



Universidad de Puerto Rico
Departamento de Ingeniería INEL/ICOM
Mayagüez, Puerto Rico

Skeeball: Guía de Estudiantes



Edna E. Rivera Sepúlveda

Josué Albarrán Butera

Pedro Rivera Gómez

Mentora: Prof. Nayda Santiago

Este manual es dedicado a todas esas personas quienes nos han ayudado en el proceso de esta investigación y que sin duda alguna fueron crucial para el desarrollo de la misma.

Tabla de Contenido

Sinopsis	4
Objetivos	5
Introducción	6
Conceptos Básicos.....	7
A. Componentes:.....	7
B. Funcionamiento del tablero de circuitos:	9
Materiales	11
A. Cuerpo:.....	11
B. Circuito Eléctrico:	11
Esquemático y Diagrama de Bloque	11
A. Esquemático:.....	12
B. Diagrama de Bloque:.....	13
Metodología.....	14
A. Configuración de la Caja:	14
B. Configuración del Circuito Eléctrico:.....	21
C. Configuración del Código:.....	26
Galería	30
Glosario	32
Referencias.....	33

Sinopsis

Dado que estamos viviendo en una sociedad en donde todo gira en torno a la tecnología la demanda laboral por expertos en estas áreas está aumentando. A la misma vez que aumenta la demanda por profesionales en las áreas de tecnología, disminuye la cantidad de estudiantes que decide elegir una carrera en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Por consiguiente, es una tarea esencial el aumentar la cantidad de estudiantes que eligen una carrera profesional en alguna de las áreas antes mencionadas para poder resolver este problema [1]. Como una posible solución para esto el grupo de investigación “Embedded” ha diseñado un programa de alcance para aumentar el interés de estudiantes de escuelas superior en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. El mismo se llevará a cabo utilizando juegos de carnaval como método de aprendizaje interactivo. Ha sido comprobado que al realizar actividades prácticas e interactivas es uno de los métodos más efectivos para exponer estudiantes a oportunidades en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. En este manual se discutirá el proceso adecuado para la configuración y diseño del juego skeeball.

Objetivos

- Aumentar el conocimiento e interés en ingeniería eléctrica y computadoras (ECE) en estudiantes de escuela superior mediante la construcción de juegos interactivos.
- Lograr que los estudiantes puedan completar el juego en el periodo establecido utilizando el manual de instrucciones.
- Por medio de un plan de evaluación, identificar y medir el conocimiento e interés adquirido mediante la actividad.
- Demostrar principios y conceptos básicos de sistemas integrados, circuitos, programación y electrónica.

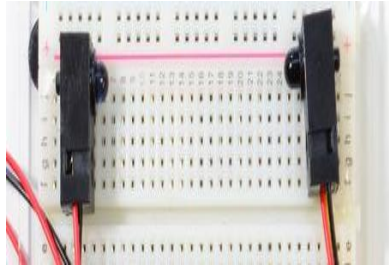
Introducción

A través de los años la necesidad de avances tecnológicos ha aumentado exponencialmente; por lo cual, se urge una mayor cantidad de profesionales enfocados en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). El grupo de investigación “Embedded Research Group” de la Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez se propone diseñar e implementar un programa de alcance que pueda incrementar la cantidad de estudiantes que escogen ser profesionales en las áreas ya mencionadas. Se plantea como solución recurrir a juegos de carnaval comunes donde los estudiantes puedan aprender los conceptos básicos de programación, ensamblaje de circuitos y sistemas integrados mientras juegan. De esta manera, podemos captar su atención con mayor facilidad. El grupo se subdivide en diferentes tipos de juegos por lo cual éste módulo en específico se enfoca en el juego de skeeball.

Skeeball es un juego que consiste en rodar una bola por una rampa con el propósito de que caiga en unas aperturas en específicas. Estas aperturas tienen una puntuación definida con fin de obtener la mayor cantidad de puntos posibles dentro del límite de tiempo establecido. El juego se originó en el 1909 por J. Dickenson Estes como un regalo de cumpleaños para su hijo de ocho años y lo llamo “Box Ball”. En su modelo original tenía tres aperturas y se utilizaban bolas de metal. Sin embargo, a través de los años se fue modificando hasta lo que conocemos hoy en día. El modelo que diseñaremos es uno con cinco aperturas y utilizando bolas de tenis de mesa. Se usarán materiales fáciles de adquirir, reciclables, eco-amigables y de bajo costo para beneficios de los estudiantes.

Conceptos Básicos

A. Componentes:

Componente	Descripción	Figura
Pantalla de 7 segmentos	Pantalla de 7 segmentos que nos permite mostrar números decimales. En nuestro caso se utilizará para mostrar el tiempo y puntuación al usuario.	
Sensores infrarrojos	Estos son sensores de luz que detectan un largo de onda específico en el espectro infrarrojo. Con esto se puede detectar la presencia de un objeto en proximidad.	
Arduino UNO R3	El Arduino UNO R3 es un microcontrolador, o en otras palabras un circuito integrado programable y capaz de ejecutar órdenes grabadas en su memoria. En palabras simples, es el cerebro del juego que se encarga de tomar todas las decisiones referentes a la puntuación y tiempo.	
Botón de pulso	Botón con un mecanismo simple de pulso y que permite alguna máquina continuar llevando a cabo un proceso. En nuestro caso nos permite comenzar el juego.	

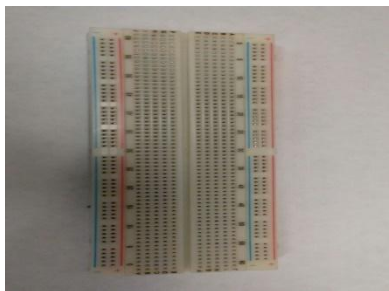
Cable USB tipo A/B	Cable utilizada para conectar el Arduino UNO R3 a la computadora para poderlo programar. Este usualmente está incluido con el Arduino UNO R3.	
Resistor	El resistor es un componente eléctrico de dos terminales, positivo (+) y negativo (-), que es utilizado para reducir el flujo de corriente o dividir voltages.	
Cables Macho/Macho	Estos cables nos permiten unir los componentes electronicos como el boton, microcontrolador, pantallas de 7 segmentos y resistor al tablero de circuitos.	
Cables Macho/Hembra	Estos cables nos permiten unir los componentes electronicos como el boton, microcontrolador, pantallas de 7 segmentos y resistor al tablero de circuitos.	
Tablero de circuitos	Tablero que se utiliza para realizar prototipos eléctricos. Nos permite conectar varios componentes eléctricos en un solo lugar.	

Tabla 1: Lista de componentes eléctricos

B. Funcionamiento del tablero de circuitos:

El tablero de circuitos, como se muestra en la ilustración 1, es utilizado para conectar múltiples componentes eléctricos en un solo lugar. Este funciona como la imagen lo ilustra, las columnas A, B, C, D y E están interconectadas horizontalmente. Sin embargo, los carriles de alimentación de ambos lados están interconectados verticalmente. Esto significa que el carril entero se comporta como un solo nodo y cualquier componente que se conecte en ese carril estará conectado al resto de los componentes en el carril. De la misma manera ocurre en las columnas A, B, C, D y E pero esta vez horizontalmente.

En la siguiente página se muestran ejemplos de como se deben conectar los componentes en el tablero y como no se deben conectar.

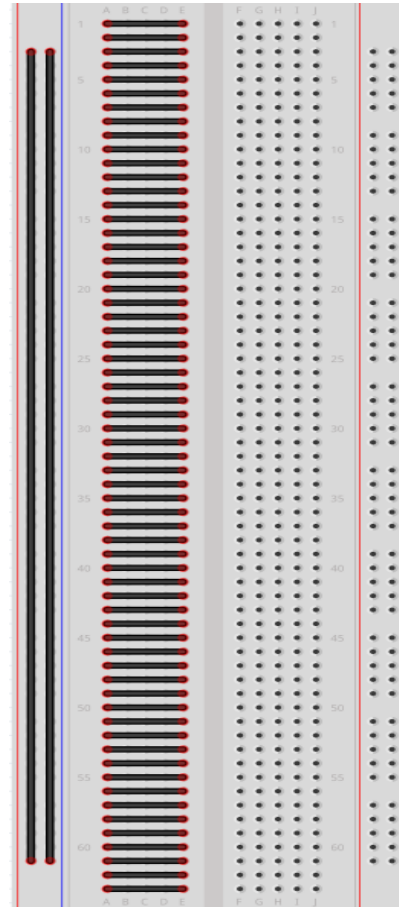


Ilustración 1: Tablero de circuitos

Ejemplos de como se deben conectar los componentes en el tablero de circuitos:

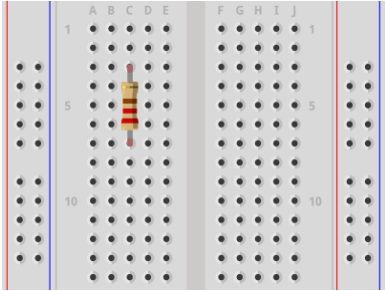
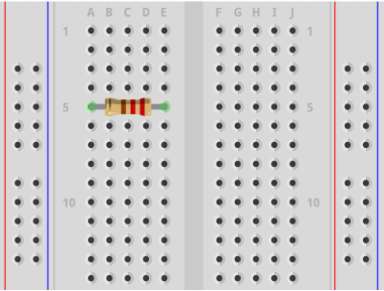
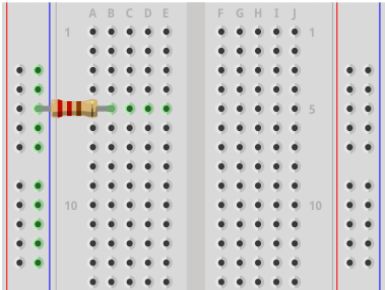
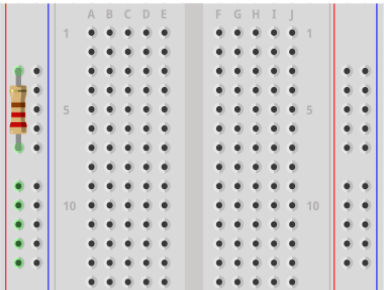
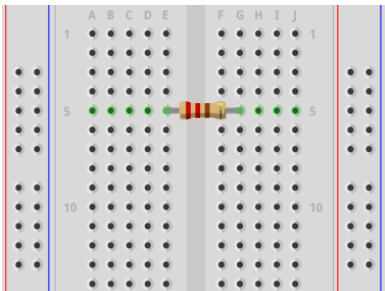
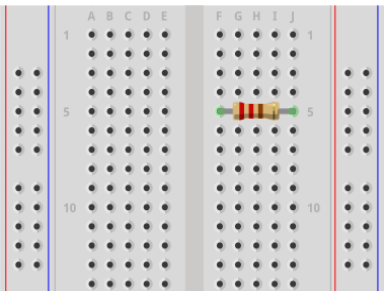
Como SI se deben conectar	Como NO se deben conectar
	
	
	

Tabla 2: Lista de componentes eléctricos

Materiales

A. Cuerpo:

Para el cuerpo todos los materiales necesarios se sugiere que sean reciclables y fácil de conseguir. Si es este el caso, lo único que se necesita es cartón, cartulina, madera, pega caliente y cinta adhesiva. En el ejemplo que se demuestra en las fotos y se describe en la metodología se utilizan materiales de mejor calidad, pero para una versión más económica solo hay que sustituir los materiales mencionados.

B. Circuito Eléctrico:

Skee - Ball BOM						
#	Artículo	Descripción	Cantidad	Proveedor	Costo por Unidad	Costo Total
1	Pantalla de 7 Segmentos	Pantalla de 7 Segmentos para 4 Digits, 1.2 pulgadas.	2	Adafruit	\$17.50	\$35.00
2	Sensores de Interrupción	Sensores Infrarrojos (Emisor y Receptor).	5	Adafruit	\$6.50	\$39.00
3	Arduino UNO R3	Placa de Microcontrolador basado en el ATmega328P.	1	Sparkfun	\$24.95	\$24.95
4	"Push Button"	Botón estilo "Arcade".	1	Sparkfun	\$1.95	\$1.95
5	Cable USB Tipo A/B	Cable USB 2.0 para conectar el Arduino a la computadora.	1	Sparkfun	\$3.95	\$3.95
6	Resistor de 1k Ohmio	1kOhmio, 1/6 Watt, +/-5% tolerancia.	1	Sparkfun	\$0.25	\$0.25
7	"Jumper Cables"	20 cables "Male to Male".	2	Sparkfun	\$1.95	\$3.90
8	"Jumper Cables"	20 cables "Male to Female".	5	Sparkfun	\$1.95	\$9.75
9	"Breadboard"	Placa de Prototipos "Breadboard" pequeña.	2	Sparkfun	\$3.95	\$7.90
					Costo Final	\$126.65

Tabla 3: Lista de componentes eléctricos

Esquemático y Diagrama de Bloque

A. Esquemático:

Un esquemático consiste de una representación de los elementos existentes en un sistema utilizando símbolos de los elementos o componentes en lugar de imágenes realísticas de ellos. Esto nos facilita a la hora de montar un circuito ya que es una herramienta simple y se puede replicar en vida real. Esta herramienta visual es utilizada en muchos campos y no sólo en electrónica. Por ejemplo, imagínese un esquemático de las carreteras de una ciudad o mapa de transito. Utiliza componentes abstractos y símbolos para identificar las vías, interecciones y carreteras. En la siguiente ilustración se muestra el esquemático que se utilizó para construir el juego Skeeball.

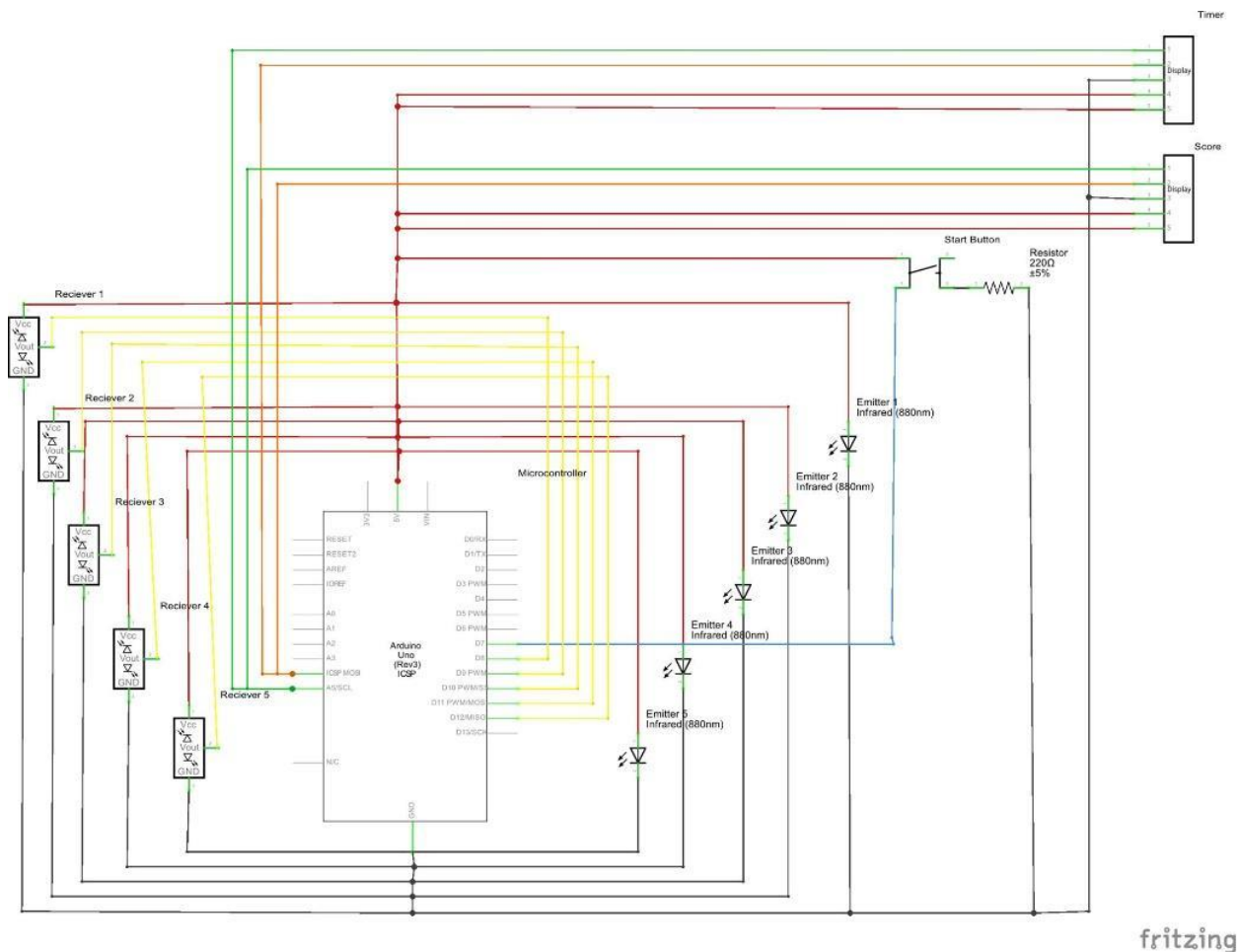


Ilustración 2: Esquemático del Sistema

B. Diagrama de Bloque:

En el caso del diagrama de bloque, este consiste de representar algún sistema por medio de bloques y conectado con líneas. Esta simple herramienta nos permite visualizar el sistema e identificar el límite o “boundary” del sistema al mostrarnos las entradas y salidas del mismo. En la siguiente ilustración se muestra el diagrama de bloque que se utilizó para construir el juego Skeeball.

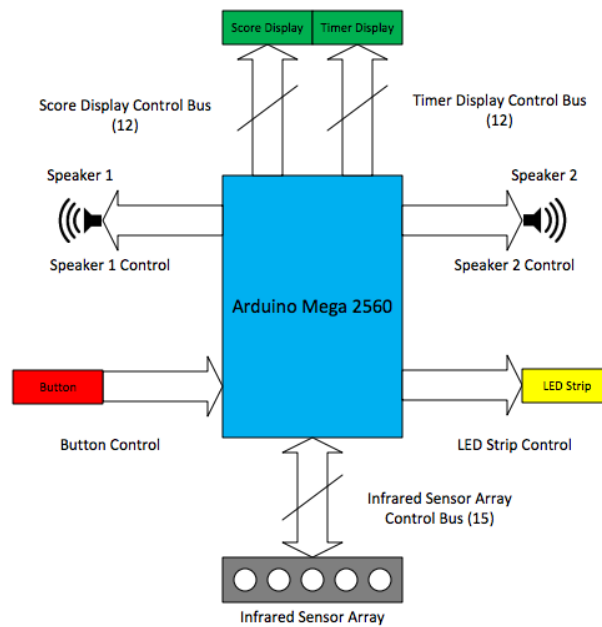
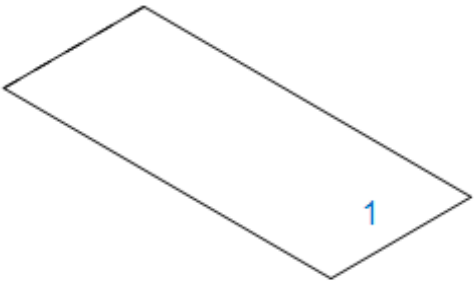
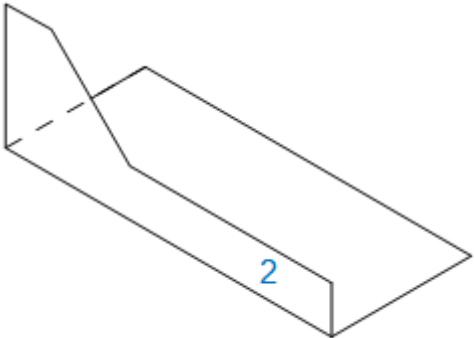


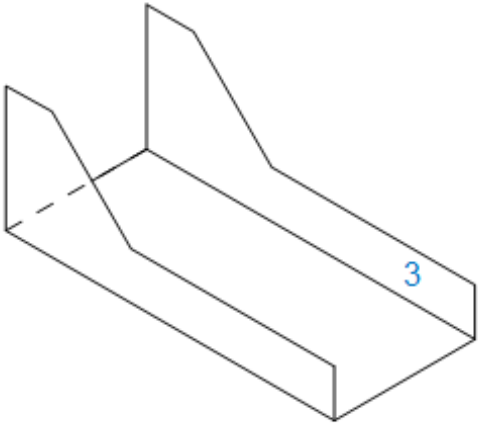
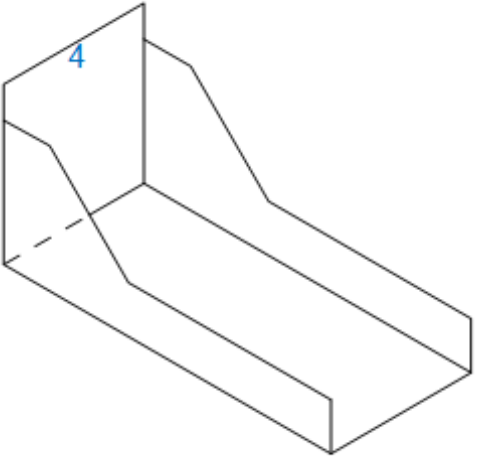
Ilustración 3: Diagrama de bloque del sistema

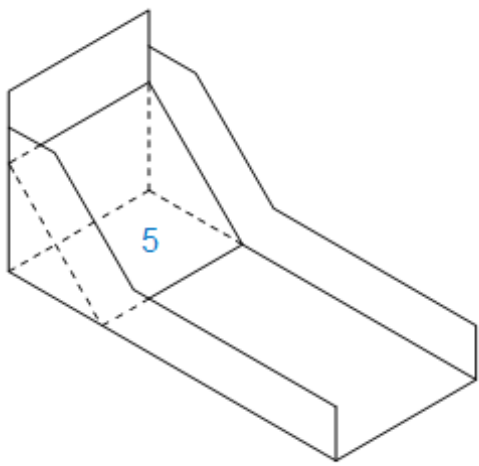
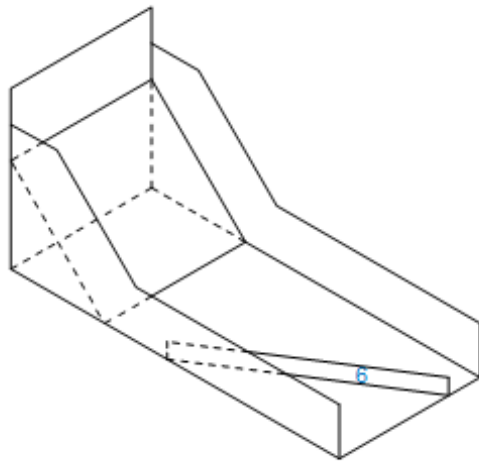
Metodología

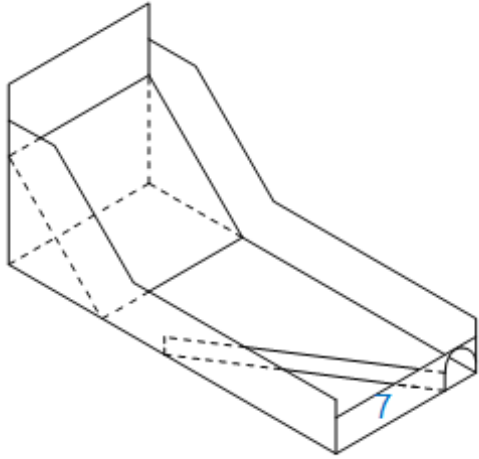
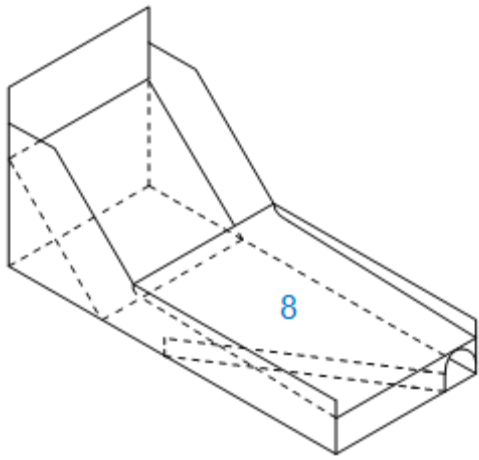
A. Configuración de la Caja:

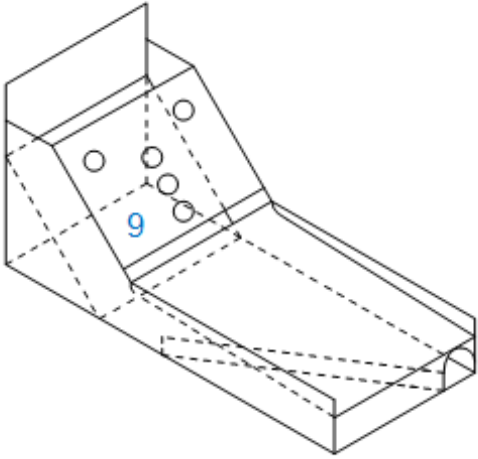
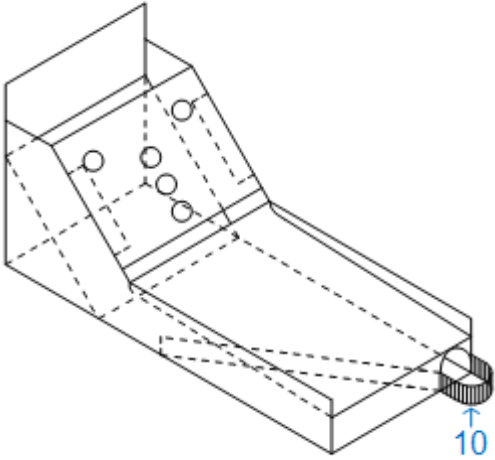
A continuación se muestra el ensamblaje paso a paso, las dimensiones del mismo dependen de cuán grande el usuario quiera su juego o el espacio disponible. Los instructores proveerán las dimensiones específicas para los estudiantes antes del taller.

Paso	Descripción	Ilustración
1	En este paso se tiene la base del juego con las dimensiones que le dará el instructor durante la actividad.	
2	Luego de tener la base del juego, se corta una pieza de la forma en que se muestra en la figura con las dimensiones especificadas por el instructor. Esta pieza forma una de las paredes del juego.	

3	Con pega caliente adjunta la pieza #2 y #3 a los extremos largos de la pieza número uno. De tal manera que las piezas parezcan una rampa como se ilustra.	
4	Agrega ahora la pieza número cuatro al extremo alto de la pieza echa en el paso anterior.	

5	Para que las esferas puedan regresar a su origen y el jugador pueda recogerlas, se coloca la tabla número cinco de tal manera que su inclinación es parecida a la de la pieza número dos/tres. Pero por dentro de la caja conectando la figura uno con la cuatro. Esta tiene que ser removible y dado a esto se coloca utilizando velcro en sus extremos.	
6	De manera similar con cinta adhesiva doble cara se pega la pieza número seis. Esta conecta en un extremo con la pieza número cinco y va cruzada hasta el otro extremo de la tabla sobre la figura uno. No se lleva completamente hasta el otro extremo dado a que se deja un espacio para que la esfera pueda cruzar con facilidad. El propósito de esto es guiar las esferas una vez tiradas hasta la canasta donde el jugador estará esperando.	

7	Pega la pieza número siete para tapar el interior del juego y poder darle soporte. Note que la altura de esta pieza es menor que la pieza #2 y #3 ya que luego se pondrá la rampa a un cierto grado de inclinación.	
8	Coloca la pieza número ocho en forma paralela con la pieza número uno y conectando con la parte plana de las piezas dos/tres. Esta será por donde las esferas rodaran. Se debe tener en mente que esta pieza debe tener una inclinación pequeña para que la bola obtenga una mayor elevación cuando es tirada.	

9	Para poder trabajar en el interior de la caja se tiene que pegar dos pedazos de madera que van a trabajar como rieles para sujetar la pieza número nueve en posición. Estos pedazos de madera se adjuntaran a los extremos interiores de las piezas dos y tres mientras con velcro se anexa a la pieza número ocho. De esta manera se puede remover completamente.	
10	Con tela o utilizando el mismo material del “D-Board” se debe hacer algún tipo de canasta para recoger las bolas con mayor facilidad, pero esto es opcional al igual que alguna otra decoración.	

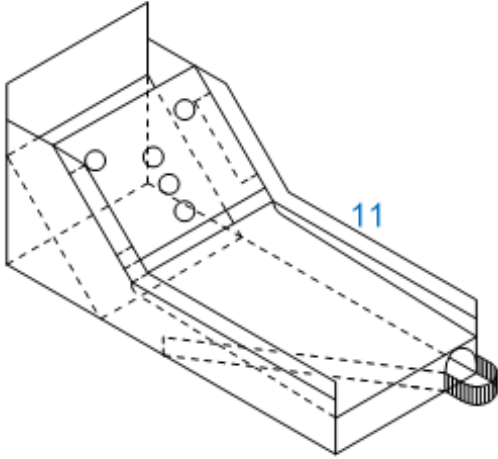
11	Para evitar que las bolas se salgan de la tabla de juego se debe rodear la caja con acrílico o cartulina.	 Diagrama de una caja de juego con un rodillo en la parte superior. Se muestran cuatro bolas dentro de la caja. El número 11 está etiquetado en la parte superior derecha de la caja.
----	--	--

Tabla 3: Explicación paso a paso

B. Configuración del Circuito Eléctrico:

1. Para el inicio del juego, necesitamos un botón con el objetivo que la partida no comience hasta que el botón sea presionado. Para lograr esto, es necesario que el microcontrolador haga lecturas al botón, por lo que se procederá a conectar el botón a +5V en un extremo, mientras que el otro se conecta a un resistor “Pull Up” (El valor de este resistor debe ser de unos 220 Ohmios). El extremo restante del resistor debe estar conectado a GND y al pin digital #7. A continuación se muestran imágenes de la conexión y la caja.

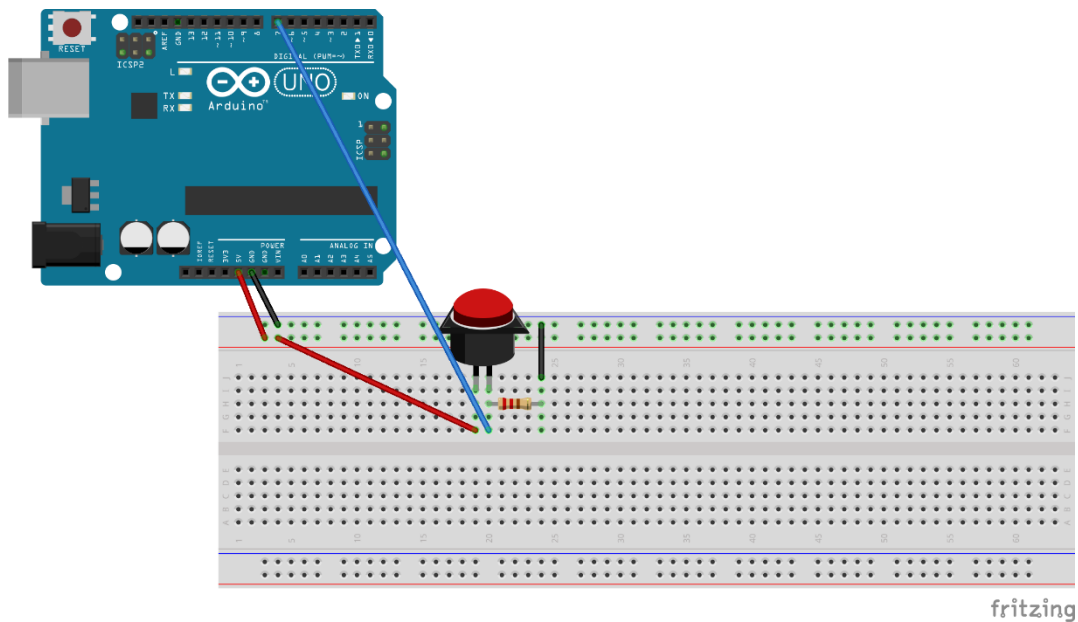


Ilustración 4: Conexión del circuito

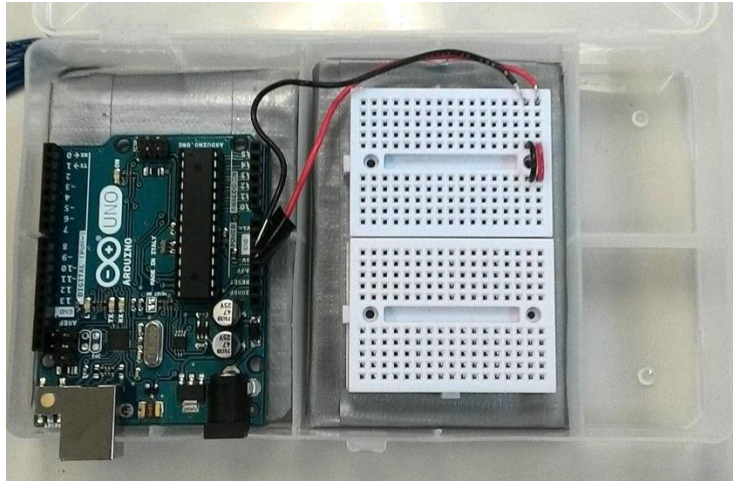


Ilustración 5: Conexión en la caja

2. Una vez instalado el botón, se procede a la instalación de los sensores infrarrojos “Break Beam” los que detectarán cuando el balón pase a través de un agujero. Estos sensores constan de dos piezas tal como se muestra a continuación.

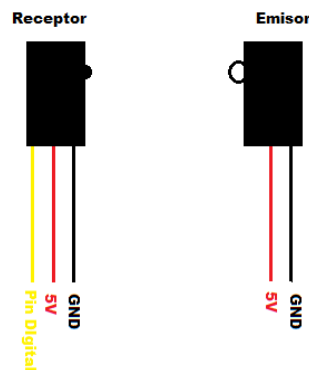


Ilustración 6: Sensores infrarrojos

3. Para instalar el sensor se procede a hacer las conexiones de 5V y GND de ambas piezas, mientras que el receptor se conecta al pin digital #8 tal y como se muestra en la siguiente imagen.

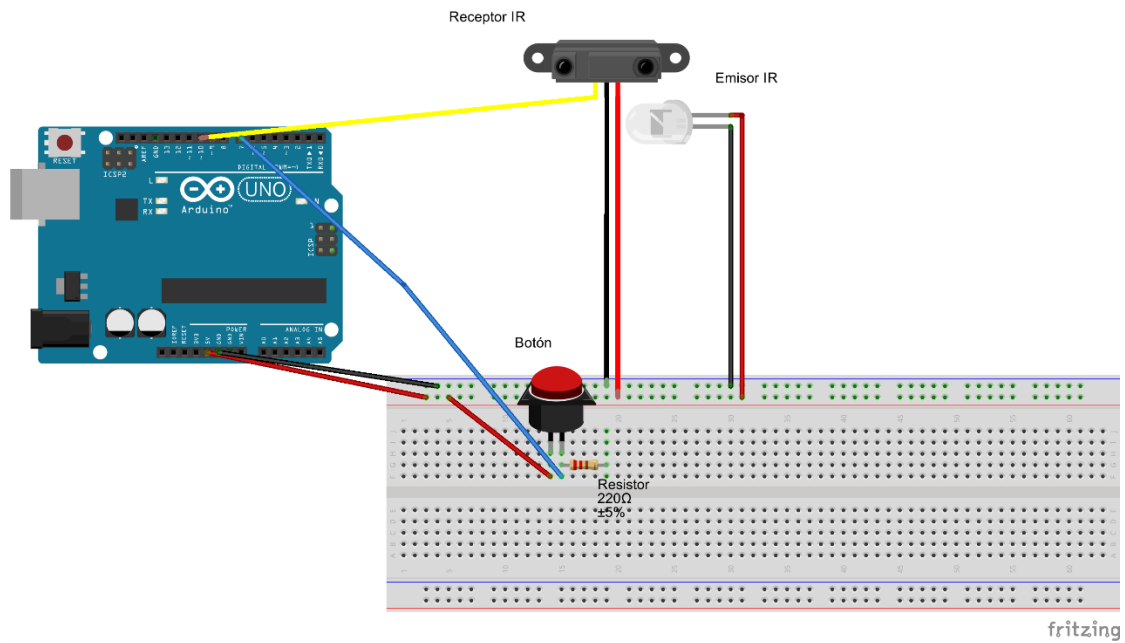


Ilustración 7: Conexión de los sensores

4. Repita el paso #3 para el resto de los sensores.

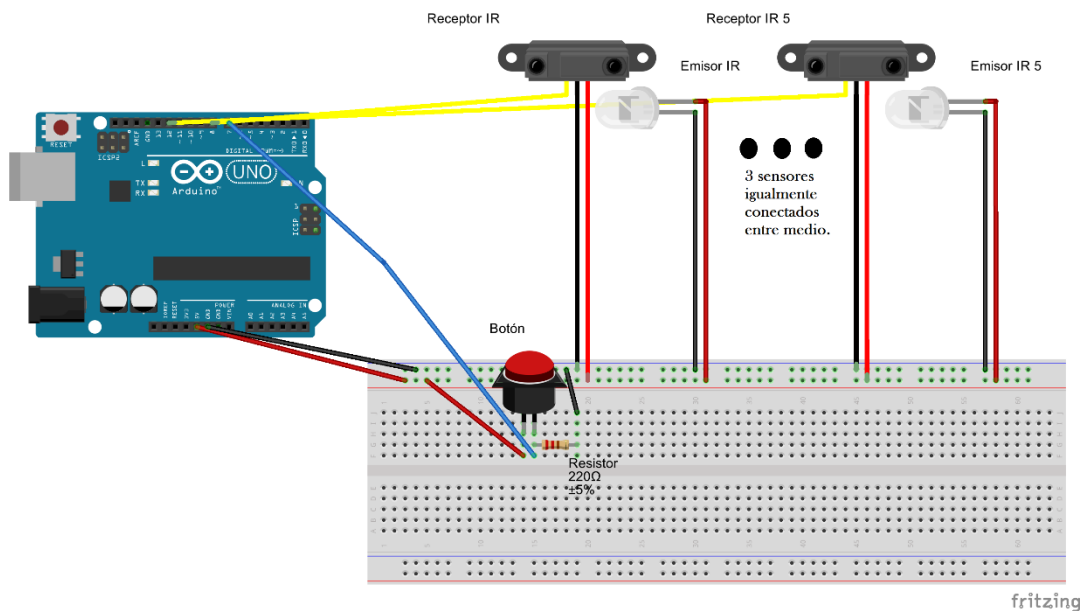


Ilustración 8: Conexión del restante de los sensores

5. A continuación, se instalarán las pantallas de 7 segmentos. Se utilizarán dos pantallas, siendo la primera para marcar la puntuación y la otra para marcar el tiempo restante. A continuación, la imagen muestra la pantalla y la conexión que debe tener la misma.

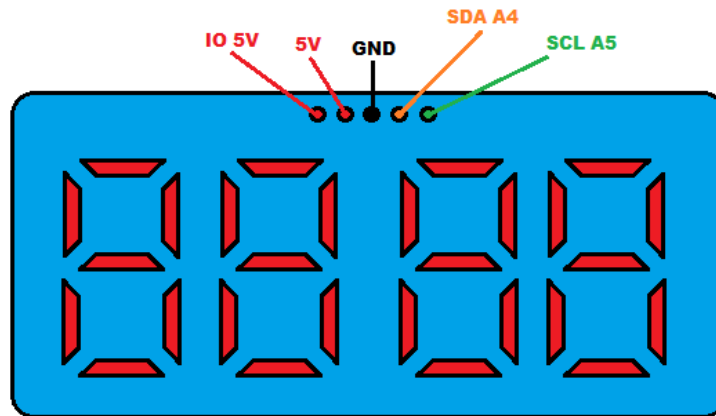
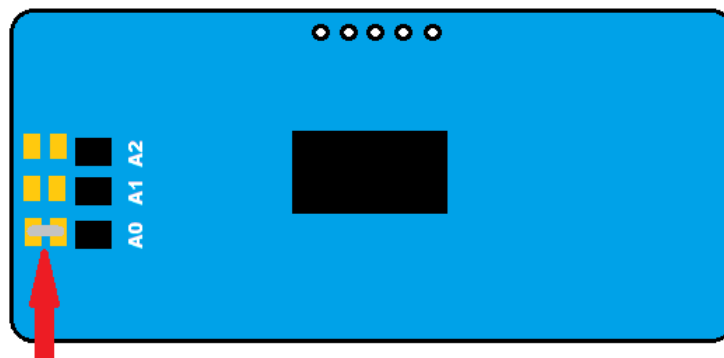


Ilustración 9: Pantalla con sus respectivas conexiones

6. Es importante verificar que una de las dos pantallas tenga una soldadura en la resistencia A0 en la parte posterior tal como se muestra en la siguiente imagen. De no tenerla, seguir las instrucciones mostradas en la foto.



Es necesario aplicar soldadura en A0. La línea color gris muestra el lugar donde se debe hacer esto tal que se conecten ambas partes.

Ilustración 10: Vista desde la parte de atrás de la pantalla

7. La conexión de las pantallas se da por medio de IIC. Para la misma se conectan los primeros dos pines (IO y 5V) a la salida de 5V del microcontrolador, mientras que el GND se conecta a negativo. Los 2 pines restantes son para la comunicación IIC y se procederá a conectar a los pines analógicos A4 y A5 tal como muestra la siguiente imagen.

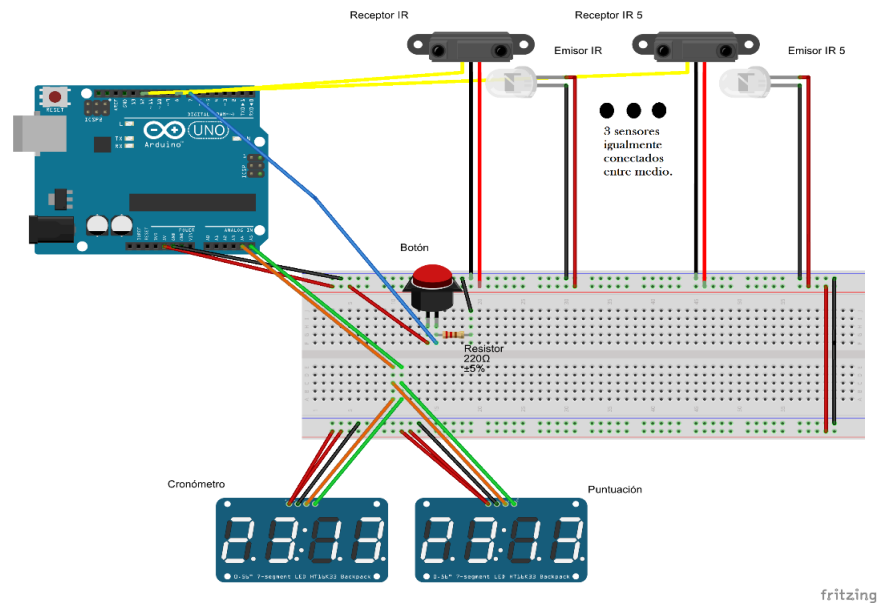


Ilustración 11: Conexión de las pantallas al Arduino

C. Configuración del Código:

1. Descargue e instale el Arduino IDE de la siguiente página:
 - <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
2. Conecte la tarjeta Arduino UNO a la computadora por medio del cable USB estandar AB.
3. Verifique que el programa esté utilizando la tarjeta Arduino UNO y no otra. Vaya a Tools -> Board y verifique que “Arduino/Genuino UNO” esté seleccionada.
4. Crea un nuevo archivo donde va a estar el código del juego. Vaya a File -> New, luego grábalo en File -> Save as.. y póngale un nombre.
5. Descargue y añada las siguientes librerías a la carpeta “Libraries” en My Documents -> Arduino:
 - AdafruitGFXLibrary: <https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library>
 - RGBMatrixPanel: <https://github.com/adafruit/RGB-matrix-Panel>
6. Copie el siguiente código en su nuevo archivo:

```
// Añadiendo las librerías existentes al código
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_LEDBackpack.h"
#include "Adafruit_GFX.h"

// Asignando los pines
int PB = 7;

int s1 = 8;
int s2 = 9;
int s3 = 10;
```

```

int s4 = 11;
int s5 = 12;

// Creando una nueva instancia de las clases encontradas en las librerias
Adafruit_7segment scoreDisplay = Adafruit_7segment();
Adafruit_7segment timerDisplay = Adafruit_7segment();

void setup() {

    // Asignando los modos iniciales de los pines
    pinMode(PB, INPUT);
    pinMode(s1, INPUT_PULLUP);
    pinMode(s2, INPUT_PULLUP);
    pinMode(s3, INPUT_PULLUP);
    pinMode(s4, INPUT_PULLUP);
    pinMode(s5, INPUT_PULLUP);

    // Asignando y configurando la comunicación por medio de IIC
    scoreDisplay.begin(0x70);
    timerDisplay.begin(0x71);
}

void loop() {
    int score = 0;

    // Utilizado para escribir la puntuación inicial a la pantalla
    scoreDisplay.print(score, DEC);
    scoreDisplay.writeDisplay();

    // Utilizado para escribir el tiempo inicial a la pantalla
    timerDisplay.print(30, DEC);
    timerDisplay.writeDisplay();

    while(digitalRead(PB) == LOW){
        // Verificando si el boton ha sido presionado...
    }
    // El boton ha sido presionado...

    // Ciclo del tiempo
    for(int timer = 30; timer >= 0; timer--){
        // Ciclo de cotejos por segundo
        // Este ciclo verificará una interrupción en el sensor 20 veces cada
        // segundo
        for(int i = 0; i < 20; i++){

            // Condición para una interrupcion en el sensor 1
            // Coteja si ha ocurrido una interrupción en este sensor
            if(digitalRead(s1) == LOW){

```

```

        score += 10;
        scoreDisplay.print(score, DEC);
        scoreDisplay.writeDisplay(); // Escribe en pantalla la puntuación
    }

    // Condición para una interrupcion en el sensor 2
    // Coteja si ha ocurrido una interrupción en este sensor
    else if(digitalRead(s2) == LOW){
        score += 25;
        scoreDisplay.print(score, DEC);
        scoreDisplay.writeDisplay(); // Escribe en pantalla la puntuación
    }

    // Condición para una interrupcion en el sensor 3
    // Coteja si ha ocurrido una interrupción en este sensor
    else if(digitalRead(s3) == LOW){
        score += 50;
        scoreDisplay.print(score, DEC);
        scoreDisplay.writeDisplay(); // Escribe en pantalla la puntuación
    }

    // Condición para una interrupcion en el sensor 4
    // Coteja si ha ocurrido una interrupción en este sensor
    else if(digitalRead(s4) == LOW){
        score += 100;
        scoreDisplay.print(score, DEC);
        scoreDisplay.writeDisplay(); // Escribe en pantalla la puntuación
    }

    // Condición para una interrupcion en el sensor 5
    // Coteja si ha ocurrido una interrupción en este sensor
    else if(digitalRead(s5) == LOW){
        score += 100;
        scoreDisplay.print(score, DEC);
        scoreDisplay.writeDisplay(); // Escribe en pantalla la puntuación
    }

    // Esto introduce un retraso de 1 segundo en el ciclo del tiempo
    // Como este ciclo se ejecuta 20 veces cada 1 vez del ciclo del
    tiempo
    // 20 * 50ms = 1000ms = 1s
    delay(50);
}

// Escribe en pantalla el tiempo correspondiente
timerDisplay.print(timer, DEC);
timerDisplay.writeDisplay();
}

```

```
    // Escribe en pantalla la puntuación por 5 segundos y luego vuelve a comenzar  
    scoreDisplay.print(score, DEC);  
    scoreDisplay.writeDisplay();  
    delay(5000);  
}
```

7. Vuelva a grabarlo en File -> Save.

8. Presione Sketch -> Verify / Compile o CTRL+R para verificar y compilar el código.

***Nota:** Esta serie de pasos asumen que el usuario ya ha completado la configuración del circuito eléctrico.

Galería

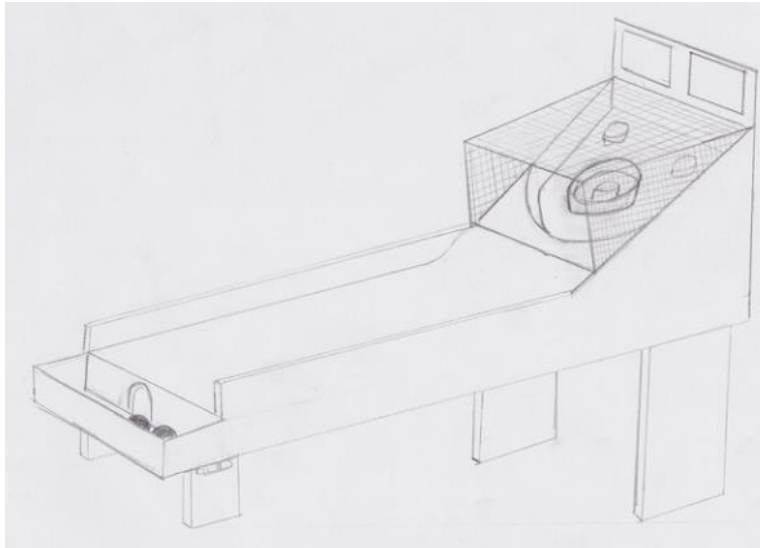


Ilustración 12: Representación gráfica en dibujo

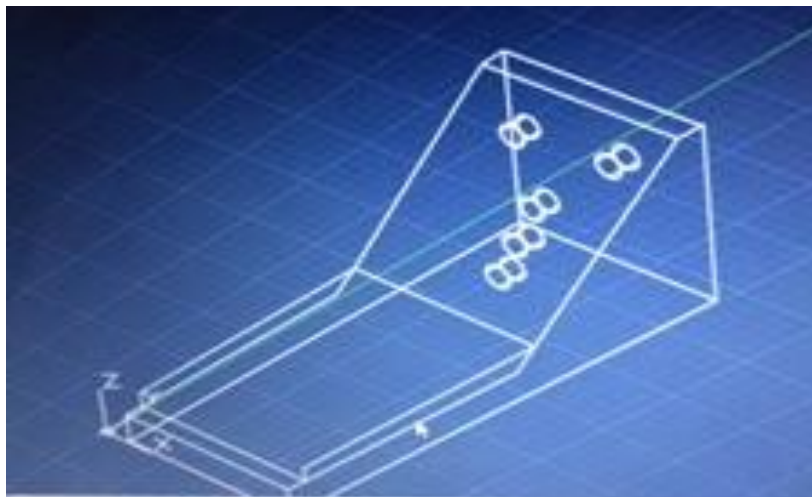


Ilustración 13: Diseño en tres dimensiones en AutoCAD



Ilustración 14: Primer prototipo



Ilustración 15: Versión final del juego

Glosario

C

Circuitos

Red electrónica que contiene al menos una trayectoria cerrada, **5**

D

D-Board

Material eco-amigable hecho de carton utilizado para montar el juego, **11, 15**

Diagrama de Bloque

Representación gráfica de las interfaces a la que el sistema se comunica, **9**

E

Electrónica

Estudio y aplicación del flujo de electrones u otras partículas cargadas eléctricamente, **5**

Esquemático

Representación o forma de documentación visual del diseño de algún sistema, **8**

I

IDE

Acrónimo en ingles para entorno de desarrollo integrado y es un programa que contiene las funciones y herramientas básicas para el programador, **20**

IIC

Método o protocolo de comunicación bidireccional utilizado en sistemas embebidos, **19**

M

Microcontrolador

Circuito integrado que incluye las unidades funcionales de una computadora. En otras palabras, una computadora en un circuito integrado, **16, 19**

O

Ohmios

Unidad de resistencia eléctrica. Mide la oposición que encuentra la corriente eléctrica para recorrer una trayectoria, **16**

P

Programación

Proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código de programas computacionales, **5**

R

Resistor

Componente eléctrico pasivo de dos terminales (positivo y negativo) que implementa resistencia eléctrica en un circuito, **16**

S

Sistemas integrados

Es un sistema de computadora de propósito especial diseñado para llevar a cabo una función específica, **5**

Skeeball

Juego que consiste en rodar una bola por una rampa con el propósito de que caiga en unas aperturas en específicas, **6**

Soldadura

Proceso de unión entre metales por la aplicación de calor, **19**

STEM

Acrónimo en inglés para designar áreas de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas., **5**

Referencias

[1] Morana, L., J. Bombardier, C. Ippolito, and R. Wyndrum. "Future STEM Careers Begin in the Primary Grades." (2012). IEEE Xplore. Web. 6 Apr. 2015.

[2] Yilmaz, Muhittin, Jianhong Ren, Sheryl Custer, and Joyce Coleman. "Hands-On Summer Camp to Attract K–12 Students to Engineering Fields." IEEE Trans. Educ. IEEE Transactions on Education 53.1 (2010): 144-51. IEEE Xplore. Web. Accessed 4 Sep. 2016