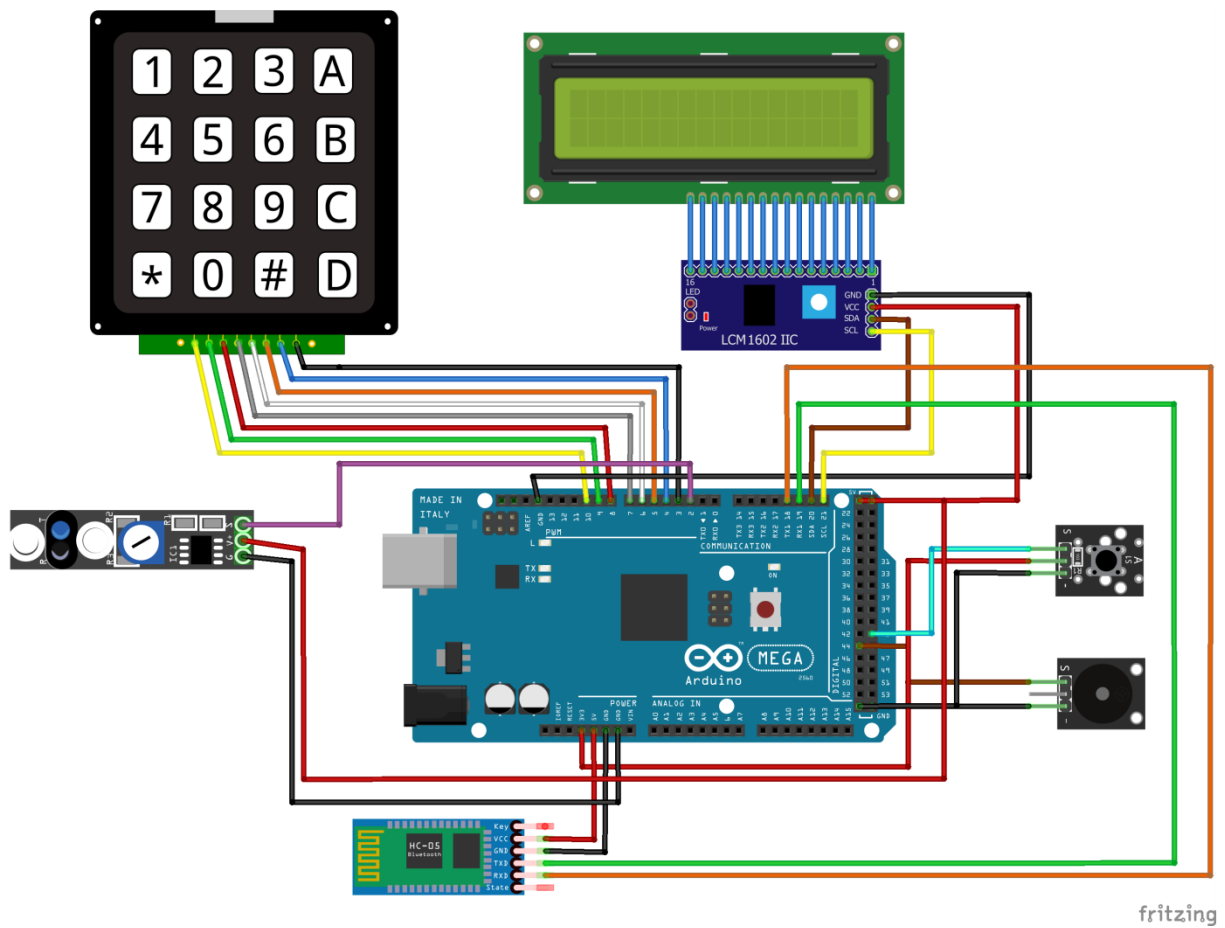
8.5. Conexión del sistema.

A continuación, se muestra los esquemas eléctricos para establecer una conexión correcta entre ambos módulos una vez se haya configurado el módulo Bluetooth HC-05.

8.5.1. Módulo principal.

En el Esquema eléctrico 8.2 se muestra la conexión para el primer módulo. Está constituido cómo se ha nombrado anteriormente por una pantalla pantalla LCD, un teclado matricial 4x4, un módulo KY-033, un módulo interruptor KY-004, un módulo buzzer pasivo KY-006 y el módulo Bluetooth HC-05 configurado como Master.

PROYECTO ALARMA.
Conexión del sistema.



Esquema eléctrico 8.2 Conexión del módulo principal.

En la Tabla 2 se expone de una forma más clara la conexión que se debe seguir para realizar el montaje.

DISPOSITIVO	PATILLA	PIN ARDUINO	PANTALLA LCD	LCM1605
KEYPAD	Col1	D3	VSS	VSS
	Col2	D4	VDD	VDD
	Col3	D5	V0	V0
	Col4	D6	RS	RS
	Fila1	D7	R/W	R/W
	Fila2	D8	E	E
	Fila3	D9	DB0	DB0
	Fila4	D10	DB1	DB1
HC-05	VCC	5V	DB2	DB2
	GND	GND	DB3	DB3
	TX	D18	DB4	DB4
	RX	D19	DB5	DB5
KY-033	VCC	5V	DB6	DB6
	GND	GND	DB7	DB7
	DO	D2	LED+	A
KY-004	VCC	3,3V	LED-	K
	GND	GND		
	DO	D43		
KY-006	GND	GND		
	DO	D44		
LCM1602	VCC	5V		
	GND	GND		
	SCL	SCL		
	SDA	SDA		

Tabla 2. Conexión de pines para el módulo principal.

8.5.2. Módulo secundario.

En el Esquema eléctrico 8.2 se muestra la conexión para el módulo secundario. Está formado por el módulo KY-026, el módulo KY-015, el módulo Bluetooth HC-05 configurado como Slave y dos LEDs de aviso.

PROYECTO ALARMA. Conexión del sistema.

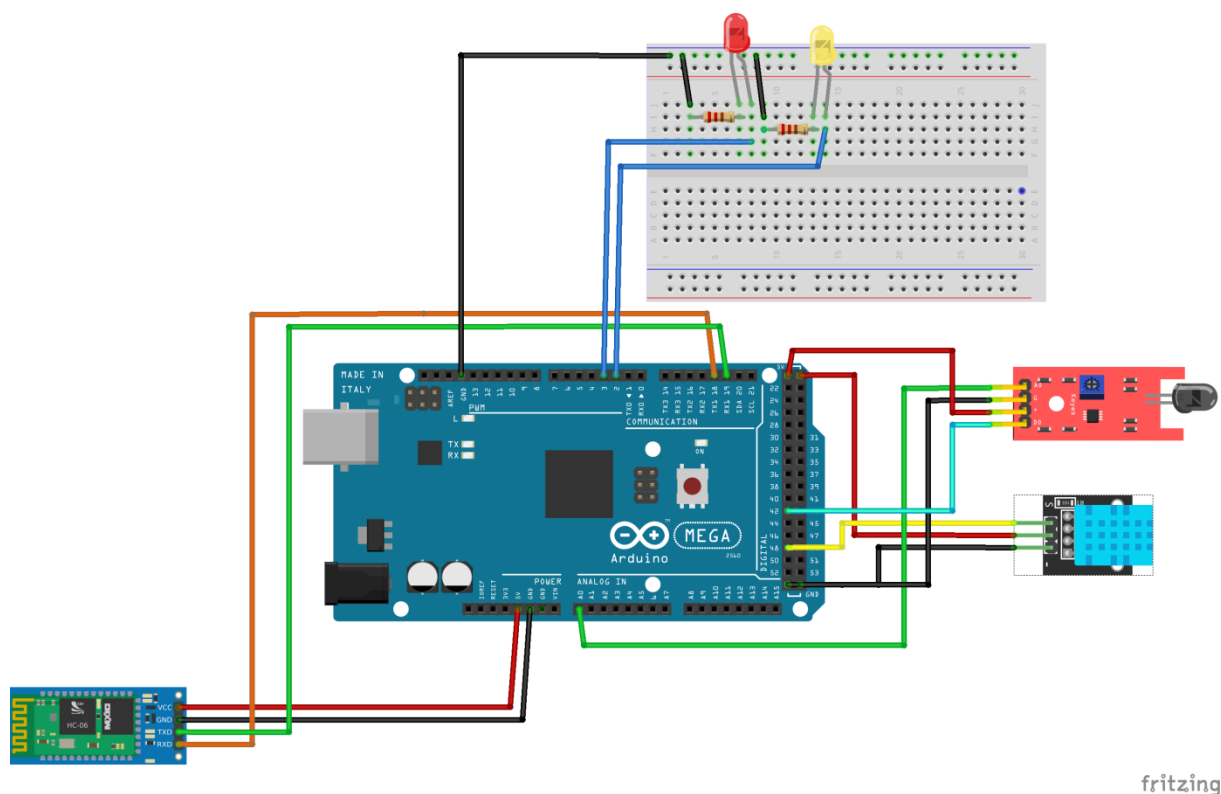


Ilustración 8.3 Conexión del módulo secundario.

Al igual que se ha realizado en el apartado anterior, se facilita la conexión que se debe realizar en la Tabla 3.

DISPOSITIVO	PATILLA	PIN ARDUINO
LED AVISO	A	D2
	K	GND
LED ALARMA	A	D3
	K	GND
KY-026	VCC	5V
	GND	GND
	DO	D38
	AO	A0
KY-015	VCC	5V
	GND	GND
	DO	D48
HC-05	VCC	5V
	GND	GND
	TX	D19
	RX	D18

Tabla 3. Conexión de pines para el módulo secundario.

8.6. Optimización del sistema.

En este apartado se quiere dar a conocer otra forma de comunicación utilizando la placa Arduino para poder aplicarla en proyectos y así sacar el mejor partido a los dispositivos del kit.

Hoy en día los sistemas de alarmas están configurados para poder informar al usuario del estado de la zona protegida. Esta comunicación se puede conseguir utilizando la placa Arduino sin desviarse de la meta del proyecto, ser económico y simple de configurar para el usuario.

En la actualidad, existen varias formas de establecer este tipo comunicación: mediante una aplicación Android o mediante una aplicación IoT (Internet de las cosas).

La configuración de IoT resulta ser sencillo y manejable. Existen plataformas cómo Ubidots que ofrecen un servicio gratuito de nube que permite la recepción y análisis de datos. Ubidots permite enviar SMS y email a modo de aviso al usuario cuando se activa la alarma. El interfaz del sistema se puede ver en la Ilustración 8.4.

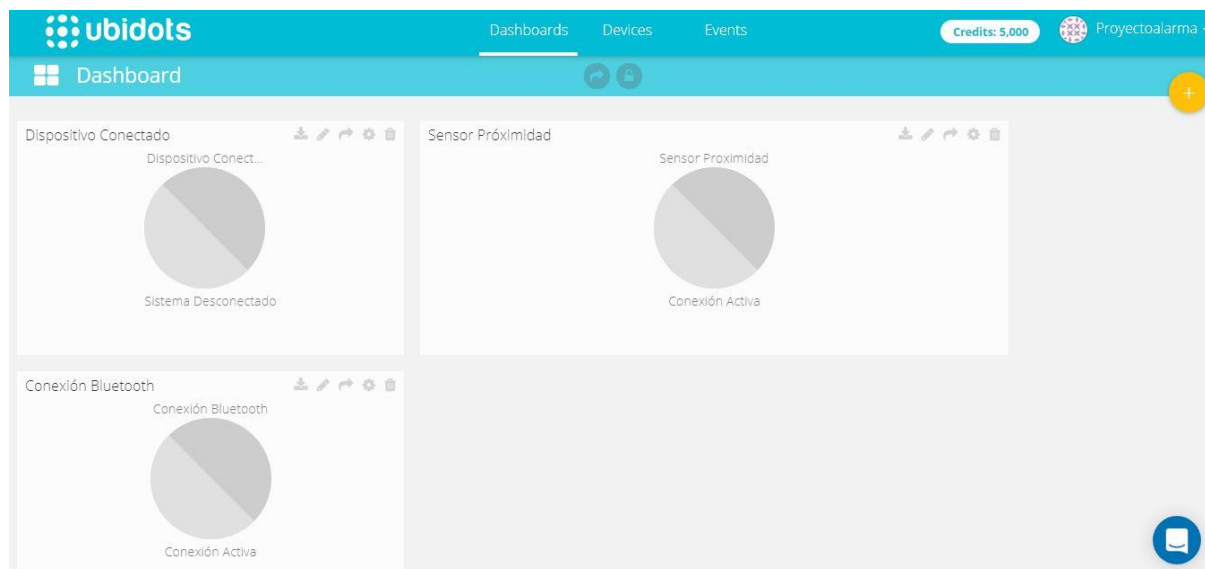


Ilustración 8.4 Dashboard. Ubidots.

La comunicación entre el sistema de alarma y la plataforma Ubidots se establece mediante una red Wifi. El módulo ESP8266 es una genial alternativa que permite la conexión Ethernet y aumenta las numerosas aplicaciones para Arduino.

El uso de esta aplicación en nuestro supondría un modelo más real y cercano a lo que entendemos por alarma. Este dispositivo iría colocado en el primer módulo, siendo su función principal enviar información sobre el estado del sistema comandado por el dispositivo principal. Ver Ilustración 8.5.



Ilustración 8.5 Módulo Wifi ESP8266.

El uso de Ubidots permitiría conocer en todo momento el estado en el que se encuentra la propiedad que se quiere controlar, además de avisar al usuario de forma directa en el caso de que se produzca algún evento indeseado preparado para detectar.

9. CONCLUSIONES.

Se ha realizado el análisis uno a uno de los sensores y actuadores que integran el kit describiéndose el funcionamiento de cada uno de ellos, mencionando ejemplos dónde se emplean, así como el código y la forma de conectarlo para facilitar el uso de cada uno de ellos.

En general, estos módulos presentan unas características limitadas, de forma que no se pueden utilizar para proyectos que necesiten grandes prestaciones. En cambio, sí están preparados para aplicaciones de extensión menor facilitando personalizarlas. El abanico de oportunidades dónde poder desarrollarlas es bastante amplio.

Los distintos módulos se han presentado agrupándose por funcionalidad de los mismos. Dentro de los módulos interacción hombre-máquina como entrada, el módulo joystick y el módulo codificador rotatorio son los dispositivos más desarrollados y capacitados para realizar proyectos y aplicaciones más interesantes.

Entre los distintos Leds, los módulos RGB, es decir, los dispositivos KY-016 y KY-009, resultan ser los más versátiles al poder crear diferentes tonos de color con ellos sin perder de vista que su utilidad está enfocada a ser un elemento de decoración o indicador de estado. Aunque si se quiere crear efectos más llamativos, el módulo KY-034, es el indicado al integrar un LED con flash automático y luz más brillante.

Entre ambos buzzer, sin lugar a duda el piezoeléctrico pasivo permite modificar los tonos, creando distinto sonido para cada evento al que se quiera vincular.

El kit contiene hasta cuatro módulos capacitados para medir temperatura. Dos de ellos utilizan un termistor NTC para realizar las medidas. En mi opinión, el módulo que realiza medidas más precisas es el módulo KY-001 al usar el sensor de temperatura DS18B20. El último integrante de este grupo es el módulo de humedad y temperatura KY-015, con precisión más que adecuada y con mayor utilidad al poder medir simultáneamente la humedad relativa.

CONCLUSIONES.

Optimización del sistema.

El sensor magnético analógico resulta ser el más práctico entre los módulos de la misma funcionalidad, al permitir medir la señal analógica que produce la presencia de un campo magnético.

El sensor de rastreo junto al sensor de proximidad destacan por su funcionalidad, sus características y las aplicaciones dónde pueden ser desarrolladas.

El ejemplo del sistema de alarma da a conocer dos módulos de comunicación que aumenta la calidad de las aplicaciones y su utilidad. Se ha hablado acerca de estas dos formas de comunicación, vía Bluetooth y vía Wifi, por ser los medios de comunicación más versátiles.

El uso de estos módulos en las aplicaciones realizadas por cualquier usuario permite al propio proyecto adecuarse a las necesidades de la actualidad, facilitando el control de la misma aplicación sin tener que estar estrictamente presente.

10. BIBLIOGRAFÍA

Ardubasic.IR. (s.f.). Obtenido de <https://ardubasic.wordpress.com/2013/07/14/comunicacion-por-infrarrojos/>

Arduino Modules. (s.f.). Obtenido de <http://arduinomodules.info/>

Benkler, Y. (2012). *El Pingüino y el Leviatán: Por qué la cooperación es nuestra arma más valiosa para mejorar el bienestar de la sociedad.*

Cursoarduino. Módulo KY-023. (s.f.). Obtenido de <http://cursoarduino.proserquisa.com/2016/10/13/tutorial-25-modulo-joystick-ky-023/>

Dyor.Roboticafacil. (s.f.). Obtenido de <http://dyor.roboticafacil.es/seguilineas/>

Ecured. Piezoelectricidad. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Piezoelectricidad>

Educachip. (s.f.). Obtenido de <http://www.educachip.com/led-rgb-arduino-anodo-comun/>

Forum.arduino. (s.f.). Obtenido de <http://forum.arduino.cc/index.php?topic=209140.15>

Hacedores. (s.f.). Obtenido de <http://hacedores.com/haz-un-sensor-de-pulsos-cardiacos/>

Henrysbench. (s.f.). Obtenido de <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/>

Henrys-Bench. Arduino. (s.f.). Obtenido de <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/arduino-ps2-joystick-tutorial-keyes-ky-023-deek-robot/>

Henrys-bench. Ky-002. (s.f.). Obtenido de <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/ky-002-arduino-vibration-shake-sensor-manual-and-tutorial/>

Hetpro-Store. Control IR. (s.f.). Obtenido de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/control-ir-con-arduino/>

Luisllamas. Buzzer pasivo. (s.f.). Obtenido de <https://www.luisllamas.es/reproducir-sonidos-arduino-buzzer-pasivo-altavoz/>

Luisllamas. Diodo-láser. (s.f.). Obtenido de <https://www.luisllamas.es/diodo-laser-arduino/>

Luisllamas. DS18B20. (s.f.). Obtenido de <https://www.luisllamas.es/temperatura-liquidos-arduino-ds18b20/>

Luisllamas. Interruptor reed. (s.f.). Obtenido de <https://www.luisllamas.es/usar-un-interruptor-magnetico-con-arduino-magnetic-reed/>

Luisllamas. LDR. (s.f.). Obtenido de <https://www.luisllamas.es/medir-nivel-luz-con-arduino-y-fotoresistencia-ldr/>

Luisllamas. Sensores. (s.f.). Obtenido de <https://www.luisllamas.es/tag/sensores/>

BIBLIOGRAFÍA

Optimización del sistema.

Luisllamas.EncoderRotativo. (s.f.). Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-encoder-rotativo/>

Milyunapartes. (s.f.). Obtenido de <http://milyunpartes.com>

Mitecnologico. (s.f.). Obtenido de <http://www.mitecnologico.com/Main/FotoTransistor>

Nacionbitspty. (s.f.). Obtenido de <https://nacionbitspty.blogspot.com.es/2017/06/modulo-optico-de-mercurio-ky-017.html>

Patagoniatec.Encoder. (s.f.). Obtenido de <http://saber.patagoniatec.com/enconder-ky-040-arduino-argentina-ptec/>

PLayground.arduino.cc. (s.f.). Obtenido de <http://playground.arduino.cc/Main/RotaryEncoders>

Programarfacil. (s.f.). Obtenido de <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/resistencia-pull-up-y-pull-down/>

Prometec. (s.f.). Obtenido de <http://www.prometec.net>

SoloArduino. (s.f.). Obtenido de <https://soloarduino.blogspot.com.es/2014/01/modulo-keyes-rele-sr1y.html>

SoloArduino. (s.f.). Obtenido de <https://soloarduino.blogspot.com.es/>

SoloArduino. KY-001. (s.f.). Obtenido de <https://soloarduino.blogspot.com.es/2013/12/k001-sensor-de-temperatura.html>

Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Editorial Reverte.