



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

Diseño y construcción de un controlador MIDI utilizando distintos componentes  
de control físicos

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en Sonido y Acústica

Profesor guía

Ing. Marcelo Darío Lazzati Corellano

Autor

Roberto Andrés Vásquez Torres

Año

2014

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Marcelo Darío Lazzati Corellano

Ingeniero en Ejecución de Sonido

171163573-8

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

---

Roberto Andrés Vásquez Torres

171486991-2

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que han sido parte de mi vida estos maravillosos 5 años.

Gracias Pa y Ma, por haber hecho todo esto posible y por el inmenso amor y apoyo que me han dado.

Gracias ñaña, por tu apoyo y tu ejemplo a seguir adelante.

Gracias Marcelo, por brindarme la inspiración en sus clases y siempre exigir lo mejor de mí.

## DEDICATORIA

A mis padres, que siempre serán mi mayor inspiración.

A mis compañeros, Beats per Frame, por la increíble amistad que hemos construido.

A la música, que le ha dado tanto sentido, gracia y motivación a este trabajo.

## Resumen

Este trabajo busca diseñar y elaborar un controlador MIDI para establecer los componentes necesarios para su construcción, definir la manera de realizar la conexión entre estos y finalmente, detallar la programación utilizada junto con programas y equipos de audio y MIDI para obtener el funcionamiento exitoso del equipo.

En algunas secciones se utiliza un diseño electrónico original que asegure conseguir los objetivos del proyecto; en otros casos, cuando se requieran conocimientos más avanzados de electrónica, se recurrirá a tableros de circuitos modulares pre-fabricados como por ejemplo la tarjeta principal Brain con programación MIDI. De esta manera se determina cómo funcionan estos dispositivos y cómo cada uno de los controles incluyendo teclas, botones, potenciómetros, y sensores, son programados para generar información MIDI y para que posteriormente sea recibida por módulos de sonido o *software* tales como instrumentos virtuales, y obtener finalmente señales de audio.

## **Abstract**

This work seeks to design and build a MIDI controller to establish the necessary components for its construction, define the way to make the connections between these and finally, detailing the programming used in conjunction with audio and MIDI software and equipment to achieve the successful operation of the device.

In some sections, an original electronic design is used to ensure achieving the goals of the project; in other cases, where more advanced knowledge of electronics is required, pre made modular circuit boards will be used, such as the main board Brain with MIDI programming. In this way, it is determined how these devices work and how each of the controls including keys, buttons, knobs, and sensors are programmed to generate MIDI information and to subsequently be received by sound modules or software such as virtual instruments and finally obtain audio signals.

# Índice

Introducción.....	1
1. Marco Teórico .....	4
1.1 Teoría de Circuitos .....	4
1.1.1 Voltaje, Corriente y Resistencia .....	4
1.1.2 Resistencias.....	4
1.1.3 Capacitores .....	6
1.1.4 Diodos .....	6
1.1.5 LEDs .....	6
1.1.6 Microcontroladores.....	6
1.2 Norma MIDI.....	7
1.2.1 Conectores.....	8
1.2.2 Mensajes MIDI .....	9
2. Diseño y Construcción .....	16
2.1 Tarjeta Brain o Cerebro.....	16
2.1.1 Microchip PIC18F66J50.....	17
2.1.2 Brain V2 .....	19
2.2 Componentes Electrónicos .....	21
2.2.1 Sección de Teclas .....	22
2.2.2 Rueda de Tono o <i>Pitch Wheel</i> .....	24
2.2.3 Sección de Control de Mezcla.....	25
2.2.4 Sección de <i>Pads</i> .....	26
2.2.5 Control de <i>Touchstrip</i> .....	27
2.2.6 Sección de Potenciómetros Rotatorios .....	28

2.2.7 Sensor Infrarrojo .....	28
2.2.8 Sección de Control Principal .....	29
2.3 Diseño del Panel.....	30
2.4 Construcción.....	32
2.5 Conexiones y Esquemas.....	35
2.5.1 Controles Analógicos .....	37
2.5.2 Matriz de Botones .....	48
2.5.3 Matriz de LEDs.....	53
3. Programación .....	57
3.1 Software Brain V2 Configure .....	57
3.1.1 Botones.....	59
3.1.2 LEDS.....	63
3.1.3 Analógicos.....	65
3.2 Asignación de Funciones.....	72
3.2.1 Reason 5.....	73
3.2.2 Traktor Pro v2.6.2.....	75
3.3 Metodología de Evaluación.....	76
4. Presentación de Resultados .....	80
5. Presentación de Costos .....	87
6. Proyecciones del Proyecto.....	90
7. Conclusiones y Recomendaciones .....	92
7.1 Conclusiones.....	92
7.2 Recomendaciones.....	94

Referencias .....	95
Anexos .....	97

## Introducción

### Antecedentes

La Interface Digital para Instrumentos Musicales o MIDI es un desarrollo de uso frecuente desde que fue creado en 1983 por Dave Smith y Chet Wood, presidente de la compañía Sequential Circuits, como un protocolo de comunicación serial entre computadores, sintetizadores y otros dispositivos electrónicos para comunicarse entre sí y generar sonidos. Hoy en día esta norma es un estándar para la creación de instrumentos musicales electrónicos, secuenciadores, hardware y software de audio. Ya que MIDI graba eventos de interpretación musical y no sonidos, eso abre la posibilidad de poder generar cualquier sonido que se desee, simplemente enviando los mensajes MIDI a un módulo o cerebro, con dichos sonidos asignados y reproducirlos.

Los controladores MIDI son dispositivos que generan información en lenguaje MIDI de cada acción de interpretación musical que se realice y la envían hacia un módulo o software para que transforme estos mensajes en señales de audio. Hoy en día se construyen controladores en forma de todo tipo de instrumentos musicales, brindando la capacidad de grabar interpretaciones más fácilmente.

Los distintos controles utilizados en estos dispositivos, ya sea para interpretación como teclas, *pads* de percusión o para modificación de parámetros como potenciómetros, han creado un sinfín de posibilidades al momento de interpretar y/o grabar música.

Esto se debe a que logran producir diferentes resultados al momento de generar sonidos y existe gran control para modificar sus parámetros. Estos controladores se siguen desarrollando actualmente, incorporando tecnología como sensores de todo tipo, para tener cada vez un mayor control interpretativo.

## **Marco Referencial**

Hoy en día, en el Ecuador son muy comunes los teclados controladores y ciertas superficies de control utilizadas en estaciones de audio digital (*DAWs*) o para realizar mezclas en vivo. Sin embargo, hay bastantes funciones que no se utilizan por el hecho de que la mayoría de usuarios no son conscientes de todo lo que se puede hacer con estos dispositivos. En la universidad actualmente no se profundiza mucho el estudio y práctica de estos, y no existen investigaciones que promuevan su desarrollo.

Un apropiado conocimiento de todas las funciones de estas unidades podría dar grandes beneficios incluyendo agilidad y naturalidad al flujo de trabajo y gran versatilidad al momento de interpretar y grabar un instrumento.

## **Justificación**

Debido al paulatino crecimiento de esta tecnología, se vuelve indispensable conocer en detalle el funcionamiento de los controladores MIDI y el potencial de beneficios que se pueden obtener de esta tecnología.

En el presente proyecto se busca poner a disposición del público relacionado, estudiantes e investigadores, los conocimientos necesarios sobre la teoría, la tecnología, herramientas requeridas y los elementos o componentes electrónicos utilizados para el desarrollo (diseño y construcción) de un controlador.

De esta manera, el proyecto servirá como herramienta para profundizar la investigación y desarrollo en el área de música electrónica para la carrera de Ingeniería en Sonido y Acústica en el ámbito universitario. También se pretende incentivar a futuro la fabricación local de estos dispositivos electrónicos que no se producen hasta ahora en el país.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar y construir un controlador MIDI utilizando diferentes componentes controladores físicos, partiendo de un circuito denominado Cerebro.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los componentes electrónicos necesarios para la construcción del controlador de acuerdo a las características que se requieren obtener.
- Determinar la programación de mensajes MIDI utilizando el software Brain Editor.
- Desarrollar un diseño innovador juntando todos los componentes adquiridos en una sola superficie de control, de manera que permita una adecuada ejecución y fácil interpretación musical del controlador.
- Evaluar las capacidades de control sobre dispositivos en hardware y software del estudio de producción musical de la Universidad.

### **Hipótesis**

En base a la investigación realizada, se asume como hipótesis que mediante el uso de distintos componentes electrónicos y herramientas en conjunto, es posible crear un controlador MIDI con varios controles físicos, con capacidad de controlar programas de audio y módulos de sonido.

## 1. Marco Teórico

### 1.1 Teoría de Circuitos

#### 1.1.1 Voltaje, Corriente y Resistencia

Toda materia está compuesta por átomos, que a su vez se componen de partículas cargadas positivamente llamadas protones, partículas cargadas negativamente llamadas electrones y otras sin carga denominadas neutrones. Se dice que un material está cargado negativamente cuando existe exceso de electrones, y que está cargado positivamente cuando hay deficiencia de electrones. Es el movimiento de electrones en un material lo que produce un campo eléctrico.

Voltaje, corriente y resistencia son las variables básicas que existen en todo tipo de circuito electrónico. La corriente es el flujo de cargas eléctricas en un material durante un determinado tiempo. Voltaje es la energía necesaria para el movimiento de los electrones por el circuito y la resistencia no es más que la oposición de cada material a dicho flujo de electrones. La relación entre estas tres se describe mediante la fórmula de la ley de Ohm. (Floyd, 2007, p.17, 23).

$$I = \frac{V}{R} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:  $V = \text{Voltaje en volts [V]}$ ,  $I = \text{Corriente en amperios [A]}$ ,

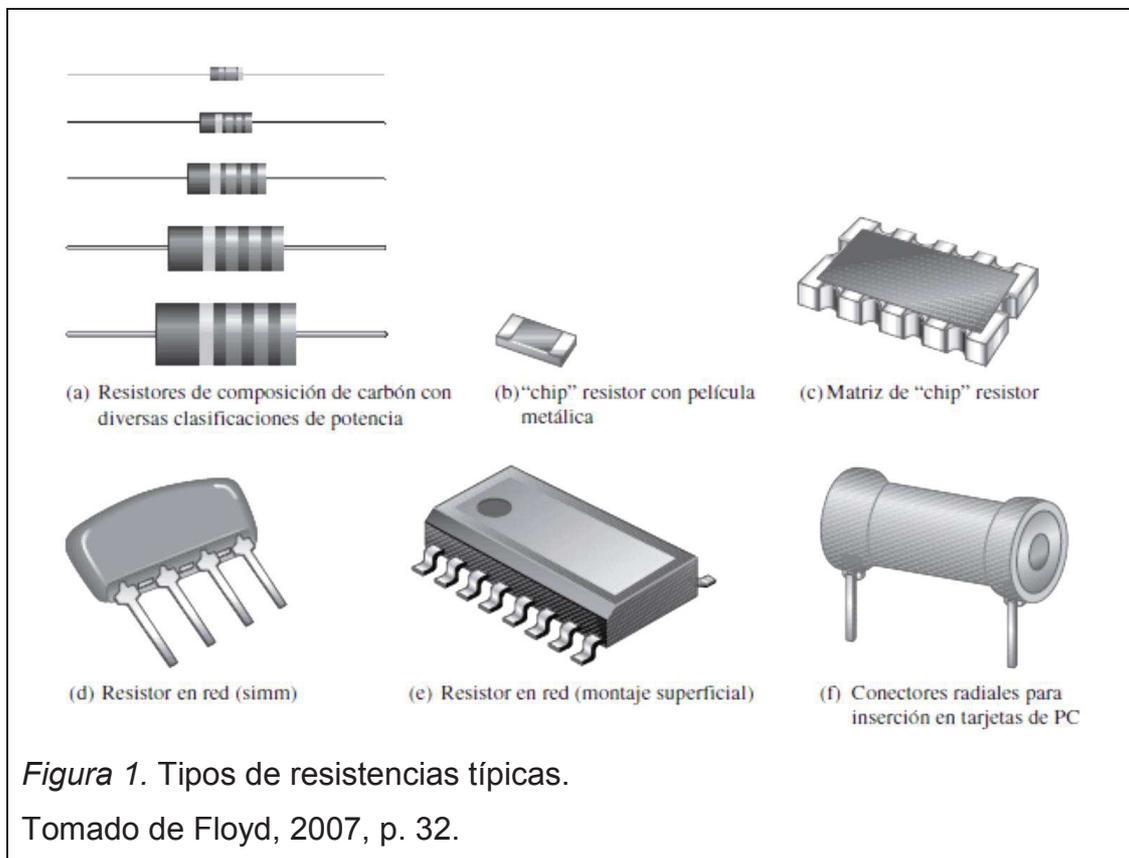
$R = \text{Resistencia en [Ohms]}$

#### 1.1.2 Resistencias

Para controlar la corriente eléctrica en un circuito existen componentes diseñados para que sumen una cantidad específica de resistencia, llamados resistores o resistencias. Estos limitan la corriente o dividen el voltaje en el circuito y en ciertos casos, disipan calor. Existen dos tipos de resistencia, fijas y variables.

### 1.1.2.1 Resistencias Fijas

Se construyen utilizando distintos materiales y sus valores de resistencia son diversos pero no modificables.



### 1.1.2.2 Resistencias Variables

Estos tipos de resistencia son diseñados para que su valor pueda ser ajustado manual o automáticamente de acuerdo a la necesidad. Existen dos tipos, uno para dividir voltaje llamado potenciómetro y otro para controlar la corriente llamado reóstato.

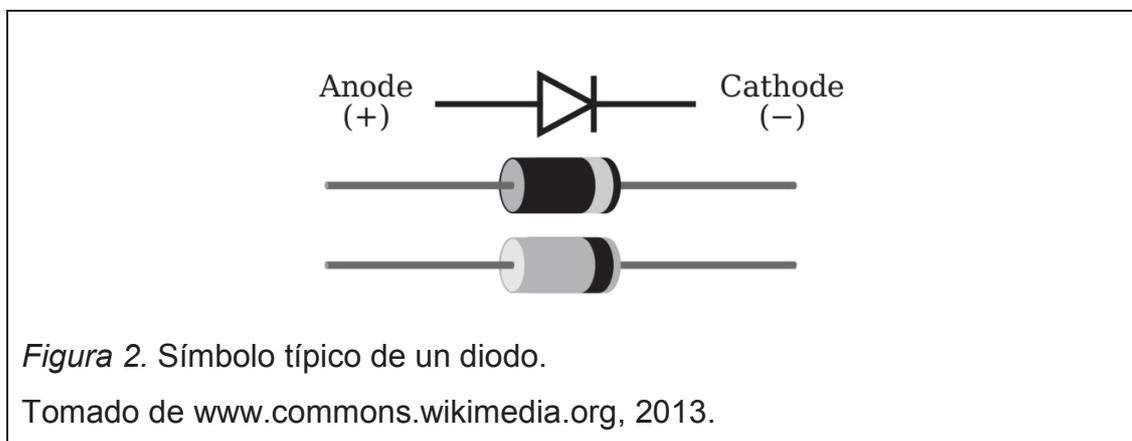
Los más comunes son los potenciómetros y estos a su vez vienen en varias presentaciones como por ejemplo rotatorios, deslizantes, de membrana etc. Son marcados con las letras "A" y "B" dependiendo de la forma en que su resistencia varía. B si es lineal, por ejemplo: 10, 20, 30, y A si es logarítmico: 1, 10, 100.

### 1.1.3 Capacitores

Son componentes eléctricos con la capacidad de almacenar energía. Se conforman de dos placas paralelas separadas por un material aislante o dieléctrico. Según Anderton (1992, p.10) cuando existe voltaje en estas dos placas, se crea un campo eléctrico que almacena energía.

### 1.1.4 Diodos

Los diodos típicamente son utilizados para permitir el paso de corriente en un solo sentido, teniendo en dirección opuesta una resistencia bastante alta. Esta acción también se la llama rectificación y es usada de igual manera para transformar corriente alterna en corriente continua.



*Figura 2.* Símbolo típico de un diodo.

Tomado de [www.commonswikimedia.org](http://www.commonswikimedia.org), 2013.

### 1.1.5 LEDs

Los diodos emisores de luz o LED por su nombre en inglés, son diodos capaces de emitir luz proporcional a la corriente con la que se lo alimenta.

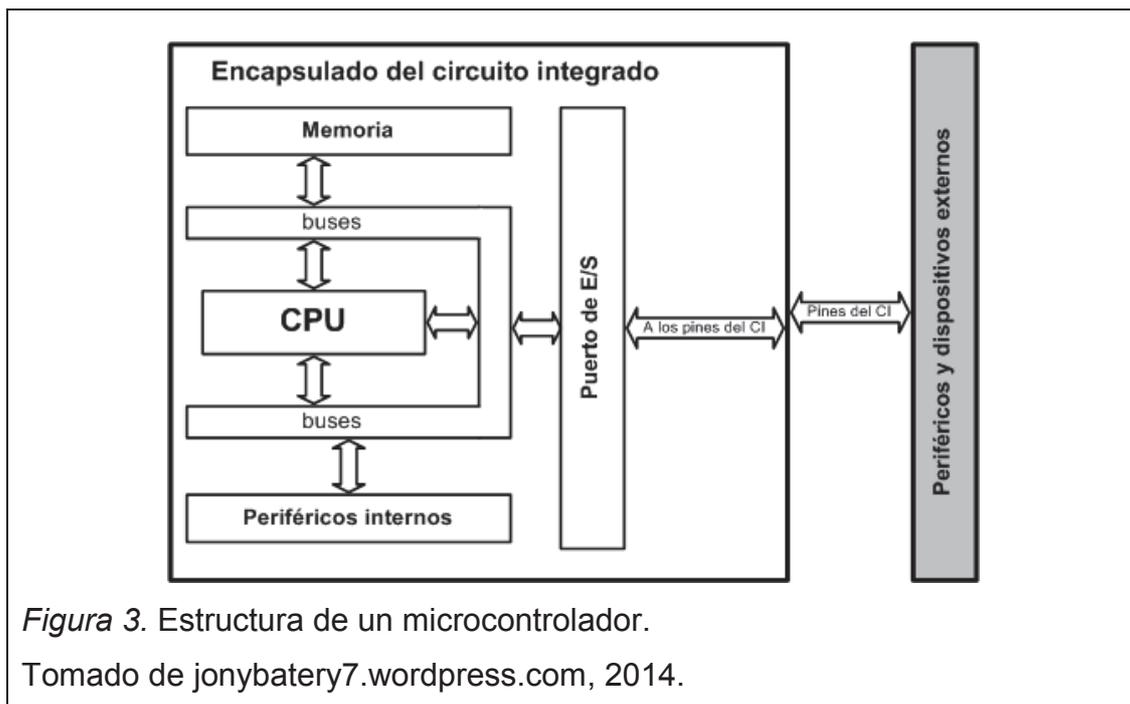
Debido a que la intensidad de la luz incrementará casi linealmente con incrementos de corriente, se debe incluir siempre una resistencia que limite y controle la corriente a un valor seguro para no dañar al LED.

### 1.1.6 Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado que al igual que una computadora, dispone de tres unidades funcionales, una unidad central de procesamiento o

CPU, memoria y periféricos de entrada y salida, todo en un solo chip, programable y a su vez, capaz de ejecutar órdenes grabadas en su memoria.

El microprocesador envía y recibe información de los periféricos de entrada y salida a través de buses de sistema, que almacenan dicha información en bloques de memoria. (Alcalde, 2010).



## 1.2 Norma MIDI

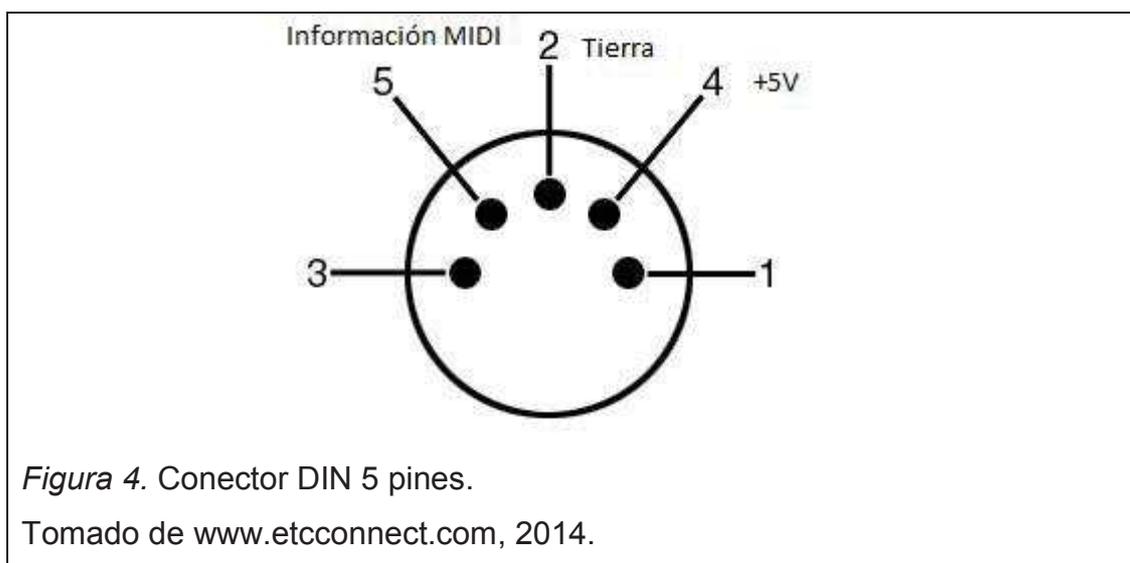
La palabra MIDI viene del acrónimo en inglés *Musical Instruments Digital Interface*. Según Guérin (2008, p.1), es un lenguaje estándar para la comunicación entre instrumentos musicales y computadoras. Ésta consiste en tres partes:

- El protocolo o lenguaje MIDI en sí.
- El medio utilizado por el cual se transmiten los mensajes como conectores y cables.
- Y su formato de distribución como el Standard MIDI File (SMF).

MIDI es un lenguaje digital ya que utiliza lenguaje binario para crear mensajes, y cada mensaje representa un evento de interpretación musical. La información que transmite no es de sonidos grabados, sino de comandos que describen estas acciones realizadas en el momento de interpretar.

### 1.2.1 Conectores

Se utiliza conectores llamados DIN de 5 pines y los cables correspondientes poseen el mismo tipo de conector macho en ambos extremos. No todos los pines son utilizados. La información se transmite solamente por el pin 5. Los pines 2 y 4 son destinados para una conexión a tierra y para la transmisión de un voltaje de polarización de +5V respectivamente. Los pines restantes 1 y 3 quedan libres para aprovecharlos en aplicación a futuro.



Los equipos MIDI normalmente poseen tres conectores o puertos MIDI:

- MIDI OUT: Para transmisión de información.
- MIDI IN: Para recepción de información.
- MIDI THRU: Utilizado en algunos equipos para copiar la información recibida desde MIDI IN y transmitirla hacia el siguiente dispositivo en una cadena sin retraso ni modificación alguna.

Actualmente se ha incorporado cables y conectores USB y FireWire, que brindan una sola conexión para enviar y recibir información, y facilitan su configuración con computadoras.

Con el avance de la tecnología se han agregado características como suministrar la corriente eléctrica necesaria, en conexiones USB, o el de incorporar mecanismos WI-FI para conexiones inalámbricas.

## **1.2.2 Mensajes MIDI**

Los mensajes MIDI se dividen en dos categorías principales: mensajes de sistema y mensajes de canal. Cada puerto MIDI soporta 16 canales independientes (Rumsey, 1994).

### **1.2.2.1 Mensajes de Canal**

Son mensajes que afectan únicamente al canal MIDI asignado y que a su vez, se dividen en mensajes de voz y mensajes de modo.

#### **1.2.2.1.1 Mensajes de Voz**

Para Guérin (2008), estos son los mensajes fundamentales y básicos para representar una interpretación musical. Estos mensajes son:

- **Note On o Nota Activada**

Este mensaje se envía el instante que se presiona una tecla. Contiene la información de que nota corresponde a la tecla presionada y la velocidad o fuerza con la que fue presionada. En MIDI, este parámetro llamado *velocity* tiene valores de 0 a 127, donde valores más altos implica notas tocadas más rápido y esto crea la sensación de haberlas tocado más fuerte. De esta manera se registra la dinámica de la interpretación. Un valor de 0 en *velocity* implica que la nota no fue presionada.

- **Note Off o Nota Desactivada**

Este mensaje es generado apenas se suelta la nota accionada. Usualmente se usa un mensaje de *Note On* con *velocity 0* para desactivar la nota.

Existen controladores que soportan la detección de velocidad de liberación de la nota o *Release Velocity* que en esos casos, sí se envía un mensaje de *Note Off*, donde *velocity* representa la envolvente al soltar la tecla.

Se debe tener en cuenta que los módulos de sonido también deben contar con esta característica para que funcione. Se asigna los números del 0 al 127 para las notas, de manera que 0 es utilizado para la primera nota Do-2 (C-2).

Octave	Note Numbers											
	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				

*Figura 5.* Tabla de números de notas MIDI.  
Tomado de [www.instructables.com](http://www.instructables.com), 2014.

- **Channel Pressure o Presión de Teclado Monofónico**

Este mensaje también denominado *Aftertouch*, se genera una vez que se toca una nota y se decide presionar más fuerte. Estas variaciones de presión son comúnmente usadas para modular vibrato, variar el timbre o controlar el volumen, en todas las notas de un canal.

- **Polyphonic Key Pressure o Presión de Teclado Polifónico**

Similar a *Channel Pressure*, esta función también determina la presión aplicada a una tecla ya presionada, pero esta sí permite aplicar diferente presión a varias teclas individualmente, generando una modulación para cada una.

- ***Program Change* o Cambio de Programa**

Son mensajes utilizados para cambiar un sonido o voz. Cada sonido tiene los parámetros que componen su timbre guardados en un *preset* o memoria. Se puede acceder hasta 128 sonidos.

- ***Pitch Bend Change* o Variación de Tono**

Es el mensaje asignado a la rueda de *pitch* donde se varía levemente el tono de la nota haciéndola más aguda o más grave. La cantidad de variación asociada al rango de movimiento de la rueda puede ser configurada en el sintetizador o módulo de sonido receptor.

- ***Control Change* o Cambio de Controlador**

Son mensajes transmitidos por controles como ruedas, pedales, *knobs*, *faders*, y botones. Son 128 controladores relacionados no con notas, pero con parámetros de expresión interpretativa.

Existen dos tipos de controladores:

- Continuo: Significa que su el cambio en valores de 0 a 127, varía gradualmente.
- Interruptor: Estos realizan cambios solamente en dos valores, que generalmente implica desactivado o activado.

Controller		
Number	On/Off	Function
0		undefined
1		Modulation Wheel
2		Breath Controller
3		undefined
4		Foot Controller
5		Portamento Time
6		Data Entry Slider (uses Parameter Number)
7		Main Volume
8		Balance
9		undefined
10		Pan
11		Expression Controller
12-15		undefined
16-19		General Purpose Controllers 1-4
20-31		Undefined
32-63		LSB for controllers 0-31
64	✓	Damper Pedal
65	✓	Portamento
66	✓	Sostenuto
67	✓	Soft Pedal
68		undefined
69	✓	Hold 2
70-79		undefined
80-83		General Purpose Controllers 5-8
84-91		undefined
92		Tremolo Depth
93		Chorus Depth
94		Celeste (Detune) Depth
95		Phaser Depth
96		Data Increment
97		Data Decrement
98		Non-Registered Parameter Number LSB
99		Non-Registered Parameter Number MSB
100		Registered Parameter Number LSB
101		Registered Parameter Number MSB
102-121		undefined
122-127		Channel Mode Messages

*Figura 6.* Tabla de números de controladores MIDI.  
Tomado de [www.srm.com](http://www.srm.com), 2014.

### 1.2.2.2 Mensajes de Modo

Estos mensajes están relacionados a la manera como un dispositivo debe responder a los mensajes MIDI entrantes.

Existen cuatro Modos de Recepción MIDI principales:

- Omni On/Poly
- Omni On/ Mono
- Omni Off/Poly
- Omni Off/Mono

Omni se refiere a que el dispositivo receptor o esclavo aceptará todos los mensajes MIDI sin importar el canal. Con Poly de polifónico, el esclavo podrá reproducir más de una nota simultáneamente, mientras que en Mono, de monofónico, solo se reproduce una nota a la vez.

- **All Sound Off**

Controlador 120. Ordena al dispositivo detener cualquier sonido que se siga reproduciendo y envía mensajes de *Note Off* a las notas que se han presionado y aún no han sido desactivadas.

- **Reset All Controllers**

Controlador 121. Ordena que los valores de todos los mensajes controladores regresen a 0.

- **Local Keyboard On/Off**

Controlador 122. Activa o desactiva el generador de sonidos local del dispositivo. Si es desactivado, se envía mensajes MIDI sin reproducir sonido alguno.

- **All Notes Off**

Controlador 123. Al igual que *All Sound Off*, desactiva todas las voces que estén sonando, con la diferencia de que aquí depende si el pedal de *Hold* está activado o no, o de tiempos de *release* muy largos que pueden causar que las notas sigan sonando.

### 1.2.2.3 Mensajes de Sistema

Son mensajes que afectan a todos los canales en el sistema y están relacionados con funciones de sincronización y control de secuenciadores y dispositivos esclavos. Existen tres tipos:

#### 1.2.2.3.1 Mensajes de Sistema Común

Son mensajes comúnmente destinados a secuenciadores, computadoras y cajas de ritmo, y están relacionados a aspectos de sincronización.

- **Song Position Pointer**

El puntero marcador de posición es el encargado de informar al dispositivo receptor la posición exacta de la secuencia. Este mensaje trabaja conjuntamente con los de tiempo real para indicar donde se debe reanudar la reproducción después de que se ha detenido.

- **Song Select**

Este mensaje selector de canciones funciona de forma parecida al de cambio de programa pero en este caso se cambia entre memorias con todos los instrumentos de una canción a otra.

- **Tune Request**

Este mensaje es utilizado para afinar sintetizadores analógicos que necesiten calibración.

- **End of Exclusive Message**

Mensajes utilizados para identificar el fin de un mensaje de sistema exclusivo

#### **1.2.2.3.2 Mensajes de Tiempo Real**

Estos mensajes se utilizan para controlar en tiempo real, a todos los dispositivos MIDI que tengan secuenciador. Son los responsables de la sincronización entre dispositivos y afectan a todo el sistema, sin importar el canal.

- **Timing Clock**

Tiempo de Reloj. Este mensaje envía 96 pulsos por negra y es usado para indicar cuál será el controlador maestro.

- **Start, Stop and Continue**

Son mensajes que controlan el inicio, fin o reanudación de la reproducción en un secuenciador o caja de ritmos esclavo.

- **Active Sensing**

Sensor Activo. Este mensaje sirve a manera de comprobación de que aún exista conexión entre dispositivos. En casos de que se desconecte algún cable en el dispositivo esclavo, este podrá enviar un mensaje de *All Notes Off* si existen notas aún sonando.

- **System Reset**

Reseteo de Sistema. Utilizado para restablecer los valores de fábrica en sintetizadores esclavos.

- **Mensajes de Sistema Exclusivo – Sysex**

Son mensajes programados exclusivamente por un fabricante y generalmente por un instrumento en particular (Rumsey, 1994).

## 2. Diseño y Construcción

### 2.1 Tarjeta Brain o Cerebro

Es el circuito principal del dispositivo. Esta tarjeta fabricada por la empresa *Livid Instruments* (proveedor seleccionado) es la que recibe todas las conexiones y permite la comunicación con un computador para enviar y recibir mensajes MIDI. Es importante empezar describiendo este componente ya que debido a las características que tenga se determinará cuáles y cuántos controles físicos se implementarán en el diseño.

Se alimenta por medio de una conexión USB y es clase-compatible, lo que significa que no necesitará instalación de ningún *driver* para su funcionamiento en cualquier sistema operativo. Posee 64 entradas analógicas, hasta 179 entradas digitales y hasta 48 para LEDs.

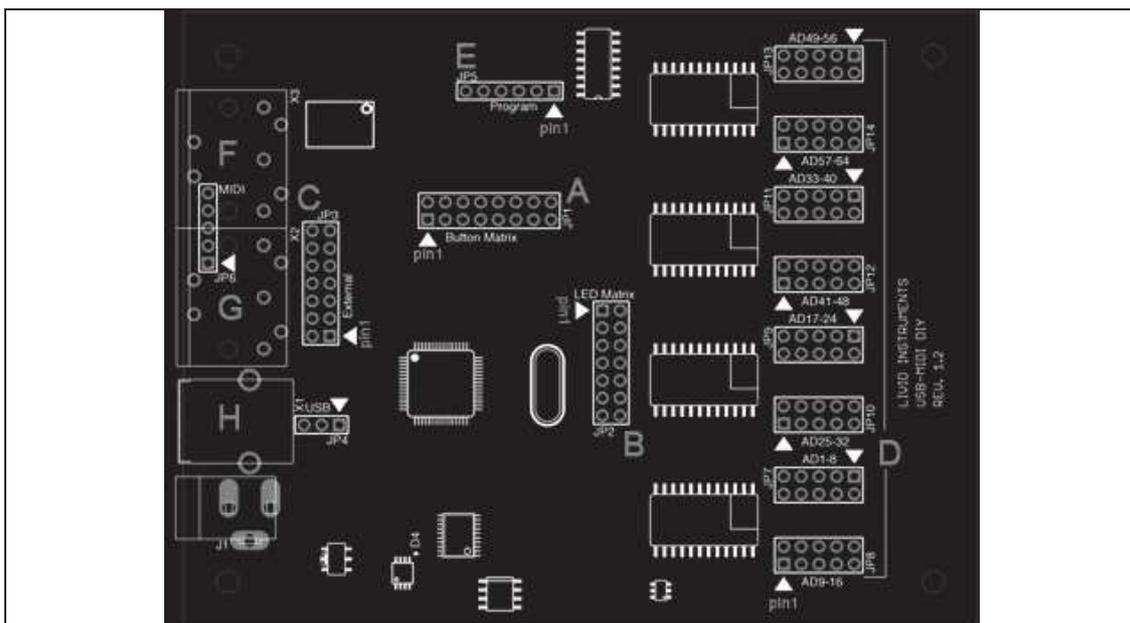


Figura 7. Diagrama de tarjeta Cerebro.

Tomado de [wiki.lividinstruments.com](http://wiki.lividinstruments.com), 2013.

Las conexiones están dispuestas de la siguiente manera:

- A: Conector de pines para botones (JP1) - Conexión para botones y *switches*.
- B: Conector de LEDs (JP2) - Ilumina LEDs conectados.

- C: Conector de pines exterior (JP3) - Utilizado para fuente de poder y conexiones a tierra.
- D: Conector de pines analógico (JP7-JP13) - Conexión para faders, potenciómetros, sensores y otros tipos de controles analógicos para mensajes de control continuos.
- E: Programa (JP5) – Usado para conectar un programador para modificar el firmware del microcontrolador PIC.
- F: MIDI In – Enchufe MIDI DIN 5 pines.
- G: MIDI Out – Enchufe MIDI DIN 5 pines.
- H: USB – Utilizado para comunicación y poder.

### 2.1.1 Microchip PIC18F66J50

Esta tarjeta Cerebro utiliza el chip PIC18F66J50 de la empresa *Microchip Technologies* (proveedor seleccionado), de la familia de microcontroladores USB de bajo voltaje, alto rendimiento computacional, extensas características y bajo costo.

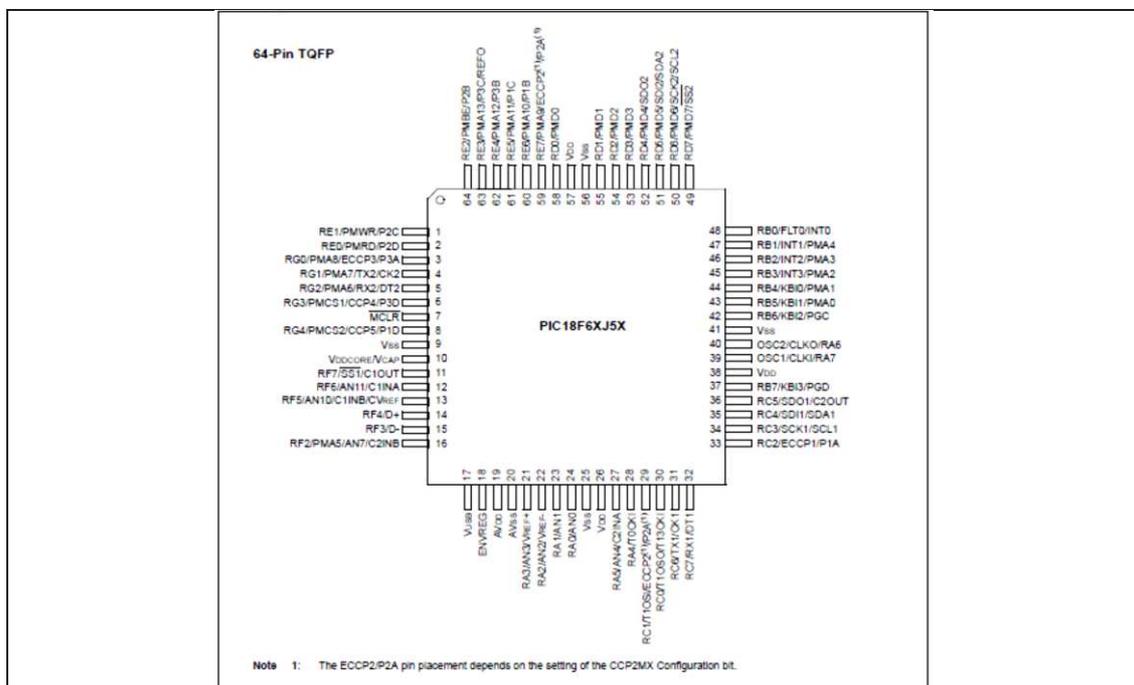


Figura 8. Microchip PIC18F66J50.

Tomado de ww1.microchip.com, 2013.

Las conexiones se realizan por medio de cables de cinta de 10, 14 y 16 pines. De esta manera se sigue el orden dispuesto en los pines que se detalla a continuación. Para las conexiones analógicas (JP7-JP14):

- 1 GND (Tierra)
- 2 VDD (Voltaje de 3.3v)
- 3 AD1 (AD1-8 pines de señal analógica)
- 4 AD2
- 5 AD3
- 6 AD4
- 7 AD5
- 8 AD6
- 9 AD7
- 10 AD8

Para matriz de botones (JP1):

- |                                |          |
|--------------------------------|----------|
| • 1 RE0 (Todos pines de señal) | • 9 RD0  |
| • 2 RE1                        | • 10 RD1 |
| • 3 RE2                        | • 11 RD2 |
| • 4 RE3                        | • 12 RD3 |
| • 5 RE4                        | • 13 RD4 |
| • 6 RE5                        | • 14 RD5 |
| • 7 RE6                        | • 15 RD6 |
| • 8 RE7                        | • 16 RD7 |

Para matriz de LEDs (JP2):

- |         |             |
|---------|-------------|
| • 1 RB0 | • 5 RB4     |
| • 2 RB1 | • 6 RB5     |
| • 3 RB2 | • 7 RB6/PGC |
| • 4 RB3 | • 8 RB7/PGD |

- 9 RC0
- 10 RC1
- 11 RC2
- 12 RC3
- 13 RC4
- 14 RC5

### 2.1.2 Brain V2

Durante el desarrollo del proyecto, se detectaron algunos inconvenientes como la carencia de algunas características de la versión 1 de la tarjeta Cerebro, para poder programar notas MIDI en sensores de presión. Esta característica es muy necesaria para el proyecto ya que se tienen teclas de piano y *drum pads* que utilizan sensores de presión y se necesita que estos envíen notas, en vez de controladores continuos.

Por esta razón se decide comprar la tarjeta complementaria Bus Board v2 de la misma empresa Livid Instruments, para actualizar la versión del *firmware* y convertir la tarjeta Cerebro v1 a Cerebro v2 y con esto, disponer de dichas características.

Este inconveniente relacionado con el diseño de la tarjeta por parte del proveedor produjo retrasos en el *timing* estimado para el Proyecto hasta que llegue el componente.

Se tuvo también que buscar la ayuda de una empresa importadora para traer la tarjeta, y aun así hubo demoras debido a las nuevas leyes impuestas en el país para las importaciones.

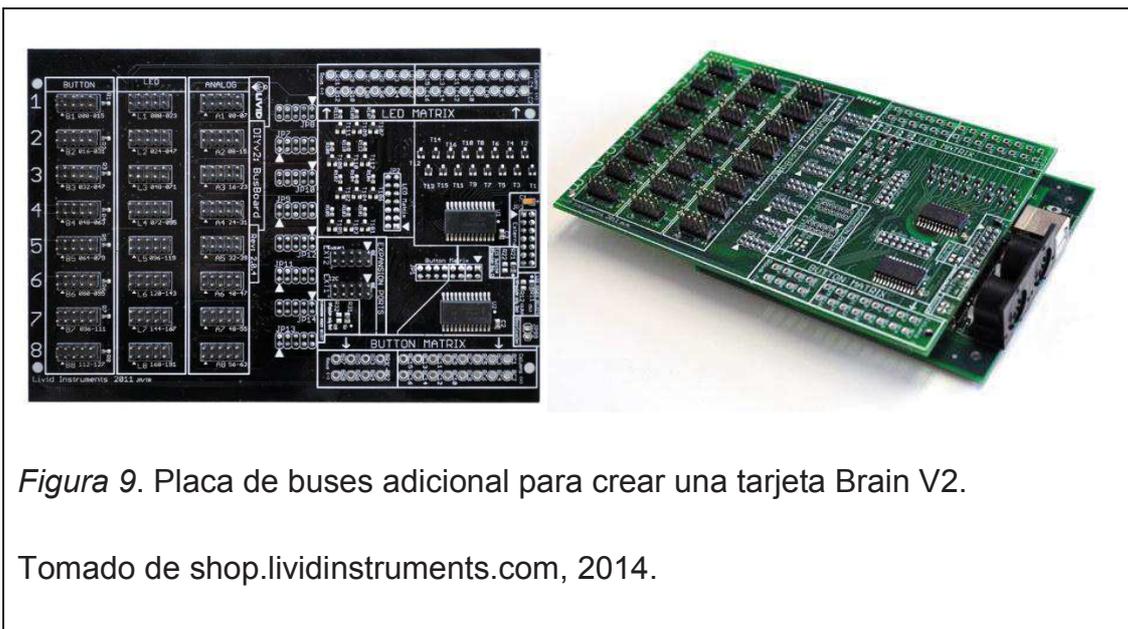


Figura 9. Placa de buses adicional para crear una tarjeta Brain V2.

Tomado de shop.lividinstruments.com, 2014.

Cuando finalmente llegó la tarjeta, lo primero que se debía hacer es programar el microchip en el Cerebro v1 para actualizar el *firmware* a la versión v2. Para esto se consiguió el programador de microchips, *Pickit 2*, de la empresa Microchip Technology.

Debido a que el microchip es demasiado pequeño, se utiliza el método de programación *In-Circuit Serial Programming (ICSP)*, que permite programar el microchip sin necesidad de sacarlo del circuito. Para esto se utiliza el conector JP5 en la tarjeta Cerebro, y se conecta de la siguiente manera:

Tabla 1. Conexión ICSP en la Tarjeta Cerebro “Brain v1”.

Pines	JP5 Cerebro v1	Pickit 2
1	Vpp	Mclr
2	Vdd	Vdd
3	GND	GND
4	PGD	Data Pin
5	PGC	Clock Pin
6	No usado	No usado

Después de conectar todo, se utiliza el programa Pickit 2 para cargar el archivo de la nueva versión del Cerebro, que se obtiene de la página web de Livid Instruments.

Es extremadamente importante verificar que el programador Pickit 2 no alimente voltaje a la tarjeta Cerebro, pues estas dos deben estar conectadas al computador vía USB, y algún voltaje adicional que se envíe podría quemar la tarjeta.

Una vez cargado el archivo y actualizado el *firmware* se pueden desconectar ambos equipos.

Posteriormente, la placa adicional es colocada justo encima del Cerebro v1, asegurándose que todos los pines se conecten entre las dos. Finalmente se tiene un Brain v2 que desde aquí en adelante, se referirá como tarjeta Cerebro. Más adelante se explican en detalle cómo se realizan las conexiones en esta tarjeta.

## **2.2 Componentes Electrónicos**

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos propuestos para el controlador es que sea innovador en su forma de interpretación, se buscó incorporar controles tanto de instrumentos musicales como de mezcla de audio en vivo. Se establece este objetivo debido a que los controladores actualmente son enfocados para el manejo de una u otra situación, y resulta interesante la idea de tener las dos opciones en un solo controlador.

Consecuentemente, como primera elección se decide tener teclas de sintetizador. A esto se añade un control de *pitch bend*, que incorpora la mayoría de sintetizadores y una sección de *pads* para la interpretación de instrumentos de percusión.

Para la sección de mezcla se agregan *faders* de volumen, de *crossfade* y botones de transporte básicos como *play*, *stop*, *loop* y *rewind*.

A continuación se detalla todos los componentes utilizados para el diseño del controlador.

### **2.2.1 Sección de Teclas**

En esta etapa se decide tener 37 teclas de piano sensibles a la presión para lograr una buena expresión interpretativa.

Existen varias maneras de agregar la característica también conocida como *velocity*, pero después de la investigación correspondiente, se decidió por sensores de presión ya que se cree que es la manera más práctica y económica de implementarlo.

Para la incorporación de teclas, se buscaron las piezas en varios lugares, pero desafortunadamente en el mercado local no se encuentran repuestos de sintetizadores. Después de analizar varias opciones, se decidió por el uso del teclado de un instrumento musical de juguetería, del cual se removieron las 37 teclas para incorporarlas al controlador.

El teclado utilizado fue el iPiano de 37 teclas comercializado por WRT World Enterprises, INC.

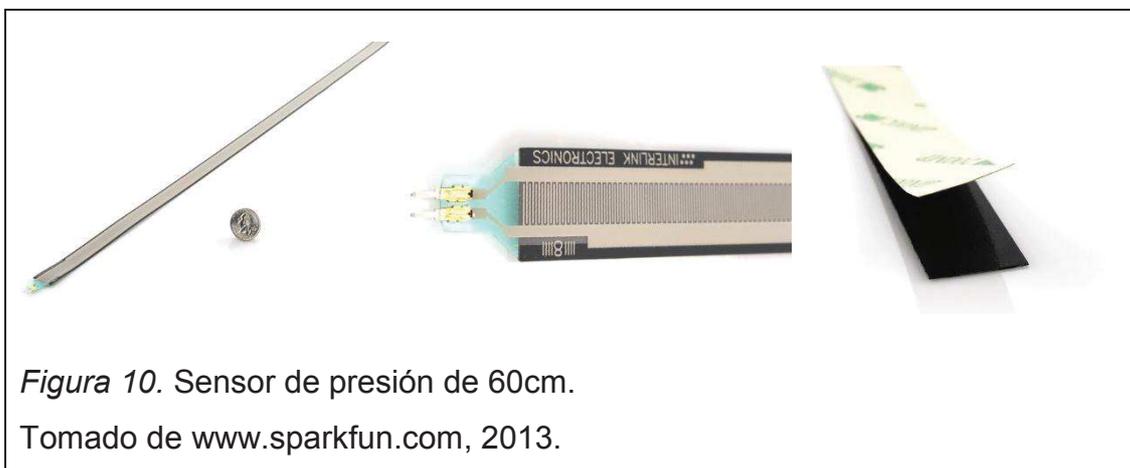
Se obtuvo también el sistema mecánico de las teclas y el circuito básico de botones que para el proyecto, serán reemplazados por los sensores de presión.

Las teclas no son del tamaño normal comparadas con las teclas de un piano o sintetizador profesional, sin embargo se considera su tamaño aceptable y a un costo significativamente menor que las profesionales.

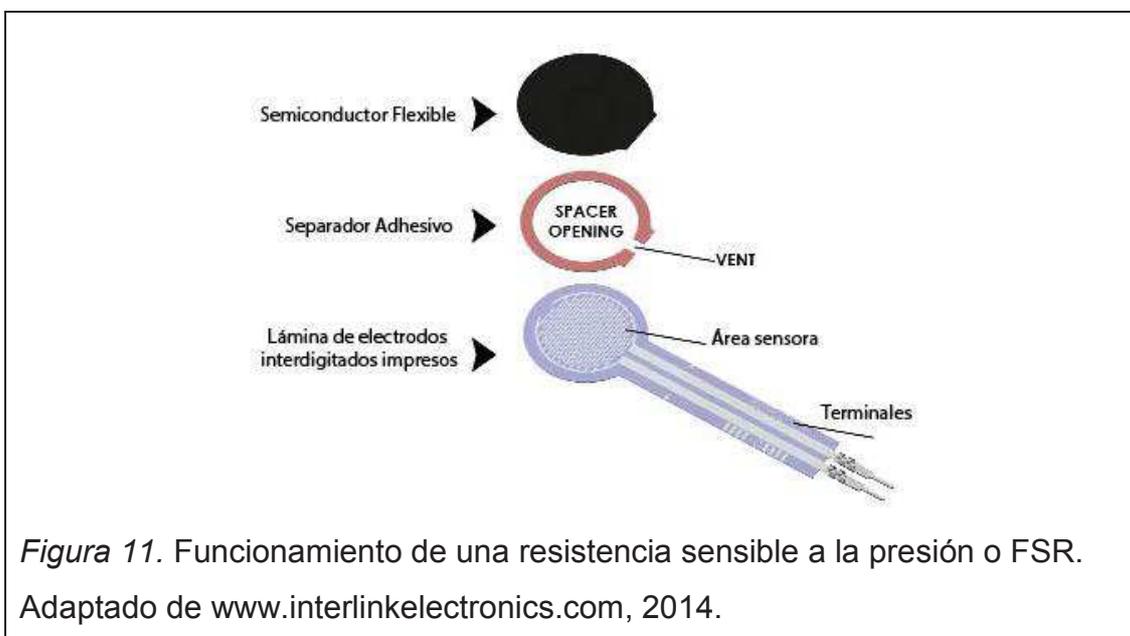
Una manera efectiva de tener todo el rango de notas de un piano sin tener que aumentar demasiado el tamaño del dispositivo es agregando botones selectores de octavas, para que de esta manera se pueda seleccionar la octava en la que se desea tocar utilizando las mismas teclas.

Estos dos botones digitales se añaden al diseño como Selectores de Octava.

El sensor que se utilizó fue el de 60cm de largo que vende la empresa Sparkfun (proveedor seleccionado). Fue el que mejor se adaptó a las necesidades ya que se necesitaba cortarlo en pequeños pedazos que alcancen debajo de las teclas.



Esta opción era mucho más económica que comprar 37 sensores individuales, sin embargo se debe adaptar cables a los dos extremos del sensor para que cada pieza funcione adecuadamente.



Estos sensores autoadhesivos son colocados debajo de cada tecla y cada uno conectado a una entrada analógica independiente.

### **2.2.2 Rueda de Tono o *Pitch Wheel***

Este control de expresión es sumamente importante en controladores y se lo incluye en la gran mayoría. Esta rueda de tono, toma su nombre por el mecanismo que utiliza como rueda que se mueve hacia adelante o hacia atrás, variando el tono de la nota presionada dependiendo de qué tan lejos está del centro, y con un resorte para que vuelva a su posición central cuando es liberada.

Con la misma o tal vez mayor dificultad que para las teclas fue el encontrar el componente como repuesto, y desafortunadamente solo los instrumentos profesionales incluyen este control, lo que implicaría un alto costo en un solo componente.

Se investigó también el mecanismo utilizado por las grandes compañías para fabricar dichos componentes como una opción de diseño, sin embargo no se encontró información al respecto.

Después de analizar varias alternativas, ya que no se quería perder esta característica para el proyecto, se encontró este componente tipo *joystick* que vende la empresa Sparkfun (proveedor seleccionado) en Estados Unidos.

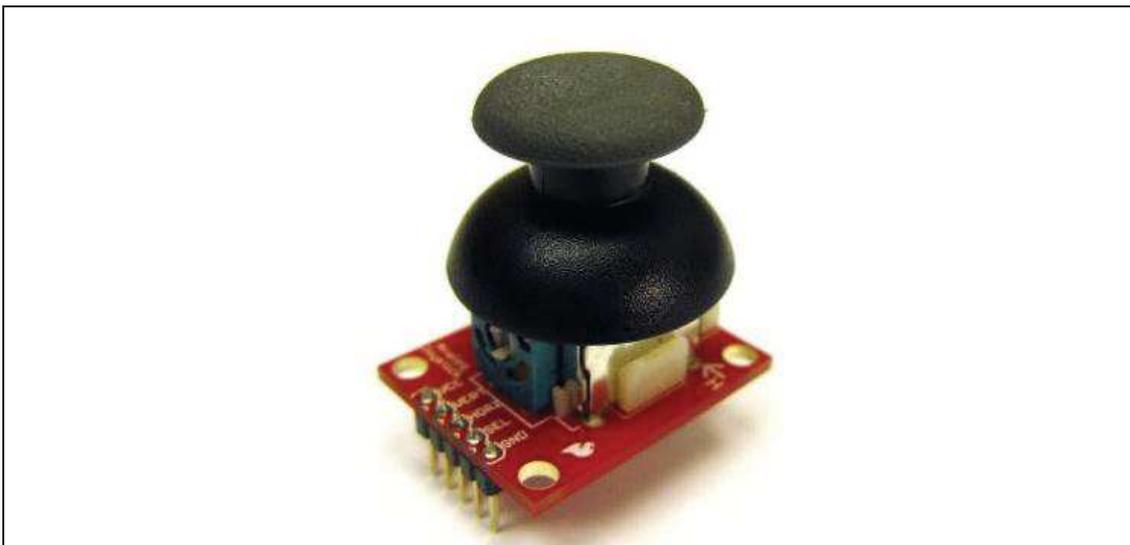


Figura 12. Joystick de Pulgar.

Tomado de [www.sparkfun.com](http://www.sparkfun.com), 2013.

Este componente tiene un mecanismo parecido al de un *pitch wheel*, con un movimiento más corto pero con potenciómetros en dos ejes, vertical y horizontal, lo que podría servir como un control de expresión adicional.

### 2.2.3 Sección de Control de Mezcla

El objetivo en esta sección es incluir lo que se considera serían los controles más básicos para lograr una mezcla simple.

Compuesta principalmente por dos *faders* de nivel para los canales A y B. Cada canal con su botón *PLAY* para activar la reproducción en ese canal, *MASTER* que hace al canal seleccionado el maestro y *SYNC* (sincronización) que permite sincronizar tempos entre las canciones.

También se incluyen el importante control de *crossfader* y un *fader* adicional para programarlo como *scratch*, ya que la implementación de un control tipo tornamesa resulta muy largo y complejo de realizar.

Por último se tienen ocho botones translúcidos que se encontraron en Livid Instruments y que se pueden utilizar como efectos o para gatillar secuencias, tratando de dar libertad al usuario a programar los botones a gusto.



*Figura 13.* 16 Botones de goma translucidos.  
Tomado de [shop.lividinstruments.com](http://shop.lividinstruments.com), 2013.

Estos botones de silicona blanca poseen un hoyo debajo que permite insertar iluminación LED y se los pueden adquirir con un circuito impreso especializado para facilitar las conexiones.

Considerando que probablemente la cantidad de botones no sea suficiente, se añaden también dos botones pequeños de selección de banco, de esta manera se busca tener distintos bancos de botones con diferentes asignaciones en cada uno.

#### **2.2.4 Sección de Pads**

Para mayor control de interpretación sobre instrumentos percutidos, se utilizan sensores de presión circulares de 1,5cm de diámetro y que soportan una presión de 100g a 10kg. De esta manera, el sonido cambiará dependiendo de la fuerza con la que se presione. Inicialmente se consideró tener ocho de estos para una mayor variedad de sonidos, sin embargo, debido a su costo, el diseño tuvo que reducirse a cuatro. Se buscó compensar esta falta añadiendo un par de botones de selección de bancos.

Para proteger a los sensores y tener una presión uniforme en todo el sensor, se agregó un material suave tipo Fomix sobre el sensor.

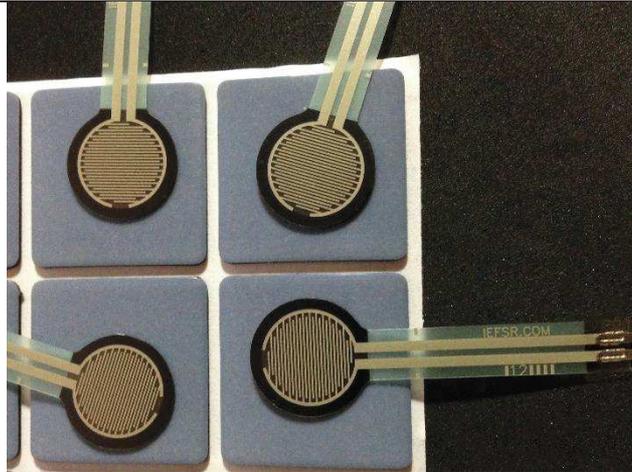


Figura 14. Sensores de presión circulares sobre cuadrados de Fomix.

### 2.2.5 Control de *Touchstrip*

Este componente sensible al tacto se lo obtuvo igualmente de la empresa Sparkfun, y se la agregó al diseño ya que aportaba innovación al proyecto. Este potenciómetro de membrana cambia su resistencia linealmente de 100Ohms hasta 10 000Ohms dependiendo de donde sea presionado.



Figura 15. Potenciómetro de membrana SoftPot – 200mm.

Tomado de [www.sparkfun.com](http://www.sparkfun.com), 2013.

También se optó por agregar dos botones de tipo *arcade* junto a este que pueden servir ya sea para cambiar el parámetro controlado con el *touchstrip* o para activar efectos 1 y 2 en Traktor.



*Figura 16.* Botón táctil 33mm – azul.

Tomado de [www.sparkfun.com](http://www.sparkfun.com), 2013.

### **2.2.6 Sección de Potenciómetros Rotatorios**

Son seis potenciómetros pensados para usarlos en diversas funciones como ecualización, control de efectos, envíos o control de niveles. Se agregan dos más con marca en el centro, que es importante para parámetros como paneo, filtros, o control de tono.

### **2.2.7 Sensor Infrarrojo**

Este sensor se lo añade al diseño como otro control innovador. Al colocar la mano sobre el componente, la luz infrarroja que emite el LED es reflejada de vuelta y captada por el sensor de luz, obteniendo la distancia entre la mano y el sensor. De esta manera se puede controlar parámetros como tono, con movimientos leves sobre el sensor



El problema que se encontró con este componente es que su ubicación debe ser algo alejada para que no se active por accidente mientras se usa el resto de controles, por lo cual se lo ubica en un extremo, en la parte superior del controlador.

## 2.2.8 Sección de Control Principal

### 2.2.8.1 *Display*

Se agregó este componente como retroalimentación de los controles analógicos para indicar que valores se están enviando. Este *display* LED serial de cuatro dígitos tendría que ser conectado y programado en la tarjeta cerebro para que funcione correctamente.



El componente fue incluido en los primeros diseños del controlador, sin embargo, a medida que se desarrollaba el proyecto se tuvo dificultades al programar la tarjeta cerebro.

Algunos componentes necesarios se demoraron en llegar debido a problemas en el proceso de importación y una investigación más profunda de programación en microcontroladores resultaba necesario. Razones por las cuales se decidió eliminar este componente del diseño final.

#### **2.2.8.2 Controles de Transporte**

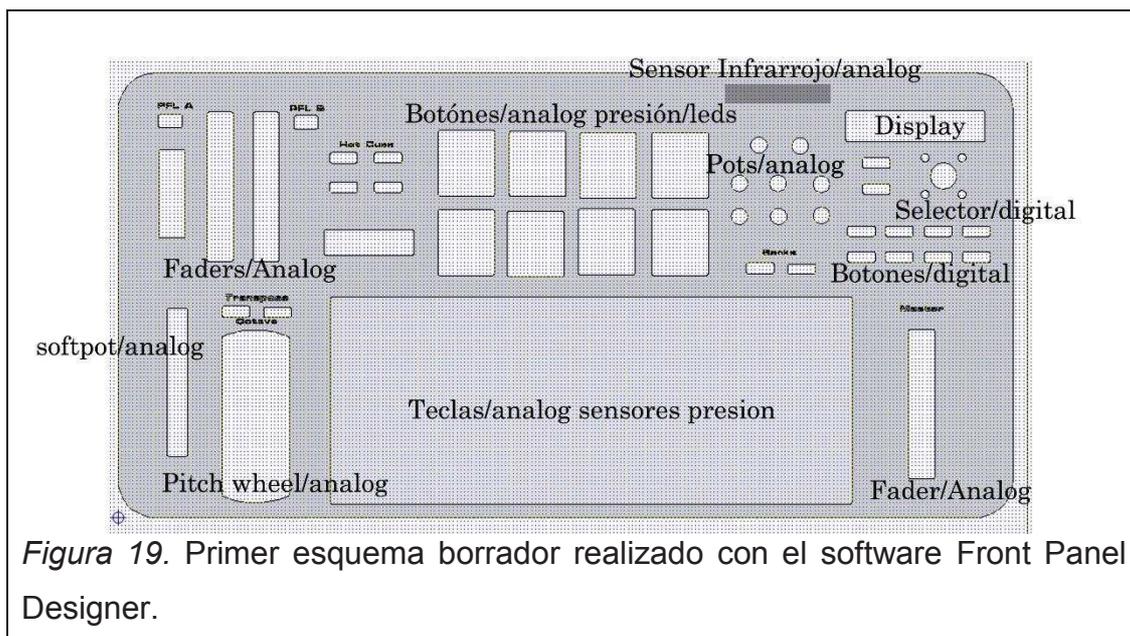
En esta sección se incluyó todos los controles básicos como *play*, *stop*, *record* y *rewind* para controlar el transporte, y otros adicionales como *cue*, *loop* y *program*.

Finalmente se completa el diseño añadiendo un potenciómetro como “*master fader*” para el control de nivel general.

### **2.3 Diseño del Panel**

El primer diseño que se realizó fue en un programa denominado Front Panel Designer de la compañía Front Panel Express, LLC ya que es gratuito y daba la facilidad de hacer un bosquejo rápido de los cortes en un panel.

Con esta herramienta se tuvo una primera idea de cómo quedaría un panel con los cortes necesarios para insertar los componentes y donde se los ubicaría a cada uno para un control fácil y fluido del dispositivo.



Se mantuvo el estándar de diseño que tienen otros dispositivos semejantes como por ejemplo, mantener el *Pitch Wheel* a la izquierda, el teclado en el centro y como en la mayoría de consolas de audio, el *Master Fader* a la derecha.

Los demás controles se los agrupó por las secciones explicadas anteriormente que resultaba lo más lógico, manteniendo las distancias adecuadas entre los controles. Los pads se mantuvieron en el centro del dispositivo para soportar el peso del usuario al interpretar y el sensor infrarrojo se colocó a un extremo para que no se accionara al usar otros controles. El resto del diseño fue cuestión de gustos y preferencias del autor.

Para un segundo diseño se decide utilizar el programa AutoCAD 2010. A pesar de que este ya tiene un costo elevado, resulta ser el mejor en el sentido de que brinda bastante precisión y es perfecto para acotar y graficar las dimensiones de los dibujos en unidades adecuadas para la persona que vaya a cortar posteriormente el panel.

Luego de varias correcciones, en la Figura 20 se muestra el diseño final que se fabricó para el controlador.

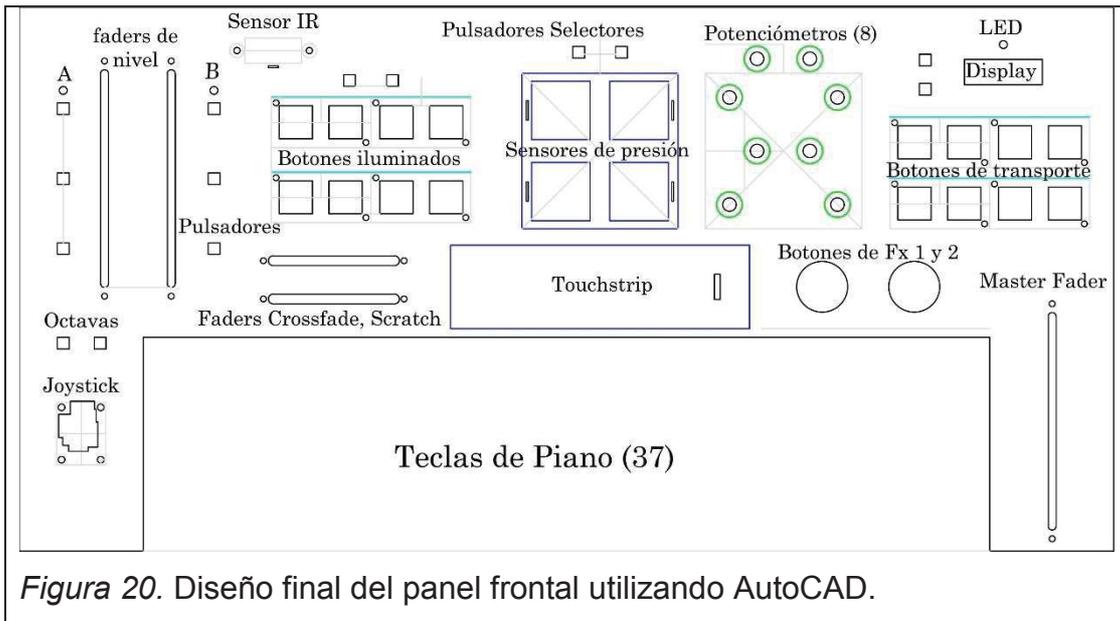


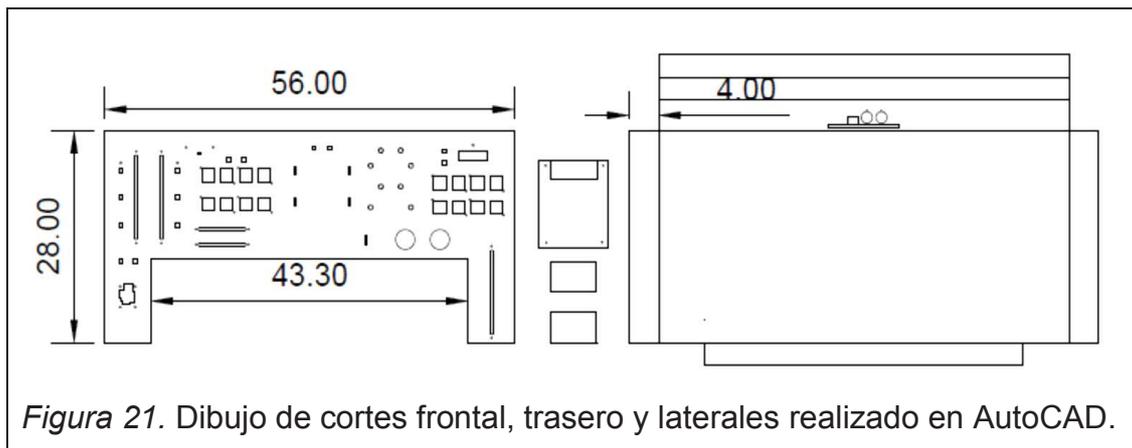
Figura 20. Diseño final del panel frontal utilizando AutoCAD.

El color negro es el único que indica por donde se debe cortar. Los demás colores son solo referencia de las dimensiones reales de los componentes.

## 2.4 Construcción

Para la construcción del controlador se decidió utilizar madera, descartando la primera opción que era hacerlo en plástico, ya que no se encontró empresas que brinden este servicio y hacer los moldes para el plástico resultaba mucho más difícil. En sí la madera es fácil de cortar, de complementar con otros materiales para lograr un mejor acabado y existen técnicas de moldeado fáciles de aplicar.

Para la elaboración de la caja, se acudió a la empresa DISBAL donde ofrecen servicios de corte de madera a laser y se prefirió esto ya que se obtenía un acabado mucho más profesional y con excelente precisión, que era bastante importante, en especial para los agujeros de tornillos. Según los requerimientos de la empresa, se entregó el diseño en un archivo de AutoCAD, las longitudes en centímetros y tres tablas Triplex de 4mm de grosor cada una. El siguiente fue el plano de corte del panel frontal.



Como era de esperarse, algunos componentes no calzaron perfectamente en las perforaciones, por lo cual se tuvo que cortar o lijar la madera para adaptarla.



Se compraron tornillos según las necesidades y se aplicó goma blanca y silicona para juntar algunas piezas.

La tarjeta Cerebro se atornilla a la pared posterior donde se perforaron los agujeros necesarios para las conexiones USB y MIDI.

A continuación en la Figura 23, se muestran el compartimiento y el panel frontal luego del corte. Los componentes fueron colocados en el panel antes de

terminar el acabado para tener una idea clara de las dimensiones y distancias exactas para realizar las conexiones posteriormente.



*Figura 23.* Compartimiento y panel frontal fabricados en madera.

El teclado fue atornillado al panel para sujetarlo y adicionalmente se pegaron retazos de madera por la parte inferior para sostener el peso de los dedos del usuario al tocar el instrumento.

Finalmente se recubre la base de la caja con material imitación de cuero de color negro y se adhiere en la base cuatro pies de goma antideslizantes. También se lija y laca de color gris metálico el panel frontal para obtener el acabado final.



*Figura 24.* Aspecto final del dispositivo con los componentes instalados.

## 2.5 Conexiones y Esquemas

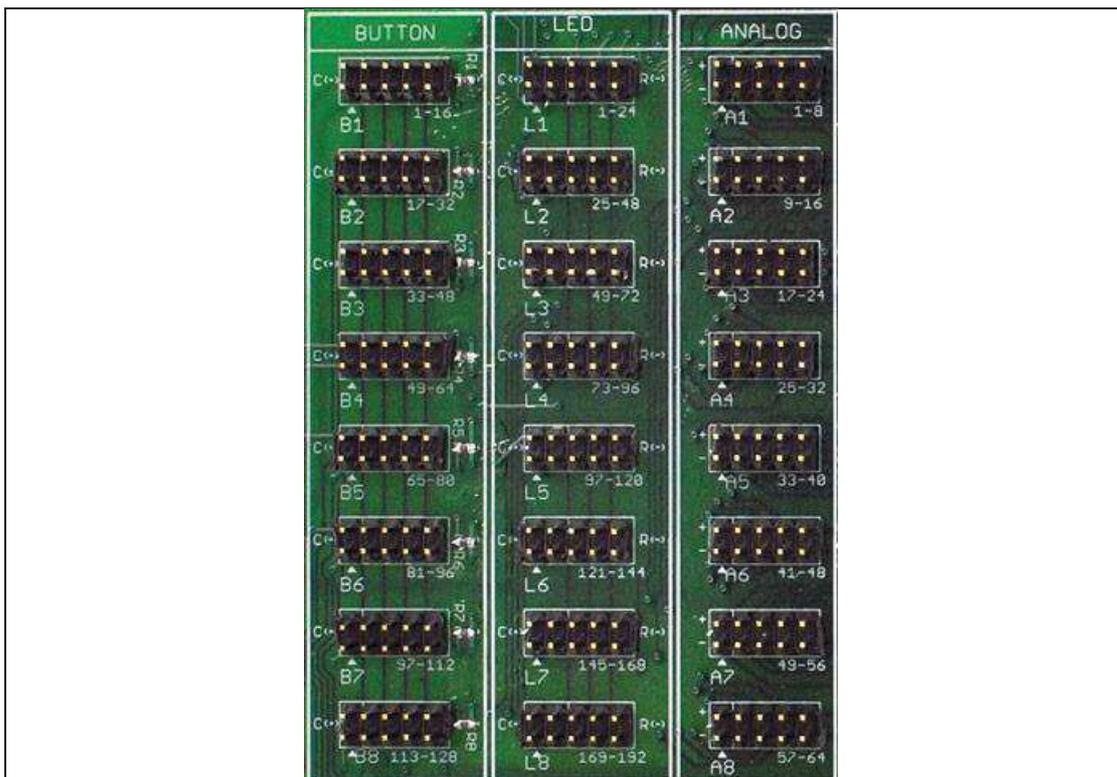
En este apartado se explican las conexiones realizadas para cada componente acompañado de su esquema electrónico.

Las conexiones en la tarjeta Cerebro se dividen en tres columnas principales: controles analógicos, botones y LEDs. Cada grupo es nombrado según su función, por ejemplo A1-A8 para analógicos, L1-L8 para LEDs y B1-B8 para botones, como se puede ver en la siguiente Figura 25.

A un costado del nombre, se tienen los números de identificación de los controles que abarca cada grupo.

Por ejemplo en el grupo A1 se muestra "1-16" para identificar los primeros 16 controles analógicos. Para el grupo B2 se muestra "25-48" para identificar los 24 siguientes botones, y así sucesivamente para todos los grupos.

Es importante tener esto en cuenta ya que es indispensable esta información en la etapa de programación del controlador.

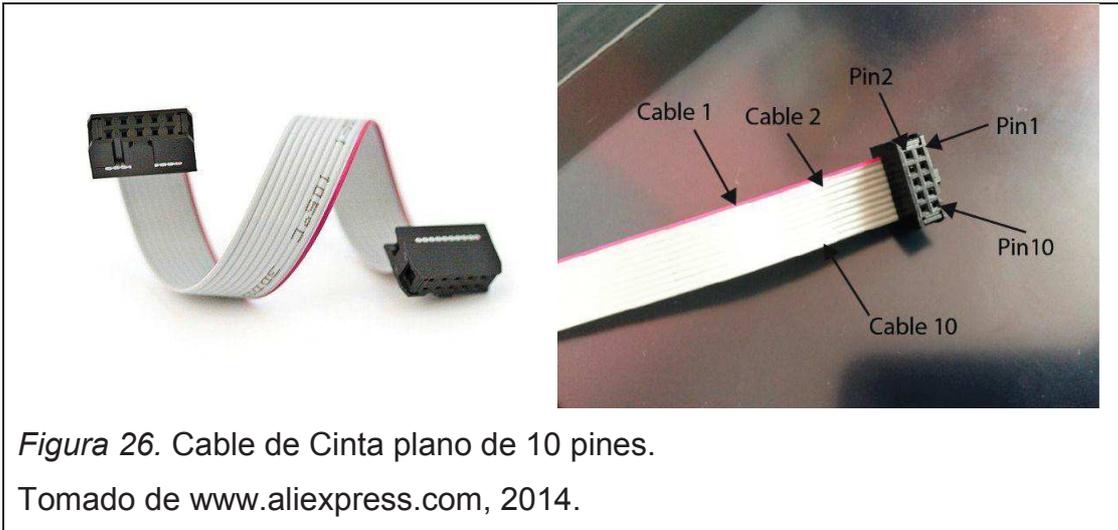


*Figura 25.* Conexiones de 10 pines para controles análogos, LEDs y botones.

Tomado de [wiki.lividinstruments.com](http://wiki.lividinstruments.com), 2014.

Todas las conexiones utilizan cables de cinta de diez pines y cada conector en la tarjeta tiene marcado el pin 1 con una flecha, como se muestra en la Figura 25. Estos deben ser empatados con el pin 1 de los cables de cinta, que es el marcado con una flecha similar y su cable es de color rojo.

La Figura 26 muestra un cable de cinta completo y su disposición de pines en el conector de los extremos. Para realizar las conexiones, se corta el cable de cinta en la mitad y se separa los diez cables individuales.



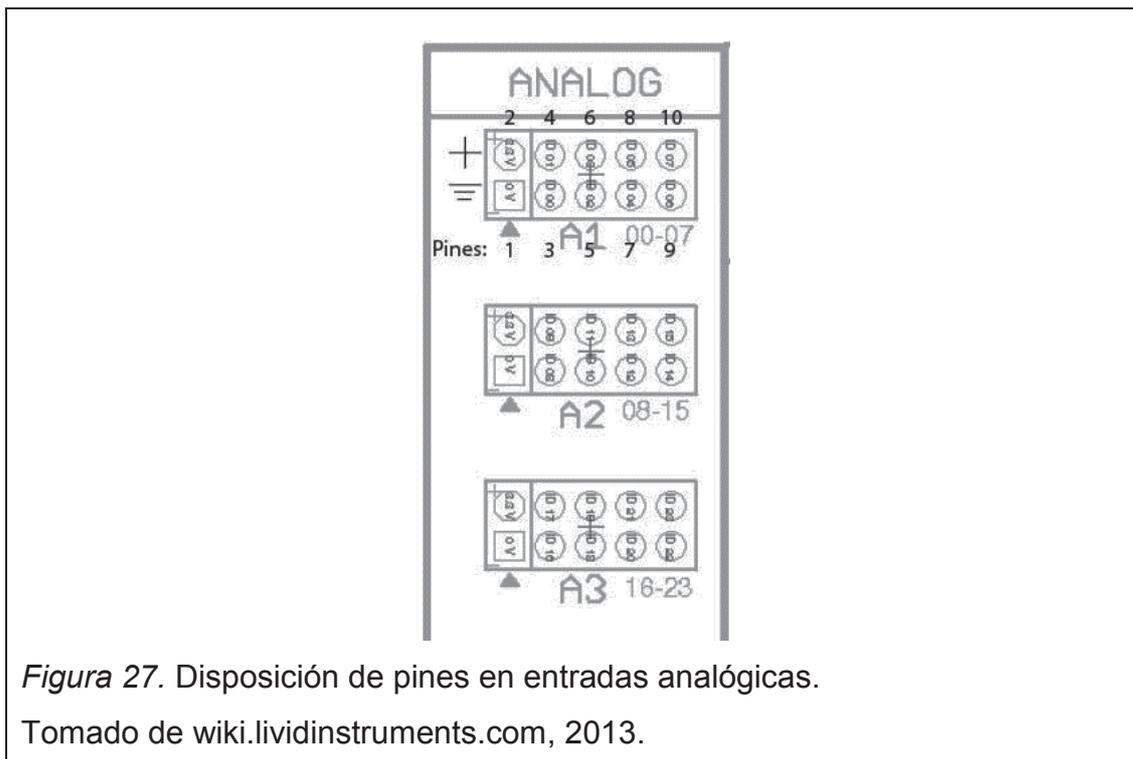
Existen una gran cantidad de programas que sirven para representar un circuito electrónico, sin embargo para este caso, se decidió aprovechar el programa Fritzing de la empresa Interaction Design Labs por las siguientes razones:

- Fue creado basado en la plataforma Arduino que es una línea de placas con microcontroladores, similar a la tarjeta Cerebro utilizada en el proyecto, lo que facilita bastante su representación.
- Siendo un programa libre, ayuda a reducir costos de fabricación.
- Su interfaz gráfica y flujo de trabajo creado para diseñadores, investigadores y aficionados, muy usuario-amigable, lo hacen bastante cómodo de utilizar.

### 2.5.1 Controles Analógicos

Son todos los componentes que envían una señal continua hacia la placa. Generalmente tienen tres pines: Tierra, señal y voltaje.

En esta sección del cerebro, cada conector tiene sus dos primeros pines asignados para tierra (Pin1) y voltaje (Pin2), y sus ocho siguientes para las señales individuales. Cada grupo comparte su conexión de tierra y voltaje.

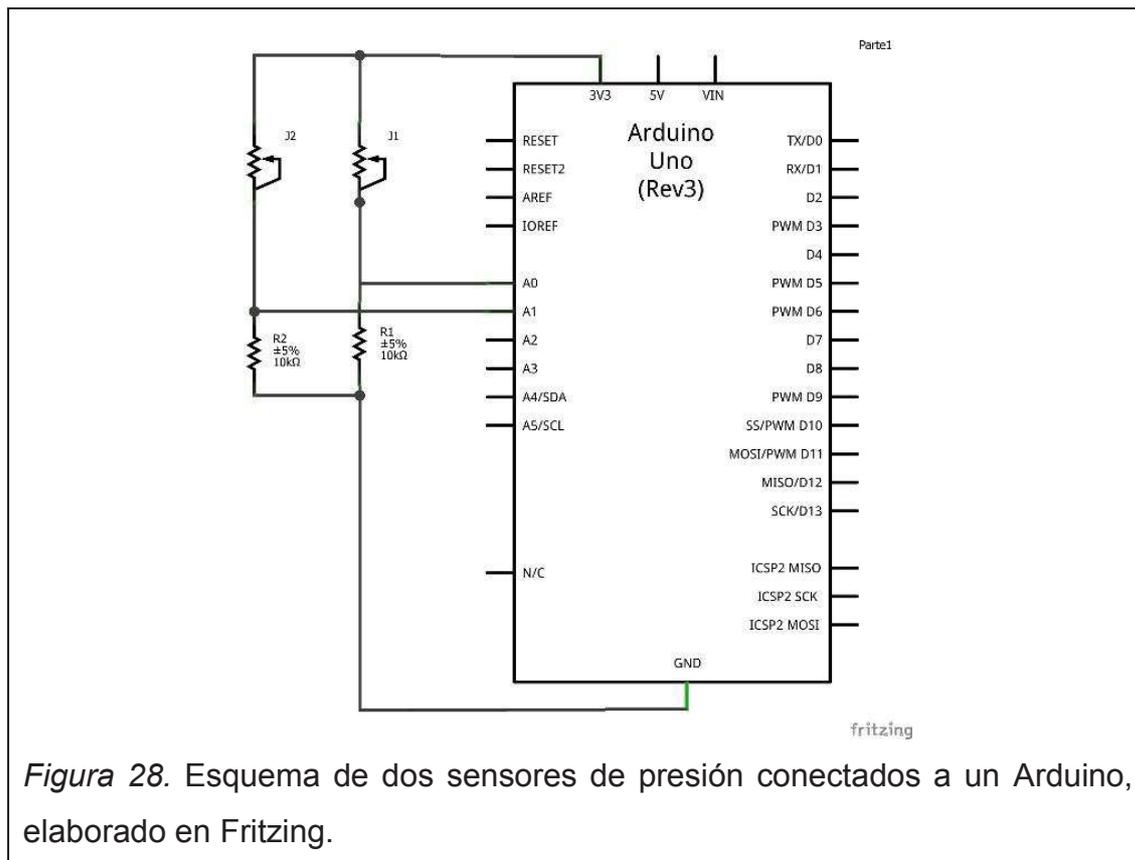


### 2.5.1.1 Resistencias Sensibles a Presión (FSR)

Cada sensor de presión tiene dos conexiones, una va hacia el positivo o Pin2. La otra va hacia una entrada de señal (Pin3-8) y esta a su vez, pasando por una resistencia de 10kohms, es conectada a tierra (Pin1).

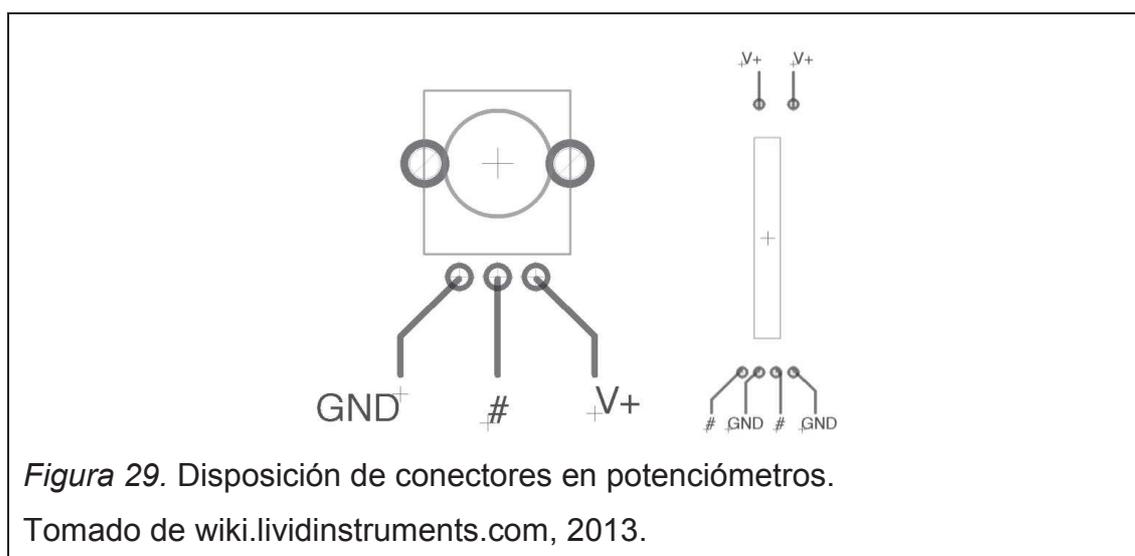
En la Figura 28 se detalla el esquema aplicado a un Arduino similar al Cerebro. Las letras "A#" representan las entradas analógicas y "3V3" representa conexión de voltaje.

Como se puede observar, todos los sensores deben ser conectados a la misma fuente de poder (3.3v) y de tierra (GND), la única que varía es su señal individual.

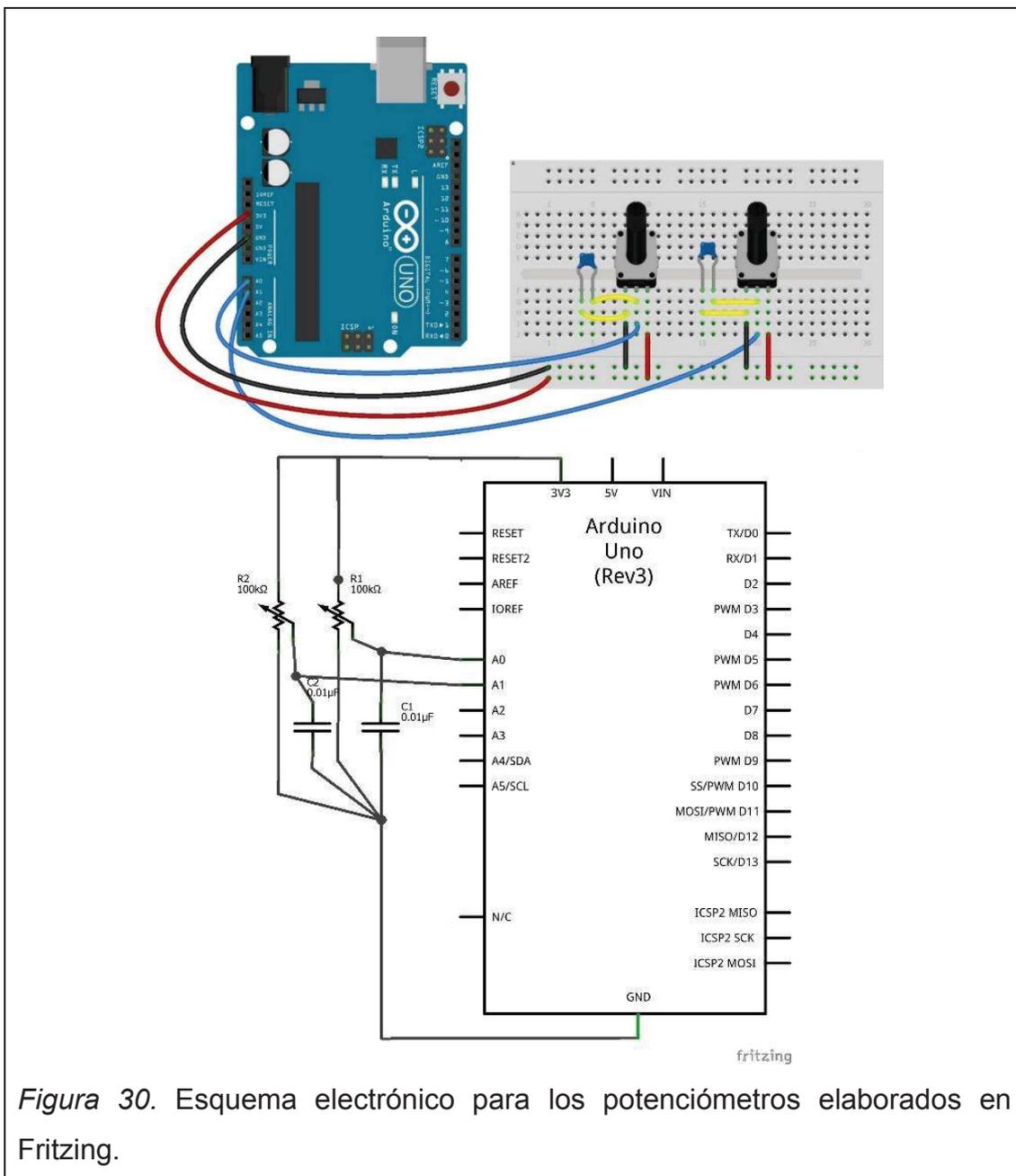


### 2.5.1.2 Potenciómetros Rotatorios y deslizantes

Estas resistencias variables generalmente tienen tres pines: tierra, señal y voltaje.



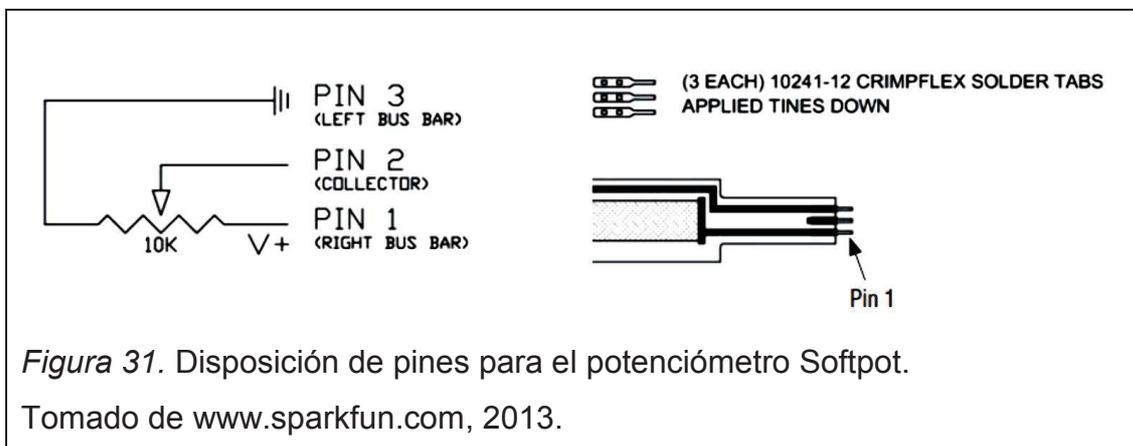
A estos controles analógicos se les añade un capacitor de 0.01uF entre la señal y tierra, que actúa como filtro pasa bajos para mejorar la respuesta de estos componentes.



En la Figura 30, los cables de color rojo representan conexión de voltaje, los negros de tierra y los azules para la señal de salida.

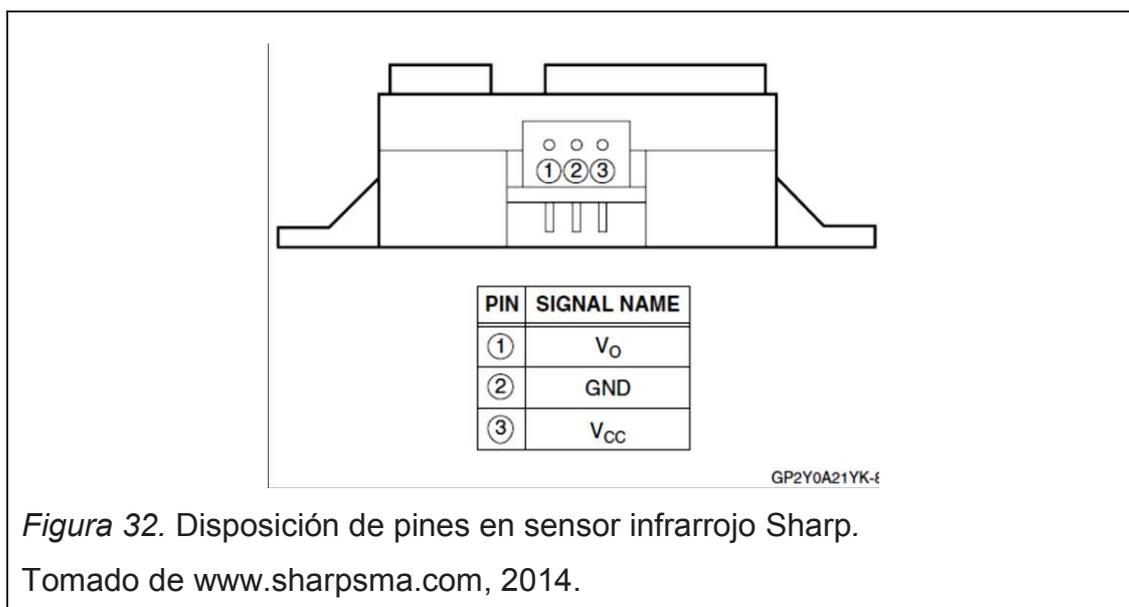
### 2.5.1.3 Control de *Touchstrip*

Siendo un potenciómetro de membrana, la disposición de sus conectores es igual a la explicada anteriormente. Teniendo tierra y voltaje a los extremos y la señal de salida en la mitad.



### 2.5.1.4 Sensor Infrarrojo

En la Figura 32, se presenta la conexión para este componente. Teniendo su señal de salida, tierra y voltaje como únicos conectores, la conexión es exactamente igual a la de los potenciómetros. Donde  $V_o$  es la señal de salida y  $V_{cc}$  es el voltaje de entrada.



Si bien el sensor demuestra cumplir con su función de manera muy convincente, es importante tener en cuenta ciertas características con el modelo utilizado:

- Su rango de respuesta es un poco más reducido al de un potenciómetro común.
- Debido a la distancia de medición máxima, no se llega al valor 0 aun cuando no existe objeto alguno sobre el sensor.
- Al no tener botón de encendido o apagado, éste siempre permanece activo y por ende, siempre enviando valores MIDI.

#### 2.5.1.5 Control de *Joystick*

Este componente se lo adquiere de la empresa Sparkfun en Estados Unidos y se lo trajo junto con su placa para mayor facilidad de instalación y conexión.

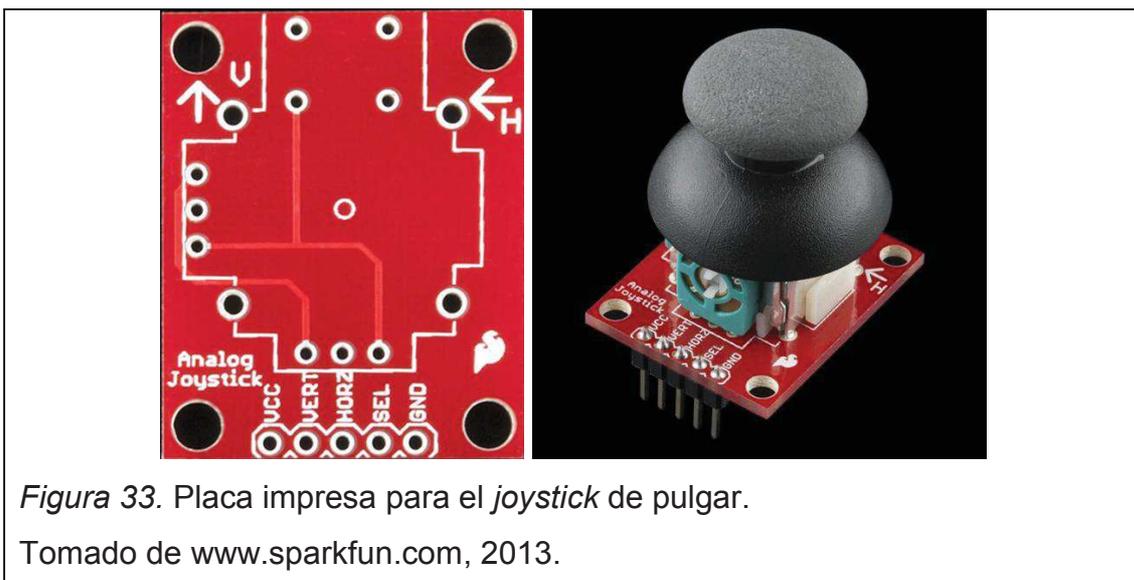


Figura 33. Placa impresa para el joystick de pulgar.

Tomado de [www.sparkfun.com](http://www.sparkfun.com), 2013.

Como se observa en la Figura 33, en la placa se tienen cinco conexiones:

- VCC o voltaje de entrada.
- VERT o señal analógica de movimientos verticales.
- HORZ o señal analógica de movimientos horizontales.
- SEL o señal digital del botón que se acciona al presionar el control.
- GND o tierra.

Las dos señales VERT y HORZ, se las conecta como controles analógicos individuales de la misma manera que los potenciómetros. Los pines de voltaje y tierra son compartidos con los tres pines de señal.

Todos los componentes fueron probados inicialmente en un *protoboard* o placa de pruebas, para asegurarse que todo funcione bien y corregir problemas que pudieran presentarse en el circuito.

Este paso es necesario ya que es muy común que los circuitos no funcionen la primera vez y es mucho más práctico así, para descartar posibles errores.

#### **2.5.1.6 Placas de Circuitos Impresos**

Una vez claros los circuitos y componentes necesarios, se procedió a trabajar con las placas impresas. En algunos casos se utilizó placas pre fabricadas adquiridas junto con los componentes, como en el ejemplo del control de *joystick*. En otros casos se elaboró el diseño de estas para posteriormente hacerlas imprimir.

Para los primeros 16 controles analógicos se utilizó una placa de Lavid Instruments, que se la adquirió pensando en la variedad de configuraciones que ofrece y como respaldo si se tuviese problemas en la etapa de construcción de las demás placas.

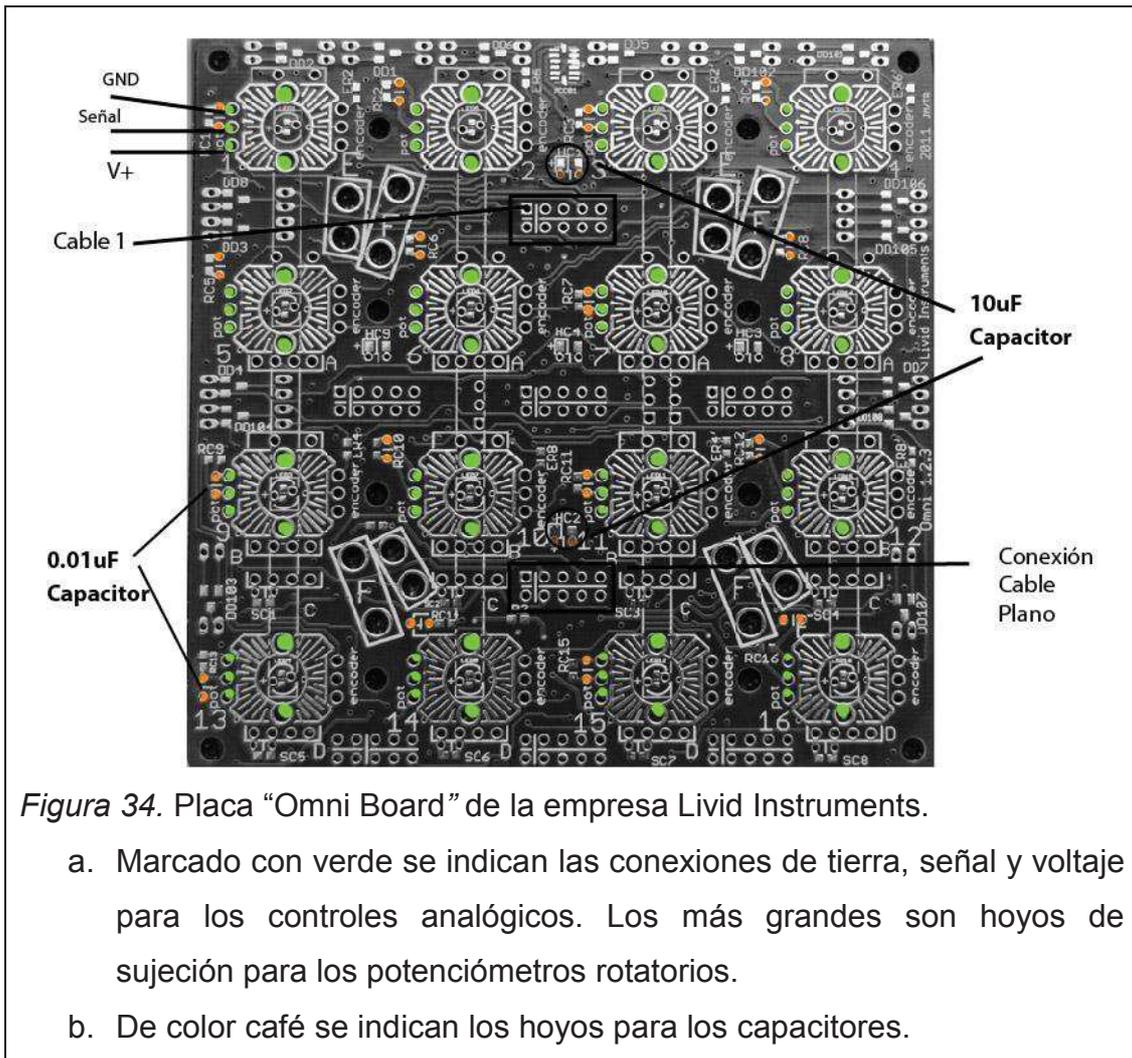


Figura 34. Placa “Omni Board” de la empresa Livid Instruments.

- Marcado con verde se indican las conexiones de tierra, señal y voltaje para los controles analógicos. Los más grandes son hoyos de sujeción para los potenciómetros rotatorios.
- De color café se indican los hoyos para los capacitores.

Primero se soldaron los capacitores en los hoyos marcados RC1 a RC16, marcados con café en la Figura 34.

Luego para la conexión hacia el Cerebro, se corta un cable de cinta en la mitad y se desprende cada cable por separado para conectarlos a los diez pines encerrados en un cuadrado en la misma figura.

Es muy importante asegurar que el cable 1 (rojo) se empate con el pin cuadrado de la placa, y el pin 2 que se ubica justo debajo del 1, con el cable 2 del cable de cinta. Estos pines se repiten para las siguientes ocho conexiones, que se sueldan a un segundo cable de cinta.

Estas dos conexiones mencionadas también necesitan un capacitor de 10uF que se acopla a los hoyos marcados HC1 y HC2.

A continuación se conectan los ocho potenciómetros rotatorios, conectando tierra, señal y voltaje en cada uno. Es recomendable antes de soldar los controles, tener una idea clara de que lugar va a ocupar la placa dentro del controlador y donde se la va a atornillar, si es que la placa tiene agujeros para tornillos.

De esta manera se conoce cuánto cable se necesitará para las conexiones y se asegura que la placa no obstaculice a otros componentes dentro de la caja. Al soldar se puede utilizar cualquier tipo de cable pero en el proyecto resultó más conveniente usar cables de 1mm de diámetro y no tan rígidos sino flexibles, para evitar desconexiones al trabajar.

Para el siguiente grupo de ocho controles análogos, se conectó los cinco *faders*, las dos señales del *joystick*, y el sensor infrarrojo. Al finalizar, se conectan los dos cables de cinta en el conector A4 y A5 de la sección *Analog* en la tarjeta Cerebro. Se utilizan esos conectores para facilitar, por razones de cableado, las conexiones de las teclas posteriormente.

Para sujetar la placa, se colocaron cuatro refuerzos de madera de 3cm de alto, pegados al interior del panel, para que la placa sea atornillada a estos.

Todos los controles fueron atornillados al panel frontal a excepción de los potenciómetros rotatorios, que vienen con una delgada tuerca para sujetar el componente al panel.

Una vez conectada dicha placa, se procede con el diseño de dos placas más para el resto de controles analógicos, que incluyen los *drum pads*, control de *touchstrip*, y los 37 sensores de presión para las teclas.

El requisito que solicitan las empresas donde fabrican placas de circuitos es que el diseño se construya en el programa Proteus. Así que se utilizó la versión 8 de Proteus y su complementario Ares para diseñar las placas requeridas. El

costo de fabricación de la placa es reducido, sin embargo se tuvo que familiarizar con el programa ya que nunca se lo había utilizado anteriormente.

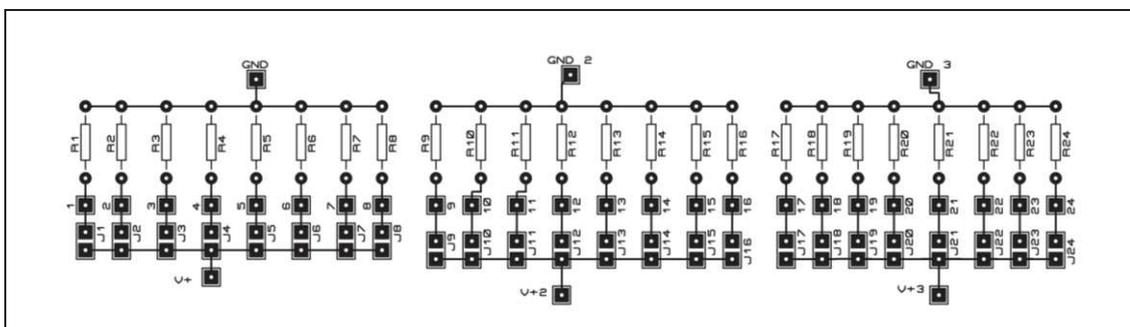


Figura 35. Esquema de placa para conexiones analógicas realizado en Ares.

- Números del 1 al 24 indican conexiones de señal para cables de cinta.
- J1 a J24 son los pines de señal para cada control analógico.
- R1 a R24 son los pines para las resistencias de 10kOhms.

Una vez completado el diseño de la placa, se entregó el archivo en Proteus a la empresa APM, y se solicitó que se imprimaran dos circuitos idénticos en placas de 9cm de largo por 5cm de alto. Estas dimensiones fueron necesarias ya que las placas eran destinadas para conectar las teclas, una placa a cada extremo, en un espacio específico que no interfiera con otros componentes.

Al recibir las placas se examinó el circuito en busca de posibles errores o pistas mal trazadas. Después de confirmar que todo esté en orden, se procede a soldar los componentes.

Los pines marcados GND y V+ son para las conexiones de cables de cinta, cable 1 y 2 respectivamente. Los pines marcados del 1 al 24, son para los ocho cables restantes de cada cable de cinta.

Como los controles analógicos que faltan por conectar son teclas y *drum pads*, es decir, resistencias sensibles a la presión, todos van conectados de la siguiente manera. Todos tienen dos terminales, una que se suelda al pin conectado a V+ y la otra al pin adyacente marcado desde J1 a J24. Estos a su

vez están conectados a R1-R24, donde se fija una resistencia de 10kOhms para completar el circuito.

Este procedimiento se efectúa para la segunda placa hasta completar las 37 teclas, de la misma manera para los cuatro *drum pads* a excepción del control de *touchstrip*, al que se lo conecta de la misma manera pero no se agrega la resistencia. En su lugar se suelda un capacitor de 0.01uF y la terminal de tierra del componente se conecta a un pin disponible de los conectados a GND en la placa.

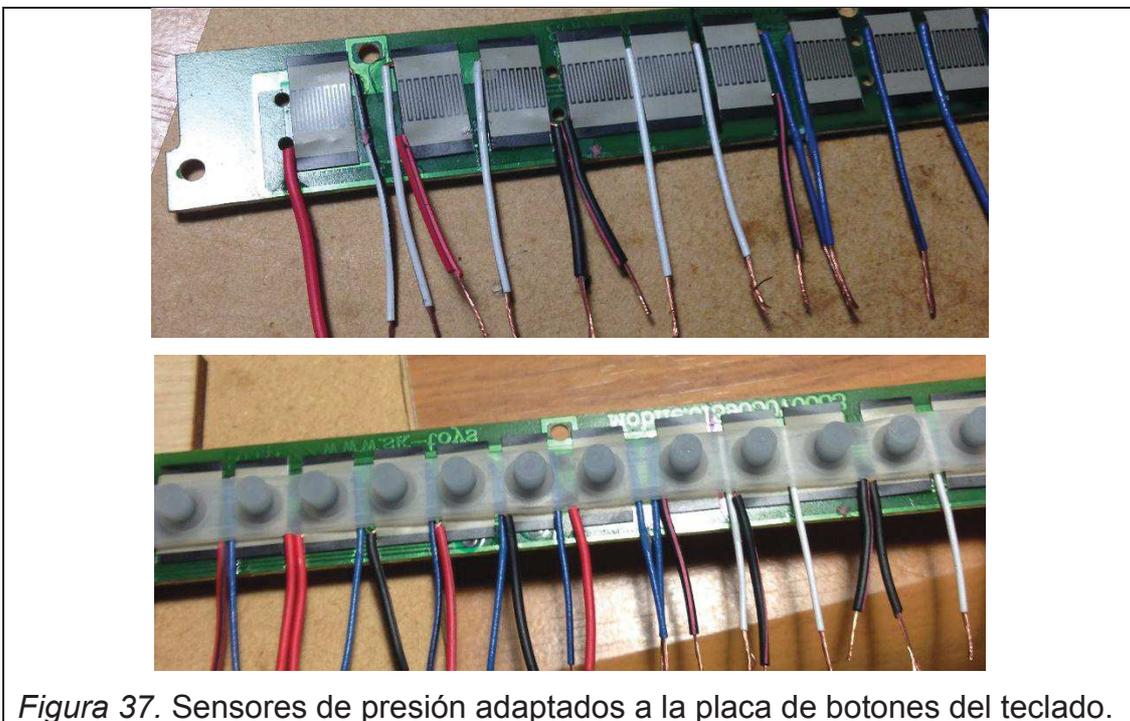
Terminado dicho proceso, se conectan los cables de cinta a la tarjeta Cerebro en los conectores analógicos restantes.



Esta fue la etapa más complicada del proyecto, implementar el control de *velocity* en el teclado. Esta característica, a pesar de brindar un importante control de expresión al interpretar, no es incluida en todos los dispositivos similares en el mercado.

En este caso, se buscó implementar la función sin aumentar demasiado el costo general del proyecto, utilizando cortes pequeños del sensor de presión largo y adaptándolos al mecanismo de teclas adquirido.

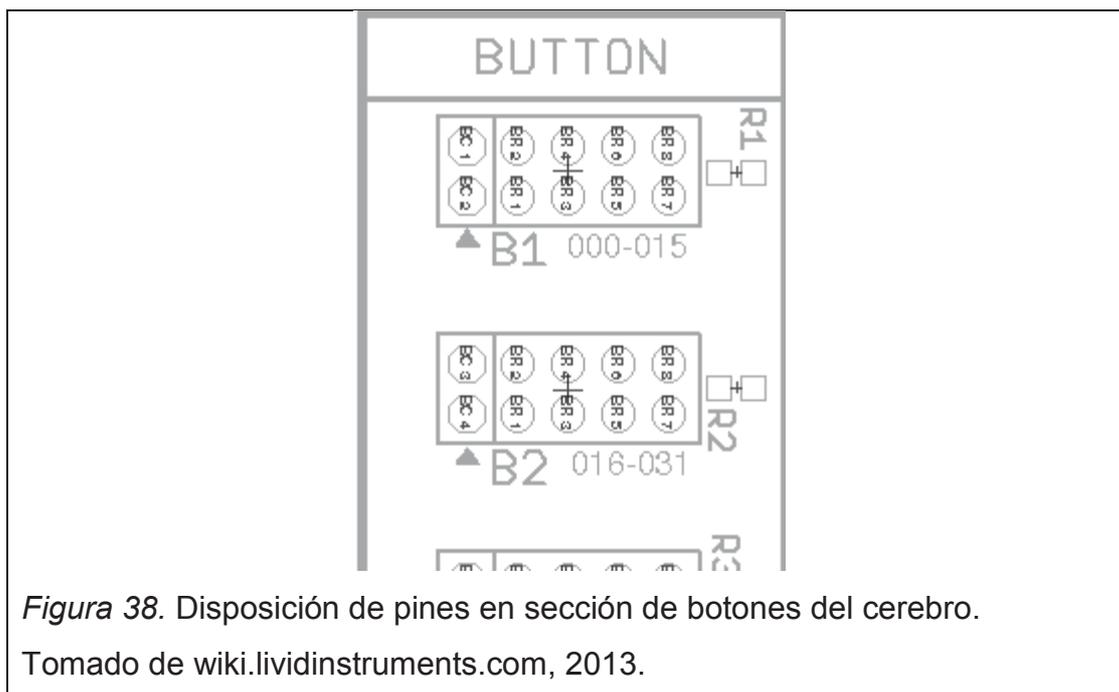
Como se observa en la Figura 37, se colocó un cable a cada extremo de la lámina de electodos impresos. Estos no podían ser soldados el uno con el otro ya que se corría el riesgo de quemar la lámina y dañar el sensor, de manera que todos los cables fueron adheridos a la placa para limitar su movimiento.



La tira de botones de goma es colocada encima de los sensores y todo el sistema es atornillado debajo del teclado para ser accionado por las teclas.

### 2.5.2 Matriz de Botones

La tarjeta soporta 16 botones por cada conector. Todo debe ir conectado en forma de matriz. En la Figura 38 se aprecia la disposición de los pines. Los dos primeros son columnas BC1 y BC2, los demás son filas, creando una matriz de 2x8 (2 columnas, 8 filas).



*Figura 38.* Disposición de pines en sección de botones del cerebro.

Tomado de [wiki.lividinstruments.com](http://wiki.lividinstruments.com), 2013.

La tarjeta incluye una resistencia en cada grupo conectada a tierra para descargar rápidamente el voltaje. De esta manera lo único que se añade al circuito son diodos de señal.

Los diodos son utilizados para controlar la dirección de la corriente en el circuito, muy importante para mantener una sola dirección en la matriz. En este caso se utilizó diodos 1N4148.

La matriz se conecta según la Figura 39. Un extremo del botón va conectado a una columna y el otro hacia el extremo positivo del diodo. Después se conecta el extremo negativo del diodo marcado con una franja, a una fila de la matriz y así sucesivamente la fila del botón 1 se conecta al botón 2 y la columna del diodo 1 hacia la columna del diodo 9 en la siguiente fila.

Los botones no tienen polaridad por lo que se los puede conectar de cualquier lado, pero se debe tener cuidado con los diodos y asegurarse que el lado negativo siempre apunte a una fila de la matriz.

En la Figura 39 se muestra un ejemplo de una matriz de 2 columnas por 6 filas. Se utiliza la letra B para botón, D para diodo y R para resistencia.

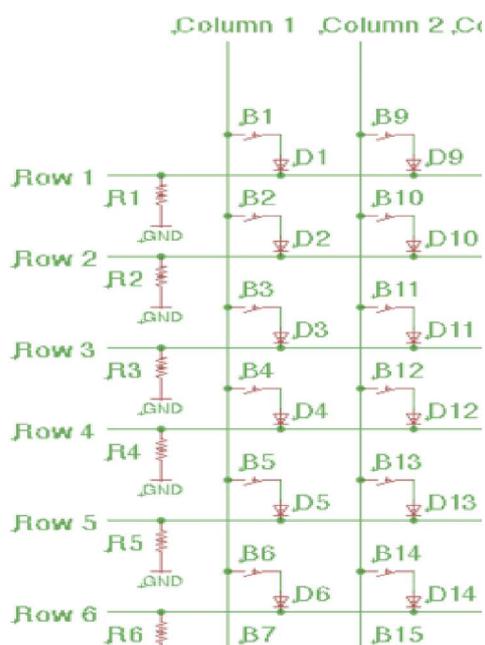


Figura 39. Esquema de conexiones de una matriz de botones 2x6.  
Tomado de wiki.lividinstruments.com, 2013.

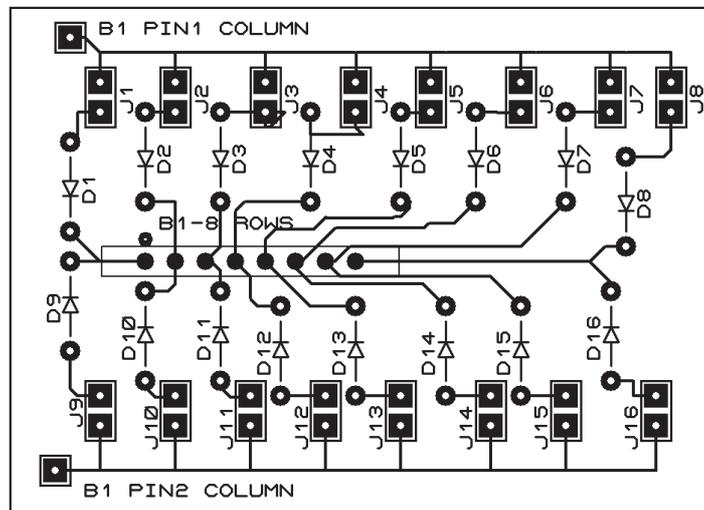


Figura 40. Esquema de la placa para circuito de botones realizado en Ares.

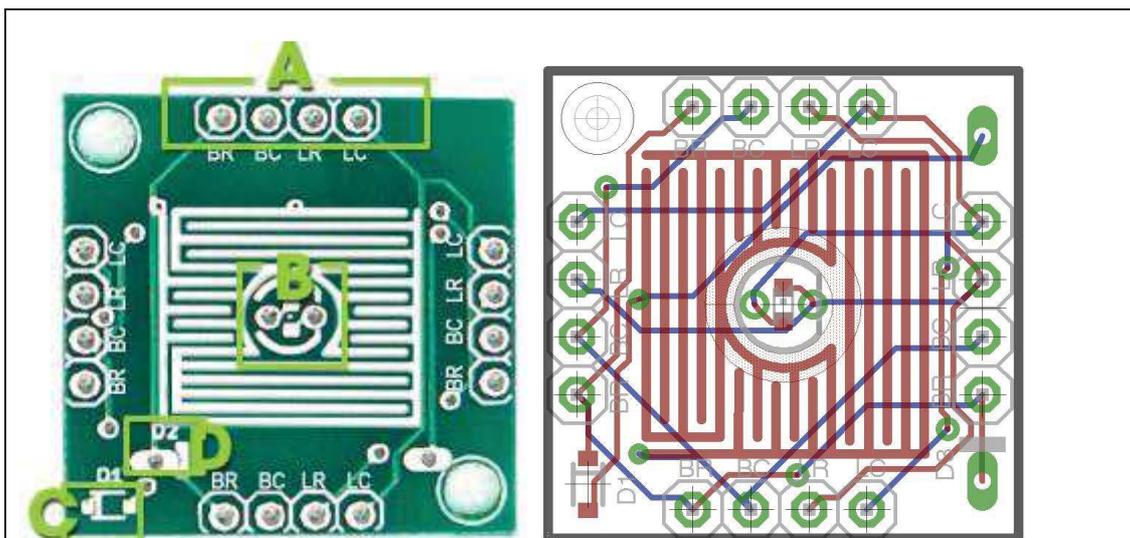
- Pines B1 y B2 son conectados a las 2 columnas de la matriz y "B1-8 Rows" son conectados a las 8 filas.
- Pines J1-J16 son conectados a los 16 primeros botones.

Pines D1-D16 son para soldar los diodos necesarios para la matriz.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la placa diseñada para los 14 botones del controlador que no incluyen luces LEDs.

Primero se soldó los diodos en sus respectivos lugares. Seguido por el cable de cinta, conectando los dos primeros cables en “B1 y B2 column” y los siguientes ocho a “B1-8 rows”. El otro extremo del cable se lo conecta al primer grupo de botones B1 en la tarjeta cerebro. Una vez hecho esto se tiene una clara idea de a que distancia va a estar cada botón de los pines en la placa, así que se procede a conectar los botones asegurando una correcta longitud de cable.

La siguiente placa que se utilizó fue la fabricada especialmente para los botones transparentes que permiten incluir LEDs en su interior. Se adquirió 16 de estas placas agrupadas en cuatro grupos de cuatro.



*Figura 41.* Placa de circuito para botones transparentes de Livid Instruments.

Tomado de [wiki.lividinstruments.com](http://wiki.lividinstruments.com), 2014.

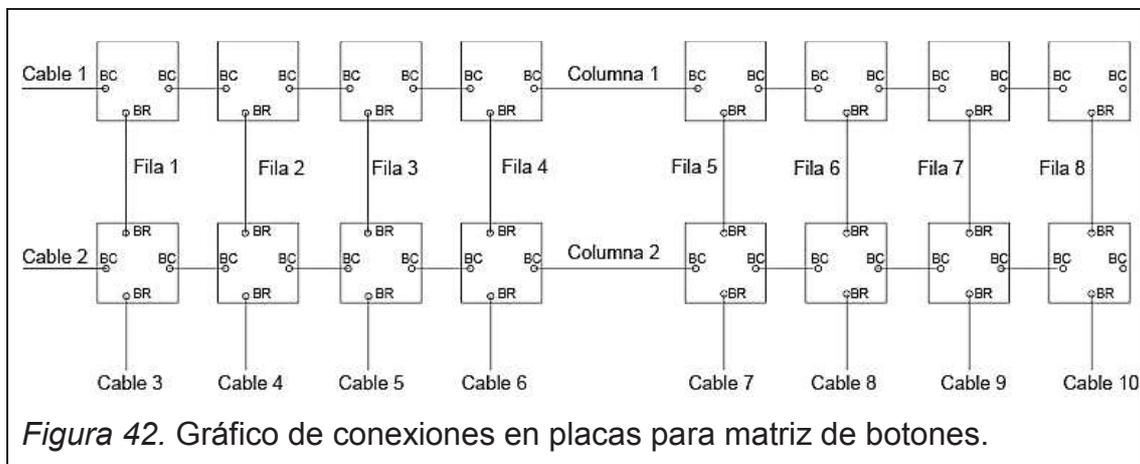
- a. Sección A: Conexiones para matriz de botones y LEDs.
- b. Sección B: Conexión para LED.
- c. Sección D: Conexión para diodo.
- d. Sección C: Conexión para diodos de montaje superficial.

Como se muestra en la Figura 41, en la sección A se tienen las filas y columnas de las matrices de botones y LEDs. Esta misma sección se repite en los 4 lados para facilitar las conexiones. Los pines “BR”, B por botón y R de fila en inglés, están conectados todos entre sí, al igual que BC para las columnas y LR y LC para filas y columnas LED.

En la sección D se añade los diodos 1N4148, acomodando la franja negra del diodo al mismo lado que la franja dibujada cerca de uno de los pines en D2.

Según lo diseñado, se tienen 2 filas de 4 botones a cada lado del controlador, completando los 16 botones que se conectan en el siguiente grupo B2 de la tarjeta Cerebro.

La siguiente Figura 42 muestra la disposición de las placas en el controlador y la forma en que se conectaron. Resultó conveniente utilizar el programa Adobe Ilustrador para lograr una representación más comprensiva de las conexiones. Pines rotulados BC indican columna y BR indican fila de botones.



Para estas conexiones se utiliza un cable de cinta y algunos cables de puente para enlazar todas las placas. Los cables 1 y 2 son conectados a las dos columnas BC empezando por la superior izquierda y se utilizan cables puente para continuar la conexión hacia el resto de placas utilizando los mismos pines BC. Los siguientes ocho cables se conectan a las filas BR empezando por las

placas de abajo y se vincula con cables puente las placas superiores, como se muestra en la Figura 42.

### 2.5.3 Matriz de LEDs

De la misma manera, las conexiones para LEDs deben ser en matrices.

En este caso, la matriz de LEDs tiene 4 columnas por 6 filas, dando un total de 24 LEDs en cada grupo. Se conecta de la misma manera que la matriz de botones, con la diferencia de que en este caso, la polaridad de los LEDs si es importante.

Los primeros cuatro pines son columnas y los siguientes seis son filas. La Figura 43 muestra la disposición de estos en la tarjeta Cerebro.

Para esta matriz, la tarjeta trabaja con un rango específico de tensión que asegura el correcto funcionamiento para la mayoría de LEDs. Esto permite conectar distintos tipos de LEDs sin necesidad de sumar resistencias al circuito.

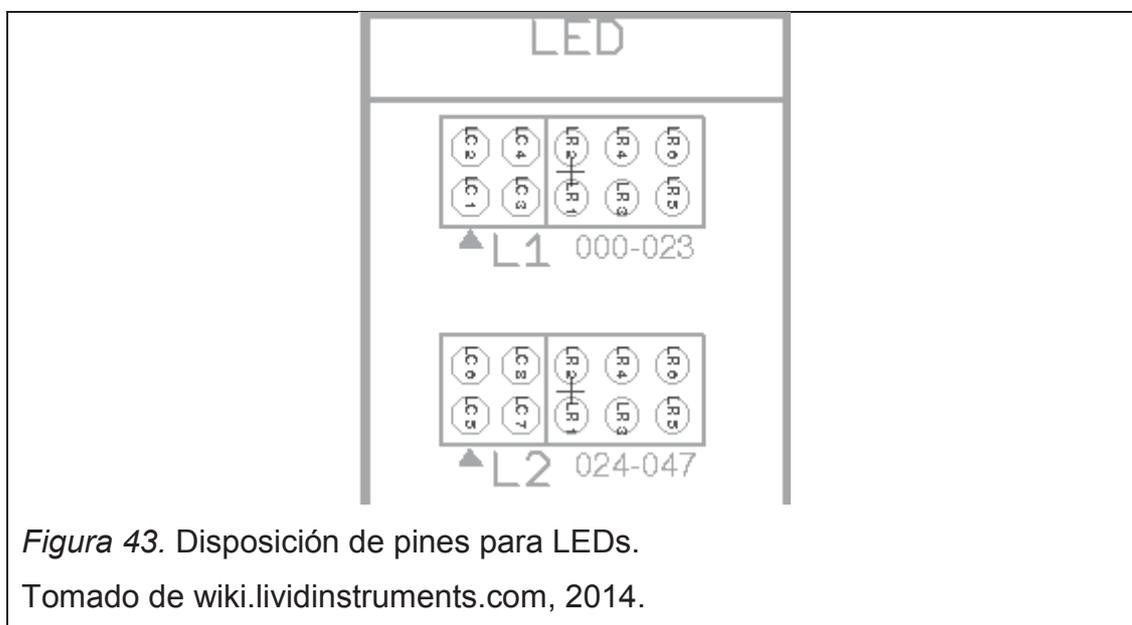
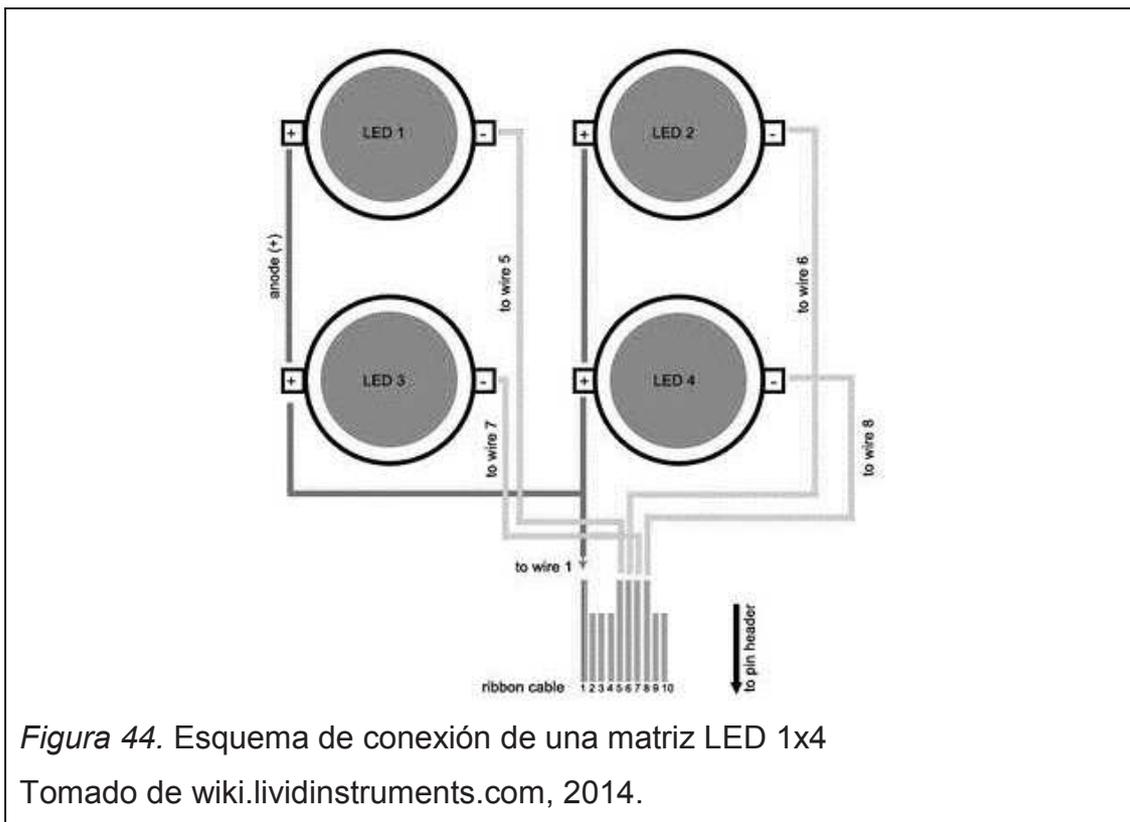


Figura 43. Disposición de pines para LEDs.

Tomado de [wiki.lividinstruments.com](http://wiki.lividinstruments.com), 2014.

La Figura 44 a continuación muestra la conexión de una matriz de una columna por cuatro filas utilizando un cable de cinta.

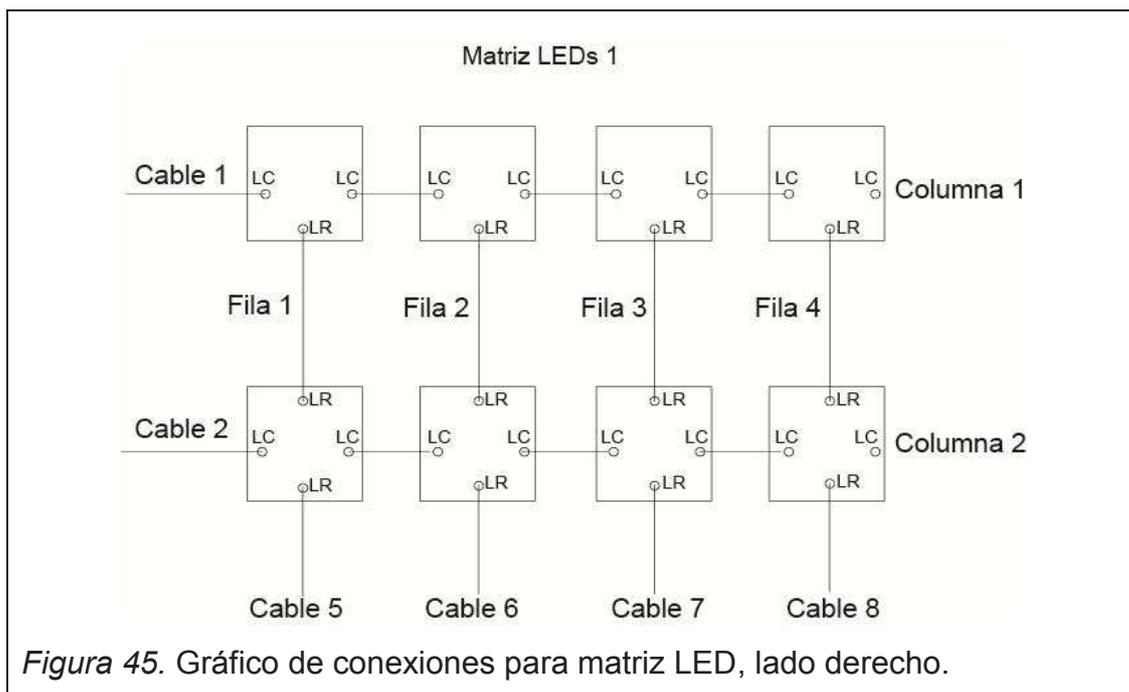


El extremo positivo del LED, identificado por el terminal más largo, se conecta a una columna (cables 1-4) y el terminal negativo va a una fila (cables 5-10).

Los demás LEDs son acoplados a la misma columna por su terminal positivo y hacia el resto de filas por su terminal negativo. En el diseño, se tiene los 16 LEDs para cada botón transparente, y dos más al lado izquierdo para los controles de canal A y B. Los LEDs se conectan en las mismas placas de los botones transparentes.

Recordando la Figura 41, en la sección B se tiene los pines para LED. Se tiene la forma de un semicírculo, similar a la base de un LED, alrededor de estos para indicar su polaridad. Siendo el lado plano el pin negativo, se conecta a este el terminal negativo del LED y se repite el procedimiento para el resto de placas.

Se continúa con la conexión de la matriz tal como se indica en la Figura 45. Pines LR indican filas y LC, columnas.

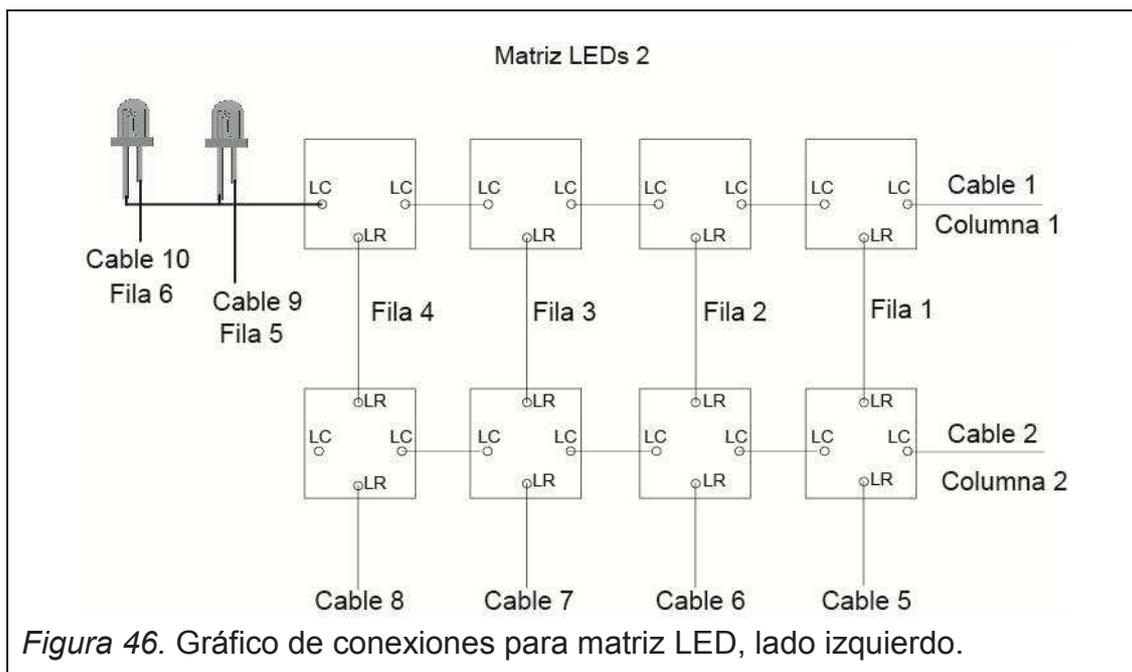


Para facilidad y orden en las conexiones, se decide crear dos matrices para cada grupo de ocho botones transparentes, tal como se dispone en el diseño. De esta forma se utilizan dos cables de cinta pero las conexiones resultan mucho más simples.

Para el primer grupo de ocho, ubicados a la derecha del controlador, se conecta el cable 1 al pin de columnas LC de las placas superiores y se enlazan las siguientes con cables puente, utilizando el mismo pin de columna LC. Se repite los pasos para las placas inferiores utilizando el cable 2.

Luego, omitiendo cables 3 y 4 del cable de cinta, se utilizan los cables 5 al 8 para conectar las filas LR en las cuatro placas inferiores y se continúa la conexión hacia las de arriba con cables puente.

Para el segundo grupo de LEDs, se sigue exactamente el mismo proceso y se extiende la señal hasta los dos LEDs restantes como describe la Figura 46. Los terminales positivos de ambos son conectados al pin de la columna 1 (LC) y los terminales negativos de cada LED, directamente a los cables 9 y 10.



Una vez completadas las conexiones, se colocan los botones de goma sobre las placas y se atornillan estas al panel frontal. Los cables de cinta se conectan a L1 y, por cuestiones de distancia, L6 en la sección LED de la tarjeta Cerebro.

No existe mayor problema si no se sigue el orden en las secciones de la tarjeta, pero si se debe tomar en cuenta en donde se conecta para evitar dificultades al momento de programar.

Finalizadas las conexiones, se continúa con la etapa de programación.

### 3. Programación

En este apartado, se configura todos los controles y luces LED, utilizando el programa Brain V2 Configure, para que envíen y reciban los mensajes MIDI adecuados. La facilidad que este programa brinda es la de tener pre programada una biblioteca de mensajes MIDI de Cambio de Controlador (CC) y notas, y esto hace que la programación sea mucho más fácil, simplemente escogiendo el mensaje que se quiere enviar desde cada control. La siguiente Figura 47 es una captura de pantalla de programa Brain V2 Configure.

#### 3.1 Software Brain V2 Configure

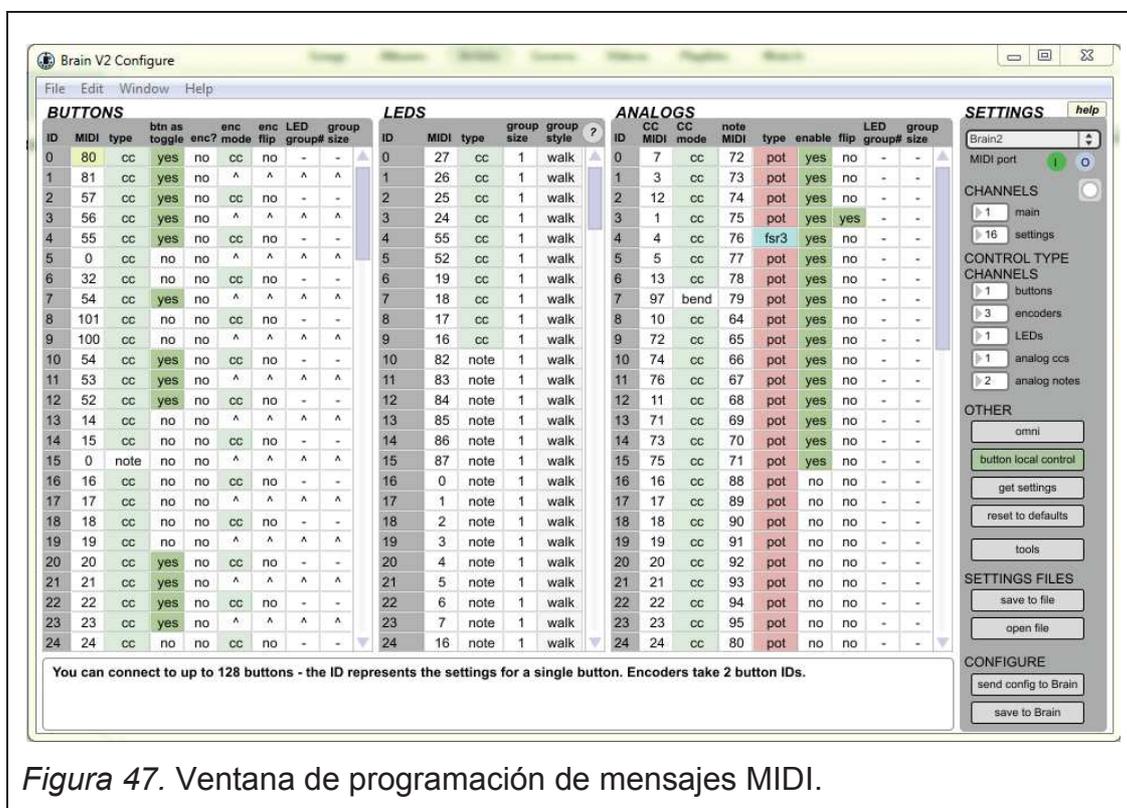


Figura 47. Ventana de programación de mensajes MIDI.

Aquí es donde se realiza toda la programación. Lo primero que se aprecia en el programa son sus tres secciones: Botones, LEDs y Analógicos, que representan las secciones de mismo nombre en la tarjeta Cerebro.

Cada entrada en la tarjeta tiene su identificación, la misma que se muestra en el programa en las columnas de color gris con el nombre de "ID". Para los

controles analógicos, se muestran las 64 entradas numeradas desde 0 a 63. Lo mismo para los 192 LEDs y 128 botones. Todas empezando desde 0.

Al lado derecho se puede ver una columna gris nombrada *Settings* o Configuraciones. Aquí se puede ver si el dispositivo está siendo reconocido y el círculo verde ubicado justo debajo del título de la columna parpadea cada vez que se reciba un mensaje MIDI.

También se puede realizar cambios de configuraciones en los canales MIDI y guardar en un archivo toda la configuración realizada. Sin embargo, lo más importante aquí son los dos últimos botones: “*Send config to Brain*” que envía toda la configuración realizada al Cerebro.

De esta manera la tarjeta es configurada de forma temporal, hasta asegurarse que la programación sea correcta, pues si se desconecta el dispositivo los ajustes no se quedarán grabados. Una vez que toda la programación este realizada, se selecciona botón “*Save to Brain*” para guardar la configuración y esta sí quedará programada en la tarjeta la próxima vez que se conecte el dispositivo

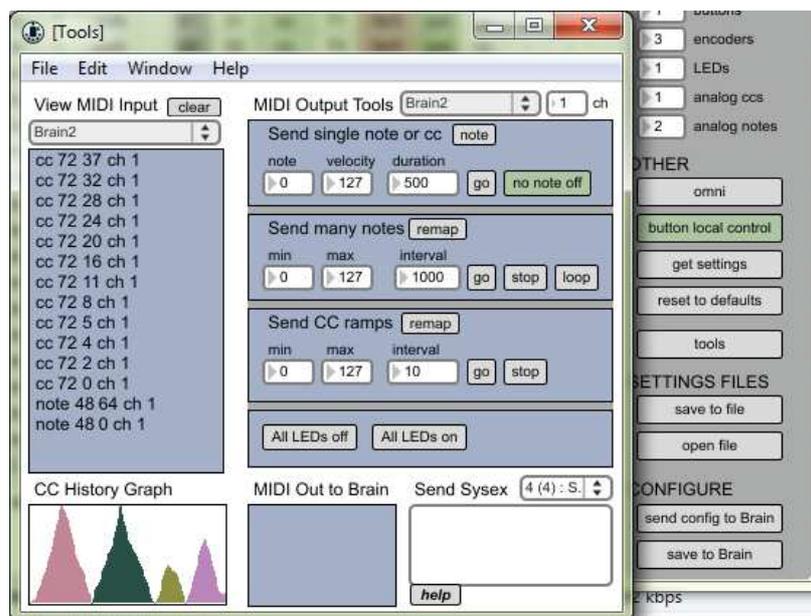


Figura 48. Ventana de monitoreo y envío de mensajes MIDI Tools.

En esta misma sección, al hacer click en el botón *Tools*, se abre una ventana donde se puede monitorear los mensajes que se están enviando. La ventana azul de la izquierda, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, muestra los mensajes MIDI que se están recibiendo, seguido de su valor, que varía de 0 a 127 y por último, el canal MIDI por el que se está transmitiendo.

El cuadrado debajo, “*CC History Graph*” muestra de forma gráfica la variación de valores para los mensajes CC. Con esta herramienta se puede identificar rápidamente si los controles están respondiendo como se esperaría o no.

Las demás opciones sirven para enviar mensajes desde el programa a la tarjeta, pero en el proyecto no hubo uso alguno de estas.

### 3.1.1 Botones

Se empezó con la programación de los botones, donde se tienen las columnas “ID” para identificar donde están conectados los botones en la tarjeta. La columna “MIDI”, donde se ingresa el número del mensaje MIDI que se quiere enviar al presionar dicho botón. “*Type*” es para escoger el tipo de mensaje, si va a ser de controlador continuo (CC) o de nota. “*Btn as toggle*” permite escoger si el botón va a actuar como interruptor o no.

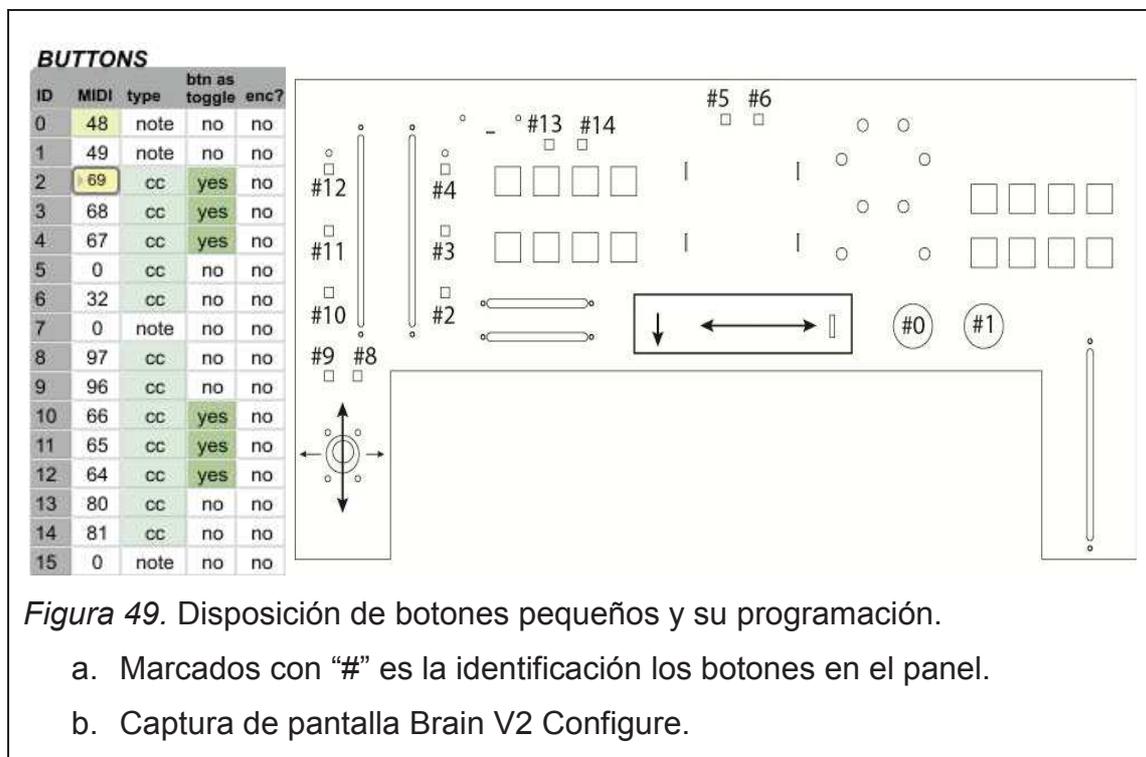
Esto se debe a que normalmente los botones son de acción momentánea, es decir que al presionar el botón se envía un mensaje de activado y al soltarlo, un mensaje de desactivado.

Al seleccionar esta opción, el botón se mantendrá activado hasta que se vuelva a presionar para desactivarlo. Esto resulta útil para funciones como *play* o *loop*.

No se entra en detalle sobre las siguientes columnas ya que no fueron utilizadas en el proyecto.

Para los botones se utilizó los grupos B1 y B2 en la tarjeta, lo que significa que se tienen 32 botones conectados desde 0 a 31. Esta será la referencia en la columna ID del programa.

En el primer grupo se utilizó solamente 14 botones y por la forma como se los conectó, los ID 7 y 15 serán los que queden sin utilizar.



Como se observa en la Figura 49, los dos primeros botones #0 y #1 que son los botones azules tipo *arcade*, son configurados para que envíen notas MIDI 48 y 49 que serían C3 y C#3 respectivamente. Se escogió estos valores al hacer algunas pruebas con el programa Reason, ya que ésta octava era la utilizada para generar sonidos en los instrumentos virtuales de percusión.

Los demás botones son configurados para enviar mensajes CC ya que no se necesita que sean notas. Para los botones #2, #3, #4, #10, #11 y #12 que son dedicados para los *faders* aledaños, se los configura para que actúen como interruptores en la columna “*Btn as Toggle*”.

Se escogieron los mensajes MIDI que se enviarán, del 64 al 69 ya que son definidos a parámetros tipo interruptor como por ejemplo *Portamento on/off*, o *Sostenuto on/off*, y se los puede usar de esta manera si es que no son asignados a otros parámetros por el usuario.

Los botones #8 y #9 que originalmente se incluyeron como selectores de octava, no se los pudo configurar ya que se necesitaba un desarrollo más profundo en la etapa de programación de microcontroladores para configurar la tarjeta Cerebro.

Esto es debido a que la función de transposición de notas no es un mensaje MIDI en sí, sino una configuración interna de cada dispositivo.

Sin embargo, se designaron los mensajes 96 y 97 para estos botones, que según la norma MIDI es un incremento de datos de +1 y decremento de -1 respectivamente.

Los últimos botones #5, #6, #13 y #14, se los instaló con el objetivo de ser selectores de bancos. Para esto se necesitaba enviar mensajes de cambio de programa que actualmente la tarjeta no soporta.

Para los siguientes 16 botones translúcidos conectados en B2 desde ID: 16 al 31, se los programa como muestra la siguiente Figura 50.

BUTTONS				
ID	MIDI	type	btn as toggle	enc?
16	40	note	no	no
17	41	note	no	no
18	42	note	no	no
19	43	note	no	no
20	20	cc	yes	no
21	21	cc	yes	no
22	22	cc	yes	no
23	23	cc	yes	no
24	44	note	no	no
25	45	note	no	no
26	46	note	no	no
27	47	note	no	no
28	28	cc	yes	no
29	29	cc	yes	no
30	30	cc	yes	no
31	31	cc	yes	no

Grupo Izquierda			
MIDI:	Nota: 40/E2	Nota: 41/F2	Nota: 42/F#2
ID:	# 16	# 17	# 18
	Nota: 44/G#2	Nota: 45/A2	Nota: 46/A#2
	# 24	# 25	# 26
Grupo Derecha			
MIDI:	CC: 20	CC: 21	CC: 22
ID:	# 20	# 21	# 22
	CC: 28	CC: 29	CC: 30
	# 28	# 29	# 30

*Figura 50.* Programación de botones translúcidos y su disposición en el controlador.

Dentro del cuadrado se muestra la ID de cada botón. Por la manera que fue conectada la matriz, se empieza por las filas superiores, seguida por las inferiores.

Empezando desde el grupo de la izquierda, para los botones ID: 16, 17, 18 y 19 se configuró las notas 40, 41, 42 y 43, que, según la tabla de notas MIDI corresponde a E, F, F# y A de la 2da octava. Una vez más, esta decisión de notas fue tomada ya que es la octava más utilizada por los instrumentos virtuales de *Reason*.

De esta manera se procede con los botones inferiores que son ID: 24, 25, 26 y 27. A estos se les asigna las notas que siguen: 44, 45, 46 y 47 que corresponden a G#2, A2, A#2 y B2.

Para los siguientes ocho botones se mantuvo los mismos números de controladores que sus IDs, es decir, CC: 20, 21, 22 y 23 para la fila superior, y 28, 29, 30 y 31 para la fila inferior. No se necesitaba que fueran notas.

En la norma MIDI estos números no están definidos para algún controlador, pues los botones serán utilizados para funciones como *play* y *loop*. Lo importante al configurar es que actúen como interruptores, seleccionando “yes” en la columna de *Btn as toggle*.

Finalmente, se revisa la ventana de *Tools* para asegurarse que todos los botones envíen el mensaje adecuado.

En la práctica, algunos de estos no funcionaron en seguida, así que se tuvo que volver a soldar asegurándose que las conexiones estén bien hechas y se colocó silicona en las uniones para evitar desconexiones por movimientos del panel.

Una vez terminados los botones, se continúa con la programación de los LEDs.

### 3.1.2 LEDS

En la sección LEDS se tiene la columna de identificación ID, MIDI para indicar que mensaje va a encender/apagar el LED y la columna *Type* para seleccionar si dicho mensaje es CC o nota. Cada LED debe tener un solo mensaje asignado a este, si existen varios mensajes asignados a un LED, el programa

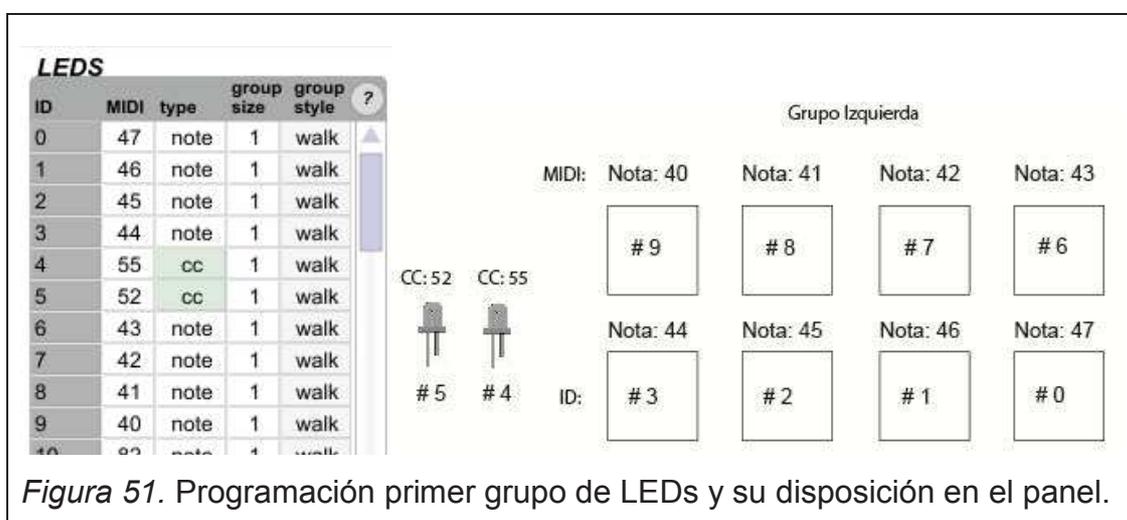


Figura 51. Programación primer grupo de LEDs y su disposición en el panel.

Se utilizó los grupos L1 y L6 en la tarjeta para conectar los LEDs. En el grupo L1 se conectaron diez LEDs que son configurados desde ID: 0 a 9.

La Figura 51 muestra cómo están dispuestos los LEDs en el controlador. Se puede observar que se mantuvo los mensajes MIDI que manda cada botón que estará asociado a cada LED, pues estos números son los que se pondrán en la columna MIDI del programa, teniendo en cuenta si el tipo de mensaje es nota o CC.

Como solo un mensaje puede estar asociado al LED, se debe intercambiar los valores de las celdas de ID: 40 a 47 por los números de notas 0 – 3 y 6 – 9. Saltándose 4 y 5 ya que son CC y deben reemplazarse en los ID: 52 y 55. De esta forma se mantiene un solo control asociado a cada LED, y se repite el proceso para los otros ocho LEDs.

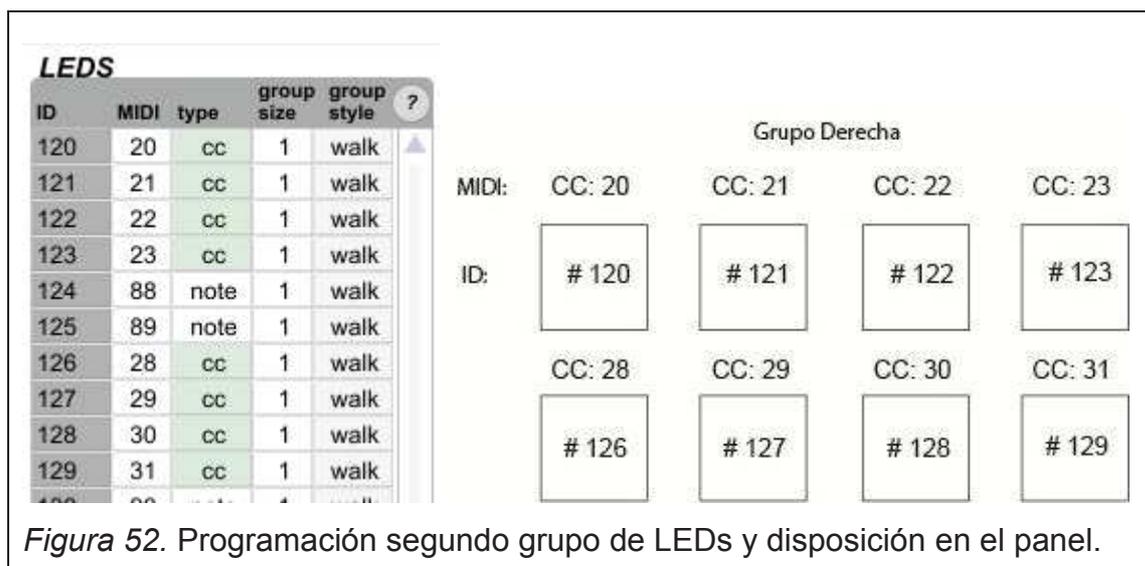


Figura 52. Programación segundo grupo de LEDs y disposición en el panel.

Se empieza desde ID: 120 hasta 129, utilizando los mismos mensajes CC que se envían desde los botones para cada LED. Como no existen LEDs conectados a ID: 124 ni 125, se dejan esas celdas tal como están. Luego se asegura que *Type* sea CC para todos y se intercambian los valores de las celdas donde se repitan los mismos mensajes CC.

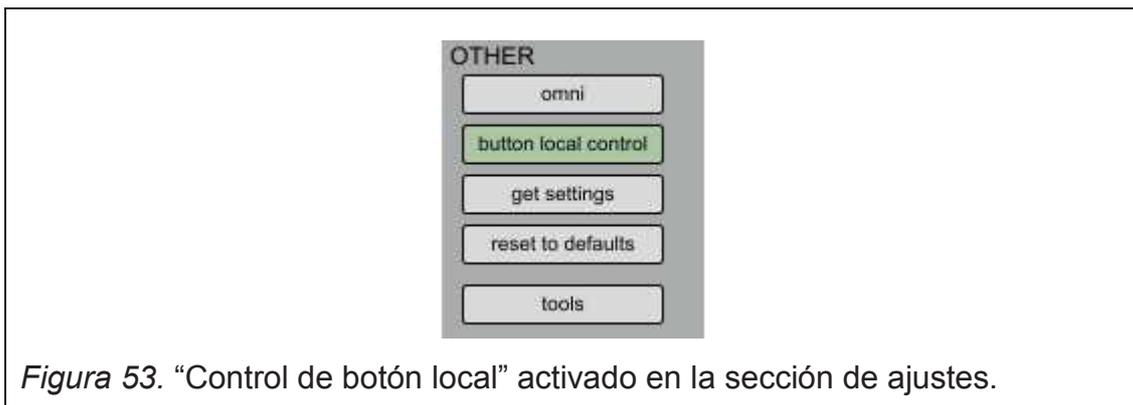


Figura 53. “Control de botón local” activado en la sección de ajustes.

En el programa existe una opción llamada “*button local control*” que permite que las luces LED se enciendan, no al recibir un mensaje MIDI, sino simplemente al accionar el botón con el mismo mensaje programado.

Es importante que esta opción este activada ya que se busca que las luces se activen al presionar cada botón.

Finalmente se configuran los controles analógicos.

### 3.1.3 Analógicos

En esta sección del programa se tiene de la misma manera, la columna de ID, “CC MIDI” donde se coloca el número del mensaje, “CC mode” donde se escoge si el mensaje es CC o *Bend* (para la función de *Pitch Bend*), “Note MIDI” para escoger el número de la nota que se va a enviar, *Type* para escoger el tipo de control o sensor que está conectado y *Enable* para activar o desactivar entradas analógicas que no se estén usando.

Esta última función sirve para evitar ruidos de tierra en entradas inactivas.

The image shows a software window titled "ANALOGS" with two tables. The left table lists 24 rows of control data, and the right table lists 13 rows of control data. Both tables have columns for ID, CC MIDI, CC mode, note MIDI, type, enable, flip, LED group#, and group size.

ID	CC MIDI	CC mode	note MIDI	type	enable	flip	LED group#	group size
0	8	cc	48	fsr2	yes	no	-	-
1	7	cc	47	fsr2	yes	no	-	-
2	6	cc	46	fsr2	yes	no	-	-
3	5	cc	45	fsr2	yes	no	-	-
4	4	cc	44	fsr2	yes	no	-	-
5	3	cc	43	fsr2	yes	no	-	-
6	2	cc	42	fsr2	yes	no	-	-
7	1	cc	41	fsr2	yes	no	-	-
8	24	cc	64	fsr2	yes	no	-	-
9	23	cc	63	fsr2	yes	no	-	-
10	22	cc	62	fsr2	yes	no	-	-
11	21	cc	61	fsr2	yes	no	-	-
12	19	cc	59	fsr2	yes	no	-	-
13	20	cc	60	fsr2	yes	no	-	-
14	18	cc	58	fsr2	yes	no	-	-
15	17	cc	57	fsr2	yes	no	-	-
16	16	cc	56	fsr2	yes	no	-	-
17	15	cc	55	fsr2	yes	no	-	-
18	13	cc	53	fsr2	yes	no	-	-
19	14	cc	54	fsr2	yes	no	-	-
20	12	cc	52	fsr2	yes	no	-	-
21	11	cc	51	fsr2	yes	no	-	-
22	10	cc	50	fsr2	yes	no	-	-
23	9	cc	49	fsr2	yes	no	-	-

ID	CC MIDI	CC mode	note MIDI	type	enable	flip	LED group#	group size
40	25	cc	65	fsr2	yes	no	-	-
41	26	cc	66	fsr2	yes	no	-	-
42	27	cc	67	fsr2	yes	no	-	-
43	28	cc	68	fsr2	yes	no	-	-
44	29	cc	69	fsr2	yes	no	-	-
45	30	cc	70	fsr2	yes	no	-	-
46	32	cc	72	fsr2	yes	no	-	-
47	31	cc	71	fsr2	yes	no	-	-
48	33	cc	73	fsr2	yes	no	-	-
49	34	cc	74	fsr2	yes	no	-	-
50	35	cc	75	fsr2	yes	no	-	-
51	36	cc	76	fsr2	yes	no	-	-
52	37	cc	77	fsr2	yes	no	-	-

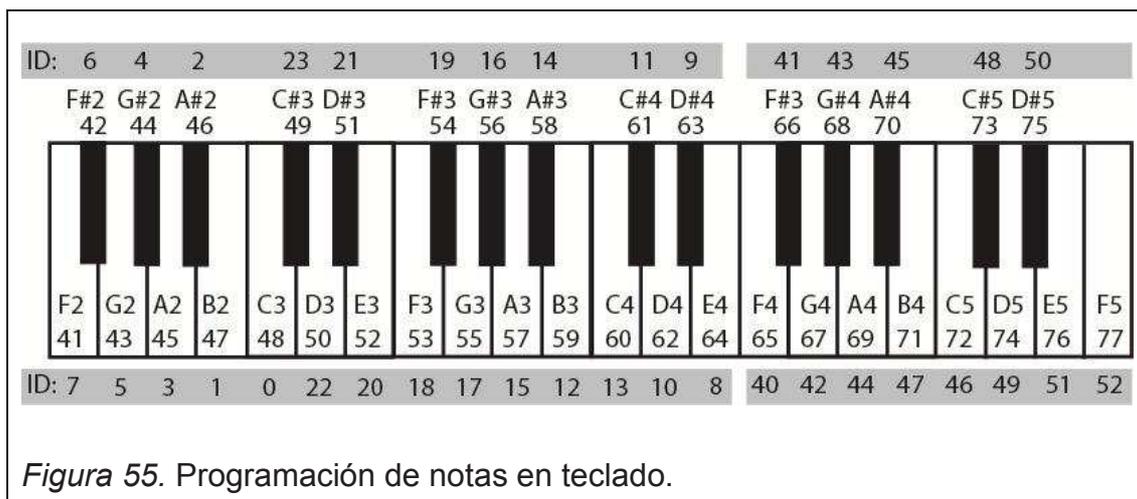
Figura 54. Programación de controles analógicos.

Se conectaron los primeros tres grupos A1, A2 y A3 con las primeras 24 notas del teclado, así que se trabaja con las ID de 0 a 23.

Primero, se activó la casilla de *Enable* para monitorear los mensajes entrantes desde la ventana *Tools*. Con esta ventana abierta, no importa si las conexiones no están en orden, simplemente se presiona cada tecla, se observa cuál mensaje se recibe, y se programa según la nota que corresponda.

En este caso, la Figura 55 muestra el ID que se identificó para cada tecla. En el programa se localiza el ID y en la columna *Note MIDI* se inserta el número correspondiente a la nota para dicha tecla.

Por ejemplo, para la primera tecla su ID identificado fue 7. En ese caso se programa el número 41 en *Note MIDI*, que corresponde a la nota FA empezando desde la segunda octava, que es la apropiada para dicha tecla.



Se continúa el proceso para el resto de teclas. Debido al largo de los cables de cinta y la ubicación de las placas, las últimas trece fueron conectadas en A6 y A7. Para estas se identificó los ID desde 40 al 52, y se programa cada una según su nota correspondiente.

Para los controles analógicos, la columna *Type* permite seleccionar el modo en que responderán estos controles dependiendo del tipo de sensor que esté conectado. La siguiente Tabla 2 muestra los modos y sus características (Livid Instruments, 2014).

Tabla 2. Modos de Configuración de Respuesta para Controles Analógicos.

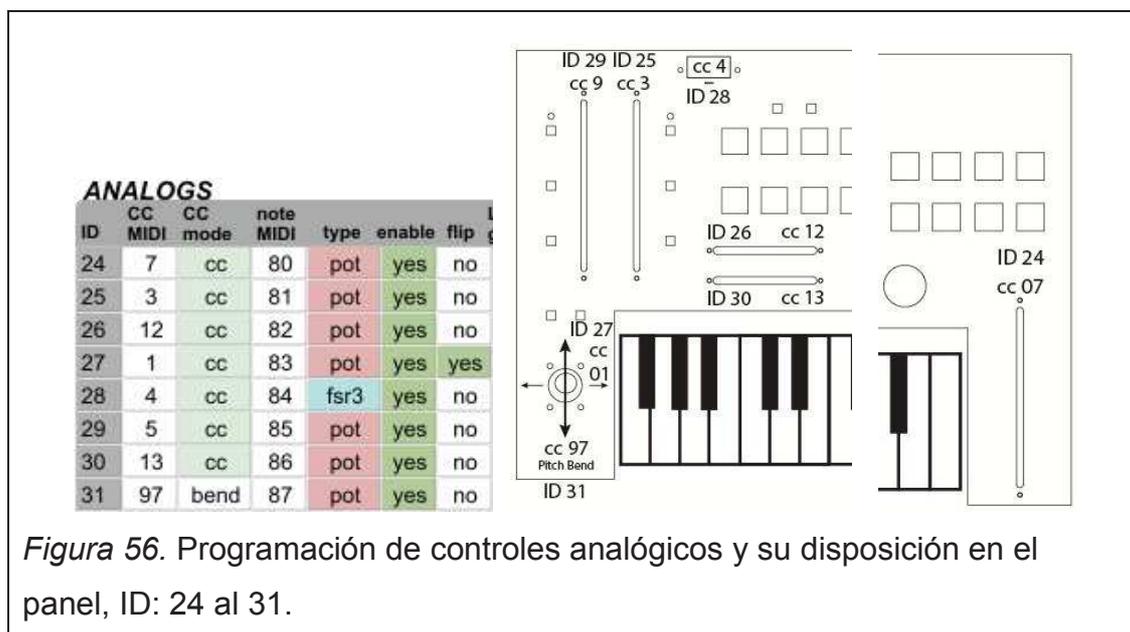
Modo	Control o Sensor	Característica
<i>Pot</i>	Potenciómetros	Respuesta lineal y solo mensajes CC.
<i>Fsr1</i>	Sensor de presión	Piso alto, techo bajo, CC y notas.
<i>Fsr2</i>	Sensor de presión	Piso alto, techo bajo, solo notas.
<i>Fsr3</i>	Sensor de presión	Piso alto, techo bajo, solo CC.
<i>Fsr4</i>	Sensor de presión	Piso alto, techo bajo, centro amplio CC notas.
<i>Fsr5</i>	Sensor de presión	Piso alto, techo bajo, centro amplio solo notas.
<i>Fsr6</i>	Sensor de presión	Piso alto, techo bajo, centro amplio solo CC.
<i>Acc1</i>	Acelerómetro	Centro ajustado, CC y notas.
<i>Acc2</i>	Acelerómetro	Centro ajustado, solo notas.
<i>Acc3</i>	Acelerómetro	Centro ajustado, solo CC.
<i>Btn</i>	Botón digital	Centro ajustado, solo notas.

Estos modos modifican la respuesta para los sensores de presión (*FSR*), que normalmente se los coloca debajo de algún material para los *drum pads*, subiendo el mínimo valor o piso, para que el peso de los *pads* no influya en el sensor. Lo mismo se da para su máximo valor o techo, que se disminuye de manera que no se necesite demasiada presión para llegar al máximo.

En los modos *fsr4*, *fsr5* y *fsr6*, se tiene un rango central más grande si se quiere mantener una respuesta más nivelada. Con los modos *fsr1* y *fsr4* se envía tanto mensajes de notas como de CC. Mientras que modos *fsr2* y *fsr5* envían solo notas, y *fsr3* y *fsr6*, solo CC.

Para enviar notas MIDI en las teclas, se utilizó el modo *fsr2*, ya que no se necesita enviar mensaje CC alguno, ni que el rango central sea muy amplio.

Continuando con el siguiente grupo de controles, se tiene del ID: 24 al 31 que corresponde a los 5 *faders*, el sensor infrarrojo y ambos ejes del *joystick*.



Se procede de la misma manera, identificando cada control con su respectivo ID. Para el *Master Fader* ubicado a la derecha del controlador se escogió el mensaje CC 7, que es volumen principal según la norma. Para los *faders*

pequeños de ID 26 y 30, se asigna los números CC 12 y 13 que son controles de efectos.

Para los *faders* largos, ID 29 y 25, se asignan los números CC 3 y 9, sin una función en particular.

El sensor infrarrojo de ID: 28, se lo programa como *Foot Controller*, CC 4.

Por último, el control de *joystick* es programado como *Modulation Wheel* (CC 1) para el movimiento horizontal, ID: 27, y como *Pitch Bend* su eje vertical, ID: 31. Para mandar un mensaje de *pitch bend* se selecciona la opción *bend* en la columna *CC mode* y el *software* asigna los números del 97 al 111 para que el usuario escoja por cuál de los 16 canales MIDI se quiere enviar el mensaje. En este caso se escogió 97, que se ingresa en la columna de *CC MIDI*.

La columna *flip* como su nombre lo dice, invierte los valores MIDI si es que se requiere que algún control funcione en sentido contrario. Esta opción se activó solamente para el eje de modulación en el joystick.

Al monitorear la entrada de mensajes para este grupo de controles, se identificó la existencia de ruido, como se muestra en la Figura 57.

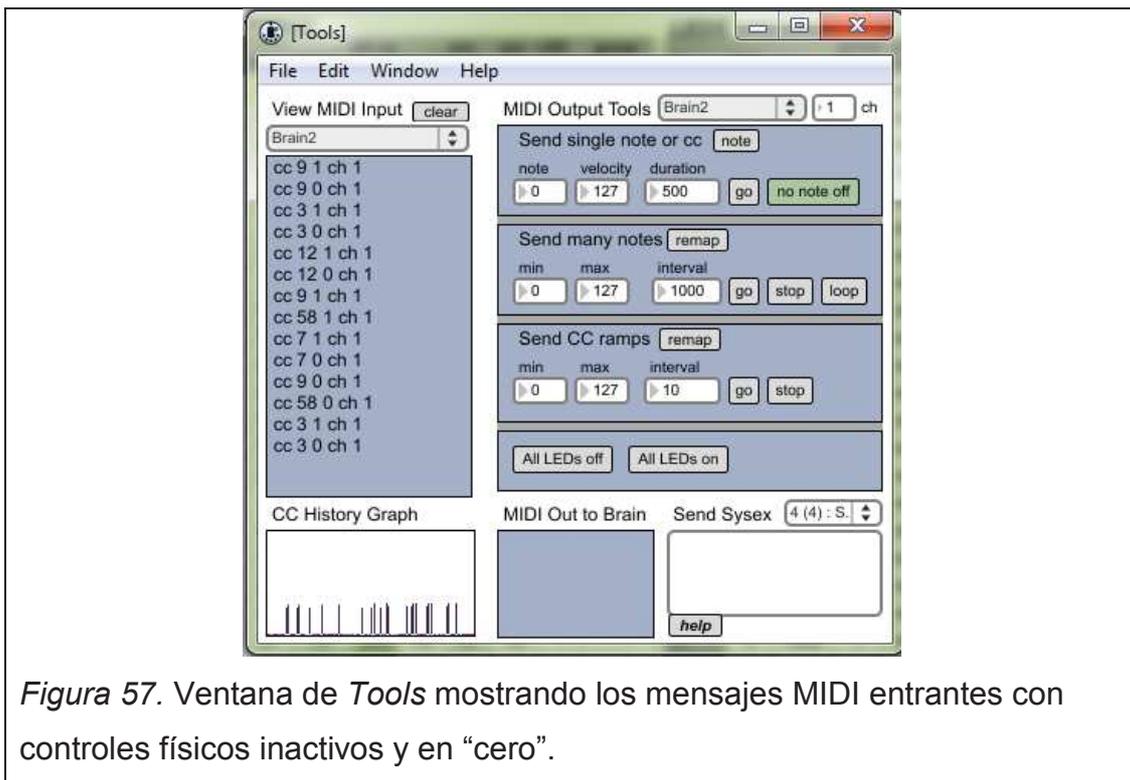


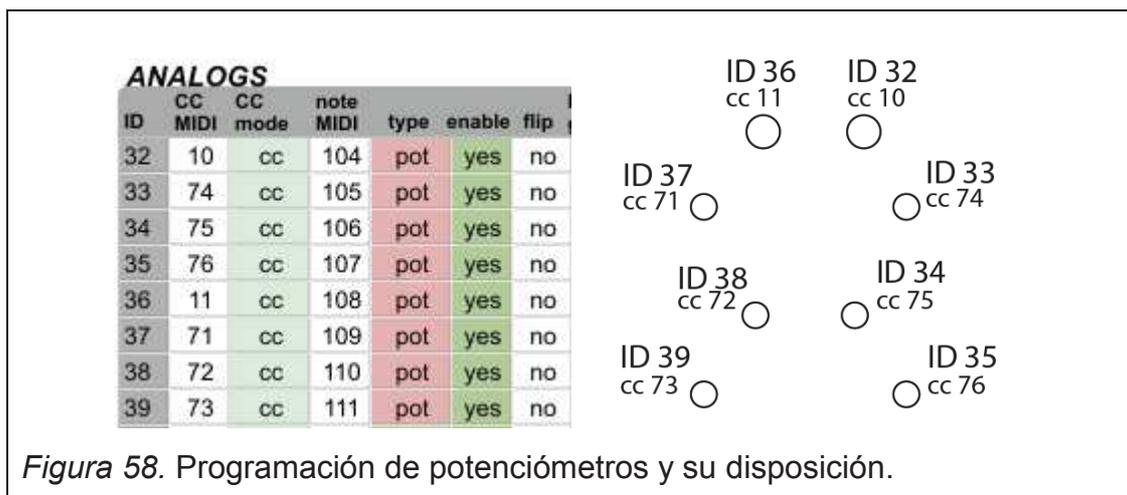
Figura 57. Ventana de *Tools* mostrando los mensajes MIDI entrantes con controles físicos inactivos y en “cero”.

Esto no afecta su respuesta general, pero de vez en cuando provoca unos saltos entre valores de mensajes MIDI cercanos al valor establecido. Esto puede ser debido a sueldas frías, capacitores dañados o cables que debido al movimiento se pudieron haber desconectado.

Al interpretar, estos saltos son imperceptibles, pero si resulta más laboriosa la etapa de asignación de controles, ya que el *software* no podrá identificar los mensajes MIDI automáticamente.

La solución a esto es, utilizando el diagrama de mensajes MIDI del dispositivo (Figura 60), ver cual mensaje se envía desde el control deseado para asignarlo manualmente en el programa.

Se continúa con los ocho potenciómetros rotatorios conectados en A5, que corresponde a los ID: del 32 al 39.

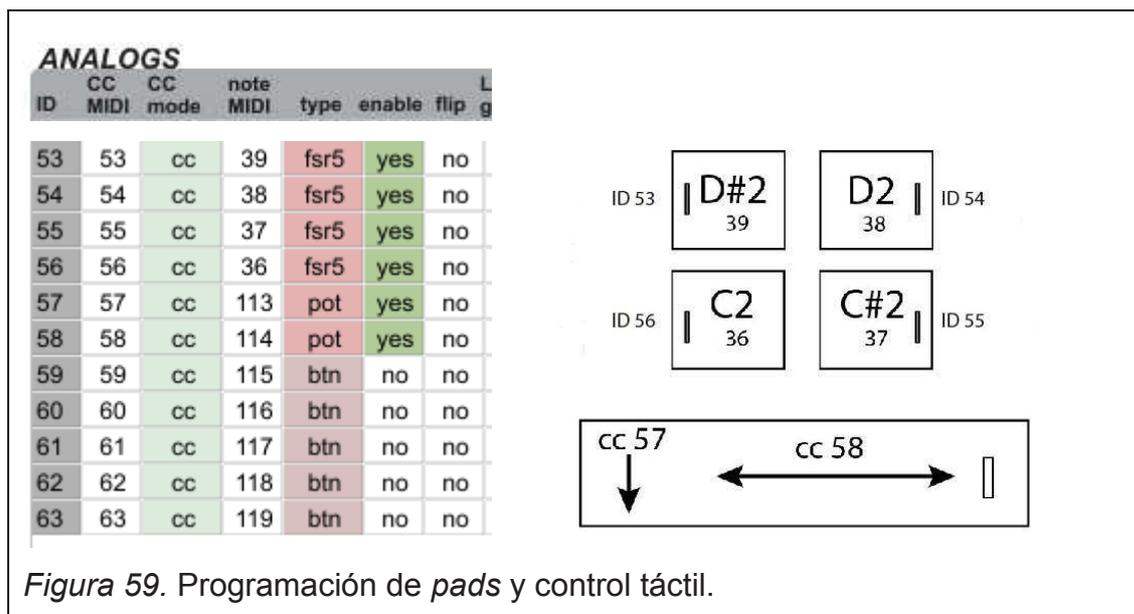


En estos controles, *type* se mantiene en la opción *pot* ya que se busca que respondan linealmente y envíen solo mensajes CC. En los dos primeros, donde se utilizó perillas un poco más grandes, se asignó los mensajes de paneo, CC 10 para el izquierdo y control de expresión CC 11 para el derecho. El resto fue asignado a mensajes de CC del 71 al 76, que controlan los parámetros de timbre, tiempo de liberación, tiempo de ataque, brillo y los últimos dos, genéricos.

Finalmente se tiene los cuatro *pads*, el sensor de tacto y el sensor de presión debajo de este, que fueron conectados en la última placa, después de las teclas. Como se puede ver en la siguiente Figura 59, los cuatro *pads* comenzando desde ID: 53, tienen configurado el tipo de modo *fsr5*, que es el que mejor funciona para su uso.

Se usó de referencia el instrumento *Kong* de *Reason* para escoger las notas, tomando en cuenta que sería útil tener bombo, caja y hi hat ya predeterminados. Así que se decide configurar las notas C2, C#2, D2 y D#2 que son las que utiliza dicho instrumento virtual.

Los sensores de presión en estos controles resultaron bastante responsivos y brindan un control de *velocity* muy acertado. El único inconveniente que se tuvo fue sobre el tamaño del sensor, debido a que no se tenía respuesta en las esquinas de la superficie.



Los últimos dos controles mantienen su número CC y su tipo de modo como *pot* para mantener linealidad en su respuesta.

Para acabar, se aseguró que las últimas entradas no estén activadas y se guarda la configuración en la tarjeta seleccionando la opción “*save to Brain*”.

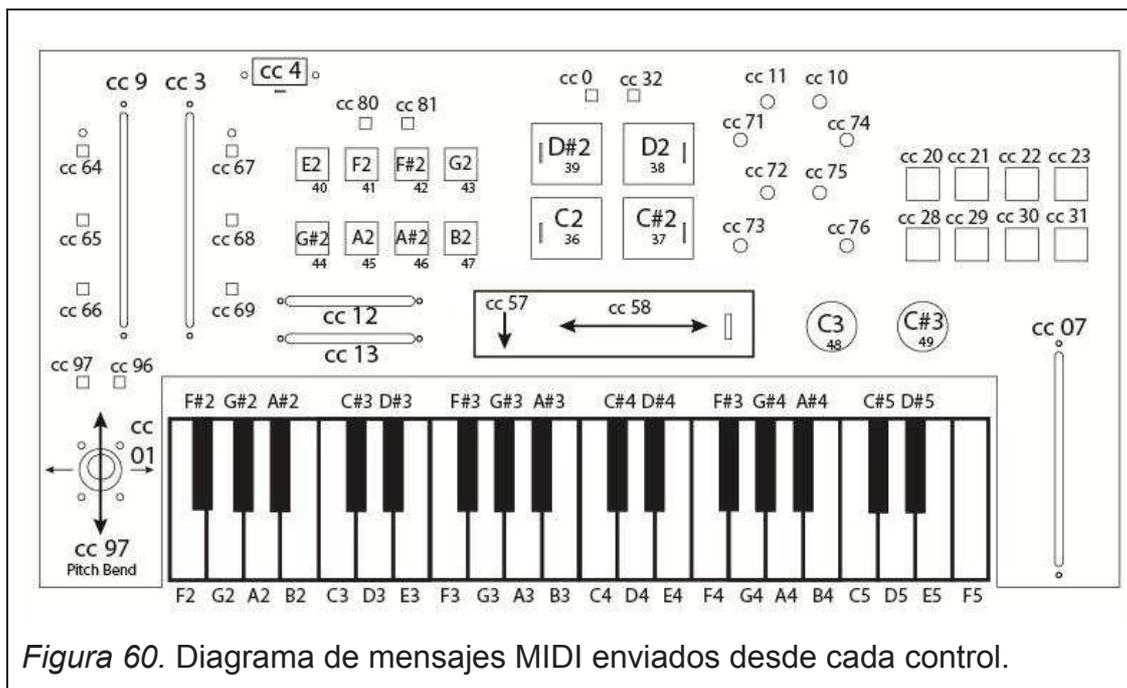
### 3.2 Asignación de Funciones

En esta última etapa se explica cómo se realizan las configuraciones del controlador en programas como Reason y Traktor para comprobar el funcionamiento del dispositivo.

Se escogió Reason ya que es un programa de producción musical utilizado en la Universidad, donde actualmente trabajan con la versión 7. Para realizar las pruebas del proyecto se tiene disponible la versión 5 que, a pesar de ser diferente versión, el procedimiento de configuración y algunos instrumentos virtuales son los mismos, así que se decide aprovechar esta al configurar y comprobar que también funcione en la versión 7 de la Universidad al realizar las evaluaciones.

Se optó por usar adicionalmente el software Traktor Pro versión 2.6.2, ya que resultaba interesante observar su utilidad con un programa especializado en mezcla de audio en vivo.

Para esta tarea es importante tener a disposición un diagrama con todos los mensajes que se están enviando, como se realizó en la Figura 60.



### 3.2.1 Reason 5

En Reason, el primer paso es configurar el dispositivo para que el programa lo reconozca como controlador MIDI.

Esto se realiza en la ventana de Preferencias, seleccionando la página de Teclados y Superficies de Control. Ahí, al escoger la opción Agregar, se abre una ventana de configuración del nuevo dispositivo. En la lista de Marca se selecciona Otros, y en la de Modelo se escoge la opción *MIDI Control Keyboard*.

Por último se selecciona como entrada MIDI: Brain2 que corresponde a la del controlador, como se muestra en la siguiente captura de pantalla.



Terminados estos pasos, todos los botones y teclas enviando notas deben estar funcionando. En la pantalla principal, se hace click derecho para crear un instrumento de los existentes como por ejemplo el NN-XT Advanced Sampler para generar sonidos con las notas enviadas. Cargado el *patch* Grand Piano 1, se prueba que el programa reciba y ejecute correctamente las notas enviadas desde el controlador. Para asignar los demás controles a otros parámetros, se hace click derecho en el parámetro deseado, seleccionando la opción *Edit Remote Override Mapping*.



En seguida se abre la ventana de asignación como muestra la Figura 62.

En la parte superior se muestra el parámetro que se está configurando, en este caso la frecuencia del filtro en el instrumento NN-XT. Como Superficie de Control se debe escoger el nombre establecido para el dispositivo y a continuación se elige el número de CC o nota que va a modificar dicho parámetro.

Este mismo procedimiento se realiza para el resto de controles físicos en el dispositivo.

### 3.2.2 Traktor Pro v2.6.2

En Traktor, de igual manera se comienza la configuración desde la ventana de Preferencias. En la pestaña de Administrador de Controladores es donde se realiza toda la configuración del controlador.



Figura 63. Ventana de configuración de controladores.

Se tiene cinco secciones de configuración.

- *Device Setup*, donde se agrega, selecciona y edita el dispositivo controlador conectado y los puertos de entrada y salida que utilizará el programa.
- *Assignment Table*, donde se tiene la lista de todos los parámetros que se han asignado junto con el mensaje MIDI que lo está controlando y otros detalles sobre como este responderá a dichos mensajes. Aquí es donde se puede agregar, duplicar o eliminar los parámetros o funciones a controlar.
- *Device Mapping*, donde se selecciona de la lista desplegable el mensaje que se quiere asignar, teniendo en cuenta el canal MIDI que se esté utilizando.
- En *Mapping Details*, lo importante es indicar el tipo de control, ya sea *fader*, *knob* o *button*, y que el modo de interacción sea directo, para que el control funcione tal como se esperaría.

Estas son las configuraciones necesarias para proceder a evaluar al dispositivo.

### **3.3 Metodología de Evaluación**

Una vez terminada la fase de construcción y programación, se procede a evaluar el dispositivo.

Para esta etapa se tuvo la opinión de tres personas especialistas en el ámbito musical que conozcan sobre controladores MIDI y tengan experiencia con estos, para que prueben el dispositivo y se pueda recopilar sus opiniones y comentarios al respecto.

Los estudios del controlador fueron en formato de entrevista, colocando una grabadora de voz y haciendo preguntas al encuestado mientras éste realiza las pruebas.

Las pruebas fueron realizadas en estudios de grabación, para considerar un ambiente real donde normalmente se usarían estos equipos. Los lugares que

se ocuparon fueron las salas CR1 y CR2 de la Universidad y el estudio Delta de la empresa Magic Sound & Music.

Se aseguró que en todos se tuvieran una computadora con un puerto USB disponible para conectar el controlador, un par de monitores de audio y los programas Reason o Traktor instalados para las pruebas con *software*.

Para las pruebas en *hardware* se decidió utilizar el módulo MOTIF Rack ES de Yamaha disponible en la sala CR1 del estudio de producción musical de la Universidad.

Se escogió a tres entrevistados entre productores musicales, ingenieros en sonido y músicos que estarían interesados en el producto ya sea para su trabajo o uso personal. Por facilidad y debido a la poca disponibilidad del equipo en *hardware*, dos de las pruebas se hicieron solamente en *software*.

Para las pruebas con Reason, se utiliza los instrumentos virtuales que se disponga tanto en la versión 5 como en la 7. Los utilizados son:

- Kong Drum Designer
- NN-XT Advanced Sampler
- SubTractor Analog Synthesizer

Para las entrevistas se propuso las siguientes preguntas:

- ¿Trabaja actualmente con algún controlador?
- ¿Qué tan importante es tener un controlador en tu área de trabajo?
- ¿Qué te parece el funcionamiento del control de *pitch bend* y modulación?
- ¿Qué te parece el funcionamiento del sensor infrarrojo?
- ¿Qué te parece el funcionamiento del sensor táctil?
- ¿Qué te parece el funcionamiento de los *pads*?
- ¿Qué tal te parece el funcionamiento del control de *velocity* en los *pads*?
- ¿Qué tal te parecen los botones iluminados?
- ¿Qué tal te parece el funcionamiento de los *faders*?
- ¿Qué tal te parece el funcionamiento de los botones pequeños?

- ¿Qué te parece el funcionamiento de los potenciómetros rotatorios?
- ¿Qué te parece el funcionamiento del teclado?
- ¿Qué tal te parecen los botones *arcade*?
- ¿Qué te parecen estas nuevas formas de interpretar utilizando distintos controles?
- ¿Consideraría usar uno de estos en su trabajo?

El primer entrevistado es Enrique Vela. DJ profesional, músico y productor musical con cuatro años de experiencia tocando y mezclando en vivo. Actualmente trabaja en el estudio Magic Sound & Music como productor creativo.

La entrevista es realizada en el mismo estudio de Magic Sound & Music utilizando la versión 5 de Reason.

El segundo entrevistado es Juan Fernando Cifuentes. Productor musical, y licenciado en música contemporánea. Dueño de Diablo Quiteño Estudios. Actualmente profesor en la Universidad de las Américas en las áreas de producción musical y entrenamiento auditivo.

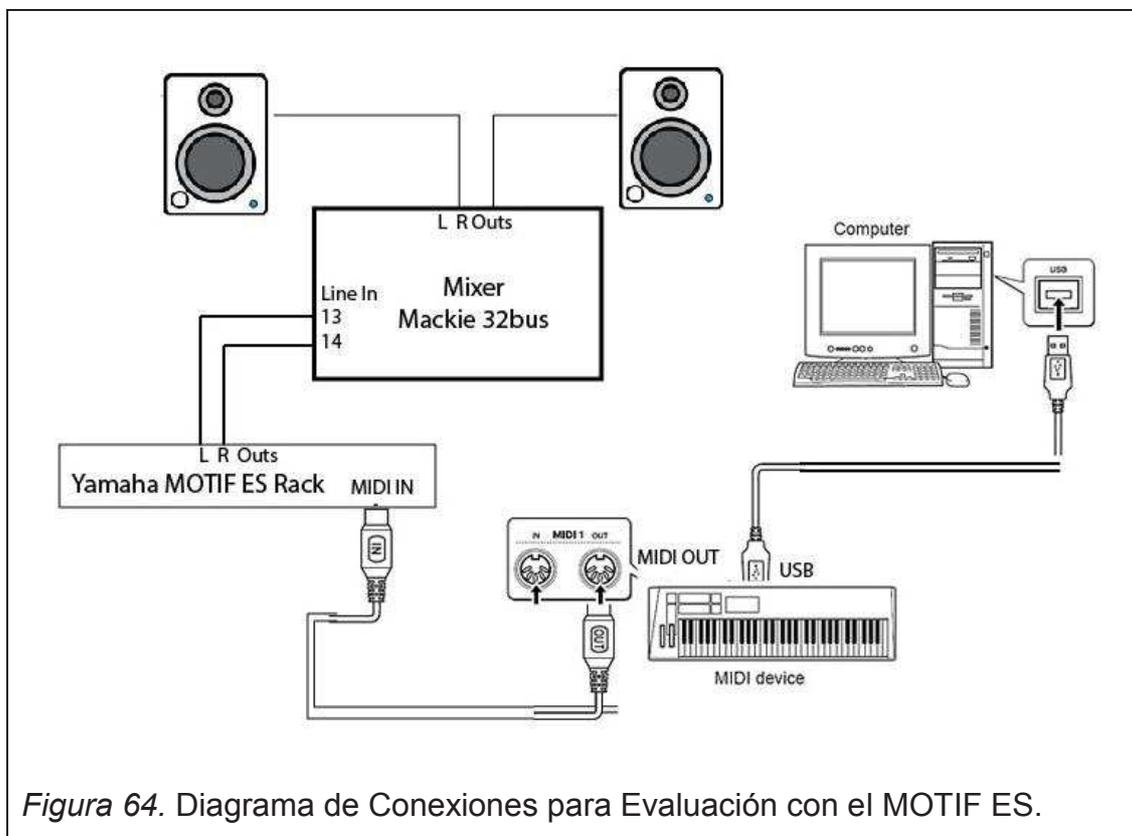
En este caso la entrevista tuvo lugar en la sala CR2 de la Universidad, utilizando Reason 7 y Traktor.

Para las pruebas con el módulo de sonido MOTIF ES, se utilizó la sala CR1 de la Universidad conectando el controlador, por medio de USB, a la computadora como su fuente de poder. Después por medio de un cable MIDI, desde la salida MIDI OUT al conector MIDI IN del Yamaha MOTIF.

El módulo de sonido MOTIF ya se encontraba conectado a las entradas de línea 13 y 14 de la consola del estudio, y de ésta, a los monitores, como indica la Figura 64.

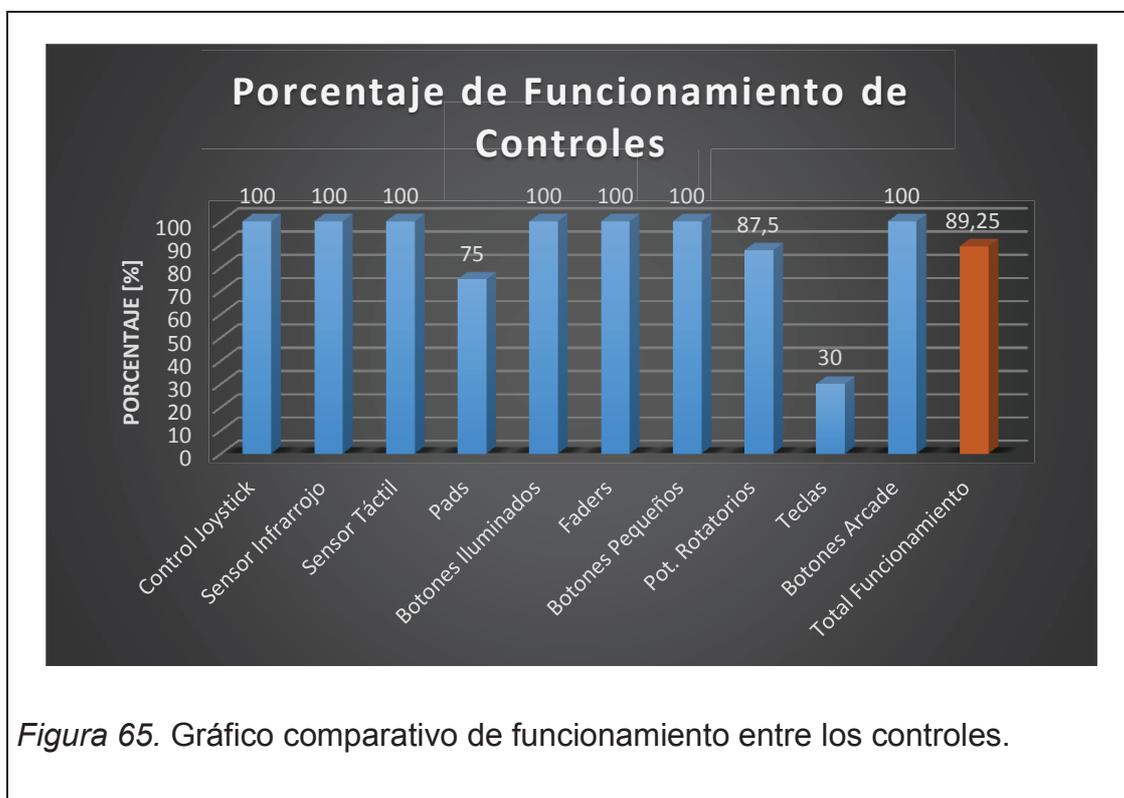
Para estas pruebas, el tercer entrevistado fue el ingeniero Marco Salvador. Graduado de ingeniería en sonido y acústica, músico, productor y actualmente

dueño de Mad Music, una empresa importadora de instrumentos y artículos musicales.



#### 4. Presentación de Resultados

A continuación se presenta los resultados obtenidos una vez finalizada la etapa de desarrollo del proyecto.



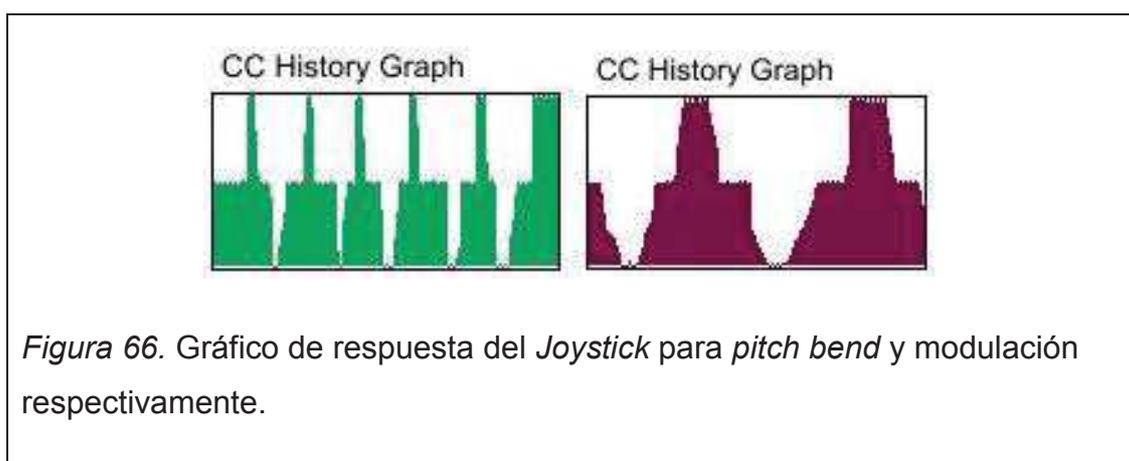
Se agrupó los controles por tipo, identificando cuáles funcionan y cuáles no, y se obtuvo un porcentaje total de funcionamiento del dispositivo del 89,25%. Las secciones que presentaron problemas fueron las siguientes:

- Uno de cuatro *pads*, tuvo daños en la etapa de construcción.
- Uno de ocho potenciómetros rotatorios presentó desconexiones temporales en la etapa de pruebas.
- 25 de 37 teclas no lograron el funcionamiento esperado.

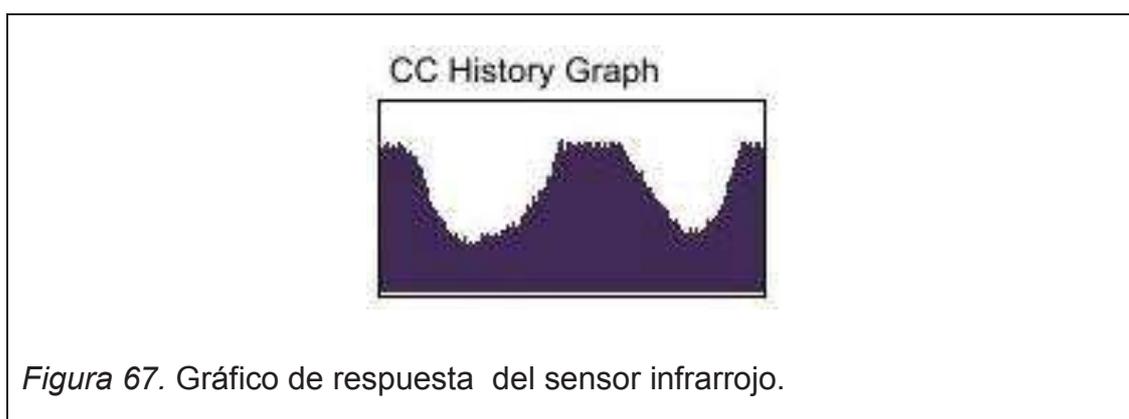
El sistema del teclado, a pesar de haber funcionado bastante bien para algunas teclas, resultó ineficiente al trabajar en conjunto debido a las conexiones inexactas a los sensores y poca resistencia a movimientos muy bruscos. Esto en parte se debe a que se tiene una sola placa para todas las teclas,

generando movimiento en las demás al presionar una de estas, y como se adaptó de un sistema no profesional, no se tenía la conexión más adecuada ni el soporte para aislar el movimiento de una tecla en las demás.

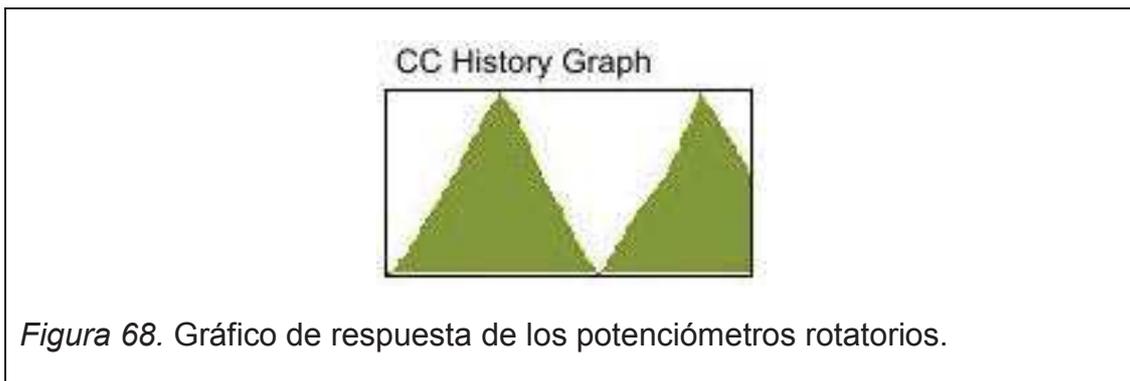
Utilizando el programa Brain V2 Configure, se captura los gráficos de respuesta para cada grupo de controles con respuesta analógica del dispositivo. Estos muestran los valores MIDI desde 0 a 127 en el eje Y versus tiempo en el eje X.



En estos gráficos se puede observar como la respuesta permanece en la mitad del rango debido a los resortes del *joystick*. En el gráfico a la izquierda de *pitch bend*, estos cambios son un poco más bruscos ya que no se implementó ninguna resistencia en ese eje del control, a diferencia del eje de modulación que permite mantenerse en cada punto más tiempo.

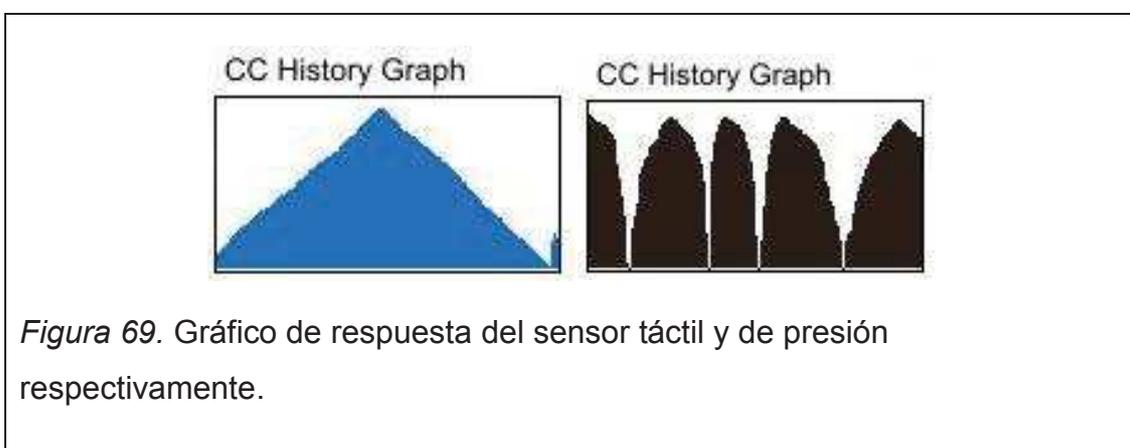


En este gráfico del sensor infrarrojo se puede observar como los valores máximos y mínimos no se encuentran en los extremos del recuadro, lo que indica un rango más limitado, sin embargo su respuesta es progresiva, lo que permite un buen control.



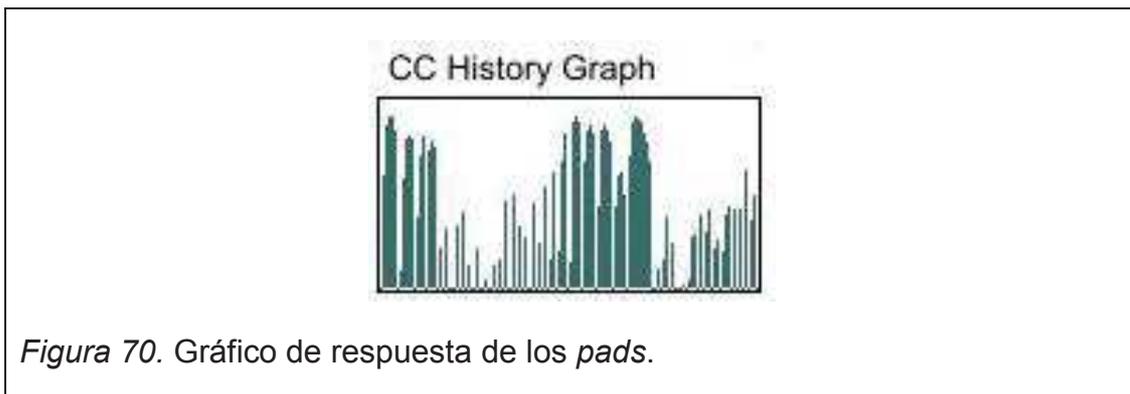
*Figura 68.* Gráfico de respuesta de los potenciómetros rotatorios.

Estos potenciómetros presentaron un funcionamiento perfecto. Como se observa en el gráfico, se tiene una respuesta muy lineal y un rango completo, permitiendo un buen control de parámetros.

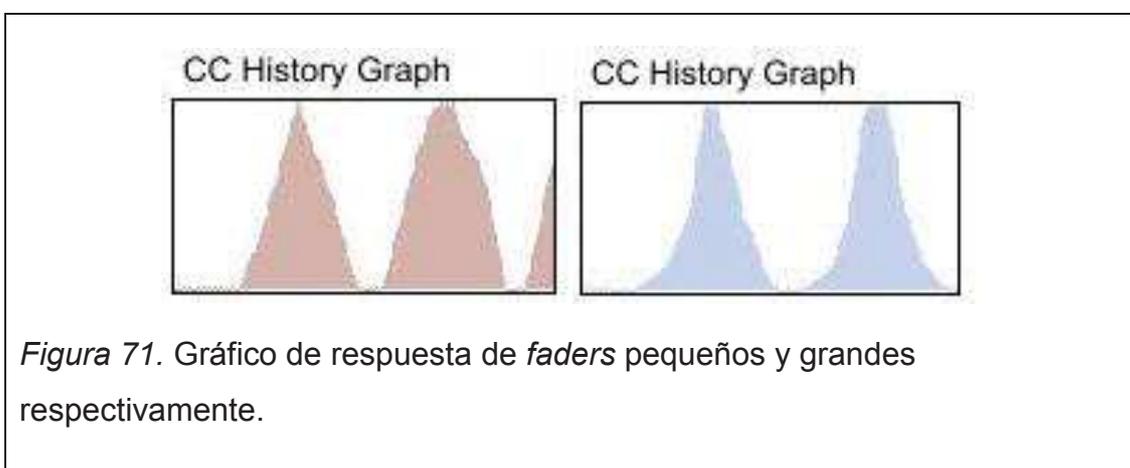


*Figura 69.* Gráfico de respuesta del sensor táctil y de presión respectivamente.

Se tiene una respuesta bastante lineal y amplia para el sensor táctil (gráfico a la izquierda), mientras que el sensor de presión, su respuesta es mucho más rápida para alcanzar valores altos y se debe configurar en el programa para que los máximos valores sean alcanzados sin necesidad de ejercer demasiada presión en el sensor y evitar daños en el dispositivo. Ya que de otra manera no se alcanza el máximo tan fácilmente, como se muestra en el gráfico a la derecha.

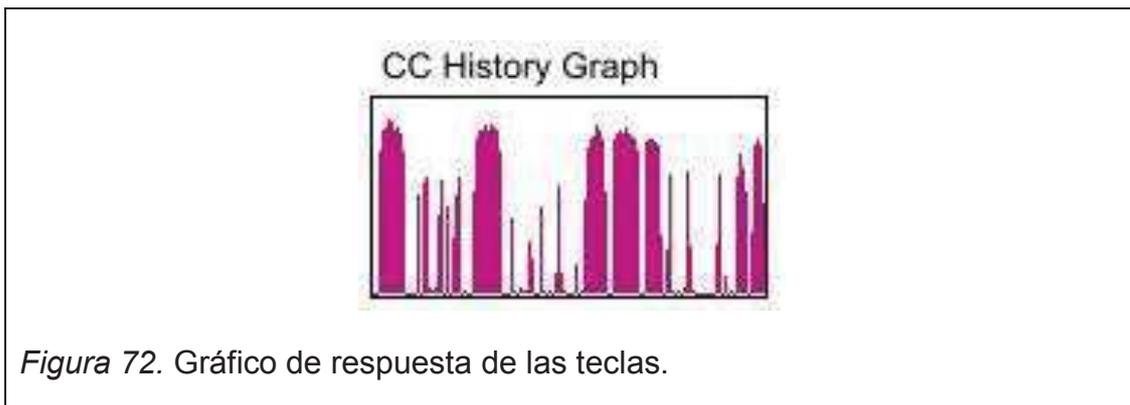


En el caso de los *pads*, se puede observar una respuesta bastante rápida y buena dinámica que se da al reconocer presiones leves, medianas y grandes. Esto permite una representación bastante fiel al interpretar sonidos percutidos.



En los *faders* pequeños se tiene una respuesta bastante lineal y de rango completo como muestra el grafico a la izquierda.

Para los *faders* grandes, se tiene una respuesta logarítmica debido al tipo de *fader* que se consiguió, pensado para control de nivel en aplicaciones de audio. En la práctica esta característica resultó innecesaria y hasta un poco incómoda ya que se vuelve muy sensible estando en valores altos.



Esta respuesta se obtiene probando con las teclas en funcionamiento. Se puede observar que existe una dinámica entre presiones detectadas, sin embargo no es tan amplia como la de los *pads* a pesar de que se utiliza los mismos sensores. Esto se debe al mecanismo de botones de silicona debajo de las teclas que detiene las presiones muy leves hasta alcanzar la presión mínima para topar el sensor.

A continuación se presenta unas tablas con la información recolectada de las entrevistas.

Tabla 3. Comentarios Entrevista 1.

Secciones de Controles	Comentarios	
Control <i>Joystick</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Cómodo tener ambos controles, tanto pitch bend como modulación en un solo control.
	<b>Construcción:</b>	Aparenta ser frágil
Sensor Infrarrojo	<b>Funcionalidad:</b>	Responde adecuadamente pero su rango de respuesta no es completo.
Sensor Táctil	<b>Funcionalidad:</b>	Respuesta lineal Control nuevo, habría que acostumbrarse a su uso.
<i>Pads</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Falta que se active en los extremos
Botones Iluminados	<b>Construcción:</b>	Agradable sensación al tácto.
<i>Faders</i>	<b>Construcción:</b>	Más resistencia al movimiento en faders grandes.
Botones Pequeños	<b>Construcción:</b>	Su tamaño permite tener bastantes.
<i>Knobs</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Tiene límites, lo que brinda mayor control.
Teclas	<b>Funcionalidad:</b>	Incompleta, difícil de diagnosticar.
Botones <i>Arcade</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Fácil interpretación

Tabla 4. Comentarios Entrevista 2.

Secciones de Controles	Comentarios	
Control <i>Joystick</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Reponde adecuadamente en ambos ejes.
Sensor Infrarrojo	<b>Funcionalidad:</b>	Muy sensible
		No debería enviar valores cuando no exista objeto alguno sobre este.
Sensor Táctil	<b>Funcionalidad:</b>	Fácil de usar.
		Es bastante sensible.
Pads	<b>Funcionalidad:</b>	Falta más rapidez en su respuesta, y que se activen en las esquinas del pad.
Botones Iluminados	<b>Construcción:</b>	Buena identificación por colores.
<i>Faders</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Respuesta algorítmica, algo sensibles.
Botones Pequeños	<b>Construcción:</b>	Muy pequeños, indistinguibles.
<i>Knobs</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Suaves, muy precisos.
Teclas	<b>Funcionalidad:</b>	Incompleta, difícil de diagnosticar.
Botones <i>Arcade</i>	<b>Construcción:</b>	Aportan aspecto agradable.

Tabla 5. Comentarios entrevista 3.

Secciones de Controles	Comentarios	
Control <i>Joystick</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Responde bastante bien, es más cómodo que las ruedas.
Sensor Infrarrojo	<b>Funcionalidad:</b>	Buena respuesta. Rango limitado.
Sensor Táctil	<b>Funcionalidad:</b>	Buena respuesta. Cómodo y fácil de interpretar.
Pads	<b>Funcionalidad:</b>	Muy buena dinámica, podrían responder más rápido.
Botones Iluminados	<b>Funcionalidad:</b>	Funcionalmente perfectos.
		Falta dinámica para interpretar.
<i>Faders</i>	<b>Construcción:</b>	Aparentan ser muy frágiles.
Botones Pequeños	<b>Construcción:</b>	Podrían ser más grandes. Difícil interpretación.
<i>Knobs</i>	<b>Funcionalidad:</b>	Buena respuesta, muy cómodos de usar.
Teclas	<b>Construcción:</b>	Incompleta, teclas podrían ser más grandes.
Botones <i>Arcade</i>	<b>Construcción:</b>	Cómodos, fáciles de usar al interpretar.

Realizando un análisis con los resultados de las entrevistas se tiene:

- Control de *Joystick*: Posee una buena respuesta en general. El tener ambos ejes de control puede ser una ventaja para algunos usuarios. Se podría cubrir un poco el control colocándolo más abajo del panel para que no parezca frágil al utilizarlo.
- Sensor IR: Su rango limitado resulta bastante incómodo. Puede ser muy sensible e impreciso en algunos casos. Se podría adaptar un botón de prendido y apagado.
- Sensor Táctil y de presión: Funcionamiento adecuado. Siendo un control poco común actualmente, para algunos usuarios puede ser muy cómodo de utilizar pero para otros puede resultar extraño y difícil de acostumbrarse.
- *Pads*: El sensor tiene una respuesta y sensibilidad muy buena. La falla se encuentra en los puntos alrededor de los pads donde no hay acción alguna que se debe mejorar en la etapa de construcción.
- Botones Iluminados: Buena acogida por los usuarios. Incorporación de LEDs es una ventaja. Perfectos como interruptores o para gatillar muestras de audio.
- *Faders*: Se debería agregar más resistencia al movimiento en los grandes para crear una respuesta más lineal. Todos deberían ser de tipo lineal.
- Botones Pequeños: Necesitan distintivos según su función. Podrían ser más grandes dependiendo de gustos y usos del usuario.
- Potenciómetros Rotatorios: Funcionamiento y construcción perfecta. Controles de agrado en general.
- Teclas: No fueron posibles de evaluar debido al bajo porcentaje de funcionamiento total de estas. Como se previó desde un principio, el tamaño podría dificultar la interpretación para algunos usuarios.
- Botones *Arcade*: Son de fácil interpretación. Aportan estéticamente al dispositivo.

## 5. Presentación de Costos

En las siguientes tablas se presentan los gastos y costos durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 6. Lista de Componentes Adquiridos para el Proyecto.

Artículos Electrónicos	Cantidad	Costo unitario [\$]	Subtotal [\$]
Placa Brain v1 <i>Control Board</i>	1	99.00	118.51
Placa Brain v2 <i>Bus Board</i>	1	100.00	165.00
Potenciómetros Rotatorios	8	1.99	19.06
Perillas para Potenciómetros	8	0.99	9.48
<i>Fader/Pot. Deslizante 60mm</i>	2	3.24	7.76
Perillas <i>Crossfader</i>	2	1.75	4.19
<i>Fader/Pot. Deslizante 100mm</i>	3	4.49	16.13
Perillas <i>Fader</i>	3	0.60	2.15
Mini Botón Pulsador Cuadrado	12	0.50	6.00
Botones de Silicona 4x1 Keypad	4	4.99	23.89
Placa para Botones BYOB <i>Push</i>	1	12.00	14.37
Cables de Prueba macho/hembra (10)	2	3.00	7.18
Cable de Cinta de 10 pines	10	4.99	59.74
Conector de 10 pines	8	0.79	7.57
Botón tipo <i>Arcade</i>	2	2.40	4.80
Pot. De Membrana SoftPot 100mm	1	14.95	17.90
<i>Joystick</i> de Pulgar	1	3.95	4.73
Placa para <i>Joystick</i>	1	1.95	2.33
Resistencia Sensible a Presión - Larga	1	17.95	21.49
Resistencia Sensible a Presión - 0.5"	4	6.95	33.28
LEDs	18	0.35	6.30
Sensor Infrarrojo	1	12.99	15.55
Teclado Electrónico iPiano de 37 teclas	1	20.00	20.00
Diodos 1N4148	28	0.06	1.68
Capacitores 10nf	57	0.09	5.13
Resistencias	58	0.02	1.16
Cables	1	2.00	2.00
<b>Total</b>			597.37

Al costo unitario se le agrega el costo de importación, ya que la mayoría de estos artículos tuvieron que ser importados desde E.E.U.U.

Tabla 7. Gastos Insumos y Servicios de Terceros.

<b>Materiales Varios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo [\$]</b>	<b>Subtotal [\$]</b>
Tabla <i>Triplex</i> 60x60	3	2.50	7.50
Cuerina Nacional	1	3.13	3.13
Tornillos Varios	40		4.00
Topes de Silicona (4)	1	0.95	0.95
Estaño para Soldar	1		1.50
Pasta para Soldar	1		1.00
Silicona	1		4.00
Laca	1		2.00
<b>Servicios</b>			
Corte de Madera a Laser	1	4.00	4.00
Placas de Circuito Impreso	3	3.00	9.00
<b>Total</b>			37.08

Tabla 8. Costo Total del Proyecto.

<b>Total Componentes</b>	\$ 597.37
<b>Total Insumos y Servicios</b>	\$ 37.08
<b>Costo Total Proyecto</b>	\$ 634.45

Tabla 9. Precio de Venta al Público.

Costo	634.45
Rentabilidad 10%	63.445
Subtotal	697.895
mas IVA	83.7474
<b>Total Precio Venta</b>	781.6424

En la Tabla 10 se detalla todo lo que se utilizó en términos de equipos y *software* durante el desarrollo del proyecto.

Son considerados como gastos adicionales ya que no implicaron un costo en el proyecto, ya sea debido a que fueron equipos prestados o, como en el caso de algunos programas, ya se había adquirido previamente.

Tabla 10. Gastos Adicionales en Equipos y *Software*.

<b>Equipos</b>	<b>Costo [\$]</b>
Soldadora tipo lápiz 40w	5.00
Taladro	25.00
Sierra para Madera	8.00
Lijadora Eléctrica	15.00
Pistola de Silicona	39.00
<b><i>Software</i></b>	
Front Panel Designer	0.00
Autocad 2010 (1 mes)	265.00
Fritzing	0.00
Proteus 8	150.00
Brain V2 Configure	0.00
Reason 5	335.00
Traktor Pro v2	99.00
<b>Total</b>	<b>941.00</b>

## 6. Proyecciones del Proyecto

Existen muchas posibilidades de añadir elementos o cambiar características para mejorar el dispositivo.

- Con la adecuada programación en la tarjeta Cerebro, se podría añadir un *display* o una pantalla táctil que brinde una visualización de los mensajes que se envían y también que ofrezca más posibilidades de configuración del dispositivo.
- Se podrían agregar otras características también, como teclas contrapesadas para la sección de teclado o un sistema de tornamesas para realizar mezclas en vivo.
- Se podría construir *pads* más grandes o con materiales similares a los de una batería acústica.
- Disponer de mayor retroalimentación por LEDs para los los controles.
- Instalar entradas Jack de  $\frac{1}{4}$  para conectar por ejemplo pedales de *Sustain*.
- Agregar más sensores a las teclas o *pads* para tener funciones como *Aftertouch*.
- Agregar un secuenciador interno.
- Se podría desarrollar dispositivos que utilicen otros tipos de sensores o componentes como acelerómetros, sensores de movimiento o de luz, que produzcan diferentes formas de interpretación.

También se podría proponer, utilizando el sistema y la información detallada en este trabajo, la creación de nuevos dispositivos.

- Agregar controles MIDI a un instrumento acústico como por ejemplo, una guitarra, para generar sonidos adicionales o controlar parámetros de su sonido, que agreguen expresividad a la interpretación.
- Adaptar controles MIDI en objetos comunes como a un reloj o a unos zapatos y generar sonidos al moverlos.

Por último, se podría desarrollar y/o investigar otros dispositivos innovadores en el mercado como:

- Percussa AudioCubes. Cubos inteligentes inalámbricos, con sensores capaces de saber su ubicación, orientación, la distancia hacia las manos, dedos entre otras. Utilizado para diseñar sonidos, componer música e interpretar en vivo.
- Reactable. Instrumento musical electrónico basado en un tablero, que analiza la superficie por objetos físicos y va modificando parámetros del sonido al cambiar la posición, orientación etc. de cada objeto físico.
- Eigenlabs Eigenharp. Controlador MIDI creado con gran variedad de controles y teclas “3D” que detectan presión para control de volumen, movimiento de lado a lado para efectos y de arriba para abajo, para variación de tono.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

- Mediante el uso de distintos componentes electrónicos y herramientas en conjunto, si es posible crear un controlador MIDI con varios controles físicos y con la capacidad de controlar programas de audio, sin embargo resulta ambicioso aspirar a un 100% de funcionamiento total del dispositivo, en el tiempo establecido para el proyecto.
- Utilizando el *software* Brain Editor, la programación de mensajes MIDI resulta mucho más práctica y rápida de realizar. Sin embargo, al simplificar la programación se tienen bastantes restricciones como el no disponer de Mensajes de Modo o de Sistema, lo que la hace una buena herramienta para uso personal pero aún insuficiente en el ámbito profesional.
- La mayoría de componentes electrónicos utilizados en la construcción sí se pueden encontrar en el país, no obstante los más específicos y en especial la fundamental tarjeta Brain, se deben importar del extranjero. Siendo este componente el de mayor peso en relación al costo total del equipo, un desarrollo en la fabricación local de *main boards* como ésta, reduciría costos significativamente y facilitaría la producción de estos dispositivos en el país.
- Se necesitaría más desarrollo en el campo de programación del microchip de la tarjeta Cerebro para conseguir funciones como selectores de octavas o bancos de memoria que debido al tiempo del proyecto no se pudo realizar.
- La característica más complicada de implementar fue la del teclado con control de *velocity* en sus teclas, por el mismo hecho de recrear un instrumento musical que el usuario avanzado ya está acostumbrado en su versión acústica. El tratar de representar fielmente este instrumento y su respuesta sigue siendo una característica que requiere mucha investigación y es de alto costo de producción.

En base a las entrevistas realizadas, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- El dispositivo elaborado sí está en la capacidad de controlar a los dispositivos MIDI tanto en software como hardware del estudio de producción musical de la Universidad.
- Se puede establecer al sensor de presión como componente electrónico de los *pads* sin embargo, el material y diseño elaborado para estos aún no es el ideal, ya que el sensor debería captar cualquier acción dentro del área del *pad*.
- El sensor infrarrojo es un control llamativo, tiene una respuesta satisfactoria y buena acogida por los usuarios lo que podría justificar el adaptar un sensor similar de mayor alcance para mejorar el rango de respuesta.
- Este sensor IR resulta más interesante para interpretaciones en vivo, pero es algo impreciso por ejemplo, para tareas de composición musical en un estudio.
- Resulta complicado enfocarse en evaluar aspectos estéticos o de preferencias interpretativas en controles que no estén en total funcionamiento ya que el problema funcional es lo que más atención se toma del usuario.
- Es más útil para el usuario tener un controlador específico para que realice cierta tarea de su necesidad a tener un controlador general que intente abarcar todas las funciones que el usuario pueda tener.
- Al disponer de tantos parámetros y opciones posibles para controlar, resulta difícil determinar algunas características de los controles como buenas o malas ya que podrían funcionar para ciertos usos y para otros no.
- Si bien algunos controles buscan ser innovadores y nuevos para algunos usuarios, muchos de estos aún reaccionan mejor a controles ya conocidos o que hayan estado familiarizados de alguna forma como con el *joystick* o los botones *arcade*.

## 7.2 Recomendaciones

- Antes de realizar el diseño del panel y las placas de circuitos para su fabricación, considerar el formato, programa y versión utilizada por las empresas que brindan estos servicios. Si bien existe variedad de programas para hacer la tarea, es recomendable mantener la compatibilidad con empresas locales.
- Prestar mucha atención en las características de los componentes antes de realizar la compra, generalmente las empresas evitan comentar todos los defectos o carencias del producto.
- Planear con anticipación la compra de componentes por internet, actualmente en el país no se tiene mucha certeza sobre cuánto tiempo demoran las empresas importadoras en entregar un producto al cliente.
- Reforzar todas las conexiones con silicona para evitar sueldas frías, puede tomar más tiempo pero a veces resulta necesario.
- En lugar de elaborar un solo controlador que se adapte a varias aplicaciones de audio, se podría desarrollar dispositivos especializados para personas o situaciones específicas.
- Tomar en cuenta que, según el material que se use para el panel, se puede dar la necesidad de añadir refuerzos a lo largo del dispositivo para soportar la presión que se ejerce al interpretar.
- Controles tan comunes como *faders* y *knobs* resultan muy indispensables para algunos usuarios, tener cuidado si se decide reemplazar estos totalmente por sensores u otros elementos.
- Tener en cuenta en la construcción que se debe instalar los componentes de manera que permitan o faciliten la revisión posterior de todas las conexiones si es que se tuviera alguna falla.
- Teniendo un precio de venta actualmente elevado para un dispositivo de estas características en el país, podría ser una opción más rentable importar equipos ya ensamblados en el exterior y venderlos ofreciendo servicio técnico a los clientes.

## Referencias

- Alagón, J. (2008). *Pruebas de Producto: Una Revisión Crítica*. Recuperado el 9 de mayo de 2014, de <http://segmento.itam.mx/Administrador/Uploader/material/Pruebas%20de%20ProductoRTF.pdf>
- Alcalde, P. (2010). *Electrónica Aplicada*. España: Paraninfo, S.A.
- Anderton, C. (1992). *Electronic Projects for Musicians*. Estados Unidos: Music Sales America.
- Anderton, C. (2006). *Using Virtual Instruments In Ableton Live*. Recuperado el 8 de mayo de 2013, de [http://www.soundonsound.com/sos/jul06/articles/livetech\\_0706.htm](http://www.soundonsound.com/sos/jul06/articles/livetech_0706.htm)
- Force Sensing Resistor Integration Guide and Evaluation Parts Catalog*. (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2013 de <http://www.openmusiclabs.com/wp/wpcontent/uploads/2011/08/fsrguide.pdf>
- Floyd, T. (2007). *Principios de Circuitos Eléctricos*. (8a. Ed.). México: Pearson Educación.
- Gibilisco, S. (2001). *The Illustrated Dictionary of Electronics*. (8a. Ed.). Nueva York: McGraw Hill.
- Guérin, R. (2008). *MIDI Power. Second Edition*. Canadá: Course Technology.
- Kuphaldt, T. (2001). *Lessons in Electric Circuits, Volume I-VI*. Reino Unido: Koros Press.
- Livid Instruments. (2014). Recuperado el 20 de enero de 2014, de [http://wiki.lividinstruments.com/wiki/Brain\\_V2\\_and\\_Brain\\_Jr.\\_Configure](http://wiki.lividinstruments.com/wiki/Brain_V2_and_Brain_Jr._Configure)
- Lehrman, P. y Tully, T. (1993). *MIDI for the Professional*. Estados Unidos: Music Sales America.

Price, S. (2004). *Controlling Pro Tools*. Recuperado el 8 de mayo de 2013 de <http://www.soundonsound.com/sos/may04/articles/protoolsnotes.htm>

Ruiz, G. (2001). *Electrónica Básica Para Ingenieros*. España: Universidad de Cantabria.

Rumsey, F. (1994). *MIDI Systems and Control (Music Technology)*. (2a. Ed.). Gran Bretaña: Focal Press.

Storr, W. (2013). *7-Segment Display Tutorial*. Recuperado el 8 de enero de 2014 de <http://www.electronics-tutorials.ws/blog/7-segment-display-tutorial.html>

## **Anexos**

## **Anexo 1. Glosario**

**Arcade:** Término genérico que se hace referencia a las máquinas de videojuegos donde se inserta una moneda para jugar, generalmente con una palanca y botones.

**Aftertouch:** Mensaje MIDI que se envía al variar la presión en una tecla una vez que esta ya ha sido presionada.

**Crossfade:** Término utilizado para denotar un cambio progresivo de una señal de audio a otra. En equipos de mezcla para DJ, se utiliza el control para atenuar el nivel de la señal en un canal mientras se realiza la señal en otro canal al mismo tiempo.

**DAWs:** Siglas para *Digital Audio Workstation*, o estación de trabajo de audio digital. Este término se refiere generalmente a una computadora, una interfaz de audio y un *software* dedicado para la grabación y edición de audio digital.

**Driver:** Programa que al ser instalado, permite el reconocimiento e interacción de dispositivos conectados a una computadora.

**Faders:** Término que se refiere a los potenciómetros deslizantes.

**Firmware:** Es la programación más básica en circuitos electrónicos. Esta provee las instrucciones lógicas necesarias para manejar correctamente al *hardware*.

**Hardware:** Término que se refiere a todos los elementos físicos o tangibles de un sistema.

**Jack:** Término utilizado para referirse a un conector eléctrico hembra.

**Joystick:** Dispositivo de control parecido a una palanca utilizado comúnmente como interfaz para video juegos.

**Knob:** Término usado para referirse a potenciómetros rotatorios.

**Main Boards:** También conocida como placa o tarjeta madre, es el circuito impreso que incluye los componentes fundamentales de un sistema electrónico.

**Mapping:** Término utilizado para referirse al proceso de asignar los controles MIDI, a parámetros en un programa o dispositivo MIDI-compatible.

**Pads (de percusión):** Son tipos de implementaciones utilizados para generar sonidos de percusión. Varían formas y tamaños, superficies suaves o duras, algunas tratando de simular superficies de tambores acústicos.

**Pitch bend:** Variación de altura tonal.

**Plug:** Término utilizado para referirse a un conector eléctrico macho.

**Protoboard:** Placa con orificios conectados entre sí que permite insertar componentes electrónicos para realizar pruebas de circuitos electrónicos.

**Release:** Mensaje que se refiere al tiempo que se demora una nota en dejar de sonar una vez que la tecla que la activó ha sido liberada.

**Rewind:** Retroceder o rebobinar en la reproducción.

**Scratch:** Término que se refiere a la técnica de desplazar un disco de vinilo hacia delante y hacia atrás durante su reproducción en un tocadiscos.

**Timing:** Término referente a la regulación de acciones o indicaciones en un determinado tiempo.

**Velocity:** Término utilizado en la norma MIDI para referirse a la velocidad con la que se presiona una tecla.

## Anexo 2. Entrevistas

### Entrevista #1: Enrique Vela

Roberto: ¿Cuánto tiempo llevas utilizando controladores MIDI?

Enrique: Desde el 2010 que comencé a hacer música electrónica empecé a ver la necesidad de utilizar controladores.

R: ¿Qué tan importante es tener un controlador en tu área de trabajo?

E: Súper importante. Lo mío es usar máquinas y estar asignando *knobs* y más aún en vivo. Me gusta tocar música electrónica, tener mi sesión de *Live* con bombos, hi hats, todo separado como para yo tener un control absoluto de todos los temas. El hecho de tocar tus propios temas en vivo es muy distinto a hacer un DJ set. Me gusta mucho el hecho de tocar en banda y actualmente estoy en una que se llama Stereo Humanzee, con ellos estamos en un formato de guitarras, voces y sintetizadores y yo con la computadora disparando secuencias y todas las bases rítmicas. Así que tener controladores es algo esencial.

Se empiezan las pruebas en Reason creando una nueva sesión y configurando el controlador en preferencias. Se crea un instrumento *Subtractor* con la voz "Bass Guitar".

El control de *joystick* es configurado como *Pitch bend* y *Modulation* y se solicita al encuestado la experimentación con el mismo.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento control de *pitch bend* y modulación?

E: Me parece muy cómodo que estén los dos controles ahí, aunque me da la impresión de que está un poco frágil. Es muy cómodo poder hacer las dos cosas al mismo tiempo.

Se asigna el sensor infrarrojo al control de frecuencia en el filtro 1 y un potenciómetro rotatorio a la resonancia.

R: ¿Qué tal te parece el funcionamiento del sensor infrarrojo?

E: Este está bastante bien, es muy cómodo. Pero no llega hasta el final.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento de los potenciómetros rotatorios?

E: Me gustan porque tienen límites y no son como los *knobs* infinitos. Con estos hay más control de hasta dónde se llega.

Se asigna *amount* del LFO 1 al sensor táctil y el *rate* al sensor de presión del mismo.

R: ¿Qué tal te parece el sensor táctil?

E: Este es algo nuevo, me tocaría acostumbrarme, pero dependiendo de a que se le asigne, funcionaría bastante bien.

Se abre ahora el instrumento Kong. Se carga el *patch* "Kong Kit" y se pide al encuestado que presione los *pads*.

R: ¿Qué tal te parece el funcionamiento de los *pads*?

E: Falla un poco en los extremos, porque hay unos que tocas en el extremo y suena más bajo y a medida que te vas acercando al centro tienes más *velocity*.

R: ¿Y qué te parece el funcionamiento del control de *velocity* en los *pads*?

E: Bien. Tienen un rango bastante amplio.

R: ¿Qué tal te parecen los botones iluminados?

E: Me gustan como se sienten, como un poco duros. Estos [botones iluminados de la derecha] como que se quedan aplastados un poco.

R: ¿Qué tal te parece el funcionamiento de los *faders*?

E: Bien. Tal vez a los *faders* grandes les siento muy suaves. Siento que deberían tener un poco más de resistencia. Por cómo se mueve parece que hay saltos muy grandes, si tuviera más resistencia se vería obligado a ser más constante.

R: ¿Qué tal te parece el funcionamiento de los botones pequeños?

E: Funcionan bien. Además es cómodo porque son tan pequeños que me da la impresión que puedes tener muchos. Y de hecho hay bastantes.

R: ¿Qué te parecen estas nuevas formas de interpretar utilizando distintos controles?

E: Me gustan bastante, especialmente estos dos controles [sensor táctil e infrarrojo] me parece que es un éxito en un controlador. Porque al menos en controladores de este tamaño yo no he visto controles así.

R: ¿Considerarías tú usar uno de estos de la práctica?

E: Si totalmente, por supuesto que sí.

E: ¿Cuánto pesa?

R: La verdad aún no lo he pesado.

Es: Es súper liviano. Para mí que pese eso me parece bastante bueno.

R: ¿Es importante para ti el peso?

E: Por supuesto, al menos cuando tienes que cargar cosas y llevártelas a otro lado, como cuando estás de gira, si es una molestia el peso. Ya a la larga se vuelve un fastidio. Al menos estos teclados son bien pesados, yo tengo un *axiom* de *M-Audio* que es más pequeño que este y es bien pesado. Éste está bien liviano.

## **Entrevista #2: Juan Fernando Cifuentes**

Roberto: ¿Trabajas actualmente con algún controlador?

Juan: Bueno yo en mi estudio tengo Yamaha S08 que es un *workstation* que ya tiene su tiempo, es de 88 teclas, y es de tecla pesada. Ahorita tengo un Ultra Nova, que es un sintetizador, de Novation, y recién me compre un *MPX 8* que es de ocho *pads*. Es *standalone*, que te facilita con memorias donde le pones los sonidos, *samples* o *loops* y mandas eso para tocar en vivo. Más para un *New York Style*. Recién me compre también un Novation Launchpad.

R: ¿Qué tan importante es tener un controlador en tu área de trabajo?

J: Es muy importante porque estar con el mouse en algún punto se te va hacer incómodo, sobre todo para producir y hacer cosas "en el acto", por así decirlo. Es muchísimo mejor tener un controlador que te emule lo análogo, que simplemente vas y lo tocas, es un *performance*.

Se empieza las pruebas con *Traktor*.

Se comienza probando el sensor táctil asignado al parámetro *Jog Turn*.

R: ¿Qué tal te parece el funcionamiento del sensor táctil?

J: Está funcionando bien, éste en particular está bastante sensible.

Se asigna el sensor infrarrojo al *amount* del LFO en la sección de efectos 1.

R: ¿Qué tal te parece el funcionamiento del sensor infrarrojo?

J: Está muy bueno. Es muy sensible. Lo que ahí falta es que no te capte cuando no se coloca la mano, como ahorita que no estoy haciendo nada y está captando. Pero de ahí está bien, me gusta.

R: ¿Qué tal te parecen los botones iluminados?

J: Si están bastante bien. Tienes los controles a la mano y eso está bueno. Me gusta que sean de diferente color, como deberían ser todos los controles de transporte.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento de los potenciómetros rotatorios?

J: Si está funcionando bien, no están duros. Parecen como de consola, no son tan suaves entonces puedes tener un poco más de precisión al moverte.

Se asigna el *joystick* de *pitch bend* a control de *tempo bend*.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento del control de *pitch bend* y modulación?

J: Bien. Funciona bastante bien.

R: ¿Qué te parece el rango y su respuesta?

J: Si está bastante bien.

Se configura los faders como control de *crossfade*, ganancia de canal A y ganancia de canal B.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento de los *faders*?

J: Bien, los *faders* están muy bien. Aparte están bien ubicados, en la mitad (*faders* pequeños). Los grandes igual, están bien sensibles.

Se continúan las pruebas con *Reason*. Se abre nueva sesión y se crea el instrumento Korg para que el entrevistado pruebe los *pads*.

R: ¿Qué tal te parece el funcionamiento de los *pads*?

J: Están bien, tal vez esto te funcionaría tenerle bajo una pirámide para que la presión vaya siempre al sensor, porque si le das a los lados ya no se activa. Y tienen que ser más responsivos.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento del control de *velocity* en los *pads*?

J: Si está bueno, los sensores son muy buenos.

R: ¿Qué tal te parece los botones *arcade*?

J: Están muy bien. Le dan un aspecto bacán al controlador.

R: ¿Qué piensas de los botones pequeños?

J: Estos están bien si los piensas como solo, mute, etc. Están súper buenos que los tengas a lado de los canales como en la mayoría de controladores. Tal vez están muy chiquitos. Podría mantenerse el mecanismo pero que sea más reconocible el botón. Tal vez uno de color rojo, o que diga *mute*, pero que sean más reconocibles.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento del teclado?

J: El teclado si obviamente falta mucho. Las teclas que sirven, sirven, pero claro no todo al 100%. Tal vez si se te complica podrías poner muchos botones como estos [iluminados] y pintarles como teclado.

R: ¿En tu experiencia crees que necesitas de estos controles al momento de interpretar?

J: Claro que sí, porque lo que tú necesitas en vivo es también crear, entonces son herramientas de creación. Por ejemplo en ningún instrumento orgánico podrías tocar una nota y mandar un efecto ahí mismo. Necesitas algo más, entonces aquí tal vez tienes interacción física que es lo bacán, pero también es algo distinto, algo nuevo.

R: ¿Considerarías usar uno de estos en tu trabajo?

J: Este claro, bien construido sí. Todo controlador, por mínimo que sea te sirve.

### **Entrevista #3 Marco Salvador**

Roberto: ¿Trabajas actualmente con algún controlador?

Marco: Actualmente no pero mi experiencia con controladores ha sido más como guitarrista, utilizando pedales junto con algún programa.

R: ¿Que tan importante es tener un controlador en tu área de trabajo?

M: Si es importante para algunos proyectos y es mucho más cómodo al momento de utilizar *samples*, secuencias, y es muy cómodo al producir o escribir música.

Se empiezan las pruebas con el equipo Yamaha MOTIF, utilizando inicialmente sonidos de percusión.

Se pide al entrevistado que interprete algunas notas y pruebe el funcionamiento del control de joystick que ya se reconoce automáticamente como *pitch bend*.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento del control de *pitch bend* y modulación?

M: Responde bien, es algo que se usa bastante. Como el rango es adaptable se puede cambiar al gusto de cada usuario. Me gusta, de hecho me parece mucho más cómodo que las ruedas.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento de los *pads*?

M: Podrían ser un poco más sensibles. Que el ataque sea algo más rápido, pero responden bastante bien. Tienen muy buena dinámica. En un controlador MIDI tener *pads* es una gran ventaja.

R: ¿Qué tal te parecen los botones iluminados?

M: Funcionalmente están perfectos. Interpretativamente no me gustan tanto porque no tienen dinámica, pero si es para prender o apagar elementos o gatillar secuencias si me gustan.

R: ¿Qué tal te parecen los botones *arcade*?

M: Bastante cómodos. Me podría acostumbrar muy rápido. Son muy fáciles de interpretar.

Se cambia la voz del MOTIF a un teclado utilizando el *preset* Full Grand Piano.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento del teclado?

M: Muy difícil de interpretar estando incompleto. Las teclas tal vez podrían ser más grandes.

Se asigna un potenciómetro para controlar la frecuencia del filtro predeterminado y otro para controlar la frecuencia de resonancia.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento de los potenciómetros rotatorios?

M: La sensibilidad es buena, responden bien son muy cómodos. Son controles bastante útiles.

A continuación se abre una nueva sesión en Reason 7, y se configura el controlador para continuar las pruebas utilizando el programa.

Se crea un instrumento Korg y se asigna los *faders* a control de volumen principal y a controles de nivel para los *pads* 1, 2, 3 y 4 independientemente.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento de los *faders*?

M: Como están aquí asignados a volumen funcionan bien, y el rango es adecuado. Es bueno que los *faders* tengan un rango amplio al menos para controlar volumen.

Tal vez falta que los *faders* grandes sean un poco más sólidos, da la impresión de que están muy frágiles y se pueden salir. Los pequeños parecen estar más sólidos. Sería útil tener unos cuatro de los grandes como para poder controlar una mezcla.

Se crea un Subtractor y se asigna el sensor infrarrojo para controlar la frecuencia del filtro 1.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento del sensor infrarrojo?

M: Responde bien. Tal vez le falta un poco más de rango.

Se asigna el sensor táctil al control de *amount* en el LFO 1 de Subtractor y el sensor de presión al control de *rate* del mismo.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento del sensor táctil y de presión?

M: Resulta bastante útil de hecho. Es cómoda y fácil de interpretar. Muy buena la respuesta de ambos controles.

Se asigna algunos botones para cambiar el tipo de filtro, activar y desactivar el LFO 1 y cambiar los modos de fase de los osciladores.

R: ¿Qué te parece el funcionamiento de los botones pequeños?

M: Podrían ser un poco más grandes. En un escenario en vivo, uno no es tan preciso y la interpretación puede ser difícil.

R: ¿Considerarías utilizar uno de estos en tu trabajo?

M: Si me podría ser útil, sí. Tal vez más para cierto tipo de proyectos pero si son muy útiles.

## Anexo 3. Especificaciones de Componentes Utilizados

- *Data Sheet* Diodo 1N4148

Philips Semiconductors

Product specification

### High-speed diodes

1N4148; 1N4448

#### FEATURES

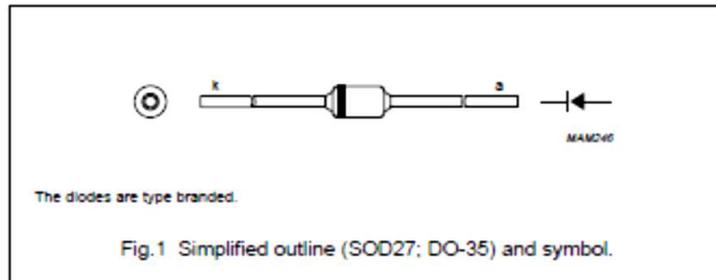
- Hermetically sealed leaded glass SOD27 (DO-35) package
- High switching speed: max. 4 ns
- General application
- Continuous reverse voltage: max. 75 V
- Repetitive peak reverse voltage: max. 100 V
- Repetitive peak forward current: max. 450 mA.

#### APPLICATIONS

- High-speed switching.

#### DESCRIPTION

The 1N4148 and 1N4448 are high-speed switching diodes fabricated in planar technology, and encapsulated in hermetically sealed leaded glass SOD27 (DO-35) packages.



#### LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
$V_{RRM}$	repetitive peak reverse voltage		–	100	V
$V_R$	continuous reverse voltage		–	75	V
$I_F$	continuous forward current	see Fig.2; note 1	–	200	mA
$I_{FRM}$	repetitive peak forward current		–	450	mA
$I_{FSM}$	non-repetitive peak forward current	square wave; $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ prior to surge; see Fig.4 $t = 1\text{ }\mu\text{s}$ $t = 1\text{ ms}$ $t = 1\text{ s}$	–	4 1 0.5	A A A
$P_{tot}$	total power dissipation	$T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ; note 1	–	500	mW
$T_{stg}$	storage temperature		–65	+200	$^\circ\text{C}$
$T_J$	junction temperature		–	200	$^\circ\text{C}$

#### Note

1. Device mounted on an FR4 printed circuit-board; lead length 10 mm.

- *Data Sheet* Sensor Infrarrojo Sharp GP2Y0A21YK

**ELECTRICAL SPECIFICATIONS**

**Absolute Maximum Ratings**

Ta = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5 VDC

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	-0.3 to +7	V
Output Terminal Voltage	V <sub>O</sub>	-0.3 to (V <sub>CC</sub> +0.3)	V
Operating Temperature	T <sub>opr</sub>	-10 to +60	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>	-40 to +70	°C

**Operating Supply Voltage**

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Operating Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	4.5 to 5.5	V

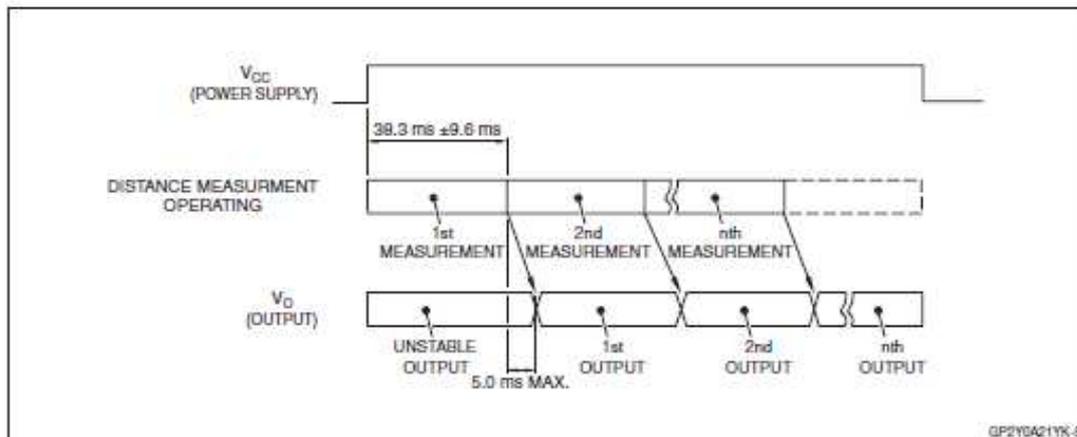
**Electro-optical Characteristics**

Ta = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5 VDC

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTES
Measuring Distance Range	ΔL		10	-	80	cm	1, 2
Output Terminal Voltage	V <sub>O</sub>	L = 80 cm	0.25	0.4	0.55	V	1, 2
Output Voltage Difference	ΔV <sub>O</sub>	Output change at ΔL (80 cm - 10 cm)	1.65	1.9	2.15	V	1, 2
Average Supply Current	I <sub>CC</sub>	L = 80 cm	-	30	40	mA	1, 2

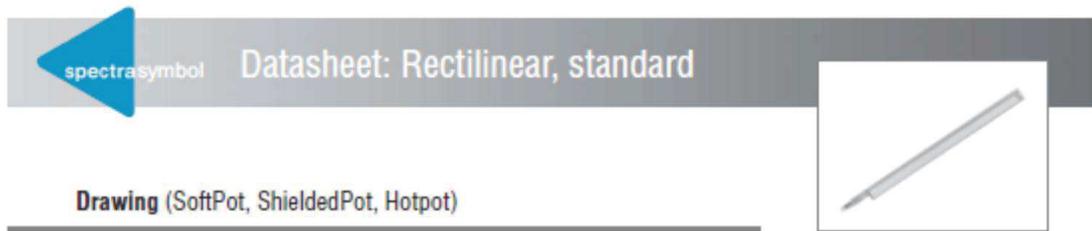
**NOTES:**

1. Using reflective object: white paper (made by Kodak Co. Ltd.) gray cards R-27, white face, reflective ratio: 90%
2. L = Distance to reflective object.

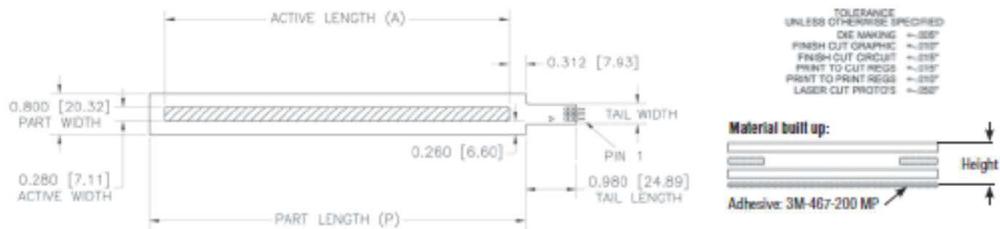


**Figure 3. Timing Diagram**

- **Data Sheet** Potenciómetro de Membrana SoftPot

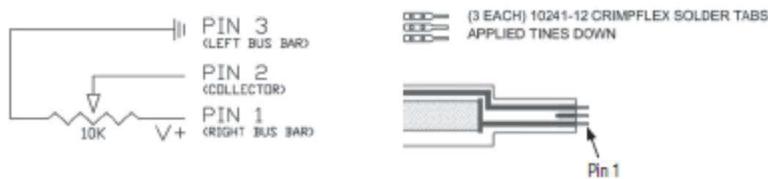


**Drawing** (SoftPot, ShieldedPot, Hotpot)



Active lenght	50,00mm / 1.969"	100,00mm / 3.937"	170,00mm / 6.693"	200,00mm / 7.874"	300,00mm / 11.811"	400,00mm / 15.748"	500,00mm / 19.685"
Part length	65,86mm / 2.593"	115,86mm / 4.562"	185,86mm / 7.32"	215,86mm / 8.499"	315,86mm / 12.436"	415,86mm / 16.373"	515,86mm / 20.310"
Height	≤ 0,51mm / 0.020" (for SP and HP)			≤ 0,70 mm / 0.030 (for EP)			
Resistance, standard	10kΩ	10kΩ	10kΩ	10kΩ	10kΩ	20kΩ	20kΩ
Drawing# SoftPot	7182	7183	7282	7184	7185	7284	7186
Drawing# HotPot	7177	7294	7281	7179	7180	7283	7181
Adhesive	3M-467-200 MP						

**Connection**



Electrical Specifications	SoftPot	ShieldedPot (Preliminary data)	HotPot
Resistance, standard	10kΩ (lenght >300mm 20kΩ)	10kΩ (lenght >300mm 20kΩ)	10kΩ (>300mm 20kΩ)
Resistance Range, customized	1 kΩ to 100kΩ	1kΩ to 100kΩ	5kΩ to 100kΩ
Resistance Tolerance	± 20%		
Effective Electrical Travel	8 to 2400 mm	10 to 1200 mm	10 to 1200 mm
Linearity, independent	± 3% for rectilinear, ± 5% for rotary		
Power Rating (depending on size) (varies with length and temperature)	1 Watt max. @ 25°C	1 Watt @ 25°C	1 Watt @ 25°C
Resolution	Theoretical-Infinite; resolution dependant on contact wiper thickness and construction		
Dielectric Value	No affect @ 500 VAC, 1 minute	No affect @ 500 VAC, 1 minute	No affect @ 500 VAC, 1 minute

- *Data Sheet* Resistencias Sensibles a la Presión FSR

### Applications

**Detect & qualify press**  
Sense whether a touch is accidental or intended by reading force

**Use force for UI feedback**  
Detect more or less user force to make a more intuitive interface

**Enhance tool safety**  
Differentiate a grip from a touch as a safety lock

**Find centroid of force**  
Use multiple sensors to determine centroid of force

**Detect presence, position, or motion**  
Of a person or patient in a bed, chair, or medical device

**Detect liquid blockage**  
Detect tube or pump occlusion or blockage by measuring back pressure

**Detect proper tube positioning**

**Many other force measurement applications**

### Device Characteristics

Feature	Condition	Value*	Notes
Actuation Force		0.1 Newtons	
Force Sensitivity Range		0.1 - 10.0 <sup>2</sup> Newtons	
Force Repeatability <sup>3</sup>	(Single part)	± 2%	
Force Resolution <sup>3</sup>		continuous	
Force Repeatability <sup>3</sup>	(Part to Part)	±6%	
Non-Actuated Resistance		10M W	
Size		622.3mm	
Thickness Range		0.2 - 1.25 mm	
Stand-Off Resistance		>10M ohms	Unloaded, unbent
Switch Travel	(Typical)	0.05 mm	Depends on design
Hysteresis <sup>3</sup>		+10%	(R <sub>rs</sub> - R <sub>r</sub> )/R <sub>rs</sub>
Device Rise Time		<3 microseconds	measured w/steel ball
Long Term Drift		<5% per log <sub>10</sub> (time)	35 days test, 1kg load
Temp Operating Range	(Recommended)	-30 - +70 °C	
Number of Actuations	(Life time)	10 Million tested	Without failure

\* Specifications are derived from measurements taken at 1000 grams, and are given as one standard deviation / mean, unless otherwise noted.

1. Max Actuation force can be modified in custom sensors.
2. Force Range can be increased in custom sensors. Interlink Electronics have designed and manufactured sensors with operating force larger than 50Kg.
3. Force sensitivity dependent on mechanics, and resolution depends on measurement electronics.

Figure 1 - Typical Force Curve

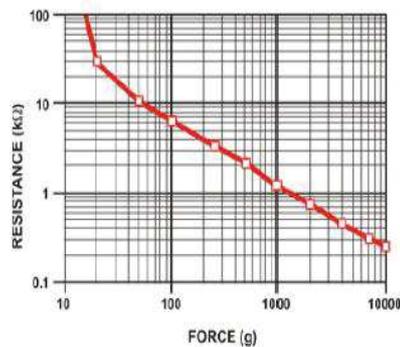
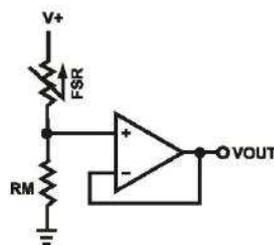
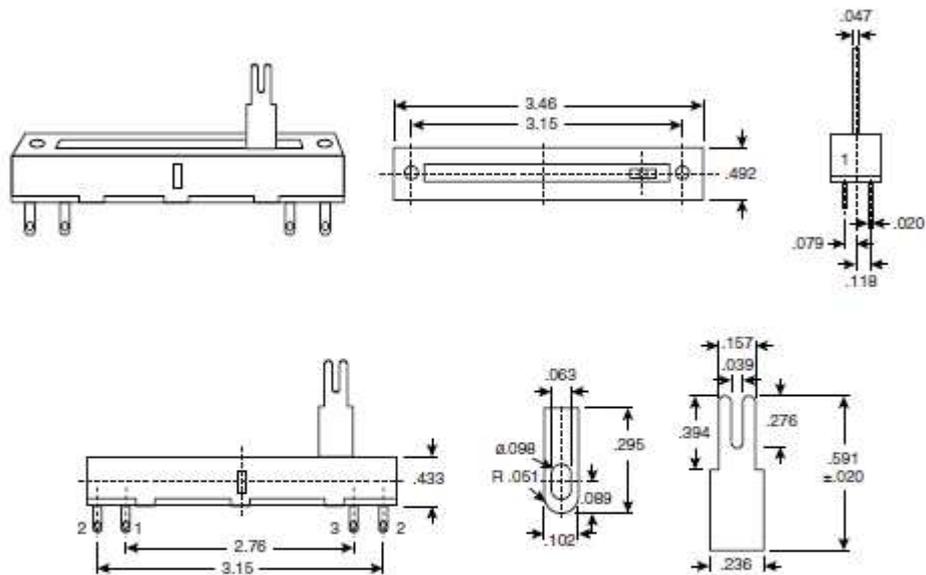


Figure 2 - Typical Schematic



- *Data Sheet* Potenciómetros deslizantes

<b>Date:</b> 08/17/06	<b>Ref. #:</b> TW-700133
	<b>Potentiometers</b> <b>312-9301F-Value</b>



Dimensions (In.)

**Specifications:**

- Type: slide
- Taper: linear
- Terminals: solder lugs
- Resistance tolerance:  $\pm 20\%$
- Rated wattage: .5W max.
- Rated voltage: 500V max.
- Insulation resistance: 100M $\Omega$  min. @ 500VDC
- Dielectric strength: 500VAC for 1 minute
- Operating force: 30–300 gf.cm
- Lever stop strength: 5kg/60 seconds
- Slide travel: 2.36" (60 mm)
- Sliding life: 15,000 cycles
- Values ( $\Omega$ ): 1K, 2K, 5K, 10K, 50K, 100K
- RoHS Compliant

Available from Mouser Electronics

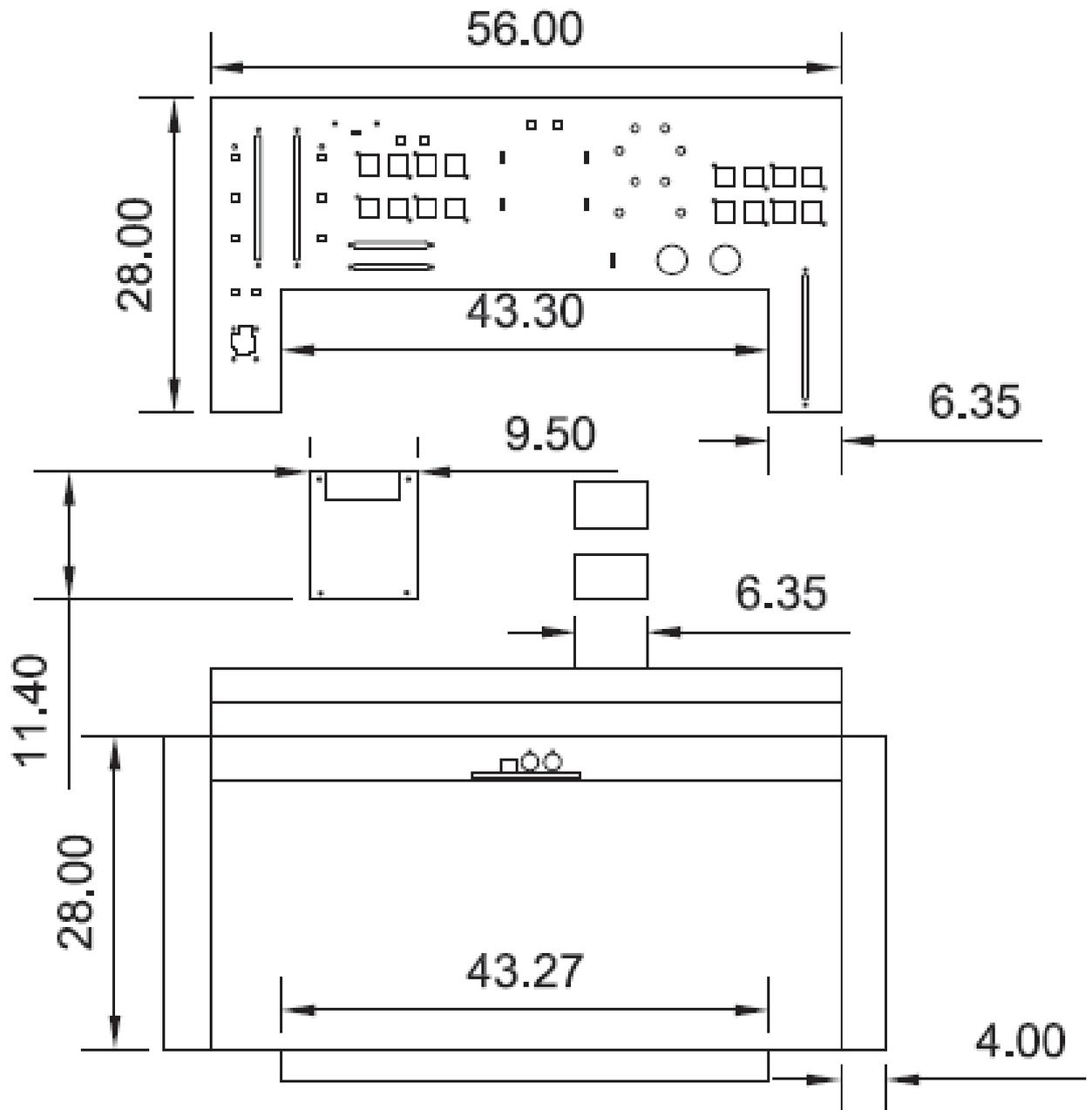
[www.mouser.com](http://www.mouser.com)

(800) 346-6873

Specifications are subject to change without notice. No liability or warranty implied by this information. Environmental compliance based on producer documentation.

## Anexo 4. Diseños Finales del Controlador

Cortes:



Mapeo:

## Diagrama de Mensajes MIDI del Controlador

