



Manual Técnico

Sala de Estimulación de Sensopercepciones

Desarrolladores

Carlos Andrés Arévalo Fernández
Diego Fernando Lima Juma
Eulalia ELizabeth Naranjo Cabrera
Johnny Patricio Pauta Pintado
Paul Andrés Quito Naula

Director de Proyecto

Dr. Vladimir Robles.

Version 1.1

Indice

1. Introducción	4
2. Especificaciones Técnicas	4
3. Objetivos	4
3.1. Objetivo General	¡Error! Marcador no definido.
3.2. Objetivos Especificos	¡Error! Marcador no definido.
4. Diseño y Construcción de Módulos	5
4.1. Nodo de control central	5
4.1.1. Descripción	5
4.1.2. Componentes	5
4.2. Dado de Colores	8
4.2.1. Descripción	8
4.2.2. Componentes	8
4.2.3. Proceso de ensamblaje	11
4.2.3.1. Ensamblaje de circuitos	11
4.2.3.2. Ensamblaje de estructurada	14
4.2.3.3. Especificaciones de Software	18
4.3. Panel de Pictogramas	19
4.3.1. Descripción	19
4.3.2. Componentes	19
4.3.3. Proceso de ensamblaje	22
4.3.3.1. Ensamblaje de circuitos	22
4.3.3.2. Ensamblaje de estructuras	26
4.4. Tubo de Picadillo	32
4.4.1. Descripción	¡Error! Marcador no definido.
4.4.2. Componentes	32
4.4.3. Proceso de ensamblaje	35
4.4.3.1. Ensamblaje de circuitos	35
4.5. Piano de Luces	38
4.5.1. Descripción	38
4.5.2. Componentes	38
4.5.3. Proceso de ensamblaje	40
4.5.3.1. Ensamblaje de circuitos	40
4.5.3.2. Ensamblaje de estructuras	43
4.6. Vumetro	49
4.6.1. Descripción	49
4.6.2. Componentes	49
4.6.3. Proceso de ensamblaje	53

4.6.3.1. 4.6.3.1 Ensamblaje de circuitos	53
4.6.3.2. 4.6.3.2 Ensamblaje de estructuras	55
5. Sistema de Gestión Centralizado de la Sala Multisensorial	58
6. Protocolo de Comunicación	59
6.1. Nodo de control central	59
6.2. Dado de Colores	62
6.3. Panel de Pictogramas	60
6.4. Tubo de Picadillo	62
6.5. Piano de Luces	62
6.6. Vumetro	62

1. Introducción

El presente documento es una guía que permite a cualquier persona con conocimientos en electrónica y programación pueda realizar procesos de instalación, mantenimiento y mejoras a las herramientas desarrolladas para la sala de estimulación de sensopercepciones de la fundación CIMA.

El presente manual muestra las herramientas y diseños utilizados para la construcción de los distintos módulos, así como el proceso de ensamblaje de sus componentes electrónicos, mecanismos y estructuras, adjunto a este documento puede encontrar en el portal web o solicitar al GIATA la carpeta “Sala CIMA” donde se encuentran todos los diseños y código fuente.

2. Especificaciones Técnicas

Raspberry Pi: es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi.

Arduino.- Es una plataforma de hardware libre que cuenta con un IDE de desarrollo multiplataforma bajo licencia open-source flexible y fácil de usar, existen en el mercado diferentes modelos que son relativamente más baratos comparando con otras plataformas, para este proyecto se utilizó específicamente las placas de Arduino Uno y Mega, de igual manera podemos encontrar una amplia variedad de shields que nos permiten implementar más funcionalidades.

MPU6050.- Es un sensor de movimiento de gran precisión posee acelerómetro y un giroscopio que analiza valores en los ejes x,y,z, utiliza el protocolo I2C que es un bus que facilita la comunicación con el arduino. En este proyecto será implementado para localizar la cara que se ubique para encima en el dado de colores.

XBEE.- De acuerdo a Digi, los módulos XBee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos, estos módulos utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 para crear redes FAST POINT-TO-MULTIPOINT (punto a multipunto); o para redes PEER-TO-PEER (punto a punto). Fueron diseñados para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Por lo que básicamente XBee es propiedad de Digi basado en el protocolo Zigbee. En términos simples, los XBee son módulos inalámbricos fáciles de usar.

3. Objetivos

- Especificar el Sistema de Gestión Centralizado de la Sala Multisensorial.

- Especificar el protocolo de Comunicación entre los distintos Módulos y el Nodo de administración Central.
- Especificar el proceso de diseño, implementación e implementación de la Infraestructura completa de la Sala Inteligente de Estimulación de Sensopercepciones.

4. Diseño y Construcción de Módulos

A continuación se presentan los diferentes módulos que componen la sala, su descripción, los elementos que lo componen y el proceso que se realizó para su respectivo ensamblaje y armado en las distintas estructuras para el correcto funcionamiento.

4.1. Nodo de control central

4.1.1. Descripción

Es el cual nos permite la comunicación entre el dispositivo móvil y los diferentes módulos de la sala, el cual permitirá al usuario configurar cada uno de los módulos de acuerdo a sus necesidades del momento y contendrá también los diferentes sonidos necesarios para la terapia que se esté realizando.

Cabe mencionar que adjunto a este documento existen archivos donde se pueden encontrar el diseño de los circuitos electrónicos, estructuras necesarias y el código fuente de cada uno de los módulos que componen la Sala inteligente.

4.1.2. Componentes

→ Código Fuente
Se adjunto el codigo fuente como Server.py

→ Módulo de Madera


Medidas

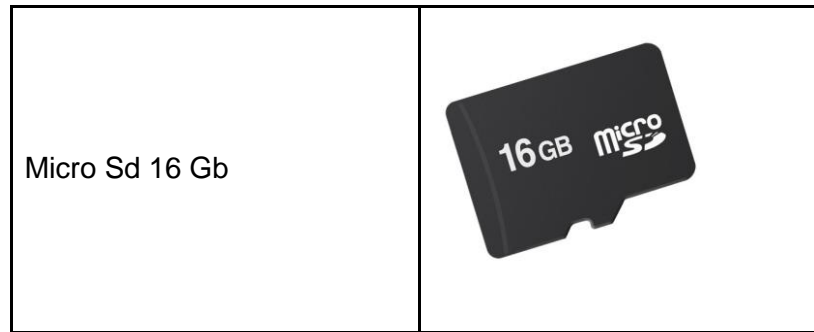
Altura: 40cm

Anchura: 30 cm

Profundidad: 20 cm

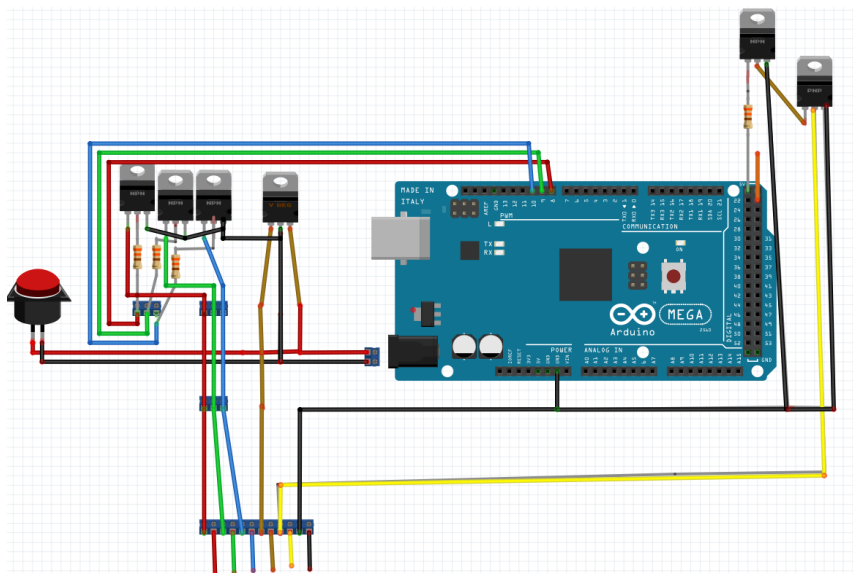
Es la repisa que tener todos los componentes electrónicos necesarios para que la sala tenga conexión, sonidos y los datos necesarios para cada uno de los módulos a continuación se especificara los componentes que obtendrá el modulo de madera.

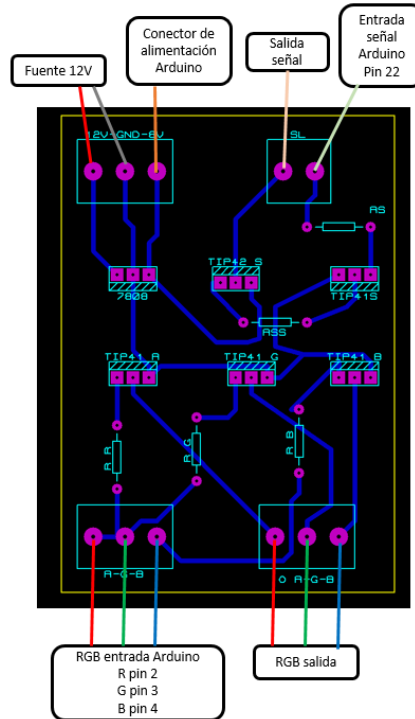
Nombre	Descripción
Raspberry Pi 2B	
Adaptador de Serie USB Xbee	
Cable Mini USB	
XBEE	



El nodo de control central aparte de estar compuesto de componentes electrónicos está compuesto por un el sistema operativo llamado Raspbian Jessie with PIXEL, su funcionalidad se basa en un programa realizado en el lenguaje de programación Python. (Adjunto Server.py, Hilos.py archivos necesarios).

Circuito de iluminacion : Sala iluminación.pdsprj





4.2. Dado de Colores

4.2.1. Descripción

El dado de colores nos permite configurar cada uno de sus lados de un color diferente, cambiará la iluminación de la Sala conforme el lado que se ubique en la parte superior al girar el dado.

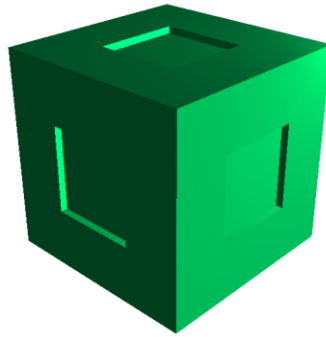
4.2.2. Componentes

→ Código Fuente

El código fuente a utilizar en la placa Arduino Mega se encuentra en el Archivo: "dato.ino" ubicado en la carpeta Dado.

→ Cubo de esponjas

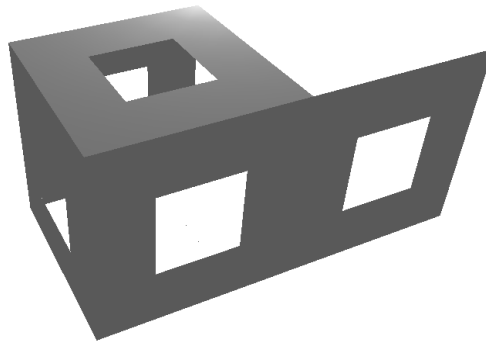
Es necesario construir un cubo de esponjas de 40cm x 40cm en el centro de cada cara del cubo debe existir una perforación de 20cm x 20cm de lado y una profundidad de 3cm donde se alojara las estructuras de acrílico para la iluminación, de igual manera dos perforaciones en forma de cubo concéntrico donde se alojara las baterías, circuitos, etc, las medidas requeridas para la primera es 6cm de alto, 7.25cm de ancho y 10cm de profundidad, y para la segunda 6cm de alto, 8cm de ancho y 11cm de profundidad.



Cubo de esponjas.

→ Forro de Corosil

Este forro de corosil blanco aloja el cubo de esponjas y componentes que forman parte del módulo, en una de las caras debe existir un cierre, de igual manera en el centro de cada cara del forro debe tener un plástico transparente de 17cm x 17cm, las medidas requeridas para el forro es de 39cm x 39cm con la finalidad que sujete a presión el cubo de esponjas y demás componentes.



Forro de Corosil Blanco

→ Caja de iluminación

Nombre	Descripción
Elementos de acrílico	Especificados en el documento "Caja Iluminación Dado.ai"
Elementos de madera	Especificados en el documento "Caja Iluminación Dado.ai"
4 Tornillos de 1" ½ y Ø 3mm 4 Tuercas para tornillo	Ayudarán al soporte de acrílico blanco y la madera

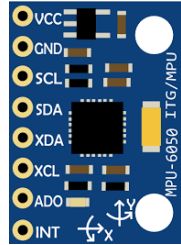

→ Caja de batería y sensor


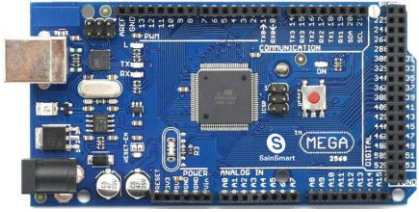
Nombre	Descripción
Elementos de acrílico	Especificados en el documento "Caja batería Dado.ai"
4 Tornillos de 2" ½ y Ø 3mm 16 Tuercas para tornillo	Ayudarán al soporte de acrílico

→ Caja de circuito y Arduino

Nombre	Descripción
Elementos de acrílico	Especificados en el documento "Caja Arduino Dado.ai"
4 Tornillos de 2" ½ y Ø 3mm 16 Tuercas para tornillo	Ayudarán al soporte de acrílico

→ Componentes electrónicos

Nombre	Descripción
MPU-6050	
3 Baterías 3.7v 19000mA	

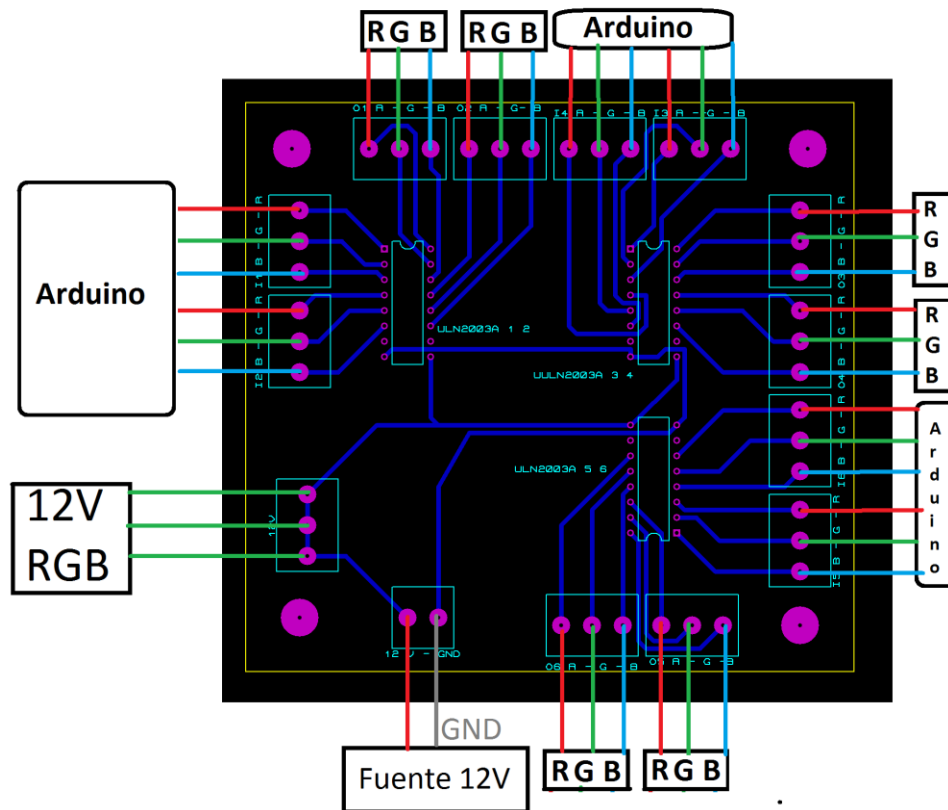
18 modulos led RGB	
Arduino mega 2560	
Circuito electronico diseñado para Controlar la Iluminación	Especificados en el documento “control dado.pdsprj”
Circuito electronico diseñado alimentación eléctrica y Sensor MPU 6050	Especificados en el documento “Dado Iluminación.pdsprj”

4.2.3. Proceso de ensamblaje

4.2.3.1. Ensamblaje de circuitos

El Dado de colores cuenta con 2 circuitos(archivos especificados anteriormente), que deberán ser impresos para colocar los componentes necesarios.

Placa Controlar de Iluminación.- (control dado.pdsprj) deberán ser soldadas 13 borneras de 3 pines y una de dos, 3 zócalos de 18 pines que alojarán los integrados un12003, en la placa se especifica su ubicación. En el siguiente gráfico ilustramos la coneccion que se debe realizar en la tarjeta, entre la placa de Arduino Mega (Arduino) y los módulos RGB (R G B)que se ubicaran en cada cara del dado. Se puede identificar en la tarjeta las entradas mediante “I1” y su salida se especifica mediante “O1”, la misma lógica se mantiene para todos los lados.



Circuito para el control de iluminación RG

La distribución de los pines para los Módulos RGB en Arduino se realizará de la siguiente manera:

Pin	Descripción
28	Modulo RGB 1 Rojo
30	Modulo RGB 1 Verde
32	Modulo RGB 1 Azul
22	Modulo RGB 2 Rojo
24	Modulo RGB 2 Verde

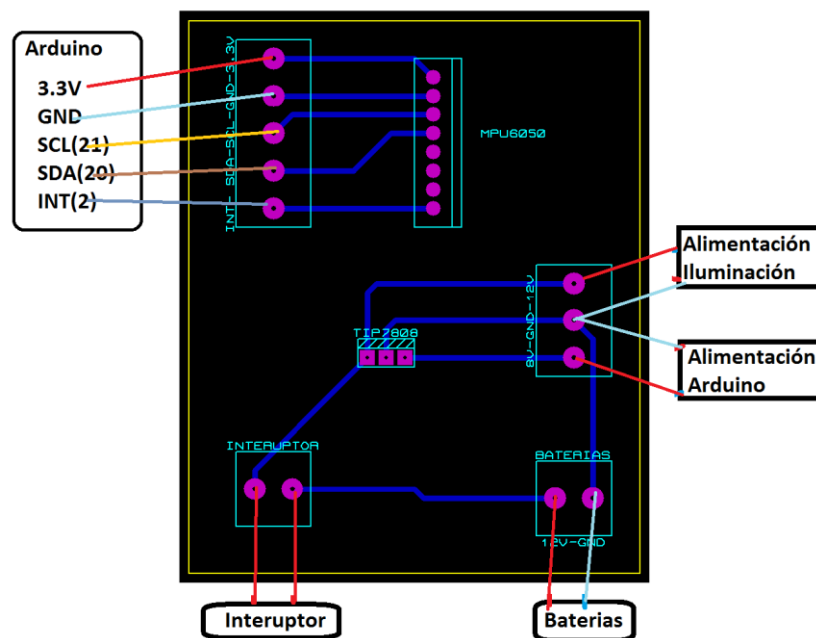
26	Modulo RGB 2 Azul
49	Modulo RGB 3 Rojo
51	Modulo RGB 3 Verde
53	Modulo RGB 3 Azul
46	Modulo RGB 4 Rojo
44	Modulo RGB 4 Verde
42	Modulo RGB 4 Azul
52	Modulo RGB 5 Rojo
50	Modulo RGB 5 Verde
48	Modulo RGB 5 Azul
43	Modulo RGB 6 Rojo
45	Modulo RGB 6 Verde
47	Modulo RGB 6 Azul

Para la conexión del XBee utilizaremos los siguientes pines:

Pin	Descripción
3.3V	Vcc
TX0	Dout

RX0	Din
GND	GND

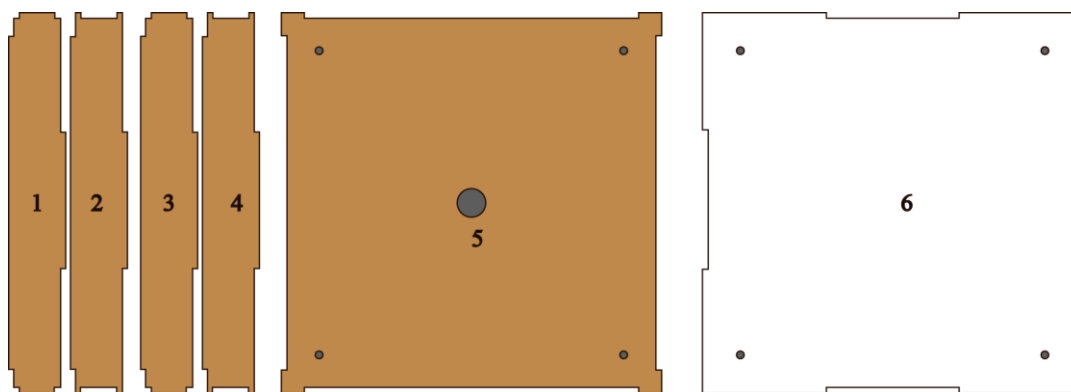
Placa de Alimentación y Sensor.- (Dado Iluminación.pdsprj) Circuito diseñado para alojar el Sensor MPU6050, en la siguiente gráfica se especifica los pines de las borneras que deben ser conectados a Arduino, la alimentación eléctrica se realizará mediante las baterías conectadas en Serie, para el control de encendido es necesario conectar un interruptor, mediante el TIP 7808 reduciremos el voltaje que necesita el arduino para funcionar así como dispondremos de los 12V necesarios para alimentar el circuito de iluminación.



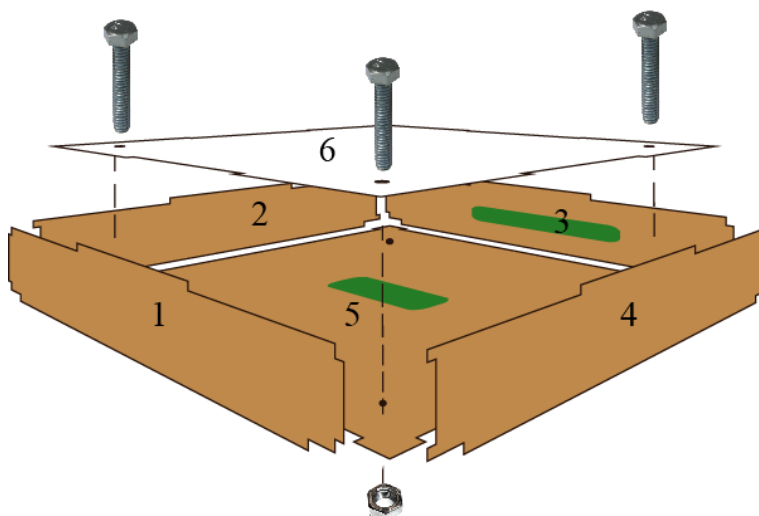
Circuito de Sensor y control de alimentación Eléctrica.

4.2.3.2. Ensamblaje de estructurada

Caja de iluminación.- Esta estructura sirve para la iluminación del dado son necesarios seis cajas compuestas por piezas de mdf de 3mm(1,2,3,4,5) yacrílico blanco (6), estas cajas serán ubicado en las perforaciones hechas en el cubo de esponjas.

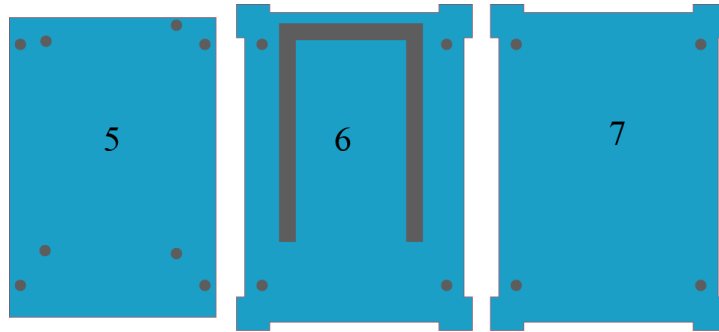


En la siguiente gráfica se ilustra la forma de armar la caja para la iluminación, se debe sujetar con pernos de 1" ½ y Ø 3mm, en las piezas de madera 1,3 y 5 se deben colocar los módulos RGB.

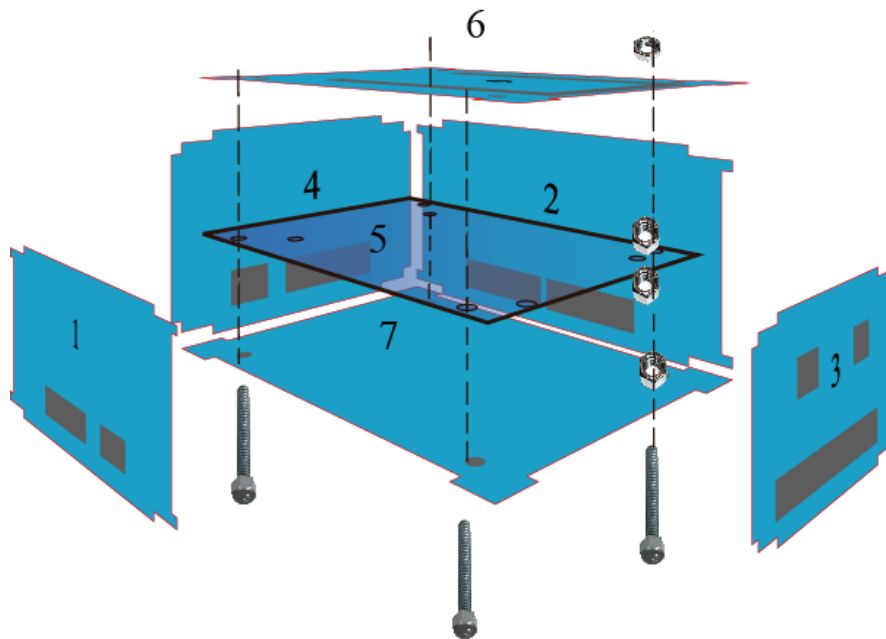


Caja iluminacion y arduino.- Para estructura es necesario piezas de acrílico transparente de 3mm, está diseñado para alojar el circuito de control de iluminación y una placa de arduino mega, debe ser ubicada en el centro del cubo de esponjas junto a la caja de baterías.

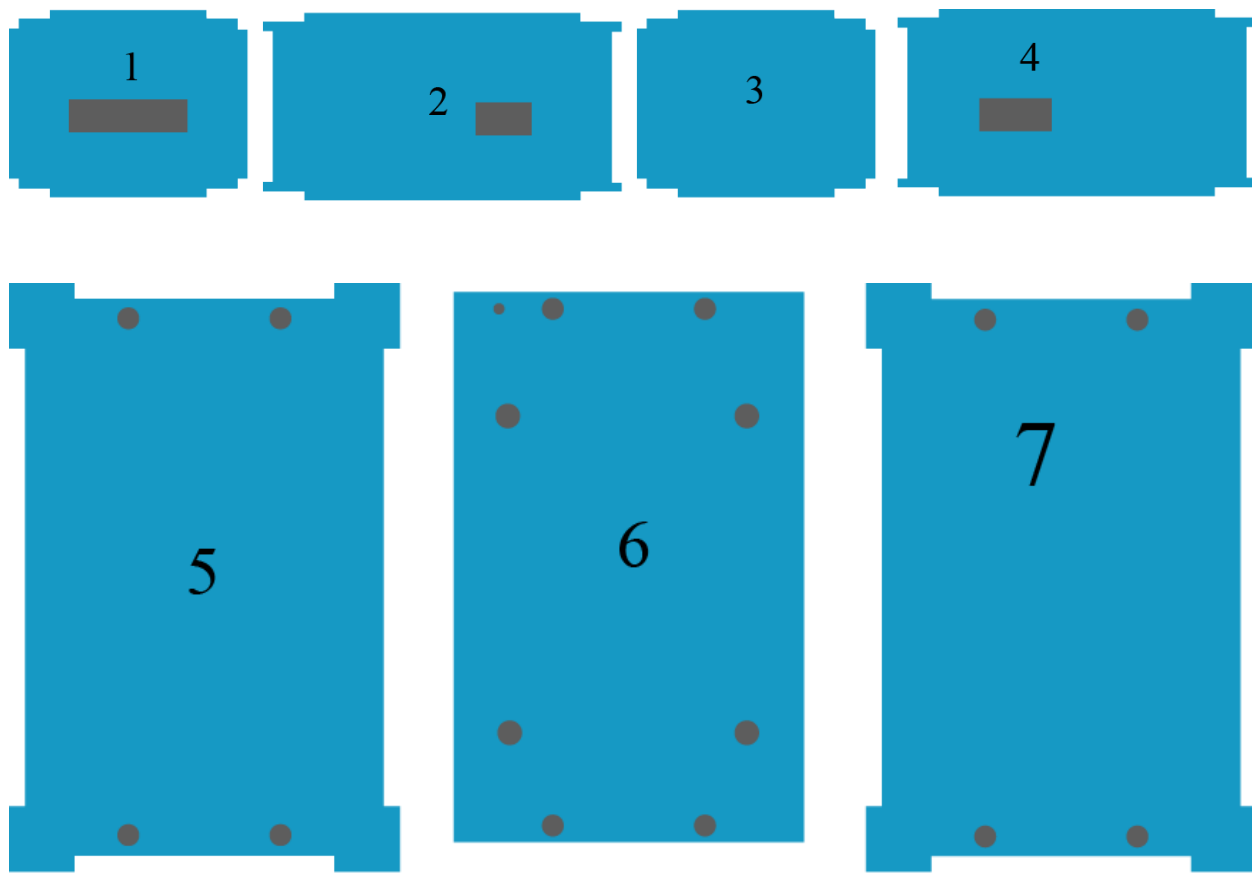




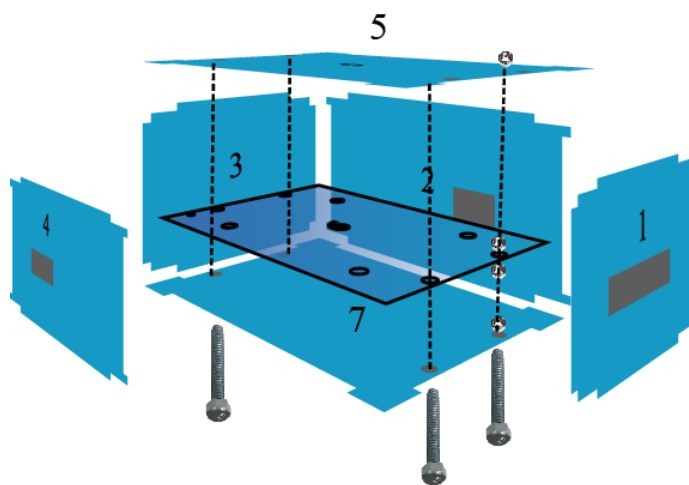
En la siguiente gráfica se ilustra la forma de ensamblar la caja que aloja el circuito para controlar la iluminación que se ubica entre las piezas 7 y 5, la placa de arduino mega se ubica sobre la pieza 5, los puertos USB y de alimentación del arduino se deben colar en dirección a la pieza número 3.



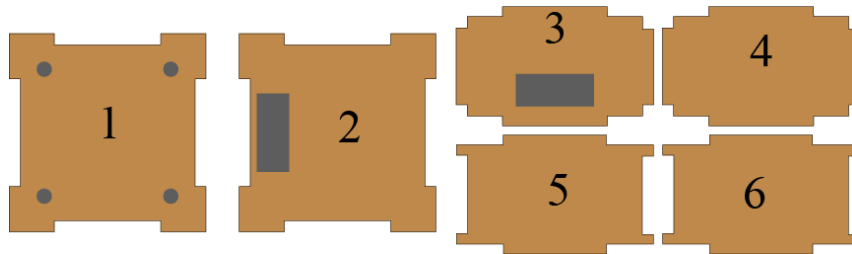
Caja de baterías.- Esta estructura está compuesta por piezas de acrílico transparente de 3mm, aloja las baterías LIPO en serie, y el circuito para la carga y distribución del voltaje, dicho circuito también aloja el sensor MPU6050, dentro de ella alojaremos 3 baterías en serie.



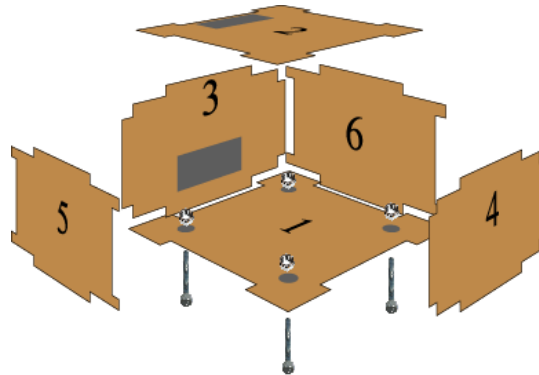
La siguiente gráfica ilustra el proceso de ensamblaje de la caja, las baterías se deben apilar entre la pieza 4 y 6, sobre la pieza 6 va el circuito para la alimentación eléctrica y sensor



Caja XBEE.- El módulo XBEE que realizará la comunicación del dado, se alojara en la parte exterior del cubo de esponjas junto a una de las perforaciones para la caja de iluminación, para esto tenemos una caja en mdf de 3mm.



La gráfica siguiente especifica el armado de la caja, sobre la pieza 1 se ubicará el módulo XBEE, las piezas 2 y 3 tiene perforaciones que permiten el ingreso de los cables necesarios.

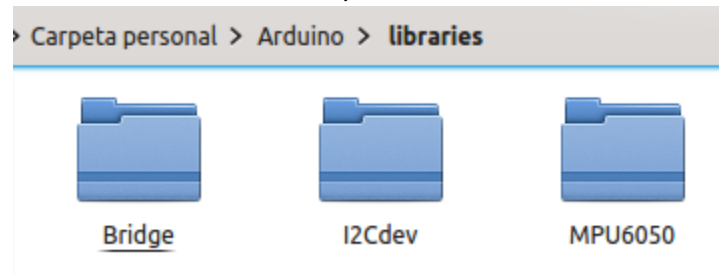


4.2.3.3. Especificaciones de Software

En este módulo se utiliza el Acelerómetro Giroscopio MPU6050, para su utilización se debe:

1.- Librerías

MPU6050 e I2Cdev se deben ubicar en la carpeta Librerías donde se instala arduino.



Librerías necesarias para la utilización del Sensor

2.- Calibración.- El proceso de calibración es importante ya que el sensor puede estar desnivelado, se realiza con el programa "calibracion_mpu6050.ino", donde el acelerómetro debe estar ubicado en la estructura y circuito donde funcionara. El arduino deberá estar conectado con el mpu6050 según el estándar I2C, para observar los datos es necesario conectar el arduino al ordenador mediante un puerto USB a fin de obtener los valores de OFFSETS.

Cuando los valores sean bajos se desconecta el arduino y el mpu6050 y quedarán esos valores como OFFSETS.

```
promedio:t -12t 14t 17896t -1t -3t 3
promedio:t 8t -10t 17887t 4t 19t -3
promedio:t 7t 12t 17877t -2t 18t 4
promedio:t -15t -6t 17887t 8t -5t -5
promedio:t -4t 9t 17843t 0t 6t -11
```

Valores offsets configurados en el Sensor

3.- Configuración de Variables.- Cada sensor devolverá valores diferentes según la posición, ambiente o estructura donde se calibre, para el correcto funcionamiento del dado se deberán modificar las variables de referencia de cada lado denominadas “face1[]” en base a los valores obtenidos en los ángulos x,y,z calculados en el método “void terapia(int time)”

```
float angx=ax/131;
float angy=ay/131;
float angz=az/131;
```

```
Serial.println(angx);
Serial.println(angy);
Serial.println(angz);
delay(1000);
```

Ángulos calculados en base a la posición del sensor

4.3. Panel de Pictogramas

4.3.1. Descripción

Ayudará al niño a mejorar sus habilidades visuales, auditivas y táctiles, el panel contendrá un total de 12 pictogramas intercambiables, lo que permite desarrollar las sesiones de trabajo bajo diferentes categorías como figuras, colores y acciones (saltar, correr), permitiendo así escalabilidad del módulo, el cual contará con estímulos auditivos y visuales.

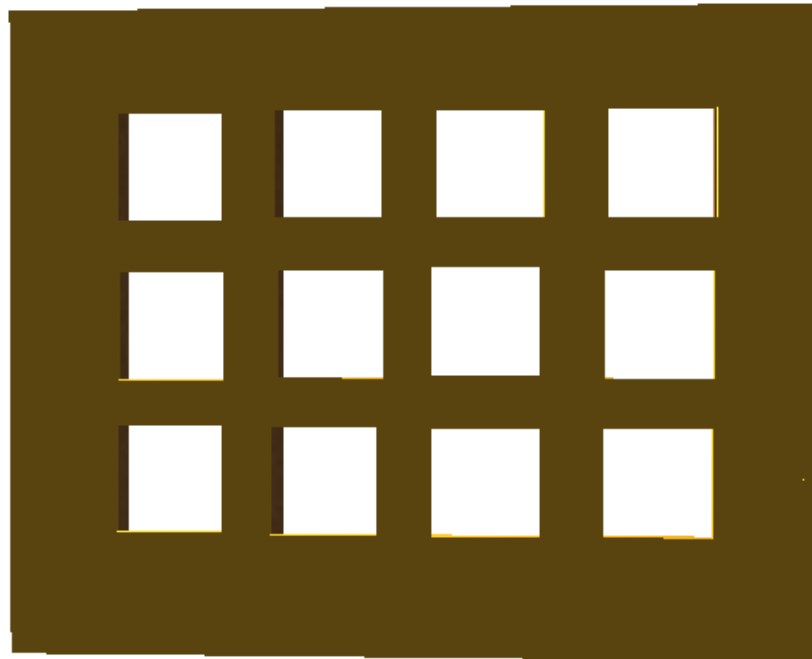
Este módulo tendrá una estructura de madera que contendrá los pulsantes que estarán elaborados mediante acrílico y madera, lo que permitirá el uso de pictogramas impresos los cuales serán colocados en la parte superior del pulsante.

4.3.2. Componentes

→ Código Fuente

→ Módulo de Madera

En la parte frontal debe tener 12 agujeros de 10cm x 10cm (corte y distribución MDF 9mm archivo adjunto “Corte MDF 9mm Panel Pictogramas.ai”), mismos donde se ubicaron los pulsantes diseñados para este módulo.



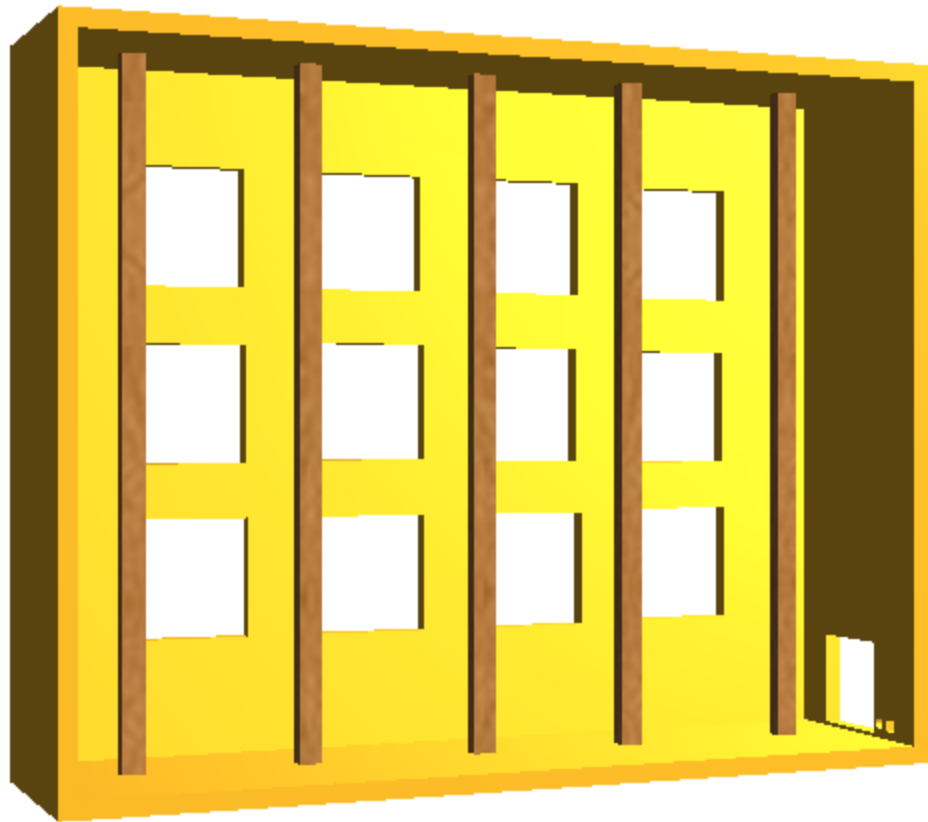
En la parte interior deberá tener 6 tiras de 5cm que servirán como soporte del pulsante deben estar alejados 12.5cm desde la parte trasera del módulo. En el lado derecho existen destajes para colocar ventiladores, switchs y plugs hembra para una fuente de alimentación eléctrica.

Las medidas requeridas son:

Altura: 60cm

Ancho: 75cm



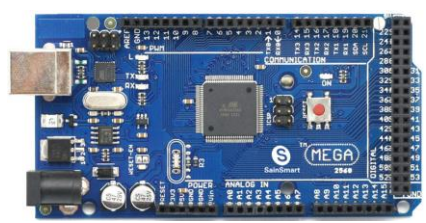

Profundidad: 20cm



→ Componentes para pulsante

Nombre	Descripción
Elementos de acrílico	Especificados en el documento "Pulsante Panel de Pictogramas.ai"
Elementos de madera	Especificados en el documento "Pulsante Panel de Pictogramas.ai"
4 Tornillos de 1" ½ y Ø 3mm 12 Tuercas para tornillo	Ayudarán al soporte de acrílico transparente y blanco.
4 Tornillos de 2" y Ø 3mm 8 Tuercas para tornillo	Ayudarán al soporte entre la base del pulsante y la base de madera que contienen los led RGB.

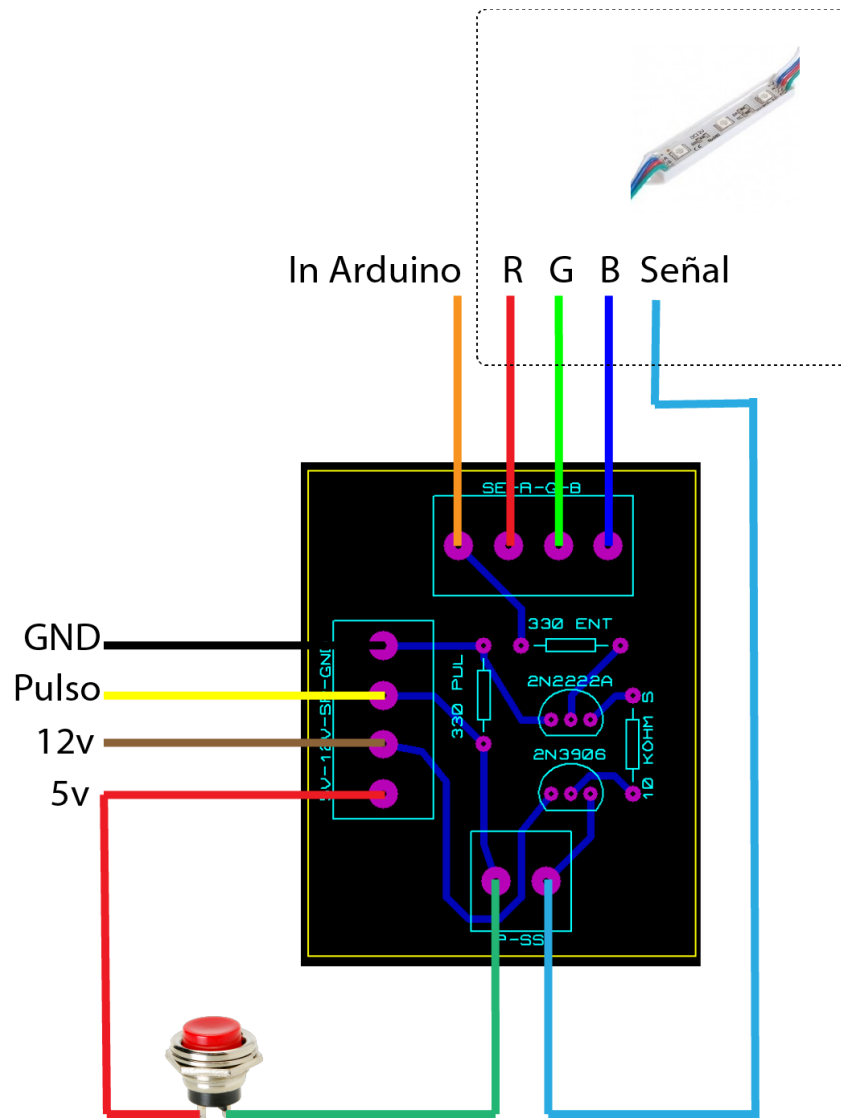
→ Componentes electrónicos

Nombre	Descripción
12 pulsantes	
2 modulos led RGB	
1 Arduino Uno R3	
Circuito electronico diseñado para Controlar Modulo	Especificados en el documento “pulsante panel.pdsprj”
1 XBee S2	

4.3.3. Proceso de ensamblaje

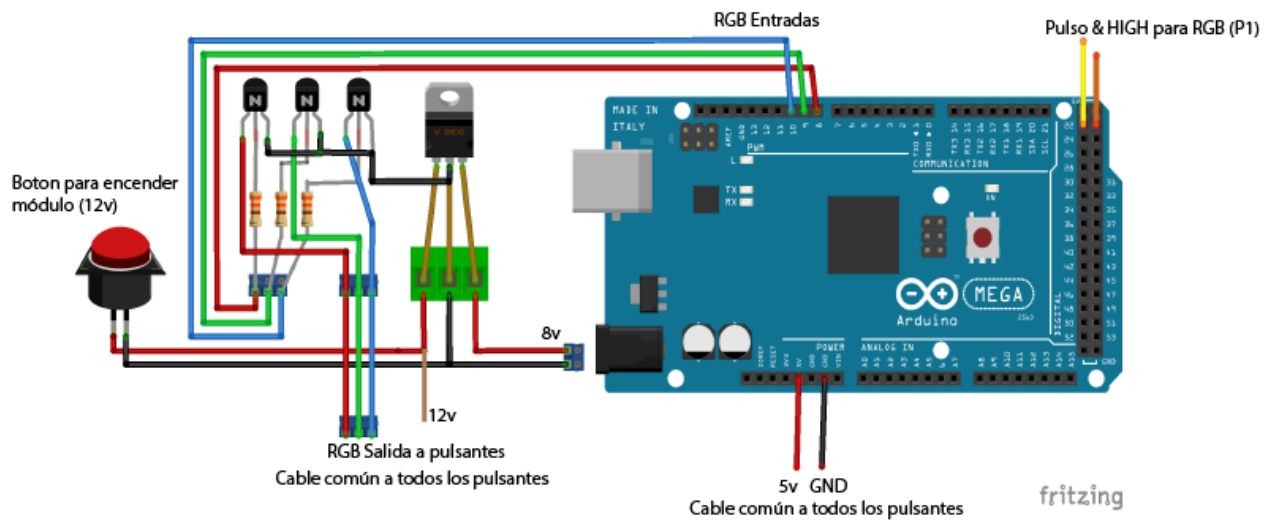
4.3.3.1. Ensamblaje de circuitos

Para el circuito que se deberá ensamblar dentro de cada pulsante, se deberá mandar a imprimir el circuito adjunto en el portafolio de archivos, una vez impresa la placa se deberá colocar los componentes en la placa, a continuación se muestra los componentes requeridos en la placa con sus respectivos nombres:



Más adelante se especificará el esquema de conexión del módulo con todos los pulsantes, el mostrado anteriormente es el que deberá tener cada pulsante, y se requiere que cada uno de estos pulsantes tengan establecida la conexión mediante cable multipar, con la finalidad que luego se unan a una línea común según el tipo de cable para la conexión con el arduino.

A continuación se muestra el circuito para controlar la iluminación de los módulos RGB, con la finalidad que los colores que se envíen desde el arduino puedan ser los correctos.

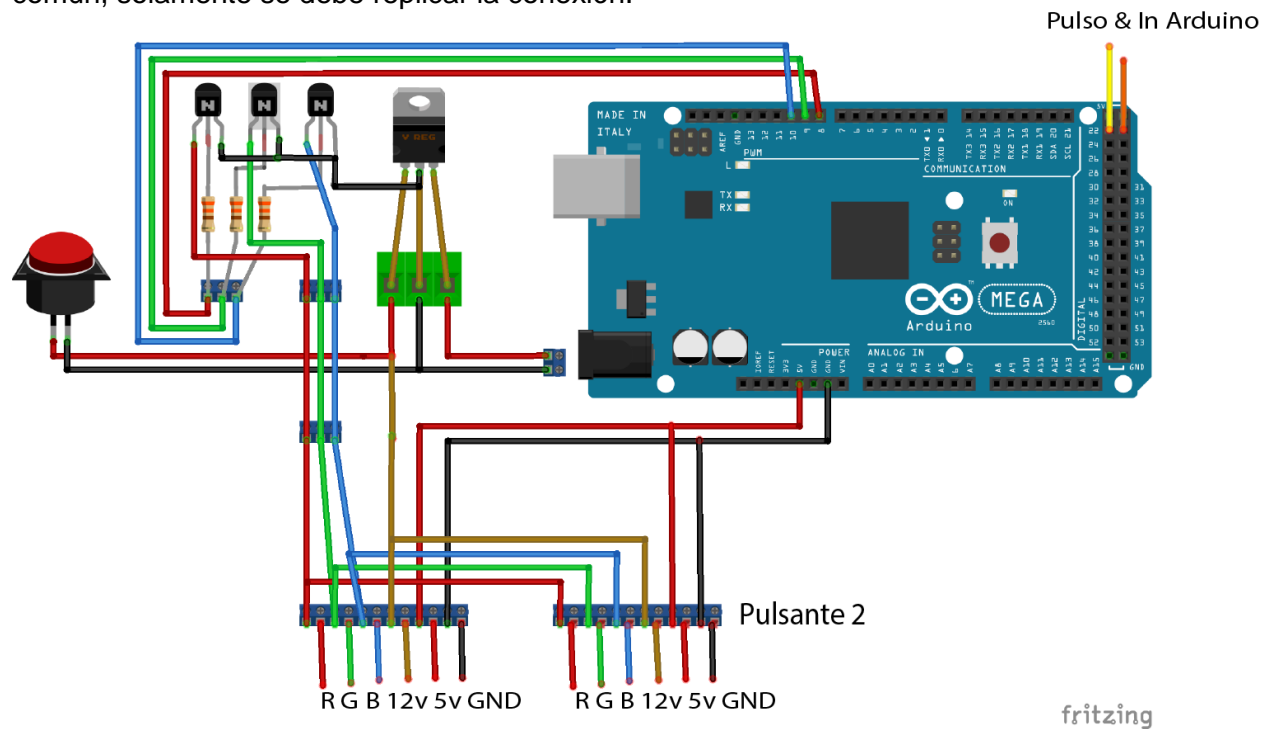


Los pines 22 y 23 están destinados para el pulsante 1, a continuación se muestra los pines correspondientes para el resto de pulsantes:

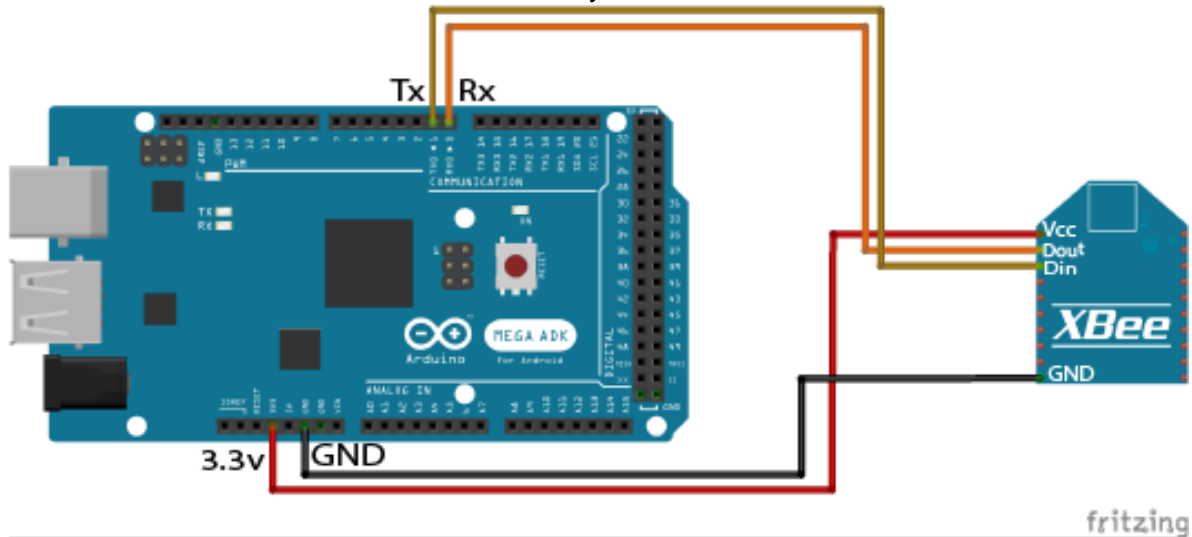
Pulsante	Pin para PULSO	Pin para HIGH de RGB
1	22	23
2	24	25
3	28	29
4	30	31
5	34	35
6	38	39
7	40	41
8	44	45
9	46	47
10	50	51
11	52	53
12	4	5

Los pulsantes cuenta con una línea común para RGB, 12v, 5v y GND, lo que permite el encendido de los diferentes pulsantes, posteriormente se mostrará un esquema general de conexión el cual muestra la conexión de los pulsantes en la estructura de madera, por cuestiones de espacio se muestra la conexión con un unico boton ya que al ser una línea

común, solamente se debe replicar la conexión.



Ahora mostraremos la conexión entre el XBEE y el arduino



Para la conexión del XBee utilizaremos los siguientes pines:

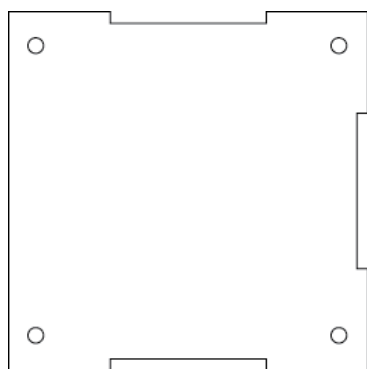
Pin	Características
1	Vcc
2	Dout

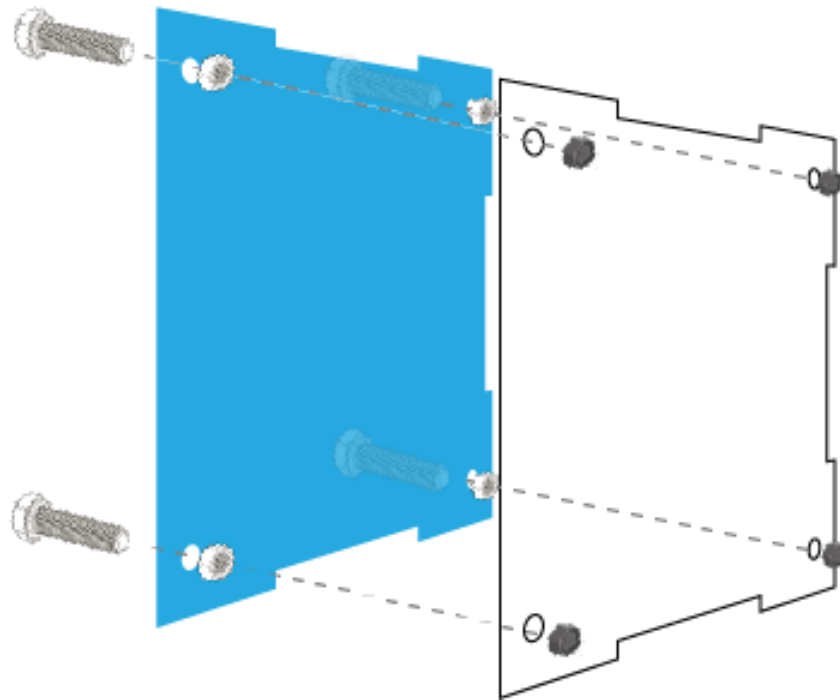
3	Din
10	GND

4.3.3.2. Ensamblaje de estructuras

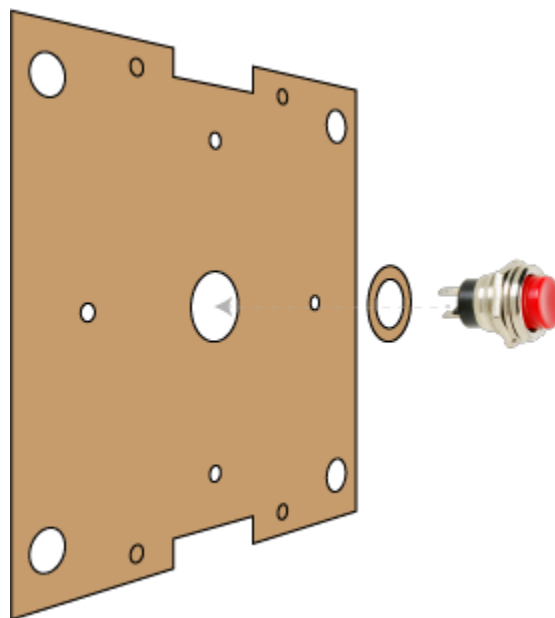
Para el ensamblaje del pulsante se deberá realizar los siguientes pasos para el correcto armado del mismo, una vez armado el pulsante este deberá ser colocado en la estructura de madera antes mencionada. Los elementos del pulsante de este módulo se especifican en el archivo adjunto “Pulsante Panel de Pictogramas.ai”, en donde se muestra el material en el que serán elaborados, asumiendo que se cuentan con todos los elementos para el pulsante;

1. Para la cubierta del pulsante necesitaremos el acrílico transparente y el blanco, y mediante los 4 tornillos, se creará una sola estructura, el acrílico transparente (ilustrado de manera azul y llamado base A) irá en la parte superior, se pasarán los tornillos, luego una tuerca que servirá de espacio entre los dos acrílicos.

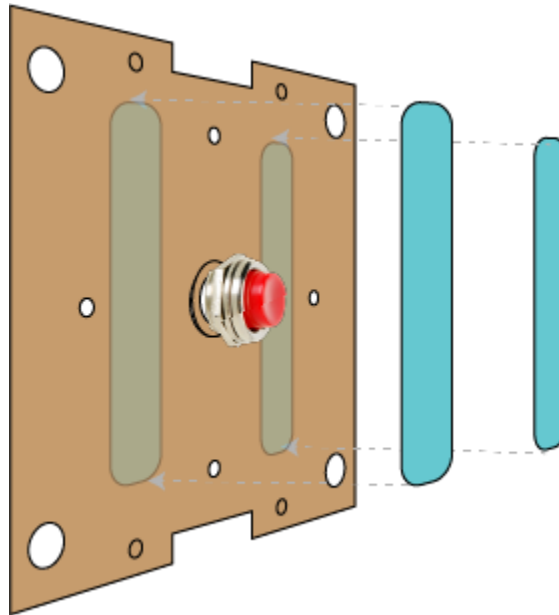




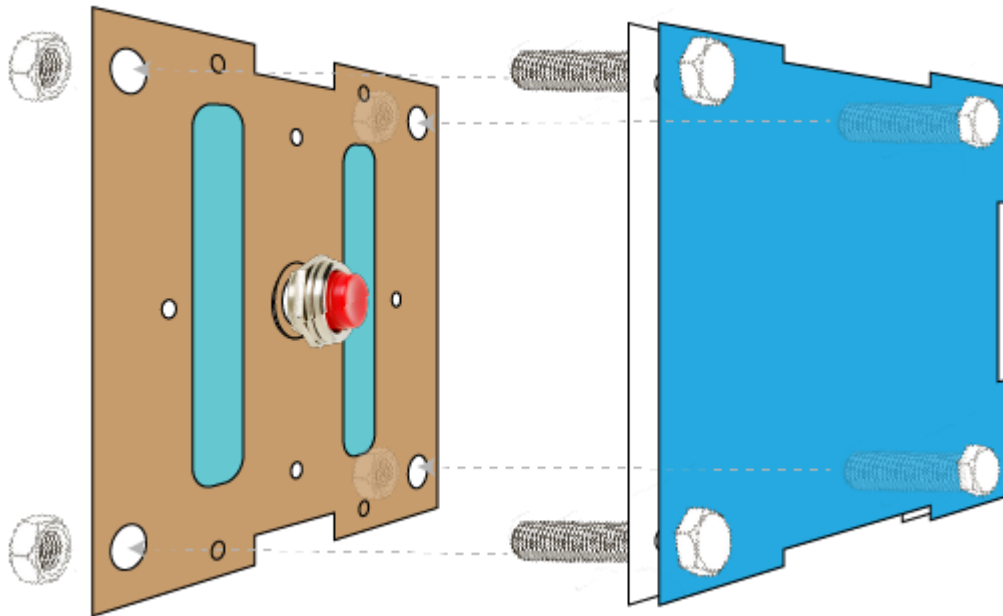
2. Ahora debemos colocar el aro de madera junto con el pulsante en la base de madera que servirá de soporte para estos elementos.

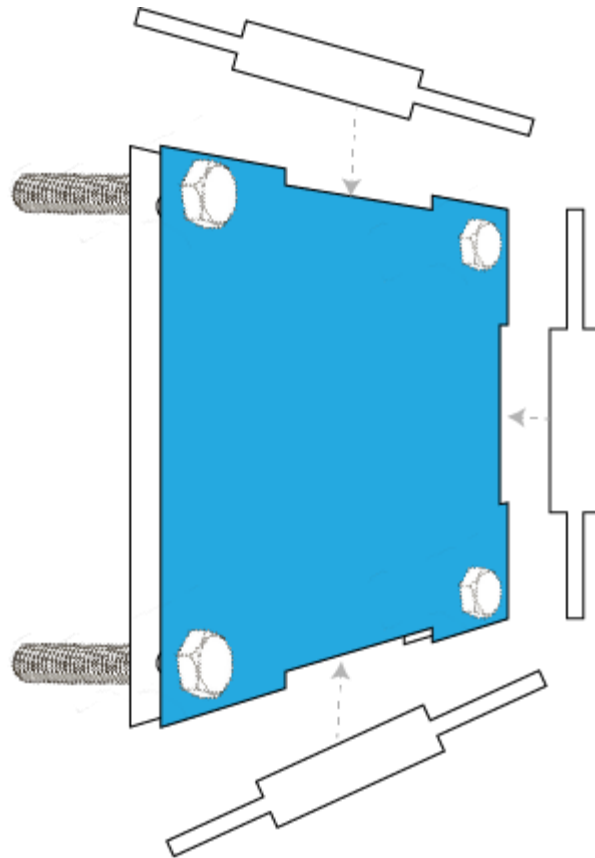


3. Ahora pegaremos los modulos led RGB (base B)

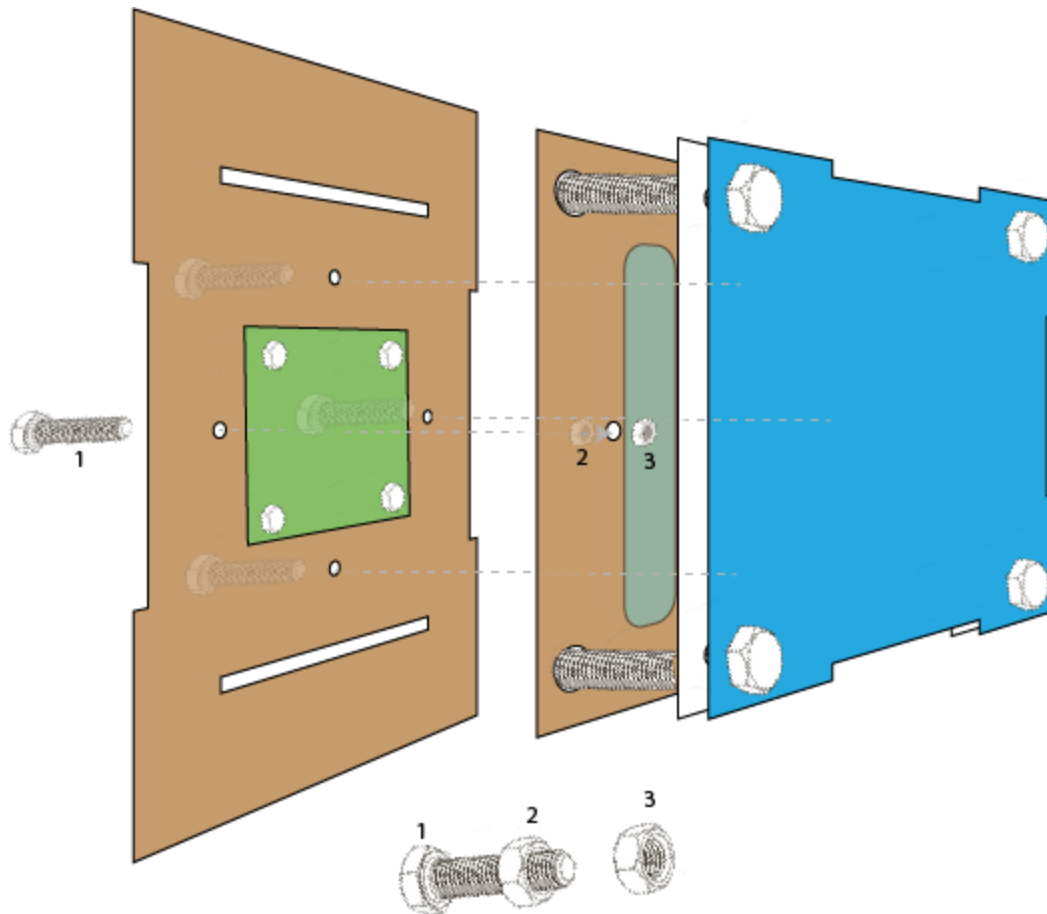


4. A continuación con los tornillos de 1" ½ uniremos la base A y B, de esta forma en la primera base pondremos los pictogramas, mientras que en la B nos servirá para los RGB





5. Una vez armada la sección anterior, se debe unir con la base del pulsante para que la estructura se sostenga, para esto deberemos usar los tornillos de 2", estos pasaremos a través de los orificios de la base de madera y los uniremos con la base B, considerar que el circuito electrónico (color verde) ya debe estar colocado y con sus respectivas extensiones de cable para conexiones.

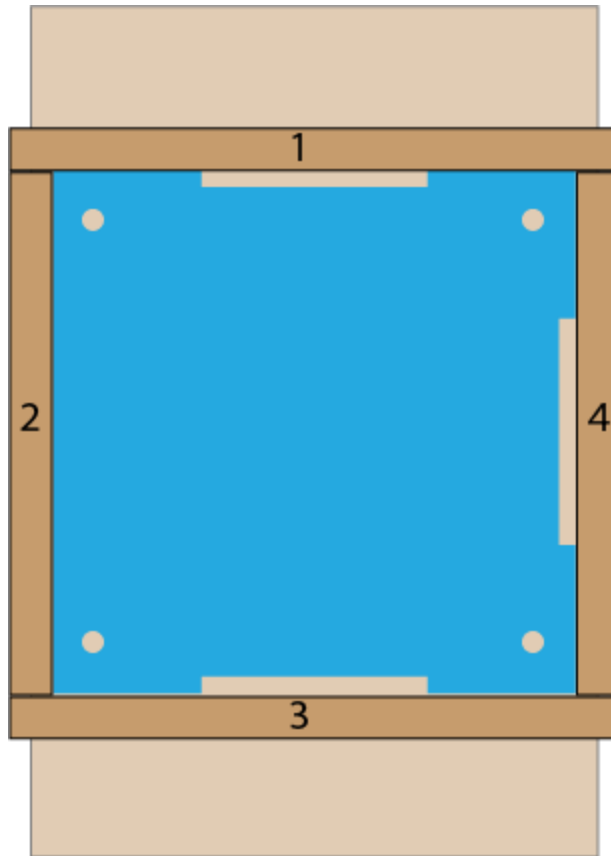


Como se observa en la figura, el tornillo debe ingresar por los agujeros, luego se debe poner una tuerca en cada uno de estos que servirán de soporte de la placa B, finalmente ajustamos con otra tuerca.

6. Luego con las cubiertas de madera cubriremos el contorno de las placas y a la vez se encaja con la placa base.

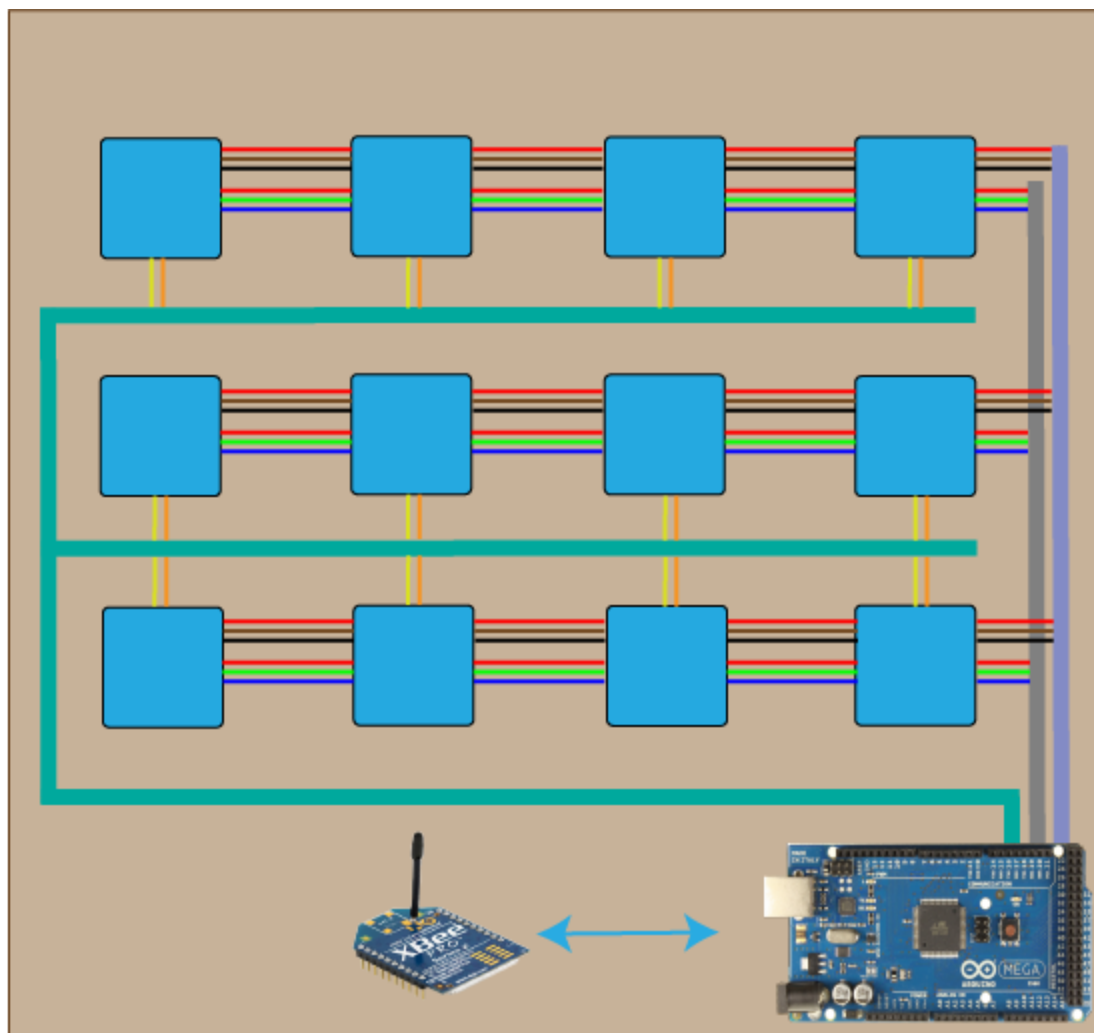


La ubicación de las tapas de madera se muestra en la siguiente figura:



*Las tapas quedan alineados con la base por cuestiones de ilustración se dejó de un grosor mayor

Para la parte de la conexión de pulsantes se tiene el siguiente esquema general:



4.4. Tubo de Brillo

4.5. Descripción

Este módulo consta de dos tubos que se iluminarán mediante led rgb, en el interior de estos tubos podemos poner papel picadillo o cualquier elemento liviano de papel o similares, se integra dos pulsantes para pie independientes que se conectan con los módulos.

4.5.1. Componentes

→ Código Fuente

El código fuente a utilizar en la placa Arduino UNO se encuentra en el Archivo: "motores.ino" ubicado en la carpeta Dado.

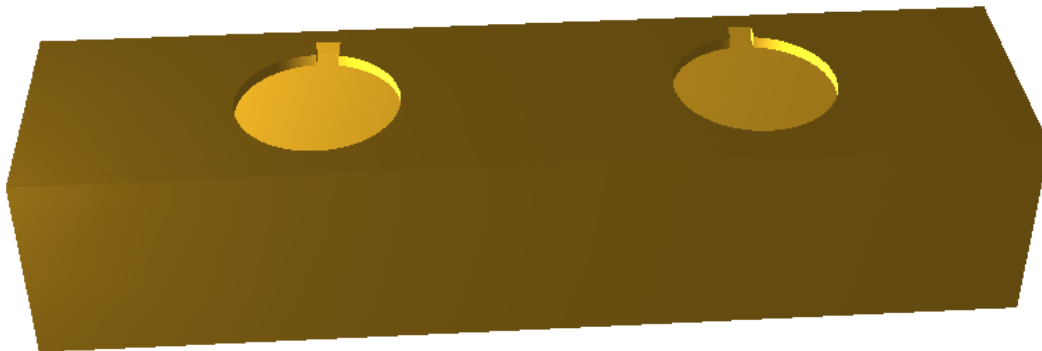
→ Modulo de Madera

Es necesario en la parte superior dos circunferencias de 20 cm de diámetro (corte en mdf 9mm archivo adjunto “Corte MDF Tubo.ai”), y un destaje de 3cm para un soporte de madera, las medidas requeridas son

Altura: 25 cm

Ancho: 30cm

Profundidad: 120 cm









→ Tubo de Acetato

Nombre	Descripción
Elementos de acrílico	Especificados en el documento “Base Tubo.ai”
2 Papel de Acetato	Forma los tubos, las medidas requeridas son: Altura: 69cm Anchura: 66cm
2 Malla	Malla para tapar los extremos del tubo, 20cm de diámetro
20 Tornillos de ½” y Ø 3mm 20 Tuercas para tornillo	Ayudarán al soporte de acrílico y la malla
4 Tornillos de 1” ½”y Ø 3mm 8 Tuercas para tornillo	Ayudarán al soporte entre la base del tubo y los motores
2 tiras de Madera	Soporte del tubo de acetato y la iluminación, 3cm de ancho y 85cm

	de alto
--	---------

→ Componentes electrónicos

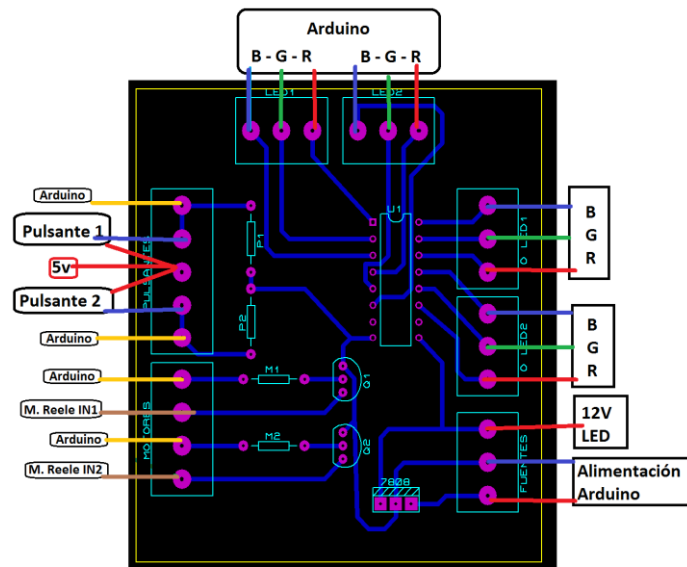
Nombre	Descripción
2 pulsantes	
4 modulos led RGB	
1 Arduino Uno R3	
Circuito electronico diseñado para Controlar Modulo	Especificados en el documento “tubo de brillo.pdsprj”

<p>2 Motores 172X150X51 de 110V</p>	
<p>Shield de relé de 2 canales para Arduino 5V 1</p>	
<p>1 XBee S2</p>	

4.5.2. Proceso de ensamblaje

4.5.2.1. Ensamblaje de circuitos

El circuito diseñado para el control de este módulo, consta de borneras, resistencias de 300 Ohm, Integrados UNL2003, transistores 2n2222A y un TIP7808 para la alimentación del Aduino, desde Arduino ingresa los colores para los módulos RGB (I1 RGB) y sus salidas (O1 RGB), Se conecta con el módulo de relé las salidas de la tarjeta(SM1) y desde arduino las entradas correspondientes para activar el motor (M1), para el pulsante se conecta en (P1 y 5V) la señal para arduino se toma de (SP1).



La distribución de los pines en la placa de Arduino se realizará de la siguiente manera:

Pin	Descripción
13	Modulo RGB 1 Rojo
12	Modulo RGB 1 Verde
10	Modulo RGB 1 Azul
9	Modulo RGB 2 Rojo
8	Modulo RGB 2 Verde
7	Modulo RGB 2 Azul
2	Recibe la señal del pulsante 1
3	Recibe la señal del pulsante 2
6	Activa Motor 1

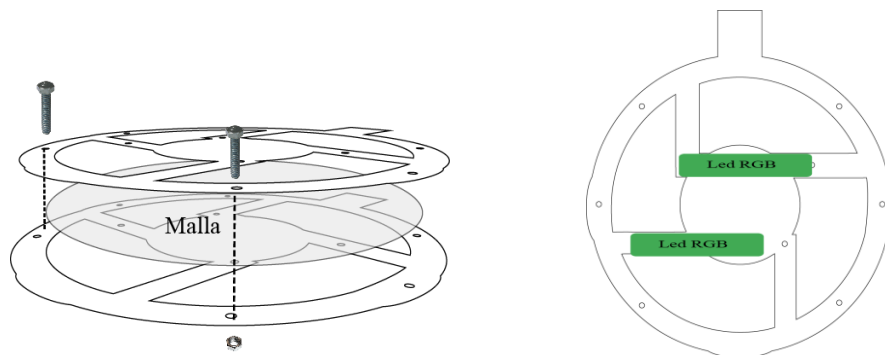
7	Activa Motor 2
---	----------------

4.5.2.2. Proceso de Ensamblaje

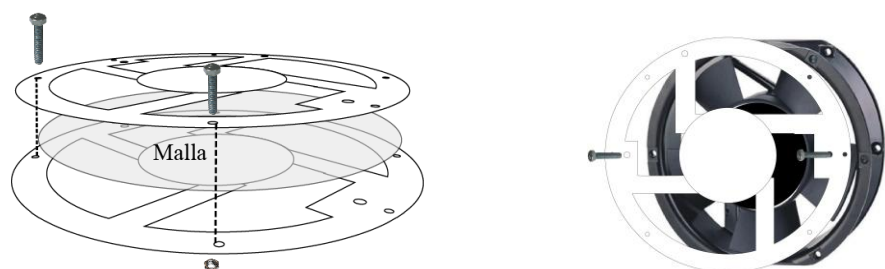
Pulsantes para Pie.- está formado por un cajas de madera de 30cm x 30xm y dos resortes de 5cm, mismos que permiten realizar el mecanismo de pulso con el pie, el mecanismo del pulsante debe ser conectado en el módulo y servirá para activar los motores.

Tubos de Acetato

La parte superior están diseñadas para ser sostenidas por el soporte de madera de 3cm y el tubo de papel acetato. Similar a la base es necesario ensamblarlas con una malla que permite obtener flujos de aire, en la parte inferior se deben colocar los módulos RGB, los cables para ellos llegan mediante una canal de 5mm en la tira de madera que soporta la tapa superior el papel acetato enrollado en forma de tubo



La base para el tubo constituye discos de acrílico blanco diseñados para colocar mallas que permiten fluir el aire generado por los motores, el diámetro es de 19.85 cm, mismos que deben ser colocados con pernos sobre los motores.



4.6. Piano de Luces

4.6.1. Descripción

Enfocado al desarrollo de la memoria, atención y concentración, por medio de la creación de secuencias de luces, animales, frutas o medios de transporte, los cuales deberán ser recordados y reproducidos por el niño, además se considera la fuerza del pulso la cual se medirá en tres niveles (alto, medio o bajo) de presión, este módulo contará con estímulos visuales y auditivos.

4.6.2. Componentes

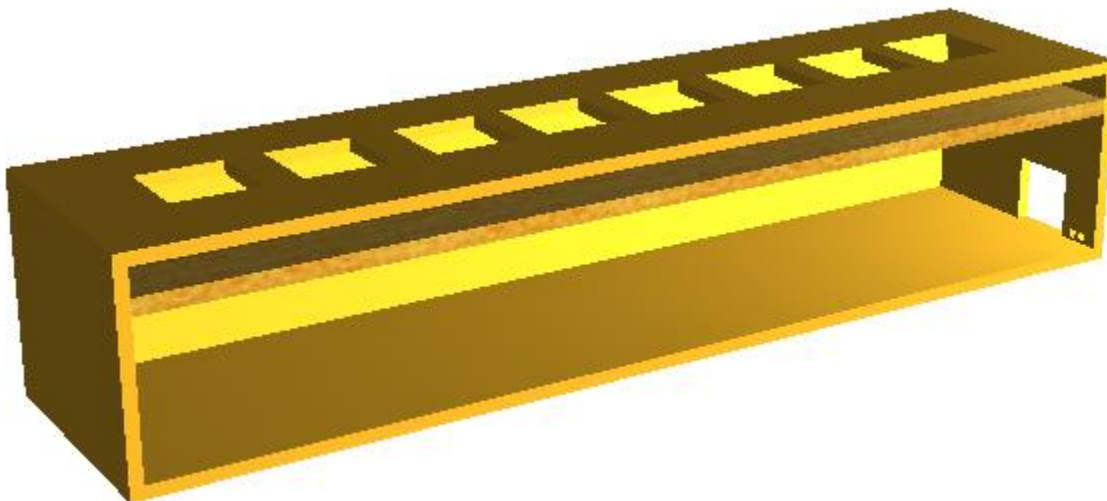
→ Modulo de madera

El módulo de madera es una estructura que permite colocar un total de 8 pulsantes, los cuales medirán grado de presión, estos pulsantes están colocados a una separación de 5cm, cada pulsante tiene una dimensión de 10cmx10cm, se tendrá una base en la estructura con la finalidad de dar soporte a los 8 pulsantes.

Altura: 25cm

Anchura: 125 cm

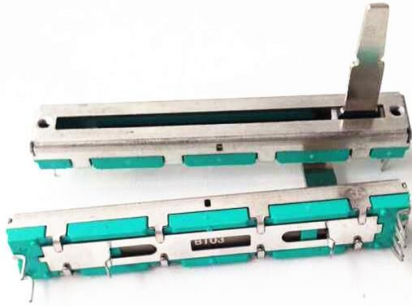

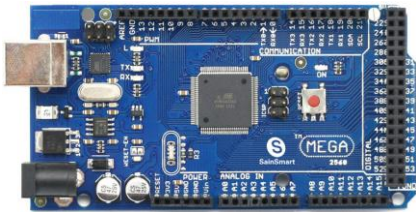
Profundidad: 30 cmm




→ Componentes para pulsante

Nombre	Descripción
Elementos de acrílico	Especificados en el documento "Pulsante Piano de Secuencias.ai"
Elementos de madera	Especificados en el documento "Pulsante Piano de Secuencias.ai"
4 Tornillos de 3" y Ø 3mm 12 Turcas para tornillo	Ayudarán al soporte de acrílico transparente y blanco.
4 Tornillos de 3" ½ y Ø 6mm 8 Turcas para tornillo	Ayudarán al soporte entre la base del pulsante y la base de madera que contienen los led RGB.

→ Componentes electrónicos

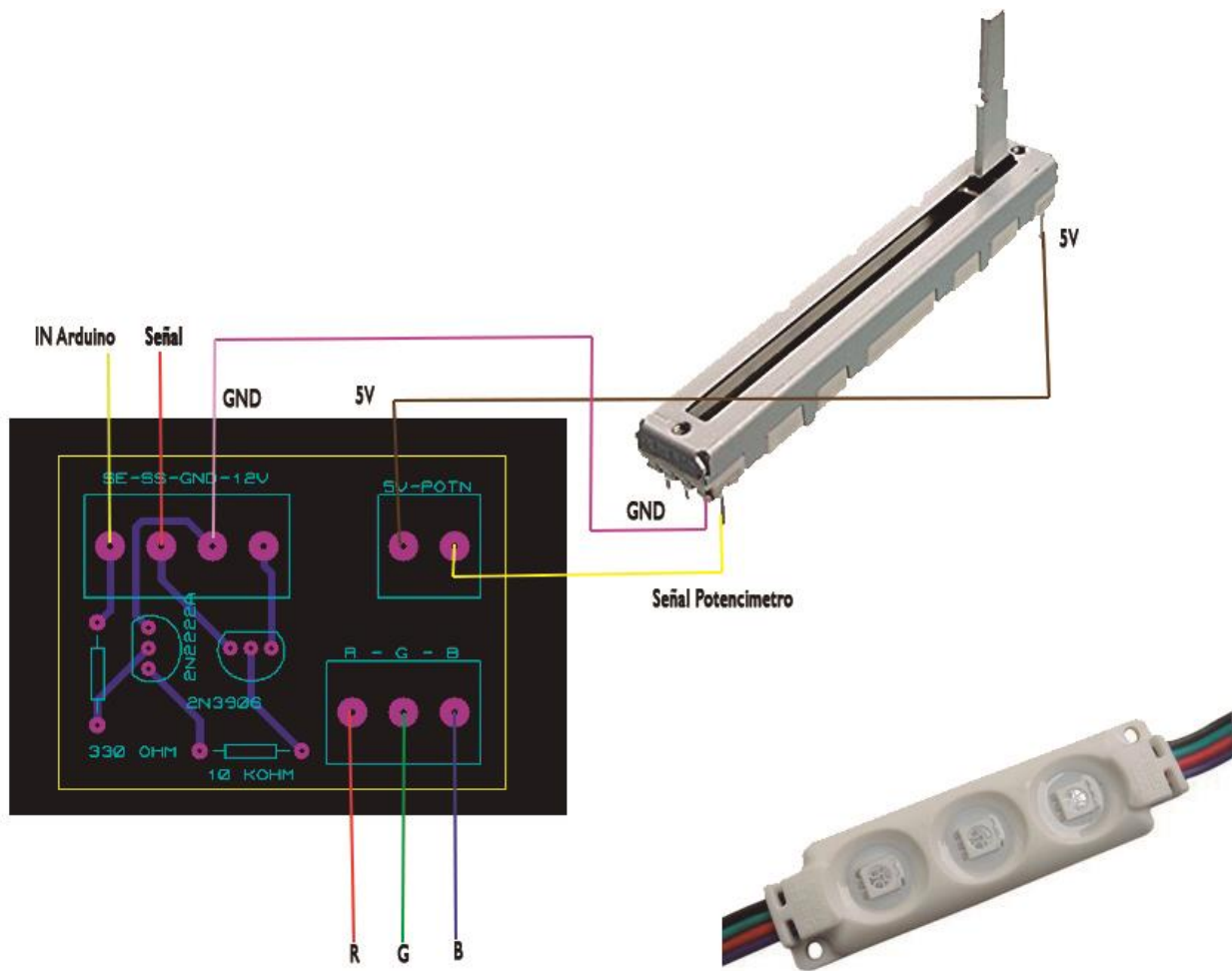
Nombre	Descripción
8 Potenciómetros lineales 10K	
2 modulos led RGB	
1 Arduino Uno R3	

Circuito electronico diseñado para Controlar Modulo	Especificados en el documento "pulsante piano.pdsprj"
1 XBee S2	

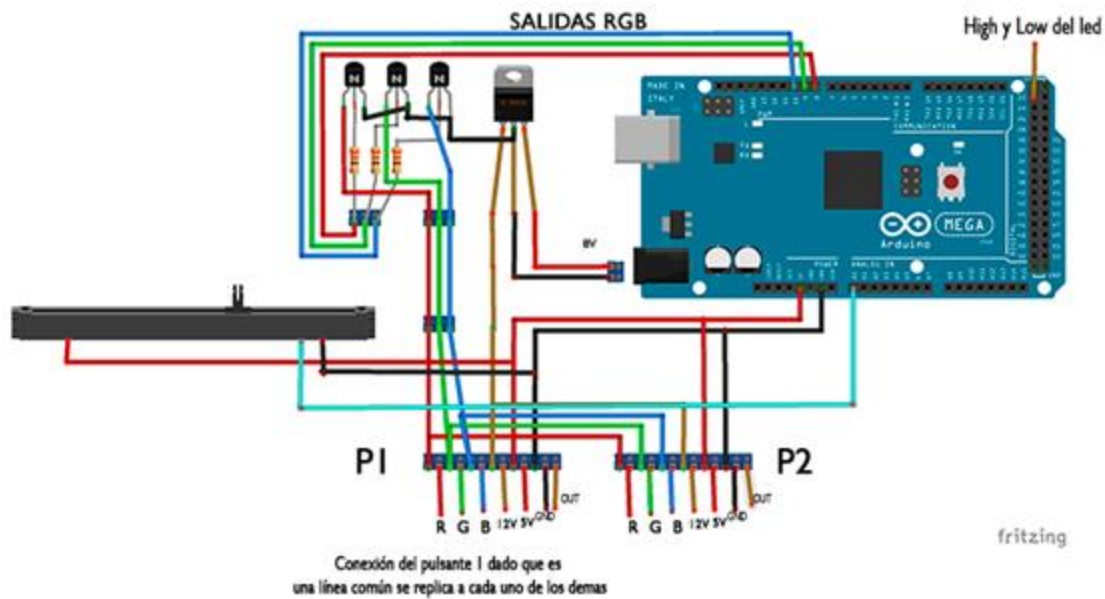
4.6.3. *Proceso de ensamblaje*

4.6.3.1. Ensamblaje de circuitos

Para el circuito que se deberá ensamblar dentro de cada pulsante, se deberá mandar a imprimir el circuito adjunto en el portafolio de archivos, una vez impresa la placa se deberá colocar los componentes en la placa, a continuación se muestra los componentes requeridos en la placa con sus respectivos nombres:



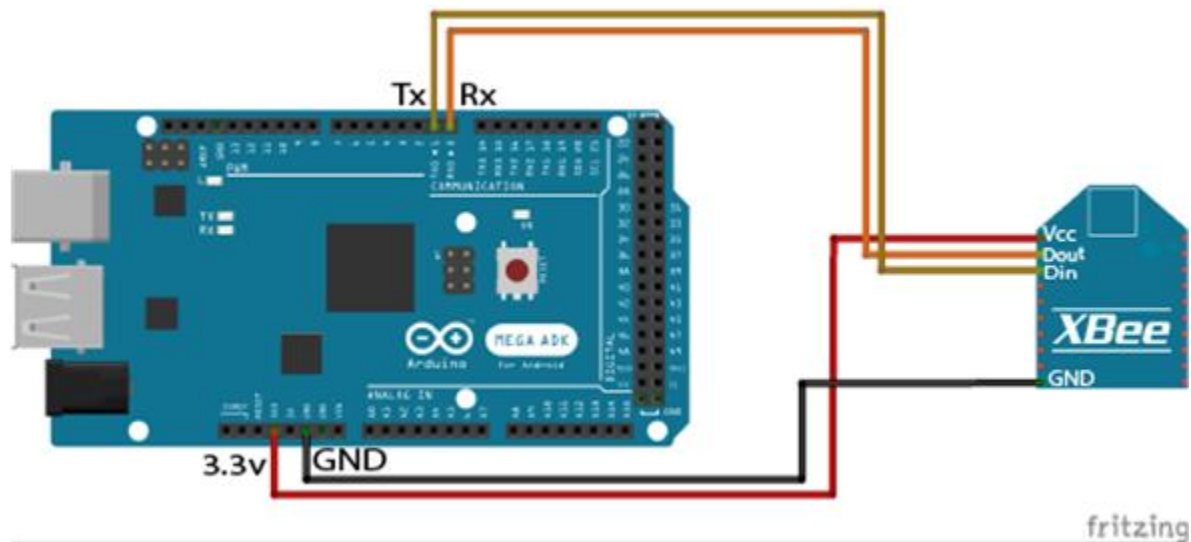
A continuación, se muestra el circuito para la iluminación y la medición de la fuerza que se aplica al pulsante, con la finalidad que el pulsante tenga el color correcto RGB y la fuerza necesaria para que se encienda, todo controlado desde la tarjeta Arduino y conectado a través de cable multipar con la finalidad de tener una línea común con todos los pulsantes, cada uno de los pulsantes tiene un encendido independiente.



El pin digital y pin analógico A0 están destinados para el pulsante 1, a continuación se muestra los pines correspondientes para el resto de pulsantes:

Pulsante	High / Low del led	Pin medición de fuerza
1	22	A0
2	24	A1
3	26	A2
4	28	A3
5	30	A4
6	32	A5
7	34	A6
8	36	A7

Ahora mostraremos la conexión entre el XBEE y el arduino



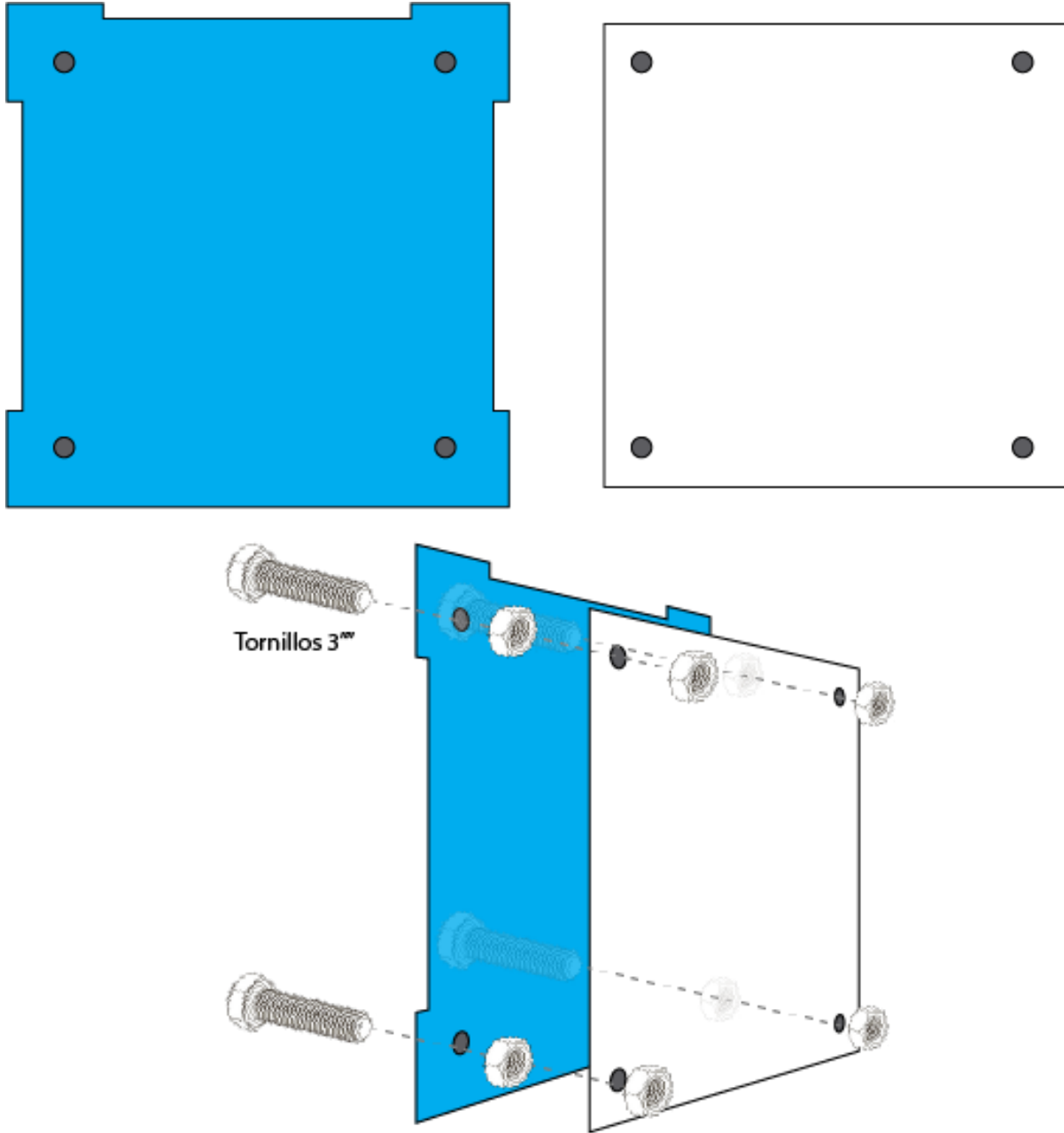
Para la conexión del XBee utilizaremos los siguientes pines:

Pin	Características
1	Vcc
2	Dout
3	Din
10	GND

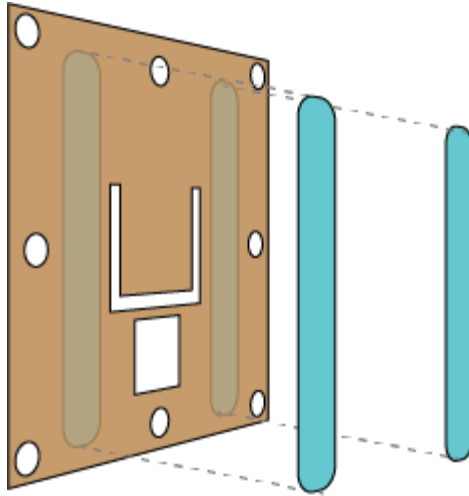
4.6.3.2. Ensamblaje de estructuras

Para el ensamblaje del pulsante se deberá realizar los siguientes pasos para el correcto armado del mismo, una vez armado el pulsante este deberá ser colocado en la estructura de madera antes mencionada. Los elementos del pulsante de este módulo se especifican en el archivo adjunto “Pulsante Piano de Secuencias.ai”, en donde se muestra el material en el que serán elaborados, asumiendo que se cuentan con todos los elementos para el pulsante:

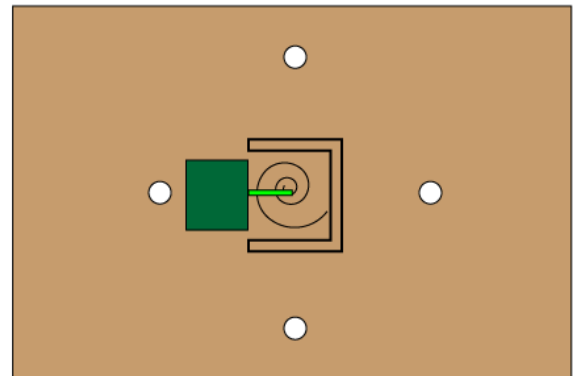
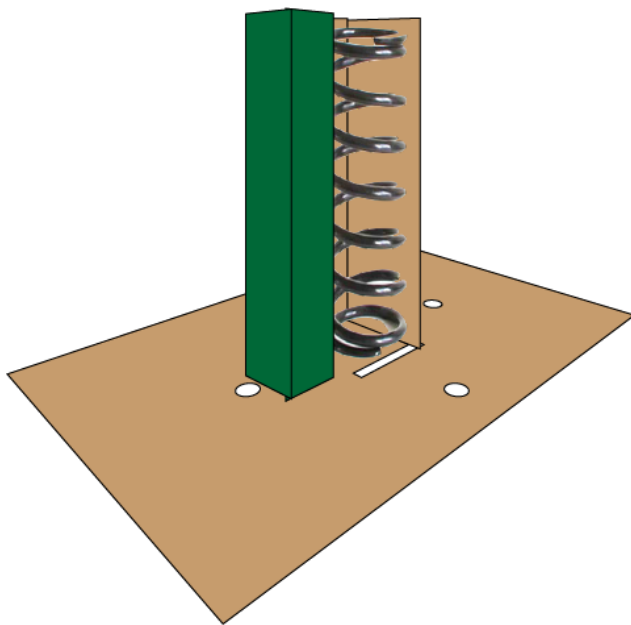
1. Para la cubierta del pulsante necesitaremos el acrílico transparente y el blanco, y mediante los 4 tornillos, se creará una sola estructura, el acrílico transparente (ilustrado de manera azul y llamado base A) irá en la parte superior, se pasarán los tornillos, luego una tuerca que servirá de espacio entre los dos acrílicos.



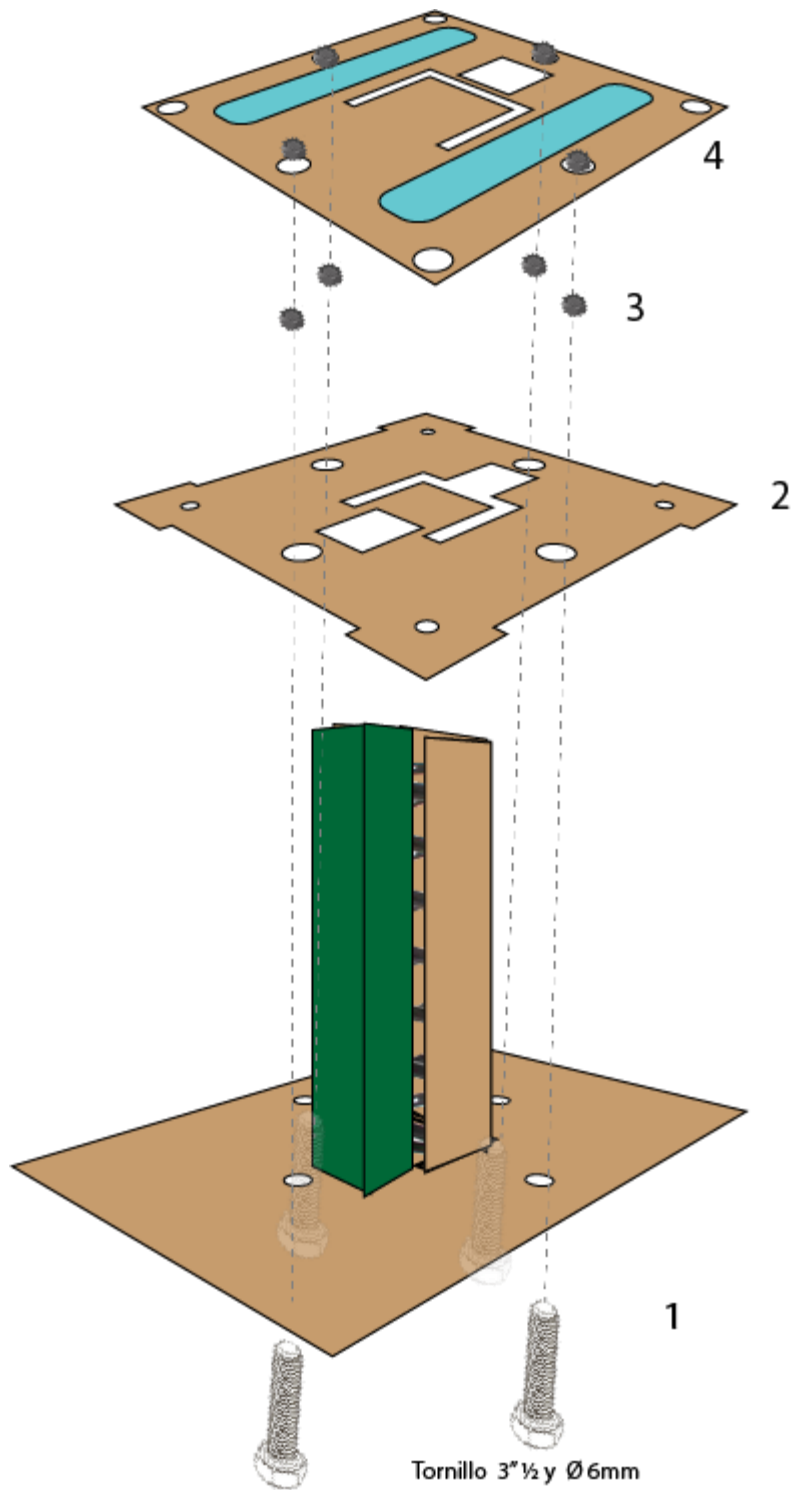
2. Ahora pegaremos los módulos RGB en la placa de madera como muestra la figura (placa B):



3. Ahora en la placa base colocaremos las tiras de madera que servirán de guía para el resorte.

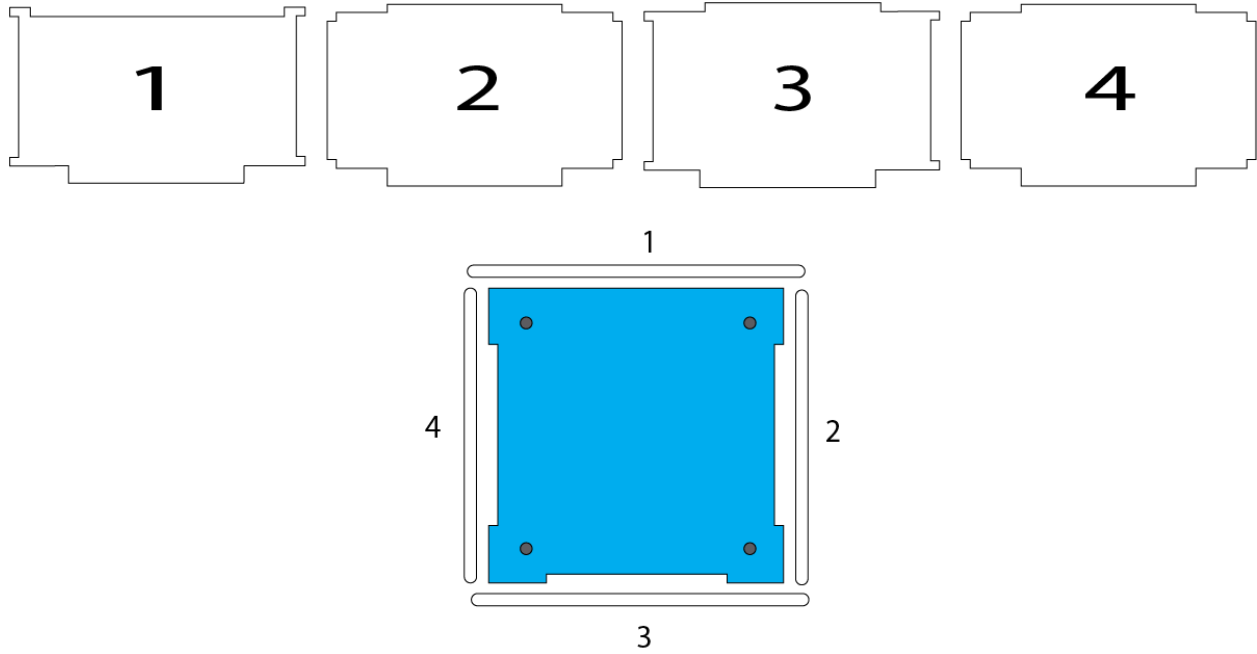


4. A continuación uniremos las placas base, placa guía y A como muestra la siguiente imagen:

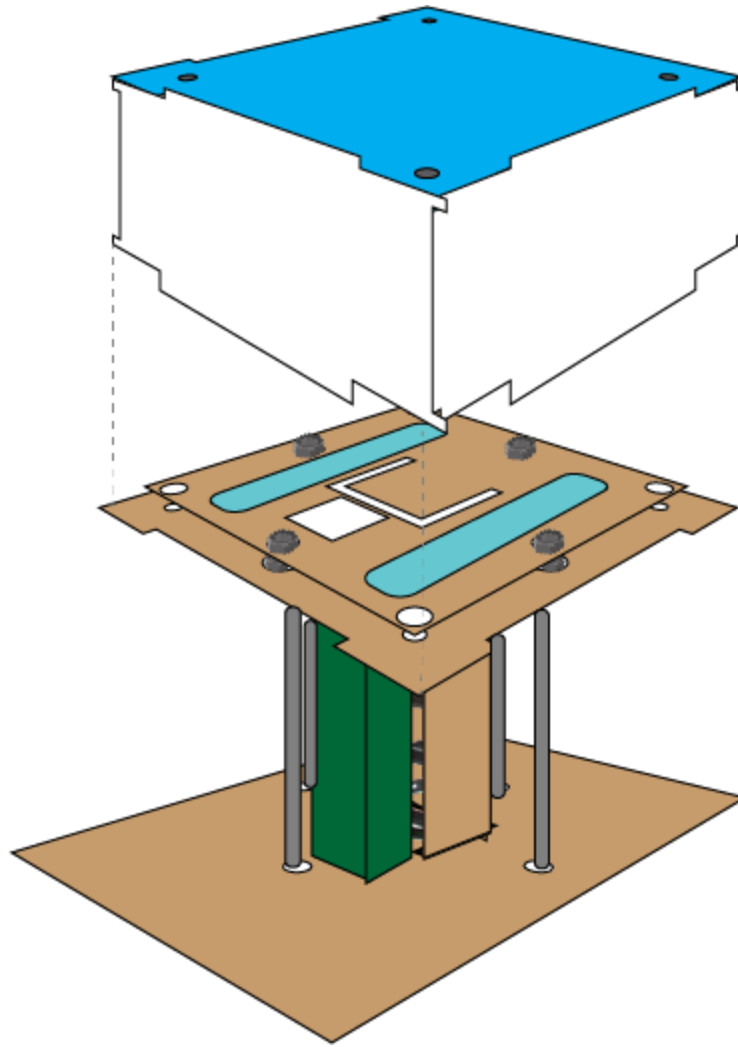


Lo que se debe hacer es colocar los tornillos en la placa base para que sea guía de la placa guía, luego aseguramos con las tuercas para posteriormente colocar la placa B y asegurar nuevamente con tuercas.

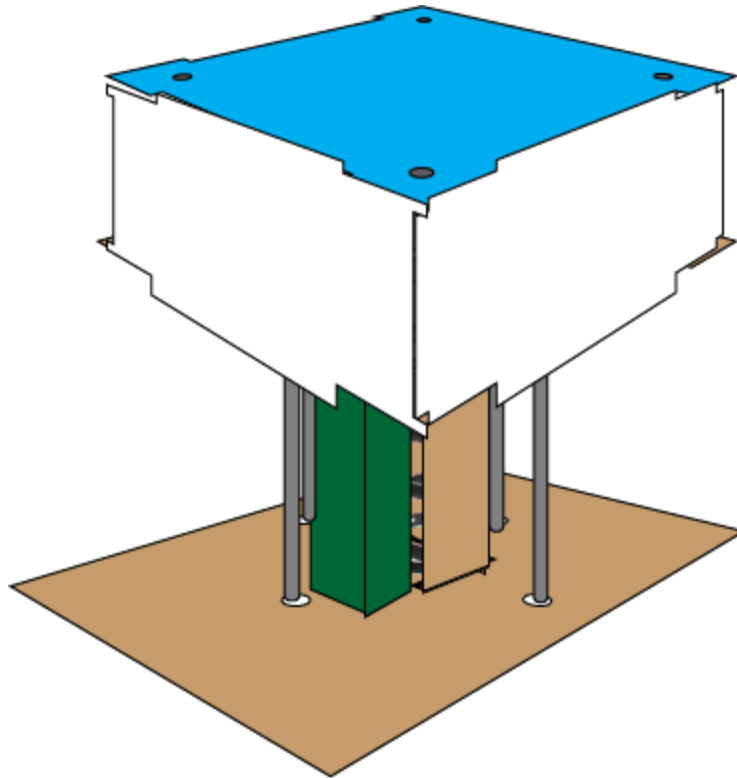
5. Ahora colocaremos las tapas a la base A que es la conformada por el acrílico, esto servirá para cubrir la base A con la base guía, se deberá pegar de la siguiente manera:



6. Una vez pegado se unirá con la base creada en el paso 5.



7. Finalmente el botón quedará de la siguiente forma:



4.7. Vumetro

4.7.1. Descripción

Este módulo ayuda en el trabajo de vocalización, estimulando el sentido de la vista, mejorando la concentración, permitiéndole al niño controlar el volumen de su voz, cuenta con ocho escalones que se pueden configurar con diferentes colores, los cuales se encenderán con colores llamativos según la potencia de los sonidos generados (mayor potencia mayor cantidad de escalones encendidos y viceversa).

Este módulo está compuesto de madera y acrílico lo que le permite una mayor distribución de la luz.

4.7.2. Componentes

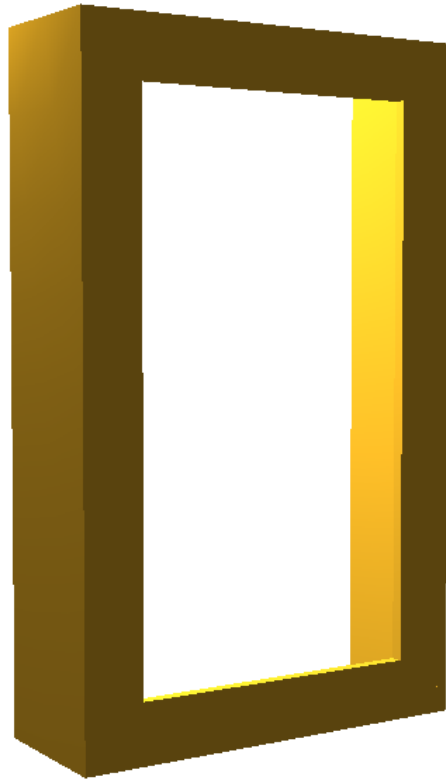
→ Módulo de madera

En la parte frontal podemos observar una estructura de madera (corte archivo "vumetro.pb-cab"), la cual posee un agujero en donde se ubica una plancha de acrílico blanco que permite el reflejo de la luz generada por los módulos rgb. Las medidas requeridas para la estructura de madera son:

Altura: 85 cm

Ancho: 52 cm.

Profundidad: 20 cm



Estructura frontal de madera

Las medidas requeridas para la plancha de acrílico son:

Altura: 70 cm

Ancho: 40cm



Placa de acrilico

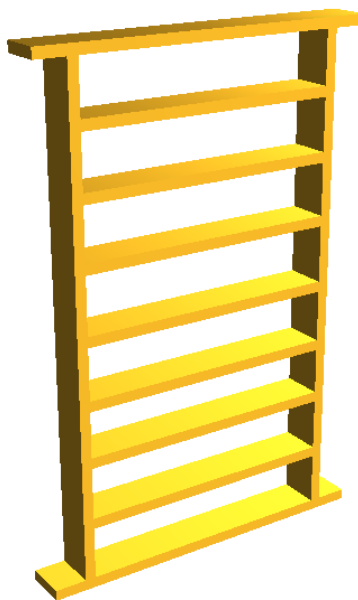
En la parte inferior se encuentra una estructura en forma de escalera (corte archivo “vumetro caja.pb-cab”) que marcará las separación de los colores, esta escalera cuenta con 8 agujeros los que representan los diferentes pisos del módulo, cada agujero tiene las siguientes medidas:

Altura: 73 cm

Ancho: 37 cm

Profundidad: 6 cm

La separación entre cada piso es de 7.5cm.



Estructura interna escalera de madera



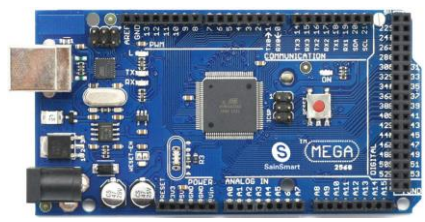

En la parte de atrás de la escalera se encuentra una placa de madera en donde se deben poner los módulos RGB.



Tablero de madera

→ Componentes electrónicos

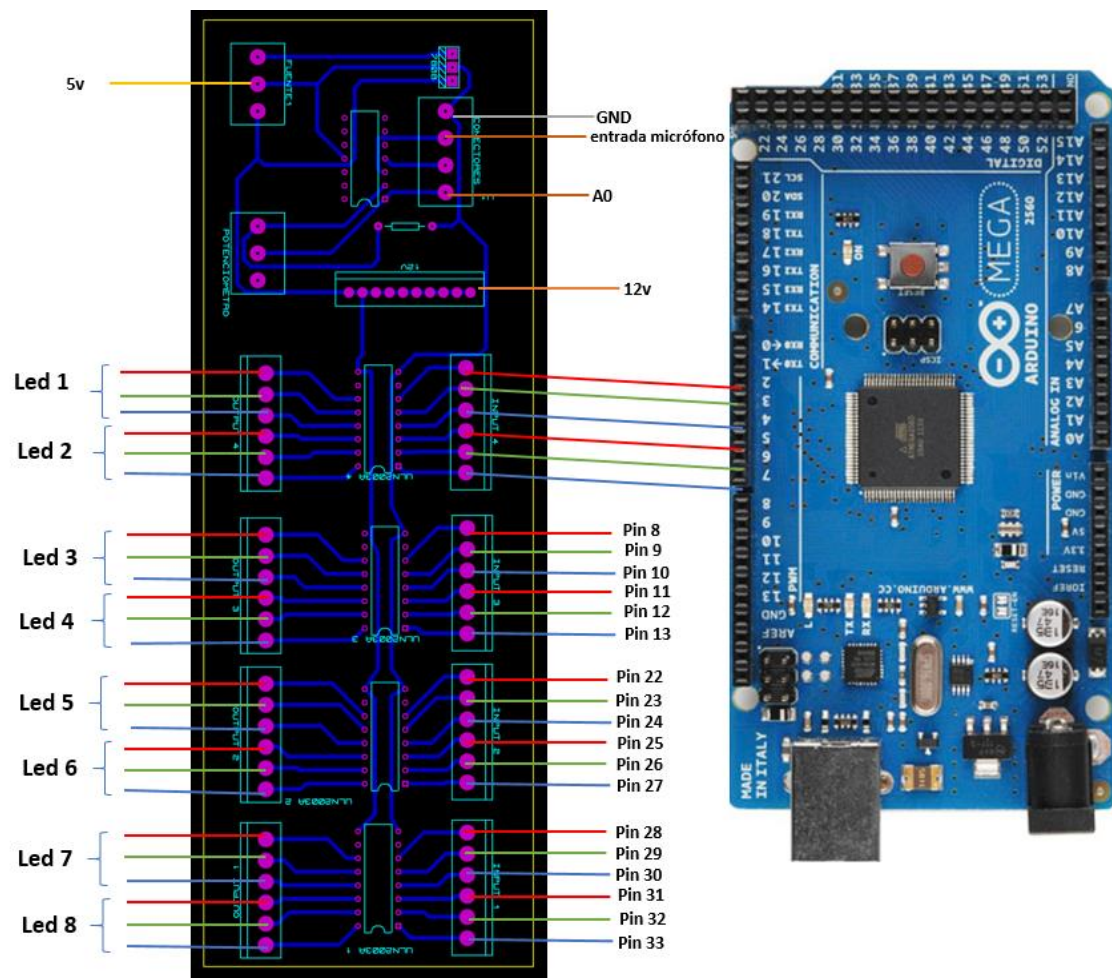
Nombre	Descripción
--------	-------------

1 microfono	
24 modulos led RGB	
1 Arduino Uno R3	
Circuito electronico diseñado para Controlar Modulo	
1 XBee S2	

4.7.3. Proceso de ensamblaje

4.7.3.1. 4.6.3.1 Ensamblaje de circuitos

Para el circuito que se deberá ensamblar para el control de las luces y la entrada del micrófono, se deberá imprimir en circuito adjunto en el portafolio de archivos , una vez impresa se deberá colocar los distintos componentes, a continuación se muestra la conexión de la placa con los distintos componentes como arruino, micrófono, XBee, etc.

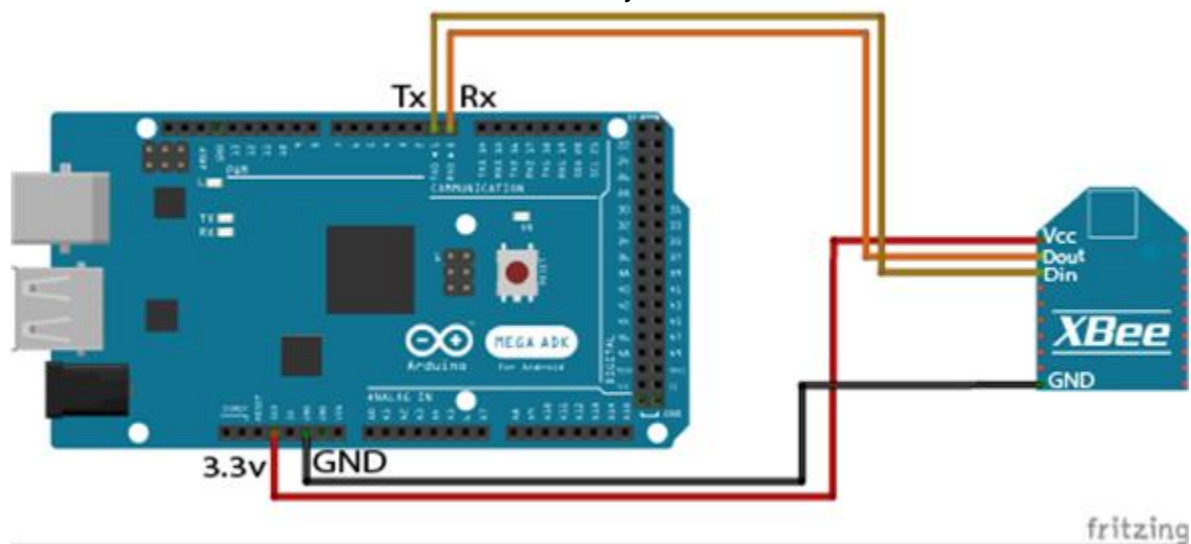


A continuación se muestra una tabla con los diferentes pines de acuerdo a cada led, cabe recalcar que cada led corresponde a un escalón antes mencionado, comenzando desde la parte inferior correspondiente al led 1, y la parte superior correspondiente al led 8

Led	Pin R (RED)	Pin G (Green)	Pin B (Blue)
1	2	3	4
2	5	6	7
3	8	9	10
4	11	12	13
5	22	23	24

6	25	26	27
7	28	29	30
8	31	32	33

Ahora mostraremos la conexión entre el XBEE y el arduino



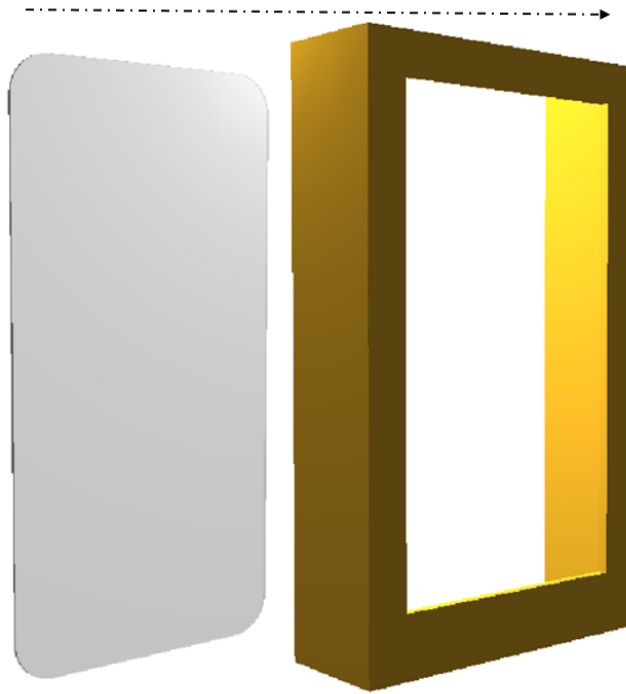
Para la conexión del XBee utilizaremos los siguientes pines:

Pin	Características
1	Vcc
2	Dout
3	Din
10	GND

4.7.3.2. 4.6.3.2 Ensamblaje de estructuras

Para el armado de la estructura se debe realizar los siguientes pasos:

1. Se debe pegar la plancha de acrílico con la parte delantera de madera, para que la luz pueda ser reflejada de forma correcta.



2. En la placa de madera se deberán atornillar los módulos RGB, se utilizaran 3 módulos por escalón

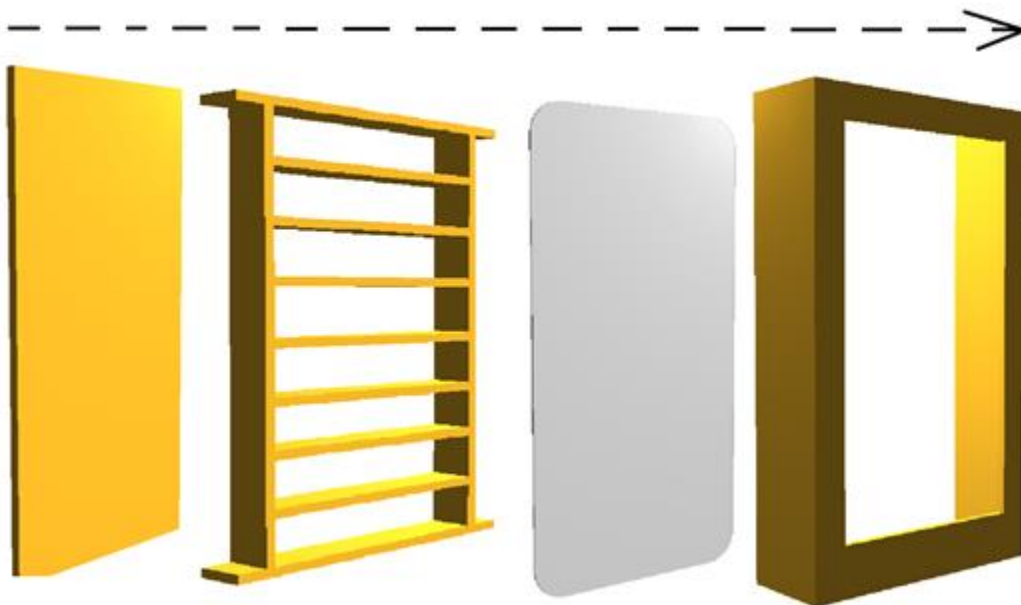


3. En la estructura en forma de escalera recubrimos su interior con panel tipo arcoiris para que la luz sea reflejada y distribuida de forma uniforme.

4. Unimos las dos piezas la placa de madera y la escalera.



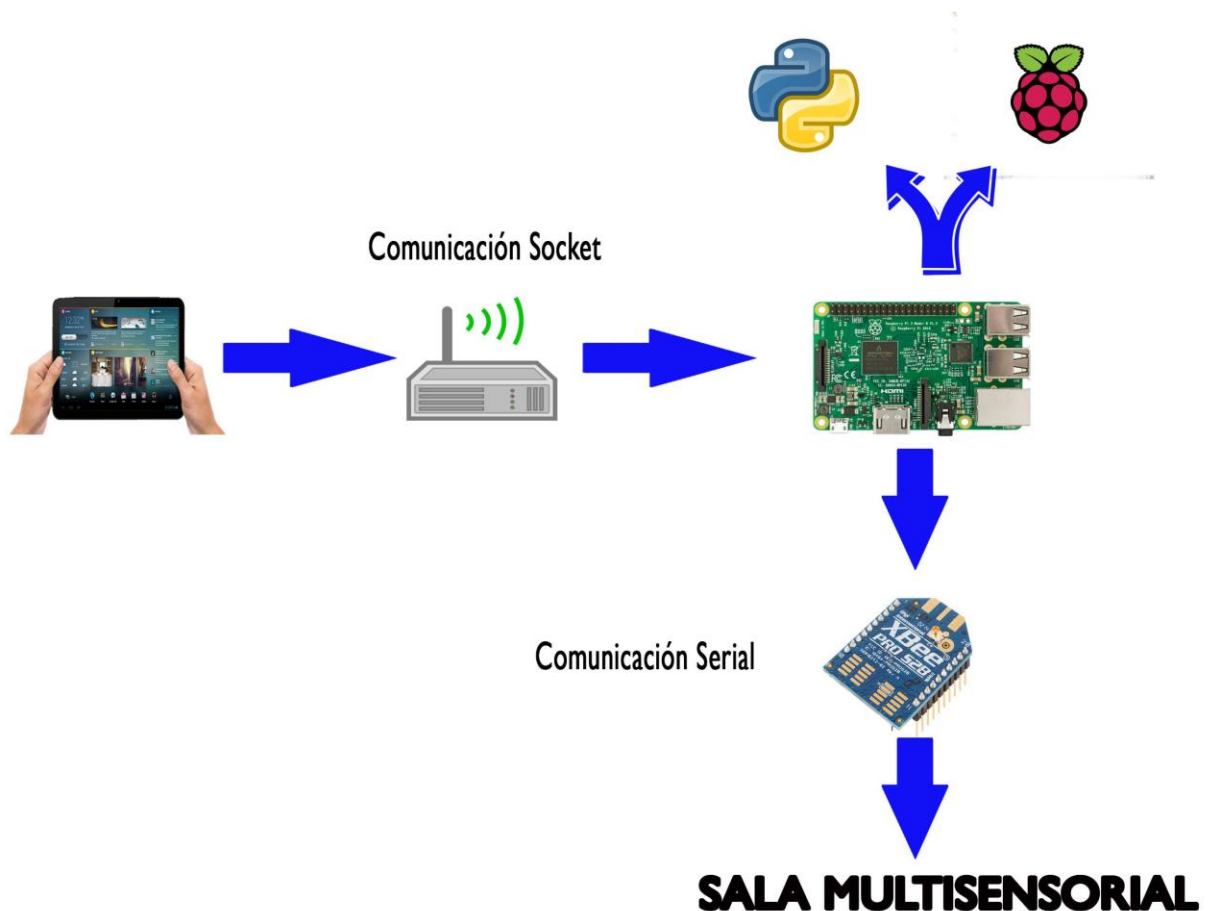
5. Por último unimos todas las piezas utilizando tornillos para que el módulo sea fácilmente desarmable.



5. Sistema de Gestión Centralizado de la Sala Multisensorial

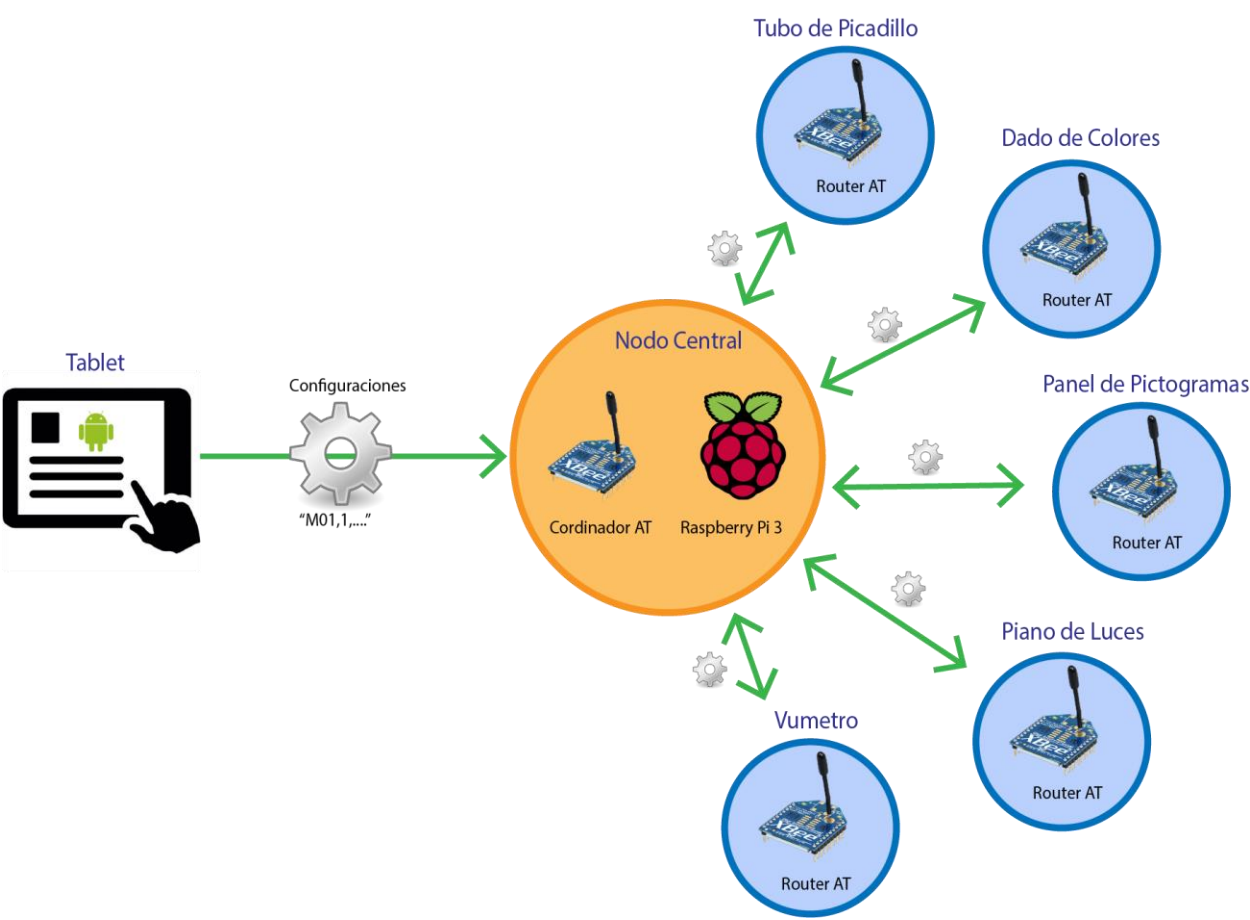
La comunicación entre la aplicación móvil y el nodo central se basa en un socket realizado en el lenguaje de programación python donde se recibirá los datos necesarios para la configuración de la sala, los datos se enviará y recibirá a los y desde los módulos de la sala con una comunicación serial a través del dispositivo XBEE, cuando se recibe datos desde la sala se verifica el código para verificar a qué módulo es correspondiente y realizar los procesos que correspondan a dicho módulo como: salida de audio o comunicación con otro módulo.

El manejo de audio para la sala se maneja a través de archivos de mp3 que tiene un código único y están asociados a su respectivo pictograma.



6. Protocolo de Comunicación

Para la comunicación entre la aplicación móvil y los módulos, es necesario de el nodo central el cual es el intermediario y permite que los datos de personalización para los diferentes módulos puedan llegar a su destino, para que la comunicación sea posible se utilizó módulos XBEE S2 los cuales permiten comunicación inalámbrica entre estos, logrando así una interconexión automática entre los módulos y el nodo central con la finalidad de recepcion y envio de datos, a continuación se mostrará un diagrama general de la comunicación:



Los datos necesarios para comunicación de los módulos de la sala multisensorial se mostrarán en los siguientes literales, esto se define según la necesidad de datos que requiera el módulo, es decir cada módulo tendrá especificaciones diferentes para su funcionamiento, cabe recalcar que los únicos datos del paquete enviado desde el nodo central que coinciden son:

"M01,1,..."	
ID de modulo	Estado del módulo (1. Encendido, 2. Demostracion, 3. Apagado)
"M01"	1

6.1. Nodo de control central

El nodo central actuará como intermediario entre el dispositivo móvil y la sala con una comunicación socket y serial, el nodo central podrá enviar y recibir datos para la configuración completa de la sala.

6.2. Dado de Colores

Los datos necesarios para el dado de colores se especifican en la siguiente tabla que representa el paquete de datos enviados desde el dispositivo móvil por medio del nodo central:

“M03,1,255;0;0;255;0;0;255;0;0;255;0;0;255;0;0,1000;ok”

ID de modulo	Estado del módulo	RGB1 RGB2 RGB3 RGB4 RGB5 RGB6	Tiempo de Espera	Validador
M03	1	255;0;0;255;0;0;255;0;0;255;0;0; 0;255;0;0;255;0;0	1000	ok

Esta representación asignará los colores a cada lado del dado

- **ID de módulo:** Para identificar los datos, en caso de que sea el código correcto los datos serán procesados
- **Estado del modulo:** Existen 3 estados
 - 1->Encendido
 - 2->Demostración
 - 3->Apagado
- **Tiempo de espera:**
- **RGB led 1... led 6:** 3 datos por cada color separados por “;”
- **Tiempo de Espera:** Un valor estático antes de pedir un nuevo valor.
- **Dato de comprobación:** Es utilizado para comprobar que la cadena haya llegado completa.

6.3. Panel de Pictogramas

Los datos necesarios para el panel de pictograma se especifican en la siguiente tabla que representa el paquete de datos enviados desde el dispositivo móvil por medio del nodo central:

“M01,1,255;0;0,2,perro,codperro,1”

ID de modulo	Estado del módulo	RGB1 ...RGB6	Posición de pictogramas	Nombre de Pictograma	Codigo de Pictograma	Tipo de Juego
--------------	-------------------	--------------	-------------------------	----------------------	----------------------	---------------

M01	1	255;0;0	2	perro	codperro	1
-----	---	---------	---	-------	----------	---

Esta representación es para un solo pictograma, en el caso de que sean mas pictogramas (hasta 12), el color RGB se aumentará con una separación de “;”, de igual forma para posiciones, nombres y códigos.

“M01,1,255;0;0;255;0;255,2;4,perro;gato,codperro;codgato,1”

- **RGB:** Los datos necesarios para que el pulsante contenga un color determinado, viene dato por tres datos R= red, G= green y B= blue.
- **Posición de pictogramas:** Determina la posición del pictograma (entre 1 y 12), en caso de tener varios pictogramas aumentará este dato, las posiciones estarán separadas por “;”.
- **Código de Pictograma:** Identificador del pictograma el cual servirá para contestar al nodo central y que pueda identificar el pictograma para la reproducción de audio.
- **Tipo de Juego:** Siendo 2 tipos de juegos, el primero con una secuencia de luces hasta el pictograma deseado, mientras que el segundo se activaran todos los pulsantes teniendo así que colocar todos los pictogramas y seleccionar únicamente los correctos.

6.4. Tubo de Brillo

Los datos necesarios para el dado de colores se especifican en la siguiente tabla:

“M04,1,255;0;0;255;0;0,ok”

ID de modulo	Estado del módulo	RGB1 RGB2	Validador
M03	1	255;0;0;255;0;0	ok

Esta representación asignará los colores a cada lado del dado

- **ID de módulo:** Para identificar los datos, en caso de que sea el código correcto los datos serán procesados
- **Estado del modulo:** Existen 5 estados
 - 1->Encendido
 - 2->Demostración
 - 3-> Activar con Pulsantes
 - 4-> Secuencia
 - 5->Apagado
- **RGB led 1... led 2:** 3 datos por cada color separados por “;”
- **Dato de comprobación:** Es utilizado para comprobar que la cadena haya llegado completa.

6.5. Piano de Luces

Los datos necesarios para el piano de luces se especifican en la siguiente tabla que representa el paquete de datos enviados desde el dispositivo móvil por medio del nodo central:

"M02,1,255;0;0,perro,codperro,3,2;4;1,1"

ID de modulo	Estado del módulo	RGB	Nombre del Pictograma	Código de Pictograma	Número de secuencia	Secuencia	Nivel de Fuerza
M02	1	255;0;0	perro	codperro	3	2;4;1	1

Esta representación es para un solo pictograma, en el caso de que sean mas pictogramas (hasta 8), el color RGB se aumentará con una separación de ";", de igual forma para posiciones, nombres, códigos y secuencia.

6.6. Vumetro

Los datos necesarios para el funcionamiento del vumetro se especifican en la tabla que representa el paquete de datos enviados desde el dispositivo móvil por medio del nodo central:

"M05,1,2,255,255,255,255,0,0,0,255,0,0,0,255,255,255,0,255,0,255,0,255,255,255,100,160,ok"

ID de modulo	Estado del módulo	Tipo de voz	RGB led 1	RGB led 2	...RGB led 7	.RGB led 8	Dato de comprobación
M05	1	1	0,255,0	255,0,0	255,0,0	0,0,255	ok

- **ID de módulo:** Para identificar los datos, en caso de que sea el código correcto los datos serán procesados
- **Estado del modulo:** Existen 3 estados
 - 1->Encendido
 - 2->Demostración
 - 3->Apagado
- **Tipo de voz:** Se presentan 2 tipos
 - 1->Voz Baja
 - 2-> Voz Alta
- **RGB led 1... led 8:** 3 datos por cada color separados por ","
- **Dato de comprobación:** Es utilizado para comprobar que la cadena haya llegado completa.