

MOVIMIENTO ARMÓNICO



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 ARMÓNICO

RESUMEN

En Esta actividad se va a utilizar el sensor de Ultrasonidos para medir el período del movimiento armónico, para un sistema de masa-muelle. Si conocemos la constante del muelle, podremos calcular la masa; si conocemos la masa, podemos calcular la constante del muelle.

OBJETIVOS DIDÁCTICOS

- ❖ Explorar el movimiento armónico, identificar sus principales parámetros y ecuaciones.
- ❖ Ley de Hooke.
- ❖ Comprender la importancia del Movimiento Armónico como modelo simple, para comprender fenómenos más complejos relacionados con él.
- ❖ Trabajar con fórmulas, ecuaciones e incógnitas.
- ❖ Estructuras. Elección de la estructura más adecuada para el montaje de los componentes y de los sensores elegidos.
- ❖ Desarrollar el pensamiento computacional.

Materia STEM: Ciencia Tecnología Ingeniería Matemáticas

Nivel educativo: 12-14 años 14-16 años

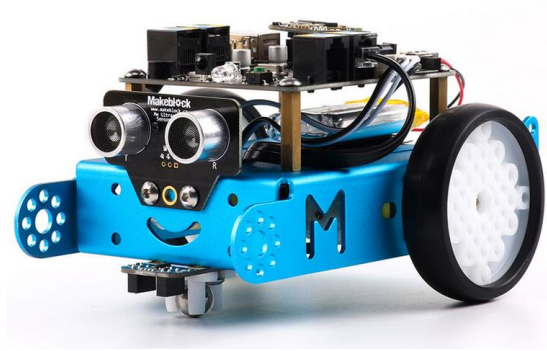
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los alumnos deben determinar el período de oscilación de un muelle con una masa colgando, utilizando para ello, las mediciones que hagamos con el sensor de Ultrasonidos.



LISTA DE MATERIALES

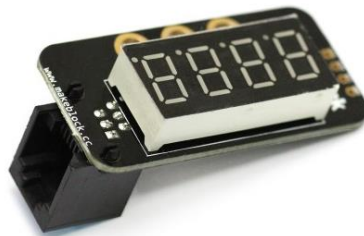
➤ Robot mBot



➤ Sensor de Ultrasonidos



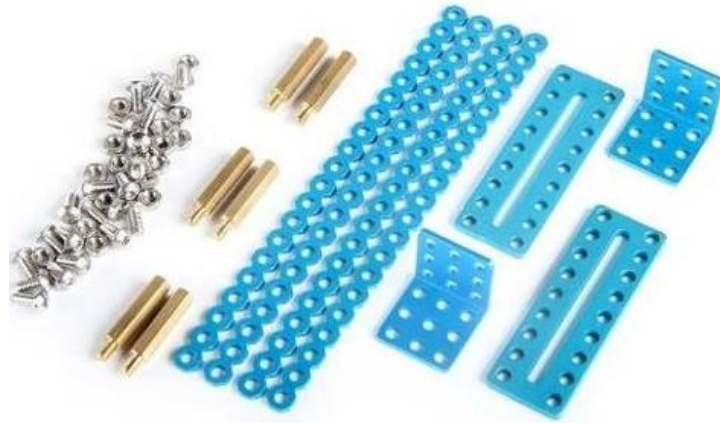
➤ Display 7 segmentos (rojo)



➤ Me Matriz LED 8 × 16:

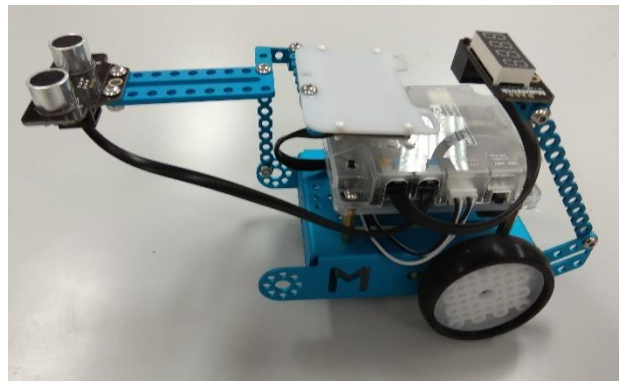


- Diversas estructuras y vigas:



- Muelles, pesos y soporte para el montaje.

ELEMENT	ID	CABLE	AMOUNT	PORT 1				PORT 2			PORT 3				PORT 4				P.MOT1	P.MOT2
				Y	B	W		Y	B	W		Y	B	W	Bl	Y	B	W	Bl	W*
Mbot Robot 2'4G																				
Motor 1	W*																	W*		
Motor 2	W*		1																	W*
Me 7-Segment serial display	B		1						B											
Me Led Matrix 8x16	B		1								B									
Me Ultrasonic sensor	Y		1	Y																
RJ25 cables			3																	
Structures and beams																				
Laptops			1																	
Attrezzo (not essential)																				



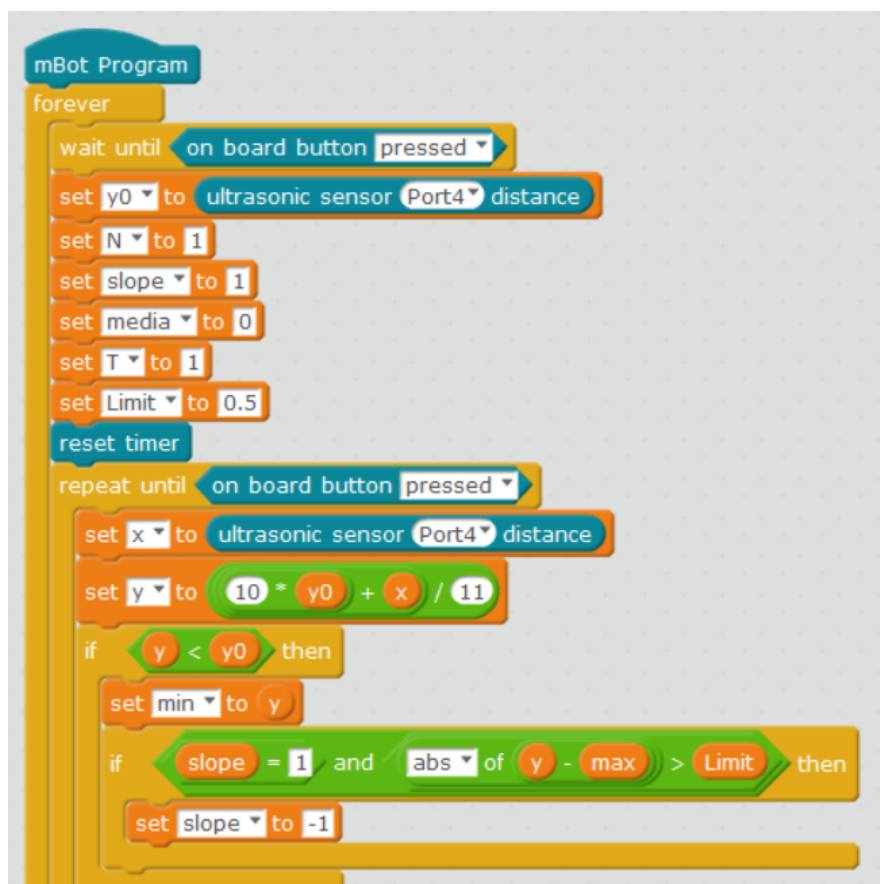
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

A continuación, mostramos los pasos para llevar esta actividad, de una forma sencilla. Organizaremos los equipos y decidiremos qué medidas deberán realizar sus alumnos, es decir, construiremos el "escenario de aprendizaje" adecuado para la edad y los antecedentes de sus alumnos. Más adelante os mostraremos como llevar la actividad para alumnos mayores:

1. Colgar un muelle del soporte. Colocar una masa colgando del muelle. Comienza el movimiento oscilatorio.
2. Colocar el sensor de Ultrasonidos debajo del muelle, en posición vertical y hacia arriba, de modo que el sensor pueda detectar la masa.
3. Presionar el botón de a bordo para iniciar las mediciones. El período de oscilación se muestra en la matriz de leds y la constante del muelle la podremos se puede evaluar.
4. Debatir con los alumnos acerca de este fenómeno.

Código básico:

El siguiente algoritmo lee del sensor de ultrasonidos, la distancia/altura $z(t)$ a la cual está la masa unida al muelle y evalúa dónde aumenta y disminuye esta función, para ubicar los mínimos y máximos. Cada punto crítico se utiliza para activar el inicio y la parada del temporizador, lo que permite medir el período del movimiento armónico. Se utiliza un valor umbral para distinguir el cambio real en la función, de la posible distorsión. El algoritmo no utiliza derivados, sino que compara directamente los valores de la función. Por lo tanto, no es muy sólido, pero los alumnos pueden comprenderlo fácilmente sin ningún tipo de formación en cálculo.



```
mBot Program
forever
  wait until on board button pressed
  set y0 to ultrasonic sensor Port4 distance
  set N to 1
  set slope to 1
  set media to 0
  set T to 1
  set Limit to 0.5
  reset timer
  repeat until on board button pressed
    set x to ultrasonic sensor Port4 distance
    set y to 10 * y0 + x / 11
    if y < y0 then
      set min to y
    if slope = 1 and abs of y - max > Limit then
      set slope to -1
```

```
if y > y0 then
  set max to y
  if slope = -1 and abs of y - min > Limit then
    set slope to 1
    set T to timer
    reset timer
    if N > 1 then
      set media to (N - 1 * media + T) / N
      show face Port1 number: media
      change N by 1
  set y0 to y
set led on board all red 255 green 0 blue 0
```



Una sesión apropiada de laboratorio sobre muelles, debe incluir tanto mediciones estáticas (ley de Hooke) como dinámicas (período del movimiento armónico), de acuerdo con la edad y los antecedentes del estudiante.

Para desarrollar un experimento completo, con estudiantes más jóvenes (12-13 años) establecimos un código adicional para las mediciones estáticas, mientras que con estudiantes mayores (14-16 años) realizamos las medidas dinámicas explicadas anteriormente.

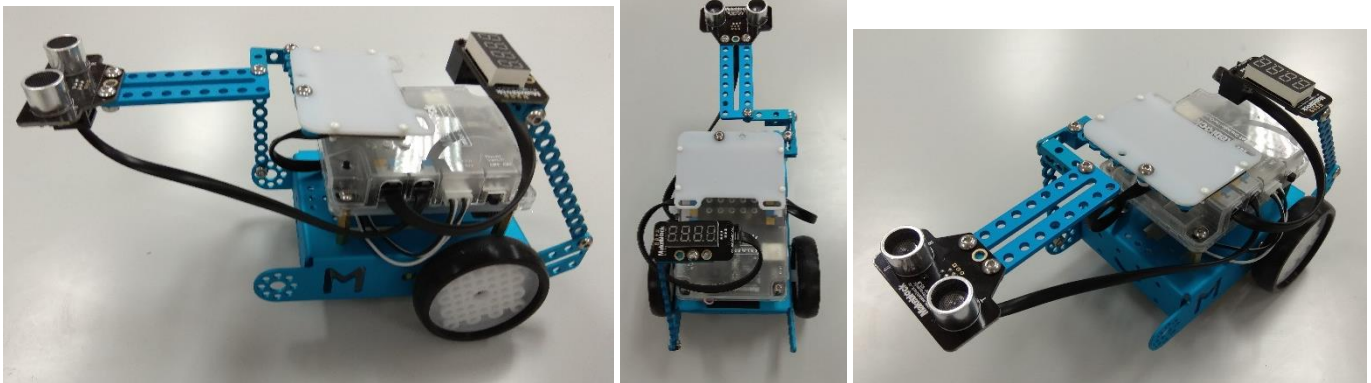
Ley de Hooke (experimento estático):

Según la Ley de Hooke, las fuerzas elásticas son proporcionales al alargamiento del muelle. La proporcionalidad viene definida por un coeficiente llamado constante elástica k . Para un sistema vertical de masa-muelle en condiciones de equilibrio, la propia masa resulta proporcional al alargamiento y a la constante. Por lo tanto, colgando masas conocidas en el muelle y midiendo el alargamiento es fácil calcular la constante del muelle.

Para este experimento, pondremos tres masas distintas en el muelle y mediremos para cada una de ellas el alargamiento que provocan. Con los datos, sacaremos tres constantes elásticas. Y de ellas, sacaremos la constante elástica promedio de las.

Para llevar a cabo esta actividad, los alumnos tendrán que:

- ❖ Montar la estructura: con todos los componentes necesarios, tanto mecánicos como electrónicos.



- ❖ Elaborar el diagrama de flujo y el código, para la recopilación de datos y el cálculo de la constante del muelle. Además, tendrán que programar diferentes sonidos y efectos de luz. Utilizaremos el software mBlock. Podemos descargarlo en la página de mBlock: <http://www.mblock.cc/download/>. Una vez que se instale el software, se conectará con el mBot utilizando el puerto serie inalámbrico de 2.4G.

El código que utilizaremos para llevar a cabo este experimento es:

1. Introducción: restablecemos todas las variables a "0" y limpiamos la matriz de leds.

```
when clicked
  show drawing Port3 x: 0 y: 0 draw: 
  set Time to 0
  set Distance 1 to 0
  set Distancia 2 to 0
  set Distance 3 to 0
  set Mass 1 to 0
  set Mass 2 to 0
  set Mass 3 to 0
  set Constant 1 to 0
  set Constant 2 to 0
  set Constant 3 to 0
  set SPRING CONSTANT to 0
  set Distance 0 to ultrasonicsensor Port1 distance
  reset timer
  repeat until Time = 91
    set Time to round timer * 10 / 10
    set 7-segmentsdisplay Port2 number Time
    CALCULATING ELONGATION 1
    CALCULATING ELONGATION 2
    CALCULATING ELONGATION 3
  CALCULATING CONSTANTS
  RESULTS
```

2. Rutinas para evaluar los alargamientos:

Vamos a calcular la constante del muelle, como un promedio de tres constantes. Obtenemos estos datos (las 3 constantes), haciendo el mismo experimento tres veces, pero cambiando la masa cada vez. Por lo tanto, la rutina es la misma; simplemente cambia el tiempo en el cual el sensor de ultrasonidos mide la distancia que le separa de la masa colgada.

```
define CALCULATINGELONGATION1
  if Time = 30 then
    set Distance 1 to ultrasonicsensor Port1 distance
    set Elongation 1 to Distance 0 - Distance 1

define CALCULATINGELONGATION2
  if Time = 60 then
    set Distancia 2 to ultrasonicsensor Port1 distance
    set Elongation 2 to Distance 0 - Distancia2
```



```

define CALCULATINGELONGATION3
if Time = 90 then
set Distance 3 to ultrasonicsensor Port1 distance
set Elongation 3 to Distance 0 - Distance 3

```

3. Rutinas para calcular las constantes:

En esta rutina, el programa nos pide que le demos como datos, las masas que colgamos en cada experimento. Luego calcula la constante del muelle, para cada experimento (C1, C2, C3). Finalmente, la constante del muelle se calcula como un promedio de los anteriores.

```

define CALCULATINGCONSTANTS
ask Mass 1??? and wait
set Mass 1 to answer
set Constant 1 to round (Mass 1 * 9.81 / Elongation 1) / 10
ask Mass 2??? and wait
set Mass 2 to answer
set Constant 2 to round (Mass 2 * 9.81 / Elongation 2) * 10 / 10
ask Mass 3??? and wait
set Mass 3 to answer
set Constant 3 to round (Mass 3 * 9.81 / Elongation 3) * 10 / 10
set SPRING CONSTANT to Constant 1 + Constant 2 + Constant 3 / 3

```

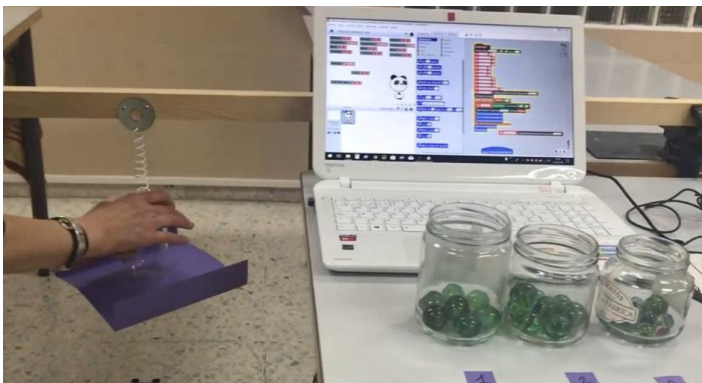
4. Rutina para los resultados:

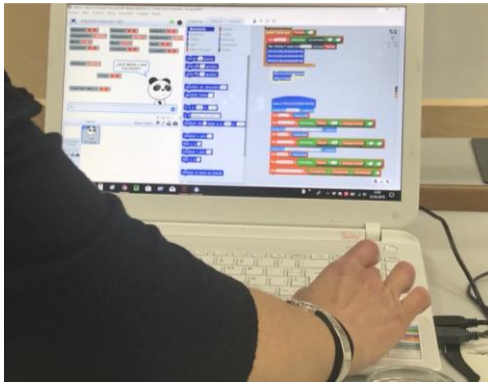
```

define RESULTS
say The CONSTANT of this SPRING is... for 2 secs
say SPRING CONSTANT
set Text to 20
repeat until Text = -10
show face Port3 x: Text y: 0 characters: SPRING CONSTANT
change Text by -0.5
wait 1.5 secs
show face Port3 number: SPRING CONSTANT

```

Diseño de los experimentos: una vez terminado todo el código, preparamos todo el material que necesitaremos para el experimento. Si, como en nuestro caso, se carece de masas de laboratorio, se pueden utilizar tarros de cristal a los que les hemos colocado un gancho en su tapa. Dentro podremos canicas para ajustar libremente el valor de masa.





HOOKE'S LAW - Code

Distance 1	0	Distancia 2	0	Distance 3	0
Elongation 1	1.620689	Elongation 2	4.379311	Elongation 3	5.655172
Mass 1	0	Mass 2	0	Mass 3	0
Constant 1	0	Constant 2	0	Constant 3	0

Distance 0 0 Time 0

SPRING CONSTANT 0

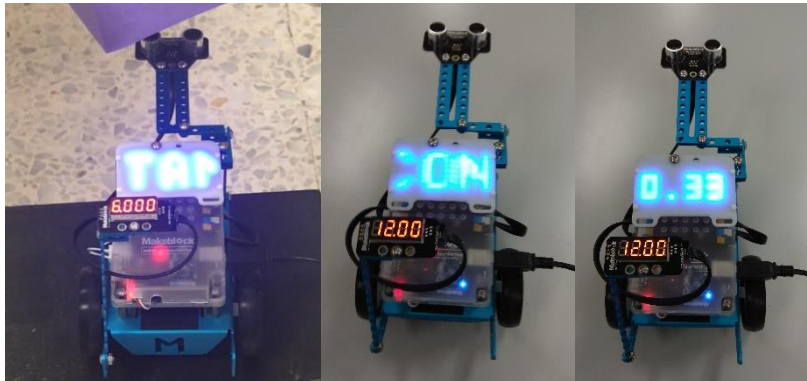

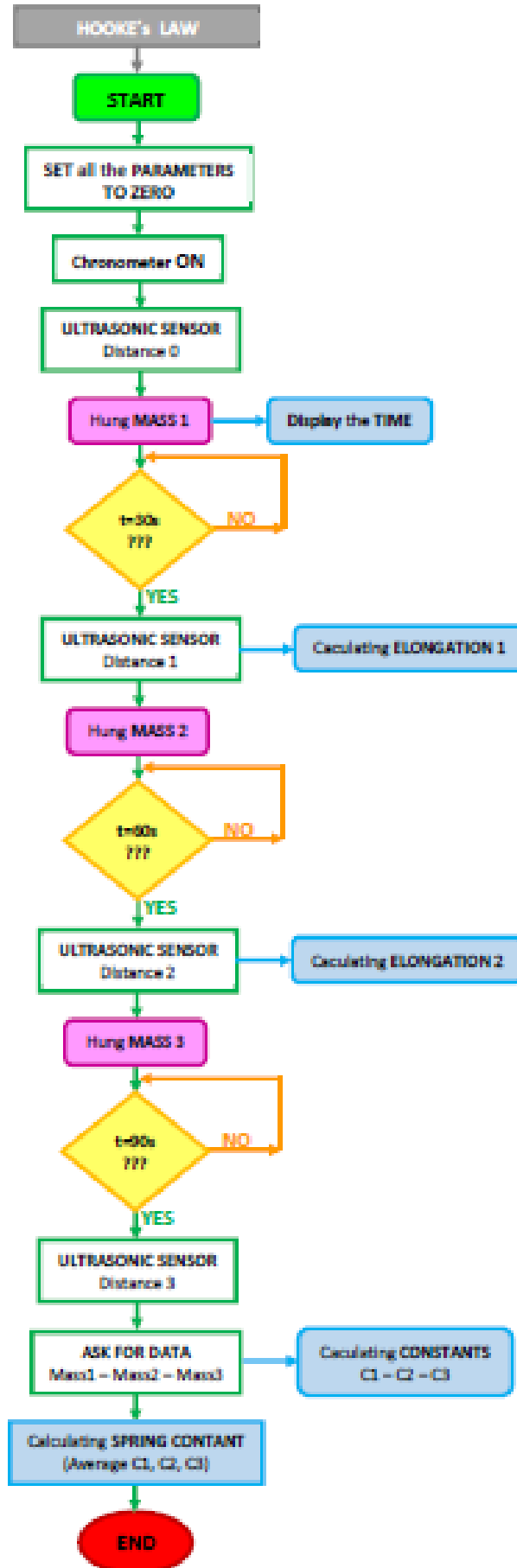


DIAGRAMA DE FLUJO



EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Para evaluar la actividad, veremos:

- ❖ Si los alumnos realizan mediciones, con cuidado y precisión.
- ❖ Si aplican correctamente las relaciones entre los diferentes parámetros.
- ❖ Si pueden realizar ejercicios sencillos con muelles.
- ❖ Si reconocen las oscilaciones armónicas, en otro contexto aparte de la mecánica.

BIBLIOGRAFÍA

- “Guía de Scratch”. CEIP de Cella, (Teruel). Pdf.
- “Scratch. Guía didáctica para profesores”. (Pdf). (www.isuriarte.com).
- “Jugando con MBlock”. Makeblock España.
- “Divirtiéndome con MBot”. Susana Oubiña.
- Comunidad de Makeblock en español. (<http://www.makeblock.es/foro/>).
- “Curso de Scratch + Arduino”. J. Javier Esquiva Mira.
<https://www.youtube.com/watch?v=4pV2hMkKWV8&list=PL5tA44GpyFntFHtHd6Zxb2xQZpxwOfeu3>

ESCALABILIDAD

La actividad es adecuada para estudiantes de 12 años o mayores. Para estudiantes más mayores, (14-15) se pueden incluir más detalles matemáticos.

MÁS INFORMACIÓN

DIFICULTADES:

- ❖ Sensor de Ultrasonidos: debido a la manera en que trabaja este sensor, para obtener una medición más precisa, hemos colocado un cartón pegado en el fondo del recipiente para la masa.