Movimiento Planetario – 2da Ley de Kepler

STEMJAM Teaching Guide

Developing make spaces to promote creativity around STEM in schools
Acronym: STEMJAM
Project no. 2016-1-ES01-KA201-025470

www.stemjam.eu

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Movimiento Planetario 2da Ley de Kepler

RESUMEN

Las Leyes de Kepler no siempre son fáciles de entender, especialmente por estudiantes más jóvenes o estudiantes de escuelas profesionales, que tienden a verlo como un tecnicismo lejos de su interés. A través del mBot y su sensor de llama, permiten simular este movimiento para poder captarlo fácilmente de una vez, y el material de apoyo sugiere una forma de plantear el tema en el contexto más amplio de la investigación cosmológica, para comprender mejor su importancia.

La actividad utiliza el sensor de llama: cuando el mBot está más cerca del fuego, corre más rápido.

OBJETIVOS DIDÁCTICOS

Mientras realizas la actividad, aprenderás sobre:

- Ciencia: primera y segunda Ley de Kepler.
- Filosofía e Historia de la ciencia: su importancia histórica para el desarrollo de la astronomía en la época del Renacimiento.

Al implementar o inspeccionar el código:

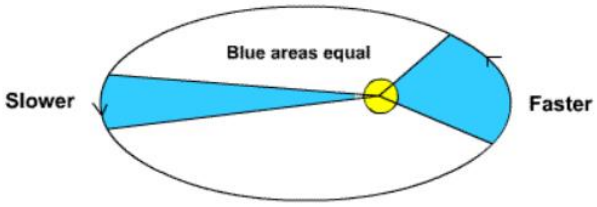
- Física: la conservación del momento angular.
- Tecnología: la curva de respuesta de un sensor.

Materia STEM:	Ciencia ☒	Tecnología ☒	Ingeniería ☐	Matemáticas ☐
Nivel educativo:	12-14 años ☒	14-16 años ☒		

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

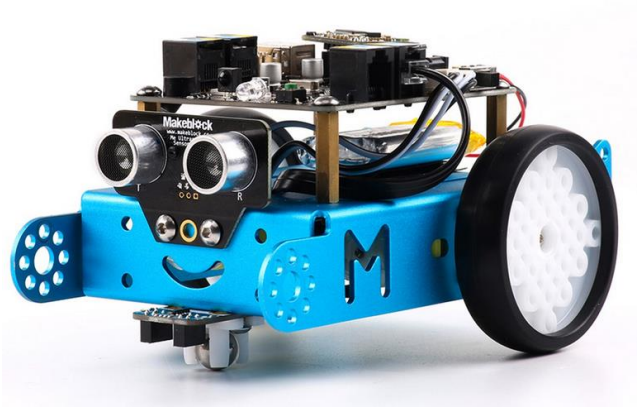
Simule el movimiento de un planeta alrededor del sol, siguiendo una ruta elíptica con velocidad variable según la segunda ley de Kepler (en realidad, una consecuencia de la conservación del momento angular).

"La línea que une un planeta y el Sol barre áreas iguales durante intervalos de tiempo iguales"

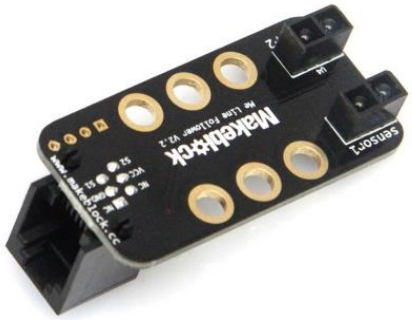


LISTADO DE MATERIALES

- mBot => Ref. 90054

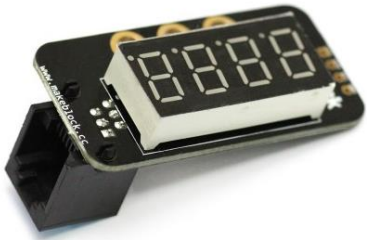


- Me **Sensor SigueLíneas**:



❖ Me **Sensor de Llama**:

❖ Me **Display 7 segmentos (4 dígitos. Rojo):**



❖ Una hoja grande de papel con un camino negro elíptico sobre fondo blanco.

❖ Una vela delgada para simular el sol.

ELEMENT	ID	CABLE	AMOUNT	PORT 1			PORT 2			PORT 3				PORT 4				P.MOT 1	P.MOT 2
				Y	B	W	Y	B	W	Y	B	W	Bl	Y	B	W	Bl	W*	W*
Mbot Robot 2´4G			2																
Motor 1	W*																	W*	
Motor 2	W*																		W*
Me 7-Segment serial display	B		1					B											
Me Line Follower	B		1		B														
Me Flame sensor	Bl		1														Bl		
RJ25 cables			3																
Structures and beams																			
Laptops			1																
Attrezzo (not essential)																			

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El sensor de llama se utiliza para simular el movimiento de un planeta alrededor del sol. A continuación, se detallan los pasos necesarios para llevar a cabo la actividad, analizamos las características del sensor de llama y explicamos el desarrollo del código de programación, comentando el código y las variables utilizadas en él. Los consejos útiles que conducen a mejores resultados se mencionan y se resaltan en color naranja.

1. Encienda la vela y colóquela en un foco de la elipse. Es mejor usar una elipse con una excentricidad relativamente grande para ver fácilmente el cambio en la velocidad. (Utilizamos una elipse con semiejes de 40 cm y 25 cm).
2. Coloque el mBot en la línea negra, orientado en sentido de las agujas del reloj.
3. Presione el botón de a bordo para iniciar la simulación.
4. La velocidad de mBot cambiará durante el experimento de acuerdo con la distancia a la vela.

El experimento funciona mejor si apagas las luces y, lo más importante, evita la luz solar (o es baja por lo menos). De hecho, recuerde que no se detecta luz, sino radiación infrarroja (= calor).

<u>El Sensor de Llama y su aplicación al presente experimento.</u>

El Sensor de Llama es un detector de radiación infrarroja. De acuerdo con la documentación disponible [1], es capaz de detectar radiación con longitud de onda en el rango de 760 nm a 1100 nm, con la sensibilidad más alta alcanzada cerca de 940 nm. Debería poder detectar radiación hasta una distancia de 1 m y dentro de un ángulo de 60°. Cuando se detecta una llama, su indicador azul se encenderá.

El sensor de llama tiene salidas tanto analógicas como digitales. Los posibles valores digitales son solo *Fire* y *NoFire*. La lectura analógica devuelve valores de 10 a 1023: un número más pequeño significa que el sensor está más cerca del fuego. En una habitación oscura obtendrás 1023.

A continuación, dejamos un pequeño código Arduino para la ejecución y realización de pruebas con el sensor:

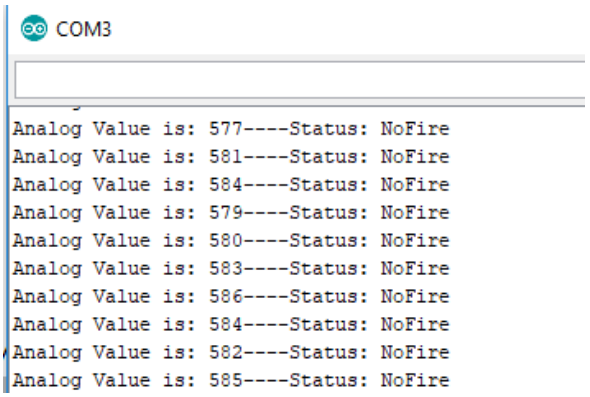
Arduino Code for sensor testing

Conecte el Sensor de Llama al puerto 4 y el Display 7 segmentos (4 dígitos. Rojo) al puerto 2.

Escribe el programa en Arduino y súbelo a la placa Arduino:

```
//Librerías MeMCore es la biblioteca principal para controlar mBot y otros productos de Makeblock
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <MeMCore.h>
```

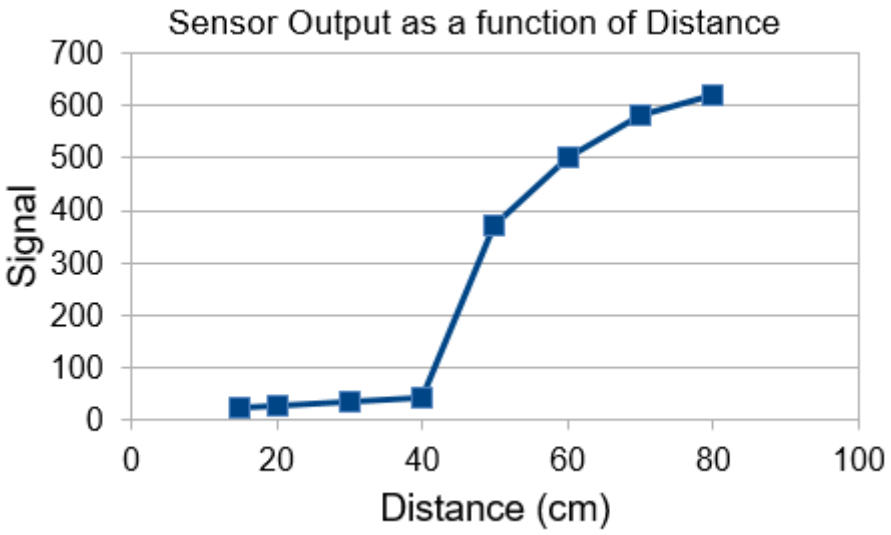
```
// Declaración de variables globales. Las clases especiales están disponibles para el control de motor y el sensor de Llama, así como el control de otros componentes mBot. En particular: MeRGBLed para el led de a bordo, MeFlameSensor para el sensor de Llama, Me7SegmentDIsplay para la pantalla de cristales líquidos.

MeFlameSensor FlameSensor1(PORT_4);

Me7SegmentDisplay disp(PORT_2);


void setup(){              //Comandos que se ejecutan una vez al inicio del programa

{

 Serial.begin(9600);

}


void loop(){    //Los comandos se ejecutan repetidamente hasta que el programa termina
{

 Serial.print("Analog Value is: ");

 Serial.print(FlameSensor1.readAnalog());

 Serial.print("----Status: ");

 if(FlameSensor1.readDigital() == Fire)

  {

   Serial.println("Fire");

  }

 else if(FlameSensor1.readDigital() == NoFire)

  {

   Serial.println("NoFire");

  }

 disp.display(FlameSensor1.readAnalog());

 delay(200);

}
```



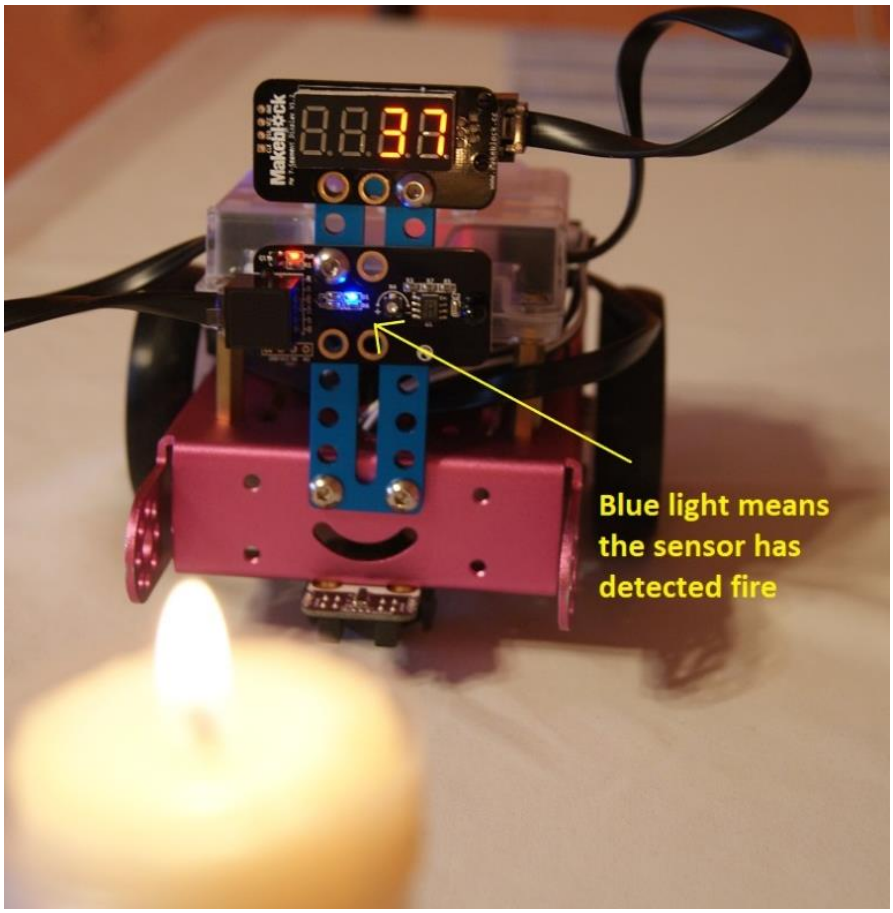
Su salida en el monitor de serie Arduino (abrir Herramientas -> monitor de serie) será similar a la que se informó anteriormente. El valor analógico se verá en la pantalla de 7 segmentos, por lo que también puede usar mBot sin PC.

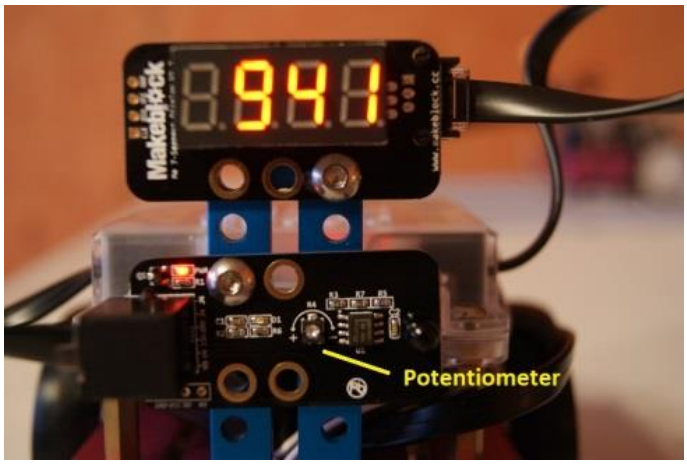
Cuando el estado de "Fuego" estará activo, se encenderá el led azul en la placa del sensor.

También puede cambiar la sensibilidad del sensor con el potenciómetro incorporado. En particular, puede cambiar el rango de detección de incendios (por ejemplo: el robot detecta el fuego desde una distancia de 15 cm; cuando gire el potenciómetro hacia el signo menos, el robot detectará el fuego desde una distancia de 20 cm).

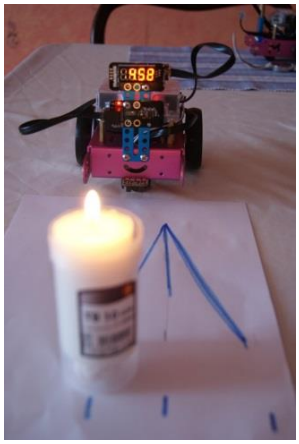


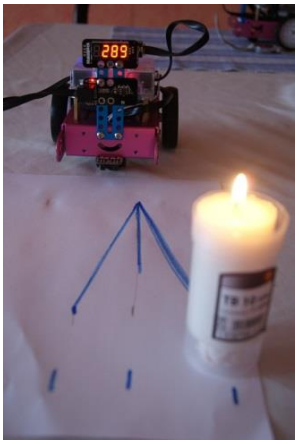
El sensor produce resultados lineales de hasta 40 cm y luego se comporta de manera diferente (no se encontró dependencia logarítmica, exponencial o cuadrada).





Si también desea comprobar el ángulo de detección, mueva la vela y trace una línea en la que el sensor pierda el fuego: en nuestro caso, el ángulo resultó 40º.





Solución Propuesta

El algoritmo original incluye:

- Toma de medidas desde el sensor.
- Cálculo de la velocidad correspondiente según la conservación del momento angular (el producto de la distancia y la velocidad debe ser constante).
- Evaluación de la potencia de los motores a partir de la velocidad deseada, según los datos obtenidos en la actividad “Velocidad”.

Debido a la respuesta no lineal del sensor y a su precisión limitada (los resultados repetidos dan valores ligeramente diferentes), decidimos omitir el cálculo intermedio de velocidad y creamos una tabla de correspondencia (salida del sensor en un cierto rango) ---> (seleccionar potencia). La potencia aumenta cuando se acerca y disminuye cuando se aleja del "sol". Como ya se indicó en la introducción, la precisión está limitada ya que el sensor de llama detecta no solo la llama sino también la luz de la habitación, especialmente la luz solar. Por lo tanto, es muy difícil calcular la velocidad exacta de acuerdo con la Ley de Kepler y la actividad resulta más cualitativa que cuantitativa. Sin embargo, en un aula lo suficientemente oscura, apreciará el cambio de velocidad y obtendrá una imagen satisfactoria de lo que está sucediendo durante el movimiento planetario.

Podemos sugerir dos posibles mejoras:

- Utilice una elipse más pequeña, con una distancia máxima entre el Sol y la Tierra de 40 cm, para estar dentro de la región de respuesta lineal del sensor. Esto podría permitir utilizar el valor exacto del sensor y evaluar la velocidad correspondiente (distancia * velocidad = costante) sin usar la tabla de correspondencia, que no puede ser tan precisa. Sin embargo, una elipse más pequeña puede ser adecuada para mostrar la simulación solo a pequeños grupos de estudiantes.

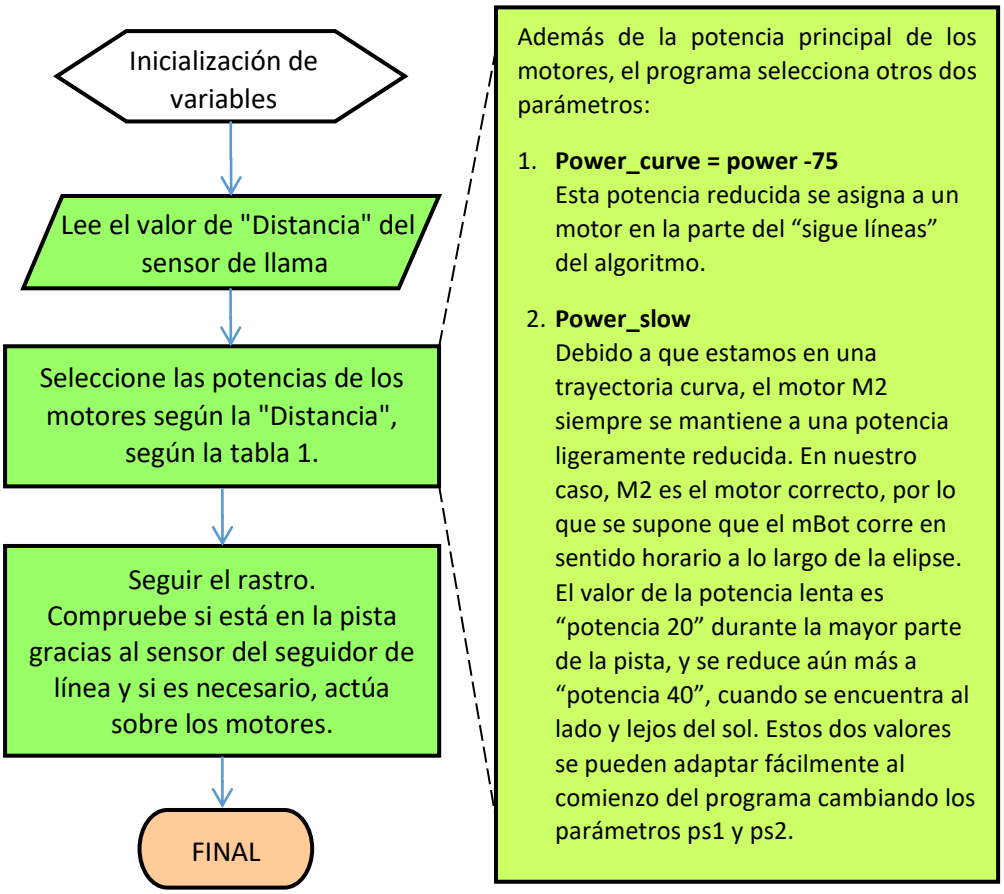
- Regrese al experimento de "velocidad" y seleccione la potencia del motor en relación con la velocidad efectiva (nuevamente, la relación demostró no ser lineal). Esta pequeña corrección podría apreciarse solo en la región de respuesta lineal del sensor.

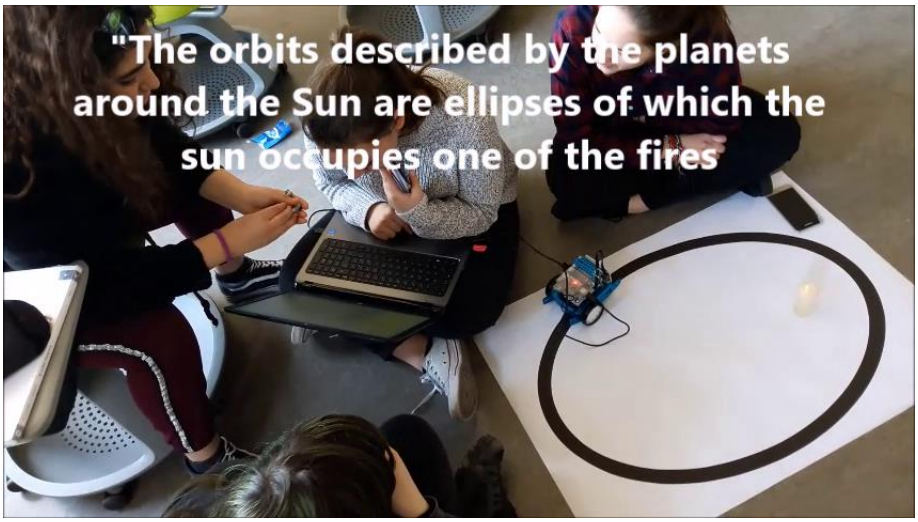
Flujo de trabajo del algoritmo y comentarios al código

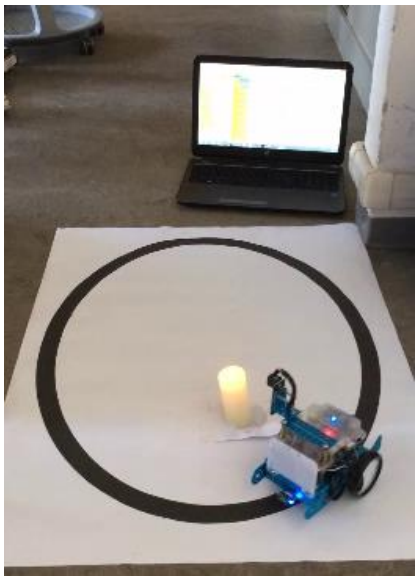
El algoritmo está representado en el siguiente flujo de trabajo.

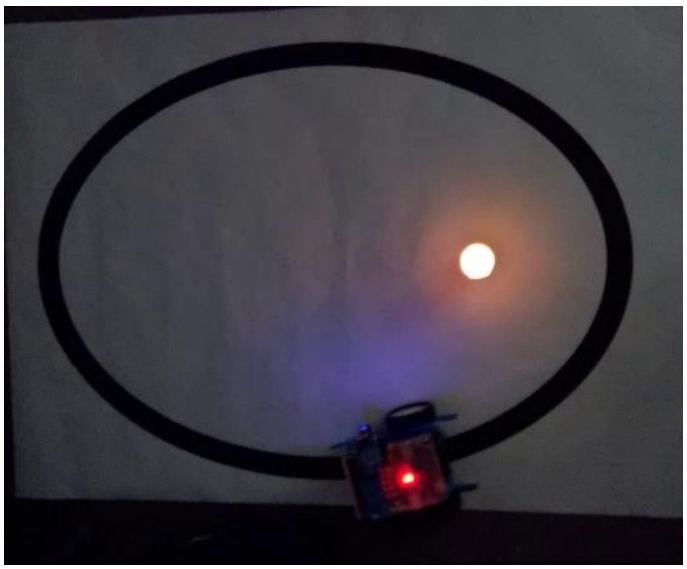
Como ya se mencionó anteriormente, dependiendo de la salida del sensor (relacionada con la distancia "Sol-Tierra"), las potencias de los motores se seleccionan de acuerdo con la siguiente tabla:

Salida del sensor en el rango	0 - 15	15 -30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 -70	70 - 80	> 80
Potencia	230	190	170	150	130	110	90	80

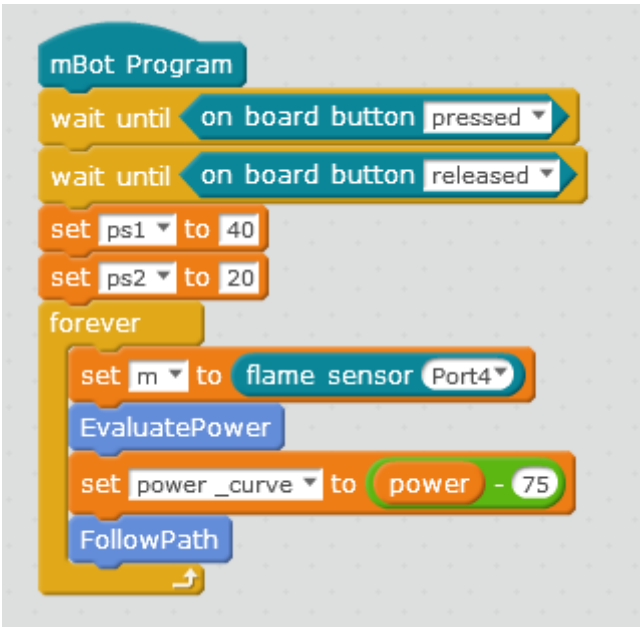


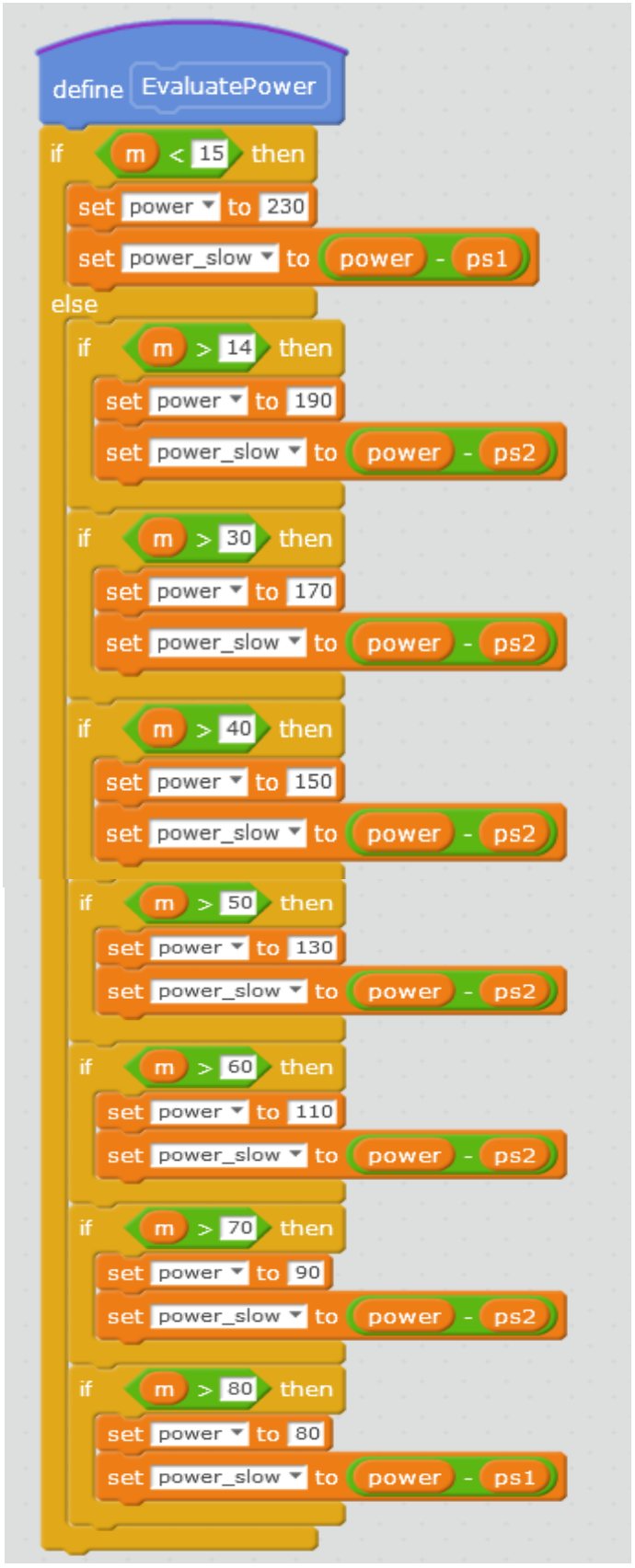


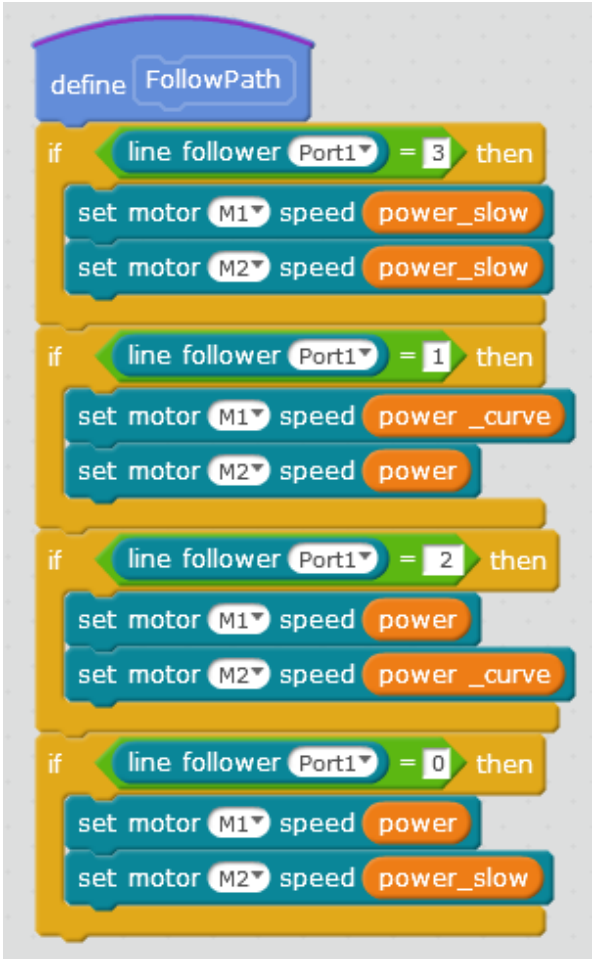




Código (scratch)




define EvaluatePower
if m < 15 then
set power to 230
set power_slow to power - ps1
else
if m > 14 then
set power to 190
set power_slow to power - ps2
if m > 30 then
set power to 170
set power_slow to power - ps2
if m > 40 then
set power to 150
set power_slow to power - ps2
if m > 50 then
set power to 130
set power_slow to power - ps2
if m > 60 then
set power to 110
set power_slow to power - ps2
if m > 70 then
set power to 90
set power_slow to power - ps2
if m > 80 then
set power to 80
set power_slow to power - ps1

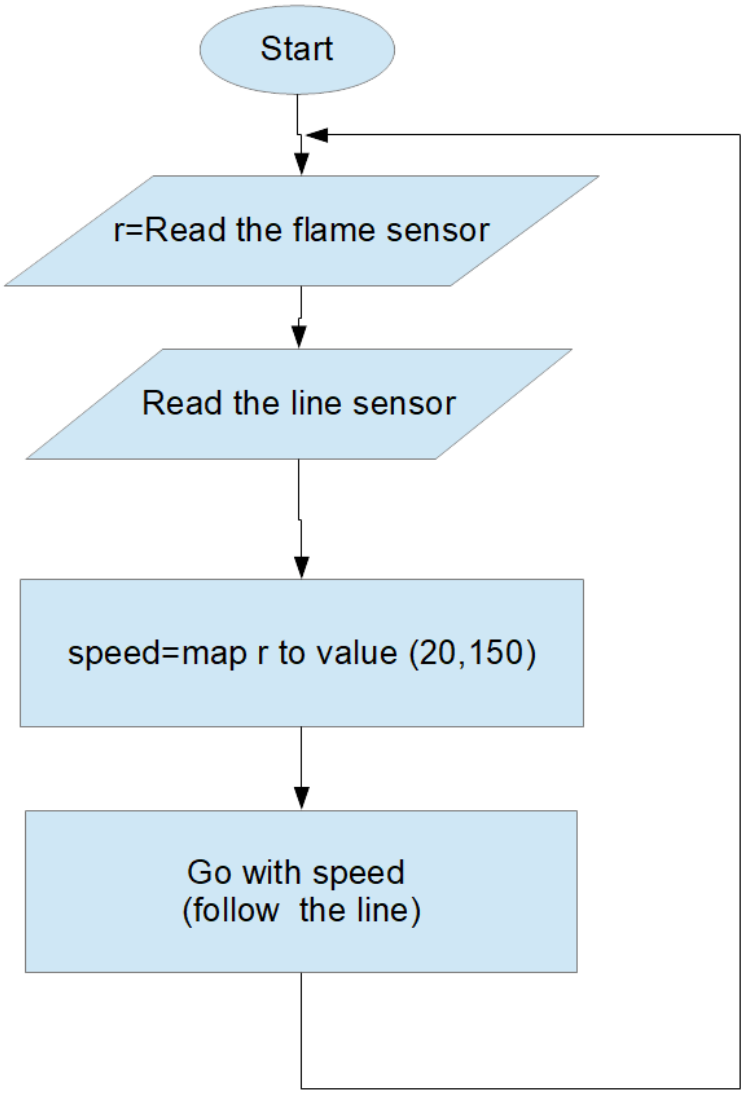

define FollowPath
if line follower Port1 = 3 then
set motor M1 speed power_slow
set motor M2 speed power_slow
if line follower Port1 = 1 then
set motor M1 speed power _curve
set motor M2 speed power
if line follower Port1 = 2 then
set motor M1 speed power
set motor M2 speed power _curve
if line follower Port1 = 0 then
set motor M1 speed power
set motor M2 speed power_slow

Código Arduino

```
//Librerías
#include "MeOrion.h"

//Declaración de variables globales. Se ofrecen clases especiales para control de motores y sensores y otros componentes mBot. En particular: MeRGBLed para el led a bordo, MeFlameSensor para el sensor de llama, Me7SegmentDIsplay para la pantalla de cristales líquidos
MeFlameSensor FlameSensor1(PORT_4);
MeDCMotor motor1(M1);
MeDCMotor motor2(M2);
MeLineFollower lineFinder(PORT_1);

void setup(){              //Los comandos se ejecutan una vez al inicio del programa
{
}

void loop(){               //Los comandos se ejecutan repetidamente hasta que el programa termina
{
 int speed = map(FlameSensor1.readAnalog(),900,0,20,150);
 int sensorState = lineFinder.readSensors();
 switch(sensorState)
 {
  case S1_IN_S2_IN:
  motor1.run(-speed);
  motor2.run(speed);
  break;
  case S1_OUT_S2_IN:
  motor1.run(-speed);
  motor2.run(-speed);
  break;
  case S1_IN_S2_OUT:
  motor1.run(speed);
  motor2.run(speed);
  break;
```

```
  case S1_OUT_S2_OUT:
  motor1.run(-speed);
  motor2.run(speed);
  break;
  default: break;
 }
}
```

DIAGRAMA DE FLUJO



EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Los indicadores para la evaluación de los estudiantes pueden incluir:

- Ciencia: Ella / Él declara correctamente y entiende la segunda ley de Kepler.
- Filosofía e historia: Ella / Él tiene una visión general de la llamada "revolución astronómica" iniciada por Kepler y Kopernik en el siglo XVI.
- Física: Ella / Él ha aprendido la idea del impulso angular y su conservación y es capaz de evaluar la velocidad de un planeta a diferentes distancias del sol.
- Informática: iteraciones, contadores, operadores lógicos, declaración IF.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Descripción del Sensor http://learn.makeblock.com/en/me-flame-sensor/

ESCALABILIDAD

La actividad es adecuada para estudiantes mayores de 12 años.

Con estudiantes mayores (14-15) se pueden incluir detalles matemáticos crecientes.