

# TIM&E: TOUCH INTERFACE FOR MUSICIAN & ENGINEER

LA MANIPULACIÓN DE AUDIO EN TIEMPO REAL COMO PARADIGMA DE  
INTERACCIÓN ENTRE LA MÚSICA Y LA INGENIERÍA DE SONIDO

# TIM&E: TOUCH INTERFACE FOR MUSICIAN & ENGINEER

LA MANIPULACIÓN DE AUDIO EN TIEMPO REAL COMO PARADIGMA DE  
INTERACCIÓN ENTRE LA MÚSICA Y LA INGENIERÍA DE SONIDO

GISELT PAOLA ROJAS CASTAÑEDA.  
JOSE MANUEL PAEZ MONCALEANO

MAESTRO JUAN DANIEL HERNÁNDEZ VEGA  
*Asesor de Tesis*

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ARTES  
DEPARTAMENTO DE MÚSICA  
BOGOTÁ  
2011

A quien interese:

Presento a continuación el proyecto de grado de los estudiantes Giselt Paola Rojas y José Manuel Páez, titulado *"La manipulación de audio en tiempo real como paradigma de interacción entre la música y la ingeniería de sonido"*. El trabajo fue sustentado y aprobado el día 6 de julio de 2011. Certifico que las modificaciones y correcciones sugeridas por el jurado fueron incorporadas al documento y que el trabajo cumple con los requisitos para la obtención del título de Maestro en Música con énfasis en Ingeniería de Sonido.

MFA. JUAN DANIEL HERNÁNDEZ VEGA  
Profesor Asistente  
Departamento de Música

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	6
<b>1. ANTECEDENTES</b>	9
1.1 <i>Música y tecnología</i>	9
1.1.1 La interfaz	11
1.1.2 Los <i>Table-top</i>	12
1.1.2.1 El <i>reactTable</i>	14
1.2 <i>Investigación preliminar</i>	15
1.2.1 El POSC	15
1.2.2 Wiimote	16
1.2.3 MT MINI	17
1.3 <i>Conclusiones de la Investigación</i>	18
<b>2. EL TIM&amp;E: CONSTRUCCIÓN</b>	19
2.1 <i>El controlador</i>	21
2.1.1 La pantalla	22
2.1.2 Teoría	23
2.1.3 Cámara	24
2.1.4 Estructura	26
2.1.5 Ensamblaje	27
2.1.6 Tecnologías <i>Touch</i>	29
2.1.6.1 FTIR	30
2.1.6.2 RDI – FDI	31
2.1.6.3 DSI	32
2.1.6.4 LLP – LedLP	32
2.1.6.5 Tecnología del TIM&E	32
2.2 <i>Generador de Audio</i>	33
2.2.1 Síntesis	35
2.2.1.1 Síntesis FM	35
2.2.1.2 Modulador de Anillo	37
2.2.1.3 Síntesis Granular	38
2.2.2 <i>Dynamic Patching</i>	38
2.2.3 Retroalimentación Visual	39
2.3 <i>Ensamblaje</i>	41
2.3.1 CCV	43
2.3.2 <i>Blob Detection - Blob Tracking</i>	43
2.3.3 TUIO y OSC	44
<b>3. CONCLUSIONES</b>	46
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	52

## LISTA DE IMÁGENES

Figura 1.1 Variations V, John Cage (1965).....	10
Figura 1.2 Table-tops .....	12
Figura 1.3 reacTable.....	13
Figura 1.4 POSC .....	14
Figura 1.5 Controlador para wiimote.....	15
Figura 1.6 MT MINI .....	16
Figura 2.1. Curva de aprendizaje.....	19
Figura 2.2 Partes del monitor .....	21
Figura 2.3. Diagrama de flujo de una pantalla tactil .....	22
Figura 2.4 PS3Eye sin carcaza .....	23
Figura 2.5 Detalle de los lentes y los filtros de los dos modelos de PS3Eye...	24
Figura 2.6. Mueble finalizado .....	25
Figura 2.7 Cable FFC (Fast Flex Cable) .....	26
Figura 2.8 Funcionamiento básico de los sistemas ópticos para la construcción ()..	27
Figura 2.9 Funcionamiento de una superficie touch.....	29
Figura 2.10 Cámara sobre proyector.....	31
Figura 2.11.Detalle del arreglo de LEDs.....	31
Figura 2.12. Síntesis FM.....	35
Figura 2.13 Modulador de anillo.....	36
Figura .2.14 Pantalla de trabajo del CCV.....	41
Figura 2.15. Blobs reconocidos por el CCV.....	42
Figura 2.16. Segundo recuadro del CCV.....	42
Figura 2.17 Protocolo de envío de información.....	43
Figura 2.18. TIM&E terminado y funcionando.....	44
Figura 3.1 Envoltente de un sonido.....	45
Figura 3.3 Obtención del sonido de un Bombo en Pd .....	47

# INTRODUCCIÓN

Esta tesis acompaña el proceso de elaboración del TIM&E: (*Touch Interface for Musician & Engineer*): una interfaz táctil para la manipulación de audio con fines artísticos. Su principal objetivo será acercar al ingeniero de sonido a la actividad interpretativa por medio de la implementación de nuevas tecnologías que le permitan intervenir el audio de manera no convencional. El criterio musical que acompaña al ingeniero de sonido será el que dirija la construcción de este proyecto con miras a elaborar una propuesta sonora en la que se condensen los conocimientos adquiridos desde la teoría musical y la práctica como ingenieros.

Actualmente el énfasis de Ingeniería de Sonido de la carrera de Estudios Musicales de la Pontificia Universidad Javeriana, no cuenta con un espacio en el cual fuera posible sentar un diálogo entre el saber del ingeniero y su educación musical; de tal forma que, lo que la una tiene para aportarle a la otra, se pierde en un camino improvisado estrecho en el que la falta de comunicación dificulta la exploración sonora y la intervención de tecnologías en la construcción de nuevos paradigmas musicales. En un intento por acortar la brecha que hoy permite distinguir dos facetas diferentes en la persona del ingeniero de sonido javeriano, éste proyecto buscará convertirse en un espacio de encuentro en el que puedan darse cita: el criterio musical que ha venido nutriendo el programa de estudios musicales durante los años de carrera, y el conocimiento que se ha desarrollado en los talleres del énfasis, logrando con esto establecer una investigación novedosa que contemple rescatar la actividad interpretativa y creativa del ingeniero de sonido no ya como actor externo (colaborador, partícipe) en la elaboración de un producto artístico, sino desempeñándose en el papel integral de artista.

En realidad la aplicación de conocimientos derivados de la investigación en el campo gestual en la actividad musical se remonta tiempo atrás: instrumentos como el *reactTable* (Jordà et al., 2005), o dispositivos como los *tablets*, deben su existencia al trabajo que se estaba haciendo con computadores en la década de los 60 (Mathews, 1977) : Algunos músicos, profundamente encariñados con las

nuevas tecnologías, discutían preocupados “de qué forma, los computadores podrían ser usados para producir sonido y música en tiempo real” (Jordà, 2005), y esto sumado a la necesidad de hacer la respuesta de las máquinas más orgánica, es decir, más cercana a la anatomía humana, dio pie para la aparición de los primeros instrumentos capaces de leer la actividad corporal. Tales son las raíces de lo que años más tarde se daría a conocer como *Table-top*: aquel tipo de instrumento que explora las posibilidades expresivas de las manos al utilizarlas como canal de comunicación entre el hombre y la computadora.

A dicho grupo pertenece el TIM&E proyecto al cual debe su existencia éste documento que hoy presenta al lector la posibilidad de recorrer paso a paso su construcción desde el momento en que se concibe la idea inicial hasta el acabado del producto final. En esta dinámica se propone presentar la información recogida en esta tesis, en tres grandes capítulos:

El primero de ellos dará cuentas de los antecedentes de este proyecto: en un comienzo presentará de forma rápida la manera en que históricamente arte y tecnología se han visto ligadas pero, su principal objetivo será servir de conclusión a la investigación desarrollada durante el periodo de evaluación del anteproyecto.

El segundo capítulo abarcará todo el proceso de construcción de la interfaz. No obstante, en un intento por acercar la temática al lector, se presentará la información dividiendo el proyecto en tres fases. Fase I: construcción del controlador; Fase II: construcción del generador de sonido; Fase III: ensamblaje y evaluación de la interfaz o TIM&E.

El tercer capítulo parte recogerá las conclusiones del desarrollo de este proyecto. Allí se espera evaluar los alcances de la relación simbiótica entre música e ingeniería de sonido como también se pretende analizar los logros obtenidos con el TIM&E dentro del marco de una búsqueda por concebir nuevas formas de hacer música (Jordà, 2005).

Antes de comenzar es preciso aclarar que este no fue el orden seguido para la construcción del TIM&E: La idea de partir el instrumento y dedicarle a cada parte una su sección, es llamar la atención del lector sobre problemas concretos e ilustrarlo detenidamente sobre las soluciones que a dichos problemas se dieron

durante la elaboración del TIM&E. Esperando que quien quisiera hacer su propio TIM&E tuviera en este documento la información necesaria.

Por otro lado se recuerda al lector que a este texto escrito lo acompaña un material complementario compuesto de planos, esquemas, fotografías, *patches* y también videos, reunidos todos en un disco de datos que respeta la misma organización formal del documento y que ha de ayudar a resolver posibles dudas como también a profundizar en minuciosos detalles. De esta manera, los autores recomiendan acompañar la lectura del material adjunto en el CD.



# 1. ANTECEDENTES

Conversely, one method for making truly new music might be to create an instrument that allows performers to experiment with new playing techniques (Rubine & McAvinney 1990).

## 1.1 Música y tecnología

Históricamente a la música se la ha entendido como una actividad que alcanza (o por lo menos conduce a contemplar), rasgos propios de la divinidad o de una realidad lejana a la condición humana. Es así como ya en la República, Platón aseguraba que el papel de la música consistía en formar el alma y aun más afirmaba que su objetivo debía ser el amor por la belleza (Pelosi, 2010). Definición que encuadra a la música en un plano supra terreno, podríamos decir incluso celeste. Sin embargo, invitamos al lector a hacer un recuento rápido por la historia de la música tras el cual podrá compartir con nosotros que aunque si bien es cierto que música y espiritualidad se encuentran a menudo ligadas en la teoría, por otro lado, la práctica musical pareciera demostrar que en ocasiones la música se ve obligada a dejar las altas esferas como si tropezara con algo, como si un impulso, -tal vez la gravedad-, la obligara a posarse por momentos sobre la tierra. Un análisis más riguroso de estos puntos de inflexión, permite ver que de vez en cuando la música ha venido a posarse sobre la técnica buscando en ella un nuevo aliento: Extender las posibilidades armónicas, mejorar la calidad sonora, defender la inteligibilidad, capturar el sonido, procurar afinaciones exactas, escalas temperadas, etc., todas han sido dudas que en algún momento la música le ha planteado al ingenio humano y de la solución de las mismas se ha producido el avance.

Vale la pena traer el ejemplo del piano, que nace de la intención de mejorar el clavicordio<sup>1</sup> y que en su desarrollo le entrega al compositor la posibilidad de trabajar con la independencia en el rango dinámico (Settel & Lippe, 2003). De

---

<sup>1</sup> Sobre la evolución del piano dirigirse a <http://www.concertpitchpiano.com/Evolution.html>

igual forma, no sería posible concebir la música del siglo XVII sin tener en cuenta los desarrollos de los luter del s.XVI (Jordà, 2005), como tampoco debiera entenderse el gran éxito del Rock sin observar el desarrollo de los instrumentos eléctricos, los micrófonos y los procesadores de señal.

Sin embargo, esta relación entre técnica y música, sufrió una importante transformación a comienzos del s. XX con la consolidación de los estudios radiofónicos estatales en Europa, y los estudios privados de electrónica y experimentación en Estados Unidos (Murcia, 2011), espacios en los que las diferencias tan marcadas entre músico e ingeniero se diluyen justamente para un momento en que la música es despojada de gran parte de su poderío celeste y se comienza a hablar del sonido como materia prima e incluso se enuncian las ventajas de concebir un material sonoro.

Los avances en el campo de la electrónica hacen posible que hacia mediados de siglo aparezca el computador<sup>2</sup>: una herramienta que habría de cambiar el curso de la música, y que en el caso concreto de la academia significó un cambio de roles: ahora los ingenieros iban en búsqueda de los compositores esperando que estos se animaran a poner a prueba sus nuevos desarrollos: los software.

Amongst musicians, the group that was the most interested in the computer was the composers, while the group that was the most agnostic to the computer was the performers. The rock and popular musicians were willing to think about the possibilities, but they also have the same difficulties anyone dealing with a well-established musical technique has. (Roads and Max Mathews, 1980)

Y es que pese a las enormes ventajas que prometía el desarrollo del computador, eran pocos los compositores que se aventuraban a concebirlo como una herramienta musical debido a las exigencias técnicas de su lenguaje, y a lo

---

<sup>2</sup> El primer computador en la historia en generar audio fue CSIRAC. Un proyecto adelantado por la escuela de ingeniería de la Universidad de Melbourne, Australia, desde finales de los años 40 hasta mediados de los 50's. Geoff Hill, fue el primer programador del CSIRAC, presentado el 7 y 9 de Abril de 1951 interpretando temas como Colonel Bogey, Bonnie Banks, Girl with flaxen hair, entre otros.  
<<http://www.csse.unimelb.edu.au/dept/about/csirac/>>

inadecuado de su interfaz; hechos que para muchos hacían del proceso compositivo una actividad mecánica y estéril. Ante este panorama, entra en escena un campo de investigación que, de forma paralela al desarrollo y evolución del computador, buscaría hacer de la interacción entre el hombre y la máquina, una actividad mucho más productiva y dinámica. Tal rama investigativa era conocida con el nombre de *Human Computer Interaction (HCI)*<sup>3</sup>, y específicamente en el campo musical habría de encargarse de postular nuevos paradigmas de cooperación entre el hombre y la tecnología apuntándole al desarrollo de la idea del controlador: una interfaz que opera entre el intérprete y el generador de sonidos interno del computador, que traduce señales analógicas continuas y discretas, en mensajes digitales o información comprensible por el sistema.(Jordà 2005:29).

### 1.1.1 La interfaz

Tanto para músicos como ingenieros, era evidente que teclado y mouse, no eran controles suficientes para dar cuenta del amplio rango de expresividad de la actividad musical, de tal forma que si se quería hacer del computador una herramienta apta tanto para la composición como para la interpretación, era preciso hacer de sus comandos y controles, herramientas más cercanas a la naturaleza misma del ser humano. De dicha preocupación resultan instrumentos capaces de leer el movimiento del cuerpo (*fig. 1*), o la posición de las manos



**Fig1: Variations V, John Cage (1965).**

En la imagen John Cage, David Tudor, Gordon Mumma, Carolyn Brown, Merce Cunningham, Barbara Dilley, en Variations V (1965). Obra de John Cage en la que el movimiento de las bailarinas era el que producía música según la proximidad a sensores colocados sobre el escenario. "Thus, the entire floor was transformed into a musical instrument responsive to movement throughout the space (Winkler 1995; Nyman 1980).

Foto de Herve Gloaquen

<sup>3</sup>Brad Myers, maestro asociado a la escuela de ciencias de la computación de la Carnegie Mellon University hace un recuento bastante completo de la historia de la HCI en <http://www.cs.cmu.edu/~amulet/papers/uihistory.tr.html>

(*The Hands*, Waiswiz,1980) otros que responden a la actividad neuronal<sup>4</sup>; también están aquellos contruidos sobre la base de instrumentos convencionales y que pretenden expandir las posibilidades tímbricas de los mismos (Nicolas Collins 1991), y por otro lado están aquellos instrumentos que hacen uso de la tensión muscular (Biomuse, Atau Tanaka, 1993), los gestos faciales, la lengua, la voz, en fin: todos intentos válidos de naturalizar la relación hombre-computador<sup>5</sup>. Entre estos intentos, se considera importante aquella iniciativa gestada al interior del estudio del sentido háptico, el cual abarca en su campo de acción el análisis del movimiento y la posición corporal partiendo del hecho de que es por medio de estos dos parámetros que el cuerpo interactúa con los objetos que le rodean. El sentido háptico, pudiera definirse entonces como la resistencia que imprime un objeto a ser manipulado (Reyes, 2005) por el cuerpo humano. Y en consecuencia, resulta más que evidente, el aporte que el estudio de dicho sentido significa para el desarrollo de la música: de acuerdo con Brent Gillespie, el sentido háptico proporciona el segundo recurso mas importante para la observación del comportamiento de un instrumento musical pues es bastante cierto que un intérprete no solo escucha su instrumento sino que también lo siente(Cook,2001). De tal forma que el sentido háptico se constituye así en un punto de encuentro en el cual queda consignado tanto el comportamiento del instrumento como las acciones del intérprete(Reyes, 2005).

### **1.1.2 Table-tops**

Por supuesto que al interior del sentido háptico se encuentra observado de manera implícita el sentido del tacto: uno sobre los cuales mayor investigación se adelanta actualmente, el que mayor impacto ha tenido en el avance tecnológico durante la última década, y cuyos logros provocan furor en el mercado que vende los desarrollos que de su estudio se obtienen como productos novedosos aún cuando sus orígenes se remonten casi 25 años atrás (Buxton, 2007). En el campo

---

<sup>4</sup> Al respecto se recomienda visitar el portal de la artista colombiana Claudia Robles quien suele utilizar para sus performances e instalaciones EEGI (*Electroencephalogram interfaces*). <http://www.claudearobles.de/>

<sup>5</sup>El lector interesado en ampliar la información aquí suministrada sobre los controladores debiera dirigirse al artículo de Joseph Paradiso: *Electronic Music, New ways to play*. Y al capítulo 3 de *Digital Lutherie Jordà (2005)*

de la música, al estudio del tacto se debe la aparición de lo que actualmente constituye no un instrumento sino una familia entera de instrumentos: los *table-tops*. Aquellos instrumentos que reevalúan el paradigma de comunicación hombre-computador, explorando los alcances del sentido del tacto, puesto a disposición de



**Fig 1.2. Table-tops.**

Martin Kaltenbrunner cofundador de Reactable Systems y Phd. en *Computer science an digital communication* clasifica las TUI (Tangible User Interface), en varias familias según su forma de interactuar con el usuario. Las imágenes presentan ejemplos de cada familia: 1. *Tangibles* (Patten, 2002), 2. *ReacTivision*; 3. *Tokens*; 4. *Bloks*(Merril, 2007); 5. *Artifacts*(Weinber,2007); 6. *Touch*. El lector que buscara ahondar en las características de cada familia y conocer otros exponentes de las mismas, está invitado a visitar el portal de Martin Kaltenbrunner

<http://modin.yuri.at/tangibles/>

en pequeños bloques que se unen entre sí para producir diferentes tipos de interacción; unos más utilizan una serie de fichas o *tokens* que dependiendo del lugar de la superficie en donde se coloquen, producirán una respuesta musical diferentes(Fig.1.2.).

la creación musical. Todos comparten el hecho de que el controlador es una superficie (por lo general plana), a través de la cual el músico accede al generador de audio haciendo uso de objetos, o de sus dedos o sus manos, o de dispositivos adaptados para ellas. Sobre esta superficie se suelen proyectar ayudas visuales en tiempo real que le sirven de guía al intérprete para ubicarse en el plano espacial y temporal permitiéndole así acercarse a la música de una manera casi intuitiva.

Se diferencian los unos de los otros en la forma en que el sentido del tacto es aprovechado: unos deciden valerse únicamente de la interacción de las manos sobre la superficie táctil, otros utilizan objetos tangibles que el controlador reconoce como comandos o sonidos; otro grupo divide la superficie

No obstante, existe un instrumento de la familia de los *table-tops* que llama la atención por encima de los demás y que para objetos de este proyecto de investigación significó una influencia directa y un punto de partida para la construcción del TIM&E: Bien sea por su popularidad, o por lo amigable de su interfaz, o por la satisfacción de trabajar con él, el reactTable (Jordà et al. 2005) se ha convertido en modelo de inspiración para muchos ingenieros y músicos que ven en su desarrollo y posibles aplicaciones un nuevo respiro para la música de nuestro tiempo. (Fig. 1.3)

### 1.1.2.1 el reactTable

Nace, producto de la investigación del *Interactive Sonic Systems Team* (hoy en día reactTable team<sup>6</sup>), y su intención era construir un instrumento musical electrónico que combinara una interfaz de superficie táctil con conceptos o técnicas como la síntesis modular, la programación y el *feedback* visual. (MTG, 2010).



Fig. 1. 3 reactTable.

Performers share complete control over the instrument by moving physical artifacts on the table surface while constructing different audio topologies in a kind of tangible modular synthesizer or graspable flow-controlled programming language. (Kaltenbrunner, 2006)

Estos artefactos de los que habla Kaltenbrunner funcionan de la misma manera que los módulos de un sintetizador analógico de los años 60<sup>7</sup>: un módulo era el oscilador, otro módulo podía ser un filtro, etc. Pues de la misma manera, en el reactTable estos módulos llevan a cabo una función específica: mientras que unos

<sup>6</sup> reactTable Team: <http://mtg.upf.edu/reactable/team.htm>

<sup>7</sup> Historia del Moog por el Dr Robert Moog. Video Publicado en el blog de Difussion Magazine el 31 de Enero de 2011. <<http://diffusionmagazine.blogspot.com/2011/01/historia-del-moog-por-dr-robert-moog.html>>

son generadores de sonido, otros son controladores, otros son modificadores (Jordà, 2010), que pueden conectarse unos con otros para producir música. Tal acercamiento hace posible que el montaje sea tan complejo como quiera el intérprete y como se lo exija el propio instrumento, de tal forma que quien se acerca al reactTable, sin importar sus conocimientos previos, siempre puede hacer música y de esta forma se evita la sensación de frustración (2010) tan común en el estudio musical de los instrumentos convencionales.

Quiérase o no, la figura del reactTable, (semejante a la del piano en el siglo XVIII), ha superado incluso su connotación musical para convertirse en un símbolo de la cultura contemporánea: en él, se encuentran desarrollados conceptos como la interactividad, la colaboración en red, la eficiencia en el aprendizaje (ValStad, 2010), el uso artístico de la electrónica, el postulado de nuevos paradigmas de interpretación y nuevas formas de notación musical, pero sobre todo, en la figura del reactTable se funden la ingeniería y la música en una sola persona: Hecha a un lado la habilidad técnica como requisito para la elaboración musical, y habiendo conseguido redefinir la interacción entre el hombre y el computador por medio de la interfaz táctil, en adelante no habrá más distinción entre música e ingeniería pues ambas estarán al servicio de la creatividad humana.

## 1.2 Investigación preliminar

### 1.2.1 POSC

Lo anterior no pretende afirmar que no existan más propuestas o que todo esfuerzo que no contemple el uso de las manos para manipular una interfaz no



Fig.1.4 POSC

sea válido como modelo de interacción tecnológico-musical. Es más, en una etapa previa a la elaboración del proyecto, fueron varias las aplicaciones abordadas antes de aceptar incluir la tecnología táctil en el TIM&E. Un primer prototipo estudiado, fue un proyecto de *Sonodrome* conocido como POSC o *Pocket*

*Oscillator*<sup>8</sup> (Fig. 1.4) en el que la unión de componentes electrónicos básicos daba lugar a un oscilador de alturas variables para el que la frecuencia estaba determinada por la cantidad de luz que recibía una foto resistor y el ritmo (o continuidad), lo determinaba la resistencia corporal al paso de la corriente. Precisamente es de la acción de la mano sobre el foto resistor en el POSC que se empezó a definir el tipo de interacción que se buscaba para el instrumento a pesar de lo cual, el modelo se abandona por considerarlo un aparato poco versátil y de recursos musicales limitados.

### 1.2.2 Wiimote

Poco después la investigación llevaría al descubrimiento del trabajo de Johnny Chung Lee<sup>9</sup> a partir de controles *hackeados* de la consola de juegos Wii<sup>10</sup>, acercamiento que haría evidente la necesidad de incluir la noción de interfaz dentro del TIM&Eydell que se desprende un proceso de exploración alrededor de tecnologías económicas y fáciles de encontrar en el mercado local. El modelo de Chung Lee llamó la atención del equipo de investigación por contemplar la posibilidad de controlar parámetros de un software por medio de gestos corporales, pero se desechó la iniciativa por considerar que dicho montaje limitaba la mano a un solo evento musical ligado a la tenencia obligada de un emisor de luz infrarroja (Fig. 1.5). Ante dicho panorama, la tecnología táctil apareció para dar solución a las falencias que las demás propuestas presentaban: permitía el control de un instrumento mucho más versátil que el POSC, expandía las posibilidades de interacción a más de diez dedos en vez de dos manos, y sumado a eso, conservaba las ventajas de los dos proyectos anteriores.



**Fig 1.5**  
Controlador para wiimote

<sup>8</sup>Sonodrome [http://www.sonodrome.co.uk/?page\\_id=70](http://www.sonodrome.co.uk/?page_id=70)

<sup>9</sup><http://johnnylee.net/projects/wii/>

<sup>10</sup><http://www.nintendo.com/wii/console/controllers>



### 1.2.3 MT MINI

Mas aunque mucho se ha hablado en este texto sobre el reactTable, es preciso aclarar que no es por este que se adopta la tecnología táctil como pilar de interacción del TIM&E sencillamente porque la construcción de un instrumento como el reactTable suponía contar con un presupuesto que para efectos de esta tesis era mas que innecesario, sobretodo cuando la línea investigativa hacía pensar en un artefacto construido a partir de materiales económicos, y en el que el proceso de elaboración contemplara la participación activa del mismo intérprete.

Seth Sandler<sup>11</sup> y su proyecto “MT MINI”<sup>12</sup> (2008), es quien abre la puerta del *touch*<sup>13</sup> para esta investigación. La aproximación de Sandler resulta atractiva pues



Fig 1.6 MT MINI

su interfaz supone una inversión de entre 5 y 50 dólares; además el autor pone a disposición del usuario un tutorial para la construcción del proyecto; trabaja a partir de software libre y funciona como controlador gracias a que la información de la posición y el movimiento de los dedos se puede utilizar en otros software de programación como Pure Data (Puckette, 1997) o Processing(Reas & Fry, 2001).

Con tantas ventajas a favor se decide construir un prototipo de la MT MINI para poner a prueba los parámetros que harían de ésta interfaz una muy buena propuesta de controlador para un instrumento musical (Fig 1.6). La interfaz se conectó a Pure Data y sobre un *patch* muy básico se evaluó el alcance del prototipo, recibiendo el

<sup>11</sup> Seth Sandler es uno de los fundadores del NUI (*Natural User Interface*) Group, una comunidad virtual dedicada a la exploración en el campo táctil (<http://nuigroup.com/go/>) y ganó reconocimiento por haber participado en el desarrollo del Community Core Vision (CCV) software indispensable para el desarrollo de esta tesis y del cual se hablará mas adelante. El link de su portal es <<http://sethsandler.com>>

<sup>12</sup> Abreviatura de *MultiTouch Mini*.

<sup>13</sup> El término *touch* comúnmente se utiliza para describir la investigación y las tecnologías desarrolladas a partir del estudio del sentido del tacto.

visto bueno de los autores, quienes tras la prueba se deciden a construir una interfaz táctil para la manipulación de audio de forma no convencional considerando haber encontrado en la MT MINI el embrión del enfoque que se esperaba como resultado del periodo de investigación.

### **1.3 Conclusiones de la investigación**

De esta manera queda mas que claro que la elección de la tecnología no fue producto de un vanidoso azar sino el resultado de una investigación que como única premisa contempló desde sus inicios partir siempre de elementos simples, cotidianos y económicos que permitieran obtener resultados musicales satisfactorios. No se trató nunca de diseñar un producto, o de hacer mercadeo, pues como ha de recordar el lector que se expuso en la introducción de este documento, la construcción del TIM&E es un ejercicio a través del cual los autores postulan un espacio real y tangible, en el que fuera posible observar la interacción creativa entre la música y la ingeniería como herramientas al servicio de la producción artística. De tal forma que el TIM&E debiera entenderse más como un campo de pruebas y no como el fin mismo de esta disertación.

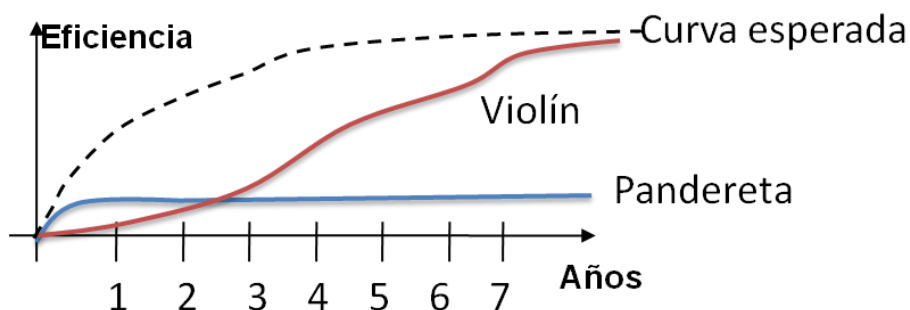
## 2. EI TIM&E: CONSTRUCCIÓN

For us, composing a piece of music is like building a new instrument, an instrument whose behavior makes up the performance. We act at once as performer, composer and instrument builder, in some ways working more like sculptors than traditional musicians. (Bischoff &Perkis, 1989)

Es interesante preguntarse la razón que lleva a un músico a estudiar este o aquel instrumento, teniendo en cuenta que tanto en academias como en universidades siempre hay programas más solicitados que otros. Y aunque no es conveniente lanzar teorías a la ligera, valga una humilde opinión para dejar por sentado que pueda que la experiencia del intérprete durante el proceso de aprendizaje tenga algo que ver. Por ejemplo, aquel novato dispuesto a hacer sonar una pandereta y un violín, pueda que en un principio se lance sobre el violín por la concepción sociocultural que precede al instrumento. Sin embargo, pasada una media hora tras la cual el novato no ha conseguido hacer sonar el violín, lo más probable es que desista y de mala gana vuelva sobre la pandereta que no requiere tanta habilidad como el violín para ser interpretada. Pero también es cierto que luego de cinco minutos con la pandereta, el novato cesará de tocar.

El ejemplo sirve para exponer varios de los problemas que actualmente aquejan el estudio musical. El más común es el sacrificio al que es expuesto el iniciado, quien debe aceptar desde un comienzo que habrá meses o incluso años en los que los frutos no se verán. El extremo totalmente opuesto es la pandereta y lo que allí sucede es que el instrumento presenta tan pocos desafíos para el intérprete que éste agota demasiado rápido los recursos del instrumento. Si el primer caso conducía la frustración este último conduce al aburrimiento.

Recientes investigaciones alrededor de los nuevos modelos de interacción musical<sup>14</sup>, buscan corregir los desequilibrados excesos de los instrumentos convencionales, pues como afirma Jordà, “con pocas excepciones, estos imponen desde su construcción las reglas de interacción e interpretación” (2005), de donde se deduce que el acceso a la música queda truncado para todo aquel que no sea capaz de dar la talla que el instrumento exige. Ante dicho panorama nuestra tesis se sumará a este importante esfuerzo por liberar a la música del virtuosismo y su exigencia así como de la monotonía propia de la escasez de recursos(ver tabla 2.1).



**Fig. 2.1. CURVA DE APRENDIZAJE**

La gráfica muestra el una curva de aprendizaje aparente para un violín y una pandereta, y al mismo tiempo declara el tipo de aprendizaje que espera lograr en el TIM&EX

Para garantizar el rumbo que permita lograr tal fin se tendrá por brújula el concepto de curva de aprendizaje, entendida como la cantidad de tiempo que demora un novato en ganar la habilidad necesaria en la ejecución de un instrumento para que la experiencia de interpretarlo sea gratificante (Levitin, McAdams & Adams, 2002); y la ruta a seguir será tomada de apartes de la tesis doctoral de Sergi Jordà (2005), quien se cuestiona en su texto la labor del lutier en el siglo XXI. De aquel documento se rescatan una serie de consideraciones que habrán de servir de pilares durante el proceso de elaboración y evaluación del

<sup>14</sup> Tal vez el referente más importante sobre la reciente investigación en el área de la tecnología *Touch* al servicio de la creación musical sean la Conferencia Internacional sobre *New Interfaces for Musical Expression (NIME)*. Que desde el año 2000 reúne a los investigadores y a los proyectos que se realizan en todo el mundo. La conferencia se realiza anualmente. Más información en <http://nime.org/>

TIM&E. Un instrumento coherente con dichas observaciones debiera entonces ser capaz de:

1. Controlar de forma precisa el timbre
2. Controlar por medio de gestos procesos musicales previamente compuestos
3. Controlar simultáneamente múltiples procesos del instrumento
4. Iniciar un proceso y renunciar a controlarlo, permitiendo que el proceso continúe mientras que otro más comienza.
5. Retomar el control de eventos ya en curso.
6. Brindar retroalimentación visual de la pantalla del computador.
7. Leer y reproducir la salida del programa<sup>15</sup>

Y todos ellos enmarcados bajo una misma premisa: evitar la frustración a toda costa (Jordá, 2003).

## 2.1.El controlador

No es muy común escuchar en el estudio de los instrumentos convencionales, una distinción entre el controlador y el generador del sonido, es decir, no se comprenden las teclas de un piano sino en relación con su caja armónica pues se sabe que es la acción de la mano la que de forma indirecta controla el sonido. Pero no pasa igual con los instrumentos electrónicos o digitales, en los que es común encontrar que físicamente el circuito o el algoritmo encargado de los comandos es uno completamente distinto a aquel que realiza la síntesis. Dicha separación se remonta a los inicios del MIDI<sup>16</sup> que con su protocolo de conexión, input (control) y output (sonido), estandarizó la separación de funciones en los dispositivos electrónicos. Las ventajas no se hicieron esperar: *allowing any*

---

<sup>15</sup> Tomado del apartado 7.9.1 de Digital Luthiere: *Diversity, musical processes and control*. p.199 (Traducción del Autor).

<sup>16</sup> Historia del MIDI en la revista Diffusion Magazine N°3 Octubre-Noviembre, 2010.  
<http://www.diffusionmagazine.com/>

*controller or input device to control any sound generator, MIDI became the “crossbar switch” between gesture and timbre (Rubine & McAvinney 1990).*

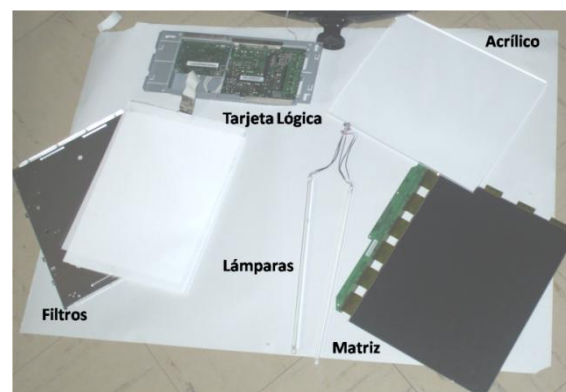
Solo después del MIDI fue posible pensar en nuevos modelos de interacción musical. Ahora un teclado podía sonar como una batería o una guitarra o disparar sonidos nunca antes escuchado. Pero más importante aun, el MIDI abrió el espacio que haría posible pensar instrumentos nunca antes vistos. Pues haciendo a un lado la influencia del comportamiento acústico, la historia de controlador daba comienzo. Ahora bien, ¿qué se entiende por controlador?

Controllers constitute the interface between the performer and the music system inside the computer, and they do so by sensing and converting continuous and discrete analog control signals coming from the exterior into digital messages or data understandable by the digital system.(Jordà,2005:29)

En el caso del TIM&E, el controlador esta inspirado en un proyecto de Chris Nolan (2011) que también contempla la construcción de una interfaz táctil<sup>17</sup> con una superficie de control elaborada a partir de un monitor LCD modificado. La iniciativa es acogida por respetar el lineamiento inicial de procurar construir y utilizar materiales de fácil acceso y de bajo costo. El otro proyecto que sustenta el proceso de construcción del TIM&E es la MT BIGGIE (Sandler, 2008b). De donde se extrae todo el marco teórico que hace posible este proyecto.

### 2.1.1. Pantalla:

El monitor utilizado en la construcción del TIM&EXX es un sceptre X22WG-Gamerde 17” que se modifica con dos fines: el primero es dissociar el dispositivo de cualquier relación que pudiera acercarlo al concepto de computador; y el segundo es procurar



**Fig. 2.2**Partes del monitor utilizadas en la construcción del TIM&E.

<sup>17</sup>[http://peauproductions.com/projects\\_ledlp.html](http://peauproductions.com/projects_ledlp.html)

al usuario una posición en la que se sienta cómodo durante su interacción con el instrumento. Para lograr lo dicho se abre el monitor y se extrae la matriz LCD, los filtros, la tarjeta lógica y el proyector. (Fig. 2.2) Lo demás se desecha.

Al momento de desarmar la pantalla debe tenerse especial cuidado cuando se manipula la matriz LCD y sobre todo la tarjeta de color verde que de ella cuelga, pues los circuitos que allí se encuentran son sumamente sensibles a la acción de la estática. Lo autores recomiendan utilizar guantes de látex y encintar la tarjeta para evitar daños en el monitor. Una vez se comprueba que la pantalla funciona pese a estar desmantelada, se procede a realizar el primer experimento *touch*<sup>18</sup>.

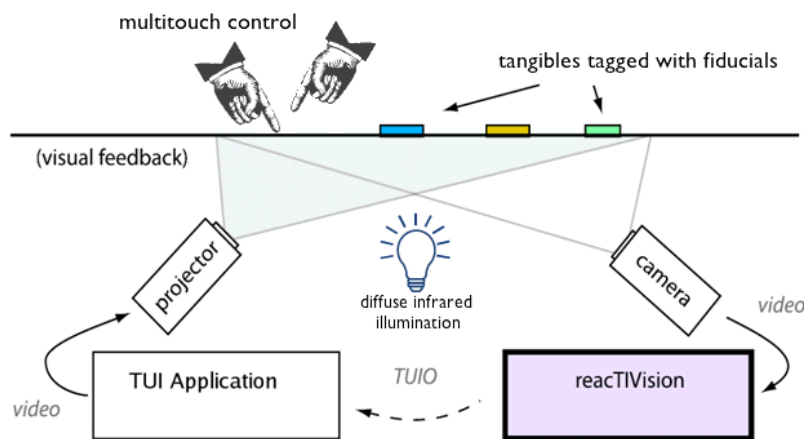
### 2.1.2. Teoría:

En realidad el funcionamiento de una superficie táctil es realmente sencillo (Fig. 2.3): Todas ellas utilizan una cámara que se encuentra debajo de la superficie de control (en este caso la matriz del monitor), que captura la posición de los dedos, la figura geométrica o el logo de los objetos<sup>19</sup>. Esta información la recoge un

**Fig 2.3. Diagrama de flujo de una pantalla táctil.**

En la imagen se muestra el diagrama de funcionamiento del *reactTable* que se asemeja al diagrama general de la mayoría de superficies táctiles. Imagen tomada de la página de *reactIVision*, un Software desarrollado por Ross Bencina como parte del sistema de comunicación del *reactTable*.

<http://reactivision.sourceforge.net/>.



software de seguimiento que calcula la posición de los objetos y/o los dedos que interactúan sobre la superficie en forma de coordenadas espaciales y envía estos datos al programa encargado del procesamiento de señal (audio y video), por

<sup>18</sup> En su portal Chris Nolan presenta un registro gráfico de la construcción de una superficie táctil al cual pudiera remitirse el lector si buscara otra apreciación. <[http://peauproductions.com/projects\\_ledlp.html](http://peauproductions.com/projects_ledlp.html)>

<sup>19</sup> Ver apartado 1.1.2 Sobre los tipos de table-tops

medio de mensajes OSC empaquetados bajo el protocolo TUIO<sup>20</sup>, Una vez el software procesa la información, el audio ya puede dirigirse a los parlantes o a la salida de audio, y el video a un proyector<sup>21</sup> (como en el ReacTable) o a la matriz LCD quienes se encargan de llevar al usuario que manipula la mesa retroalimentación de cada movimiento que hace sobre la pantalla. Como se ve, no es la pantalla la que mágicamente se vuelve táctil, sencillamente se aprovecha la transparencia de la matriz LCD para que una cámara debidamente modificada pueda leer las sombras que sobre la superficie se generan al pasar las manos u objetos sobre ella.

### 2.1.3. Cámara:

El único requisito es que debe poderse conectar al computador. Razón que hace posible que existan proyectos desde U\$ 5 (Sandler, 2008) en adelante. Mas como la aplicación de esta interfaz es el campo musical, cualquier tiempo de retraso tiene repercusiones serías en la interpretación. Es por esto que para el TIM&E se decide utilizar una PS3Eye<sup>22</sup>. Una cámara desarrollada en 2007 por Sony para su consola de juegos Play Station 3. La cámara entre otras se conecta por puerto USB, y captura video de 640 x 480 pixeles a una velocidad de 120 fps. Características que la hacen una cámara más que conveniente para el tipo de interacción que el TIM&E supone. No obstante, la cámara no fue diseñada para lo que el proyecto necesita lo cual hace ineludible la modificación de su estructura:

Al igual que con el monitor LCD, la cámara es despojada de su carcasa, pero esta vez, dicha acción obedece a que, como el lente de la cámara ha de estar apuntando hacia arriba, resulta mucho más sencillo ajustar la posición de la (Fig. 2.4).

También debe ser retirado el filtro de luz que trae la cámara pues este viene diseñado para limitar el



Fig. 2.4 PS3Eye sin carcasa

<sup>20</sup> Tanto el concepto de OSC como el de TUIO serán desarrollados cuando se hable del generador de audio

<sup>21</sup> Incluir un proyector al montaje sube considerablemente los costos de la interfaz, razón por la cual la pantalla LCD se consideró la mejor opción costo-beneficio.

<sup>22</sup> <http://uk.playstation.com/ps3/peripherals/detail/item78698/PlayStation%C2%AEEye/>



espectro lumínico al rango visible humano. El problema con ello es que debido a que la cámara se habrá de situar encima del proyector, toda la luz que este genere (que es luz blanca), afectará de manera considerable la visión de la cámara tanto así que, sin la remoción del filtro la imagen obtenida sería un cuadro blanco. Por lo anterior se ha de remover dicho filtro y además se deberá colocar uno igual pero para luz infrarroja (IR) con el cual se evitará que una gran porción de la luz natural llegara a afectar la lectura de datos<sup>23</sup>. Sirva al lector saber que el disco interno que traían los disquetes, o el negativo del rollo de la cámara fotográfica análoga sirven muy bien como filtros IR.

Pero más vale en este punto detenerse para advertir al lector sobre un problema que retrasó el avance de la tesis por cerca de dos semanas: Existen en el mercado dos versiones de la PS3Eye aun cuando el número de catálogo (SLEH-00203), sea el mismo para los dos modelos. A primera vista ambas cámaras son iguales, y quien utilice la una o la otra en su PS3 con seguridad que no notará las diferencias. Pero quien esté buscando construir una superficie táctil deberá fijarse al momento de comprar la cámara que el lente de ésta presente una curvatura considerable (Fig.2.5.) Pero el problema no es la curvatura de un lente, tal descripción solo debe servir para distinguir un prototipo del otro porque la verdadera diferencia se encuentra en el lente: La cámara que no ha de utilizarse en aplicaciones *touch* tiene el filtro en medio de dos lentes, por lo que al intentar retirarlo, será imposible no dañar también el lente.



**Fig. 2.5 Detalle de los lentes y los filtros de los dos modelos de PS3Eye.** Izquierda modelo incorrecto, derecha modelo indicado. Imágenes tomadas del blog de Chris Nolan; <http://www.peauproductions.com/blog/page/3/?s=ps3>

<sup>23</sup> Chris Nolan en su portal cuenta un tutorial de dos videos en los que explica con lujo de detalles el proceso de remoción del filtro convencional, y la puesta del nuevo filtro. Parte 1:<<http://vimeo.com/2939528>>; Parte 2: <<http://vimeo.com/2975294>>

Superado el impase (comprando una nueva cámara), se lleva a cabo una segunda prueba: La pantalla desensamblada se apoya sobre una caja de cartón dentro de la cual yace la cámara modificada. Se espera conseguir una buena lectura en el CCV que es el software de *tracking*<sup>24</sup>, a la vez que se piensa probar que Pd reconozca los datos que el CCV le envía. Ambos objetivos se logran pero aún debe mejorarse el contraste de la imagen obtenida. El experimento también sirve para tomar nota de las medidas precisas que deberá tener el mueble.

#### 2.1.4. Estructura:

En un principio el proyecto contempló la posibilidad de que los autores fueran quienes construyeran el armatoste del TIM&E a partir de materiales posiblemente reciclados o de muy bajo costo, pues se consideraba que la estética o el buen acabado del mueble estaban lejos de ser preocupaciones de una tesis cuyo



enfoque era netamente artístico. Pero tal argumento es desmentido una vez se revisan los pilares del proyecto y se halla inconsistente con el principio de interactividad; bandera de esta disertación. Se decide al final buscar asesoría para la construcción del mueble esperando con ello evitar que un mal aspecto o la incomodidad pudieran llegar a encarecer el contacto con el instrumento.



Para la construcción del mismo se empleará una lámina de MDF de 9mm y 122cm por 244cm cortada según medidas obtenidas en la prueba anterior; 2 laminas de acrílico transparente de 70 cm por 50 cm, de 5 mm y de 3 mm de espesor; bisagras para las puertas, 2 manijas que faciliten su transporte y las 4 patas(*Fig. 2.6.*)

**Fig. 2.6. Mueble finalizado**

El diseño del TIM&E retoma el modelo mas utilizado en la construcción de superficies táctiles con fines educativos o académicos: un mueble de unos 70 cm de alto sobre el que se acuesta la matriz LCD protegida por dos láminas de acrílico, una que la soporta (de alrededor de 5 mm de espesor), y otra mas que la

<sup>24</sup>El tema se tocará en el apartado 2.3.2

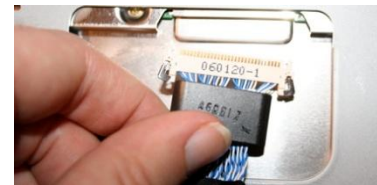
separa de la acción directa de los dedos (de unos 3mm de espesor). En la parte superior va colocado un marco que debe ajustar las láminas a los bordes, dar consistencia al mueble, y al mismo tiempo delimitar el campo de acción de la interfaz al área de la matriz LCD. El espacio que el marco oculta será útil al momento de cablear.

A 58 cm del tope se coloca la base del mueble. La distancia obedece a las medidas que se tomaron en la segunda prueba de acuerdo a las cuales, ésta es la distancia a la que la cámara abarca toda el área de la matriz LCD. El espacio que queda entre la base y el suelo se utilizará para montar dos ventiladores que mantendrán estable la temperatura al interior del TIM&E aunque también servirá para esconder equipo necesario durante el montaje: cables, extensiones, tal vez incluso el computador. Con las láminas cortadas se manda a armar el mueble a una carpintería y con el producto que allí se recoge inicia la fase de ensamblaje.

### 2.1.5. Ensamblaje:

Comprende la unión de todos los elementos hasta el momento tratados por separado<sup>25</sup>.

Lo primero será ensamblar el monitor al mueble, para lo cual, el paso inicial consiste en definir la posición de la matriz, pues aunque si bien es cierto que lo ideal es que ésta estuviera perfectamente centrada, la realidad obliga a reconsiderar su ubicación pues no se puede alejar la matriz LCD más que lo que el cable FFC (*Fig. 2.7*) de conexión a la tarjeta lógica así lo permita, a no ser que se cambie el cable con que viene el monitor (que por lo general es corto), por otro de mayor longitud.



**Fig. 2.7 Cable FFC (Fast Flex Cable)**

Volviendo a la matriz, como se decía anteriormente, ésta debe apoyarse sobre el acrílico de 5mm que a su vez está ajustado al mueble gracias a los tacos de madera que unen el mueble con el marco y que atraviesan ambas láminas de acrílico.

---

<sup>25</sup> Sígase este apartado a la par con el esquema de ensamblaje que se encuentra en el disco que acompaña este documento.

A la lámina inferior se le debe hacer un agujero más, que permita el paso del cable FFC. Tal abertura debe ser lo suficientemente amplia como para que el cable descansa sobre el acrílico sin tener que ser forzado. Una vez la matriz LCD está en posición, se coloca la segunda lámina de acrílico y sobre ésta se corona el mueble con el marco. Una vez el mobiliario está en su sitio puede darse inicio a la ubicación de los demás aparatos que conforman la superficie táctil.

Lo primero es sujetar la tarjeta lógica a una pared del mueble para lo cual es recomendable que, al momento de desarmar el monitor, se conserve el armazón metálico que la protege; de ésta manera, se pueden aprovechar los orificios de tornillo que existen en la estructura para fijar la tarjeta a la pared del mueble.

Una vez estable la tarjeta se coloca el proyector sobre la base del mueble en las mismas coordenadas con las que se ubicó la matriz sobre el acrílico. Y desde allí, lo más probable es que se deban extender los cables que alguna vez conectaban el proyector con la tarjeta lógica, pues dada su actual separación (cerca de 60 cm) resultan ser insuficientes. Al respecto hay que advertir al lector de tener precauciones al trabajar cerca al proyector, pues las lámparas de éste último son supremamente frágiles y si una de ellas (por lo general son dos), llegara a averiarse, el proyector no encenderá. Este impase también se vivió durante la construcción del TIM&E y la solución precisó conseguir el repuesto y cambiar la lámpara que presentaba daños. Esta última puede identificarse fácilmente desconectando una lámpara y encendiendo la pantalla: si con una sola lámpara conectada la pantalla se enciende quiere decir que el problema está en la otra. Comoquiera no está demás revisar las dos.



**Fig. 2.8. Proyector, tarjeta lógica y matriz LCD conectados.**

A la izquierda se muestra en detalle la conexión entre la tarjeta y la matriz LCD como también extensión de los cables para unir la tarjeta con el proyector. A la derecha, la pantalla en funcionamiento

Una vez todo en su sitio(*Fig. 28*) se coloca la PS3Eye en el centro del proyector con el lente apuntando hacia la matriz. El cable USB (al igual que el VGA), ha de salir al computador por los orificios en la base del mueble; y una vez todo conectado se empiezan las pruebas con software.

### **2.1.6.Tecnologías *multitouch*:**

El término multitouch puede definirse como la habilidad de detectar y rastrear la posición y el movimiento de múltiples objetos de forma simultánea sobre una pantalla (Cantrel, 2009). Luego si se habla de tecnologías multitouch, estas serán técnicas desarrolladas para lograr tal fin.

No son pocas las aproximaciones que alrededor del touch existen: Hay superficies resistivas, acústicas, capacitivas(tecnologías comúnmente encontradas en dispositivos como los *touchpads*, y los *tablets*. Sin embargo, este texto habrá de centrarse sobre las tecnologías ópticas por ser mucho mas sencillas, a la vez que mas económicas y también por ser de allí de donde se escoge la tecnología multitouch que utiliza el TIM&E<sup>26</sup>.

A saber son cinco las técnicas ópticas para la construcción de superficies táctiles: FTIR<sup>27</sup> (*Frustrated Total Internal Reflection*), RDI<sup>28</sup> (*Rear Diffused Illumination*), FDI<sup>29</sup> (*Front Diffused Illumination*), LLP<sup>30</sup> (*Laser Light Plane*) y LedLP<sup>31</sup> (*Led Light Plane*) y DSI (*Diffused Illumination*<sup>32</sup>). Todas cuentan con sus ventajas y sus desventajas aun cuando el principio de funcionamiento sea el mismo:

---

<sup>26</sup> Mayor información sobre las técnicas que aquí no se abracan puede ser encontrada en el foro de la comunidad global dedicada al desarrollo de dispositivos táctiles Natural User Interface (NUI) Group <http://nuigroup.com/go/>. Una comunidad Open Source, que cree resueltamente en el conocimiento colectivo y en prácticas muy comunes dentro de círculos creativos como el DIY y el DIWO siglas correspondientes a "Do it yourself" y "Do it with others" respectivamente. El lector queda cordialmente invitado a empaparse un poco más en el tema pues es notorio que dichas prácticas están rebatiendo el modelo actual de aprendizaje.

<sup>27</sup> <http://www.perceptivepixel.com/>

<sup>28</sup> <http://www.microsoft.com/surface/en/us/default.aspx>

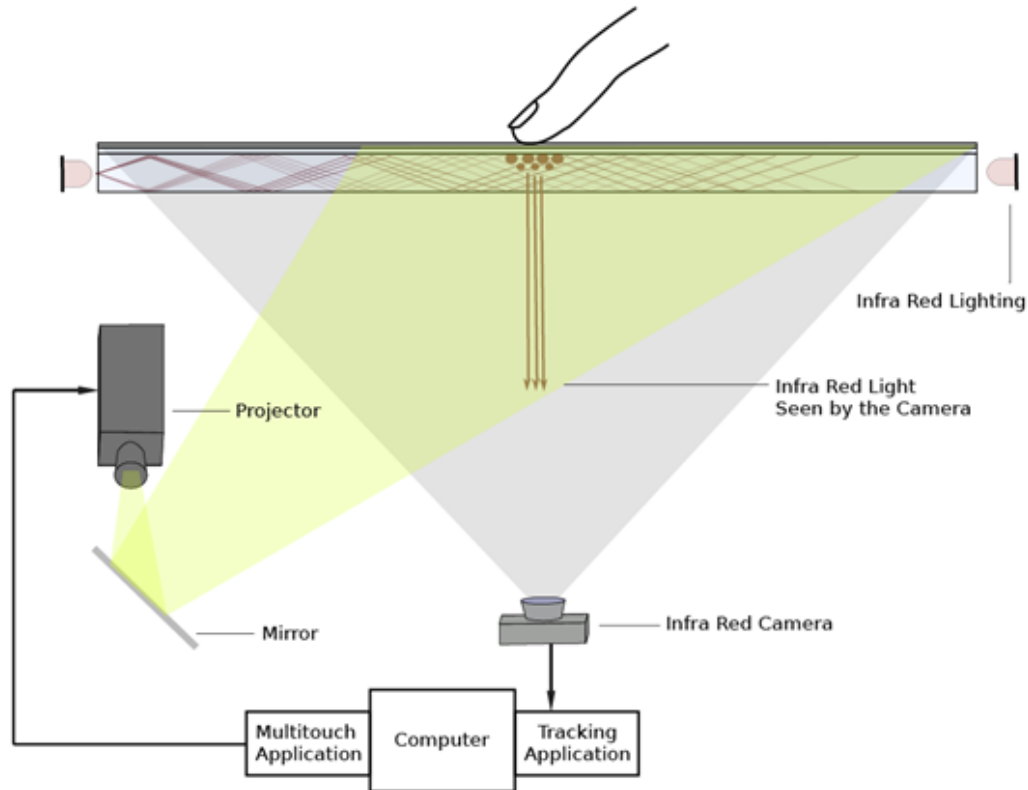
<sup>29</sup> <http://sethsandler.com/multitouch/mtbiggie/>

<sup>30</sup> <http://alisonmattek.wordpress.com/projects/academic/multi-touch-table/>

<sup>31</sup> <http://www.cs.sjsu.edu/~teoh/research/papers/vda10.pdf>

<sup>32</sup> <http://nuigroup.com/forums/viewthread/3176/>

Las seis técnicas utilizan 3 componentes principales: Una sensor óptico de lectura infrarroja (no necesariamente una cámara), emisores de luz infrarroja y retroalimentación visual (Fig. 2.9.)



**Fig .2.9Funcionamiento de una superficie touch**  
Imagen tomada del blog de Seth Sandler <<http://sethsandler.com/>>

Las técnicas *touch* ópticas utilizan los cambios en la densidad lumínica sobre un plano (Peederman & Olthof.2009:3), esto es, sombras y reflexiones de luz, para interpretar la ubicación de los dedos del usuario.

#### 2.1.6.1. FTIR:

Emisores de luz infrarroja se colocan a las orillas del acrílico. Cuando la luz entra en este material se refleja internamente sin poder abandonarlo. Pero cuando un dedo se posa sobre la superficie, las reflexiones internas en ese punto se frustran. La luz abandona el acrílico justo debajo de donde está puesto el dedo en ángulo de 90° respecto a la superficie (Brand, 2007).

#### **2.1.6.2. RDI – FDI:**

Para la primera se requiere que por debajo del acrílico se coloque luz IR de tal forma que se cree un contraste entre la cantidad de luz dentro y fuera de la interfaz. La segunda utiliza la luz natural, y en ambos casos es preciso un filtro que puede ir por encima o por debajo de la superficie, que se encargue de distribuir equilibradamente la luz que recibe la interfaz bien sea por FDI<sup>33</sup> o por RDI. A diferencia de la FTIR que trabaja con luz reflejada esta familia de los DI trabajan con sombras generadas sobre la superficie (NUI, 2009).

#### **2.1.6.3. DSI:**

Es muy similar a la FTIR, pues ubica los emisores de luz IR a las orillas del acrílico pero para la DSI se utiliza un acrílico especial que al interior tiene pequeñas partículas que actúan como espejos y garantizan una distribución uniforme de la luz que entra al acrílico (Sandler, 2008 c)

#### **2.1.6.4. LLP y Led LP:**

Para estas dos técnicas la luz IR se coloca por encima de la superficie: en la primera se utilizan láseres de un espesor cercano a 1mm. En el segundo en vez de laser se utilizan cadenas de Leds y en ambos la lectura de la posición de los dedos es posible debido a que la luz entra en contacto con el dedo y lo ilumina

#### **2.1.6.5. Técnica del TIM&E:**

Para la construcción del TIM&E en un comienzo se pensaba utilizar una FDI porque los resultados obtenidos con la MT MINI hacían pensar que las sombras proyectadas bajo luz natural eran lo suficientemente claras como para garantizar una buena lectura del software. No obstante, una vez está listo el mueble y se

---

<sup>33</sup> A esta técnica pertenece precisamente la MT MINI de Seth Sandler cuya importancia para esta tesis se trató en el apartado 1.2.3

hace la primera prueba de reconocimiento con software, la lectura disminuye considerablemente de calidad. Se identifican como causas de dicho problema las dimensiones del TIM&E que superan en casi 5 veces las medidas de la MT MINI (lo cual supone que la cámara se encuentra 5 veces mas retirada de la superficie); también se identifica una posible interferencia en la lectura por causa de la matriz LCD, así como la acción del proyector (ausente en la MT MINI), que indiscutiblemente afecta la lectura de la cámara que, si se recuerda bien, en el montaje se encuentra apoyada sobre éste(Fig 2.10).

Con el fin de mejorar la calidad de la imagen (objetivo que redundará en una lectura del software mucho más eficaz y por lo tanto en mayor estabilidad para el sistema del TIM&E), y aceptando que ni la altura del mueble se puede alterar ni la cantidad de luz natural se puede predecir (mas aun en Bogotá), resulta imperioso replantear la tecnología multitouch o por lo menos modificar la actual.



**Fig. 2.10 PS3Eye sobre el proyector**

Llama la atención el sistema *Led Light Plane* (LedLP), por ser una solución económica que no demanda alterar el diseño actual de la interfaz sino que puede añadirse en calidad de mejora del sistema ya existente. Para tal fin se establece que a los dos lados más largos de la superficie se le añadirán dos hileras de unos 20 LEDs IR cada una(Fig. 2.11). Su acción en conjunto con el filtro de la PS3Eye modificada debiera ser suficiente garantía para asegurar que la calidad en la lectura espacial de los dedos sobre la superficie del TIM&E será la esperada. Vuelve a probarse la interfaz con la modificación que ahora la convierte en un ejemplo de la tecnología LedLP. La evaluación de la mejora es positiva, y la calidad de la imagen es la esperada. El controlador está listo para ser ensamblado con el generador de audio.



**Fig. 2.11.Detalle del arreglo de LEDs que se integra a la interfaz.**



## 2.2 El Generador de audio

In recent years, the increasing power of personal computers has allowed the definitive bloom of real time software synthesizers and programming environments, such as PD, *Max/MSP* or *Supercollider*, among many others (Jordà, 2005:73).

Y dichos ambientes de programación, le han concedido a la música la posibilidad de manipular el sonido sin la restricción del instrumento físico. Antes, un compositor debía ajustarse a componer para una determinada cantidad de recursos (instrumentación) puestos a su disposición, aceptando de antemano que no en pocas ocasiones debería estar dispuesto a permitir que la idea musical que el tenía en la cabeza fuera distorsionada bien por una limitada notación, bien por la interpretación o bien porque los instrumentos no eran capaces de reproducir el sonido tal cual su creador lo había concebido. Años después el computador y una nueva notación (por supuesto limitada), la programación, harían posible que el compositor trasladara sus preocupaciones del campo comunicativo (cómo transmitir al músico por medio de una partitura toda la información que precisa para expresar correctamente la idea musical), al campo experimental (qué lineamientos debieran seguirse para obtener el sonido tal y como es concebido interiormente). Y tal cambio de dinámica se encargaría con el tiempo de desdibujar las fronteras que en la cultura occidental separaron por mucho tiempo la actividad interpretativa de la actividad compositiva consiguiendo hacer de estas dos una única actividad si se quiere musical.

One thing I said about the traditional composer was that he work with a finite set of possibilities. (...) It's nothing like the range of sounds that's possible once electronics enter the picture (Eno, 2006).

Pero allí no habrían de cesar los aportes que la computación haría a la música: Sumado a la posibilidad de la exploración sonora se habría campo un concepto apenas incipiente de interactividad de que solo detonaría con la expansión de la internet pero que puede rastrearse en la historia hasta el año de 1977 con la aparición de *The League of Automatic Composers*: “la primera banda de

microcomputadores y también la primera banda de trabajo en red de la historia” (Jordà, 2005: 66). Conformada por John Bischoff, Rich Gold, Jim Horton y Tim Perkis, *The League of Automatic Composers*, suponía la acción en vivo de cuatro computadores conectados entre sí, corriendo cuatro programas diferentes diseñados por cada uno de los miembros de la banda, los cuales, a pesar de contar con total independencia el uno del otro, también tenían la capacidad de escuchar los otros programas. El aporte de la banda al desarrollo de la música por computador según Jordà, radica en el hecho de que la Liga<sup>34</sup> se entendiera a sí misma como una red musical de instrumentos al mismo tiempo que como un instrumento colectivo que resulta ser más que la suma de sus partes (2005:66).

Independent simultaneous activities viewed as one single activity always bring to mind the idea that groups can work wonderfully together without the anxiety of control structures that supposedly insure success (Bischoff, et. al. 1978:27).

Actualmente las herramientas que a disposición de la música pone el computador parecieran permitir hacer casi cualquier cosa. No obstante, la creación artística de música interactiva en tiempo real aun pareciera ser un área multidisciplinar inexplorada y en desarrollo (Jordà, 2005). Lo cual solo puede añadir valor a iniciativas como la que sustenta esta tesis, en la que la exploración tímbrica, la interactividad, la investigación multidisciplinar, la improvisación en tiempo real, la demanda de nuevos paradigmas de interpretación y otras banderas que ya se han izado a lo largo de este texto como el rechazo manifiesto hacia la restricción virtuosística y al aburrimiento alienante, como también hacia el dañino sentimiento de frustración, han de ser los lineamientos que el diseño y la programación habrán de seguir durante la construcción del generador sonoro del TIM&E.

---

<sup>34</sup>En este link es posible escuchar el trabajo de The League of Automatic Composers junto a una pequeña reseña sobre la banda. [http://www.newworldrecords.org/album.cgi?rm=view&album\\_id=81537](http://www.newworldrecords.org/album.cgi?rm=view&album_id=81537)

## **2.2.1 Síntesis**

La RAE define síntesis como la obtención de un objeto o una sustancia compleja a partir de elementos simples<sup>35</sup>, luego es posible afirmar que un altavoz controlado por un computador es el medio más general de síntesis que existe pues cualquier sonido, desde el más sencillo hasta el más complejo, que puede reproducirse en un altavoz puede ser sintetizado por ese medio (Roads, 1996), es decir que un sonido del cual se afirma que es producto de la síntesis, es uno que fue obtenido a partir de pequeñas partículas sonoras que al unirse produjeron un sonido de comportamiento complejo como los que se hallan en la naturaleza. Y aun cuando es cierto que ésta fue una de las causas que impulsó el desarrollo de la síntesis (recrear sonidos naturales en el laboratorio), ciertamente a los compositores les interesó no tanto describir el mundo en que vivían como construir mundos nuevos donde habitaran sonidos nunca antes escuchados. En la síntesis, los compositores vieron una solución a los problemas comunicativos que encarecían la interpretación de sus obras como también intuyeron que, ella abriría la puerta a una exploración tímbrica sin precedentes. El encargado de mover la roca que separaba al músico de este universo desconocido fue John Chowning (1934) quien en 1978 escribe la carta de presentación de lo que habría de conocerse en adelante como síntesis FM o síntesis Chowning en honor a su autor.

### **2.2.1.1 Síntesis FM:**

El principio en el cual se apoya es el mismo que hace posible la transmisión de radio por frecuencia modulada, la diferencia es que para su aplicación musical la frecuencia moduladora debe estar dentro del rango audible humano (20 Hz a 20KHz) “de tal forma que la frecuencia moduladora produce cambios tan rápidos en la señal original que se generan frecuencias fantasmas también conocidas como bandas laterales” (Reyes, 2009).

---

<sup>35</sup> DRAE 22ª Edición. <http://buscon.rae.es>

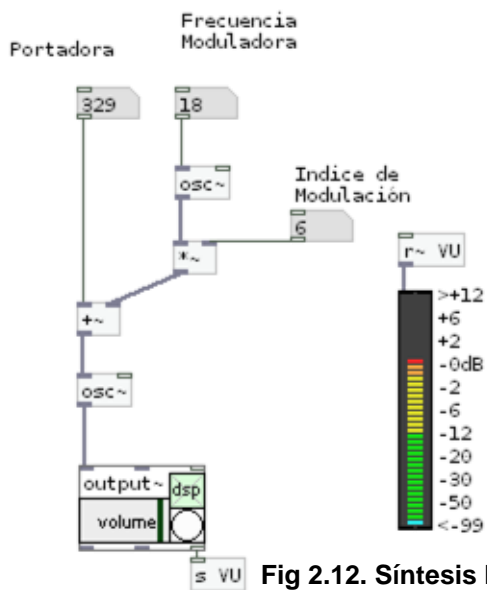


Fig 2.12. Síntesis Fm

La síntesis FM fue el punto de partida para la construcción del generador de audio del TIM&E. Para ello se construyó la forma más sencilla de síntesis en FM en el ambiente de programación *Pure Data* (Fig 2.12) y se probaron sus alcances en el instrumento. Mas como sucedió con el controlador, para el generador de audio fueron varias las aproximaciones tenidas en cuenta, entre ellas la síntesis granular, la síntesis substractiva y un modelo de modulador de

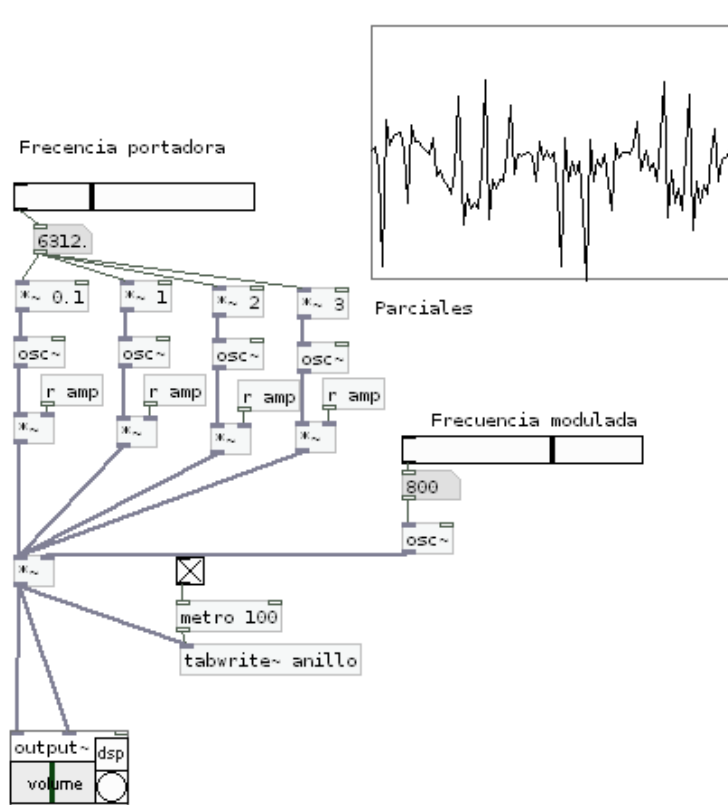
anillo. Mas, entenderá el lector que para cada tipo de síntesis diferente que se pensara añadir al diseño habría casi que construir por completo otro generador, es decir que si se contemplaran tres tipos de síntesis, habría que diseñar tres generadores cada uno con sus parámetros independientes; de lo contrario (si los tres tipos de síntesis funcionaran con el mismo generador), habría que considerarse incluir en el diseño cierta serie de *presets* que guardaran las características de cada síntesis y que el usuario pudiera llamar en el momento que así lo quisiera. Sin embargo tal solución podría poner en riesgo la integridad del instrumento: No existe un instrumento capaz de conceder deseos, esto es, de brindar al usuario la máxima libertad. Todo instrumento desde su fabricación está imponiendo unas reglas de juego que reducen la libertad del intérprete pero que al mismo tiempo se encargan de edificar así su identidad. Una guitarra puede definirse desde lo que es capaz de hacer por que se acepta de antemano lo que jamás podrá realizar. Mas si se analiza el caso de aquellas organetas que traen consigo infinidad de *presets* podrá afirmarse que la personalidad de tal artefacto está entredicha si se piensa que no existe un sonido que la caracterice precisamente porque es capaz de reproducir demasiados. Vale la pena en este punto tomar prestadas palabras de Sergi Jordá para enunciar que pareciera que

“los primeros enemigos de la identidad de los nuevos instrumentos son con seguridad aquellos convenientes y ubicuos *presets*” (Jordà, 2005: 201).

Ante el marco conceptual arriba expuesto, la situación de las múltiples síntesis es la siguiente: si por presentar un instrumento más completo se pone en riesgo la personalidad del instrumento, será siempre mejor utilizar una sola que lo caracterice. Más si fuera posible que en vez de guardar las diversas síntesis en *presets* estas estuvieran siempre a la orden del intérprete, es decir, si la característica que ha de identificar al TIM&E es el sonido que logra por la mezcla de más de un tipo de síntesis en tiempo real, entonces la inclusión de las mismas si interesa a este proyecto aunque aquello signifique algo más de tiempo para desarrollarse de forma correcta.

### 2.2.1.2 Modulador de anillo:

No se estudia como un tipo de síntesis en particular, es más bien una aplicación que suele relacionarse con la amplitud modulada. Utiliza dos señales (una portadora y una moduladora). La frecuencia de la portadora se mezcla con varios



de sus parciales y a la señal obtenida se modula su amplitud. El modulador de anillo es un dispositivo ampliamente utilizado por quienes se dedican a la música electroacústica pues dicho dispositivo permite “controlar parciales con frecuencias laterales, a partir de una frecuencia de un

**Fig.2.13**

**Modulador de anillo** de Juan Reyes tomado de su artículo “Control y elasticidad del sonido” 2009. (Ver bibliografía).

sonido dado. Por lo tanto el Modulador de Anillo es un dispositivo con el que se puede 'armonizar' un sonido monofónico” (Reyes, 2009).

### **2.2.1.3. Síntesis Granular:**

En pocas palabras “es un método por el cual los sonidos se fragmentan en pequeños gránulos que se redistribuyen y se reorganizan para dar lugar a otros sonidos (Opie 2009). Es una de las aproximaciones mas recientes a la síntesis aun cuando sus principios fueron planteados en 1964 por Isaac Beekman quien afirmaba que el sonido viajaba en el aire como glóbulos sónicos de data (Cohen, 1984). Su aplicación en el campo musical fue primero expuesta por Xenakis (1971) y por Roads (1978), y aun cuando hoy en día tal modelo es de los más utilizados gracias al uso de algoritmos que desarrollan técnicas como el *time-stretching* y el *pitch-shifting* el lector podrá imaginarse la clase de computador que este tipo de síntesis necesita. Pero sin importar cuál fuere el tipo de síntesis, el generador de audio deberá poder ser manipulado por el usuario durante su interpretación en tiempo real.

### **2.2.2 Dynamic patching**

Como ya han mostrado las dos gráficas anteriores, el generador de audio se ha diseñado en el ambiente de programación gráfico para procesamiento de audio y video (Zmoelnig, 2011) conocido como Pure Data (Puckette, 1997), pues llama la atención de los autores su característica *Open Source*<sup>36</sup>, su innegable versatilidad, su comportamiento lúdico y pedagógico pero para efectos de este apartado lo que más sobresale es la posibilidad que brinda de manipular los programas en tiempo real. Una característica que supo aprovechar el reacTable desde sus inicios y que daría lugar a todo un concepto hoy extensamente aplicado sobre todas las superficies táctiles:

---

<sup>36</sup> Al respecto existe una teoría que afirma que la abreviatura de Pure Data (Pd), en realidad hace referencia a Public Domain, que al parecer es una definición que agrada mas a su creador Miles Puckette

No es un concepto novedoso y tampoco quiere decir que Pd no permitiera ese tipo de interacción desde tiempo atrás. El concepto simplemente encierra una práctica que cada vez se hace más común y que ha tenido especial acogida en el mundo de los *tabletop*. En Pd para hacer *dynamic patching* se hace uso extensivo de la propiedad de este ambiente de programación para utilizar mensajes para controlar casi cualquier parámetro al interior de un *patch*.

During runtime this engine is receiving simple control messages from the management unit redefining the sound and control connections within this network of processing objects (Kaltenbrunner et. al. 2004)

Las palabras de Kantelbrunner describen el funcionamiento del reactTable pero se aplican perfectamente al del TIM&E, en donde el diseño del generador de audio no buscó determinado tipo de sonoridad pues se supone que tal objetivo habría de ser alcanzado por el intérprete en tiempo real, sino que se dedicó a construir caminos eficientes a través de los cuales el usuario pudiera acceder al control de todos los parámetros que el instrumento pone a su disposición. Tales caminos o *patches* se empiezan a construir sin tener aun consolidado el controlador haciendo uso de software de simulación como el reactIvision (Bencina, 2005), o utilizando prototipos del controlador como es el caso de la MT MINI.

### **2.2.3. Retroalimentación Visual**

De manera simultánea a la construcción del generador, otro frente de la investigación abordaba el reto de la retroalimentación visual, pues a pesar de lo simples o complejos que pudieran llegar a ser los *patches* en Pd aun era necesario llevar al usuario algún tipo de imagen que le indicara que, cada acción que realizase con sus manos sobre la superficie, en verdad estaría provocando algún tipo de actividad en el generador de audio. Al respecto se plantearon dos alternativas: La primera consistía en utilizar la imagen de manera independiente al sonido. Para lo cual habría de construirse un programa visual (se utilizó GEM<sup>37</sup>), y

---

<sup>37</sup><http://sourceforge.net/projects/pd-gem/>

un programa sonoro. El usuario interactuaría directamente sobre el programa visual mas sin proponérselo sus acciones también estarían alterando los parámetros del generador. La interpretación que pudiera originarse de un montaje como este supondría que el usuario, al no tener conocimiento alguno a cerca de cómo se produce el sonido en el instrumento, estaría obligado a indagar por su cuenta, a interactuar con la interfaz y a recurrir de vez en cuando a su memoria auditiva.

La segunda opción era construir un programa visual completamente ligado al generador de audio, esto quiere decir que en la pantalla el usuario tendría completo acceso a los parámetros del generador y las modificaciones que sobre la pantalla realizara afectarían la respuesta auditiva. Evidentemente esta segunda opción supone trabajo adicional pues significa que habría de construirse un canal de comunicación por el cual el software de video (*processing*<sup>38</sup>) hiciera saber a Pd que el usuario modificó cierto parámetro, tras lo cual Pd respondería haciendo saber al software de video que la acción pertinente se llevó a cabo.

Totalmente dependiente o totalmente independiente; el dilema pareciera ser un sentido homenaje a disyuntivas históricas como aquella entre el Indeterminismo y el Serialismo Integral, mas al igual que en aquel entonces, no es posible concluir con total certeza de que exista una aproximación superior a su igual, sobretodo si se observa lo similar que pudiera llegar a ser sus resultados. Bajo esta consideración se construyen las dos soluciones esperando que al ponerlas a prueba en el controlador, durante su ejecución pueda darse con la opción no ya superior sino más acertada para el TIM&E.

---

<sup>38</sup><http://processing.org/>



### 3.1 **Ensamblaje:**

We believe that the essence of performance is contained in those gestures, or rather in the effect those gestures have on the parameters of the sound (Rubine & McAviney, 1990:27)

Haber construido un controlador o haber encontrado soluciones creativas para la programación del generador no son garantía alguna de que, una vez reunidos su unión vaya a resultar un instrumento musical.

The existence of an apparent two-way communication does not guarantee interaction, which takes only place in the presence of a feedback loop (Jordá, 2005).

Lo cual hace vital que se estudie con sumo cuidado la manera en que han de interactuar el uno con el otro, pues pudiera ser que sin la debida atención el TIM&E quedara reducido a un gran juguete interactivo.

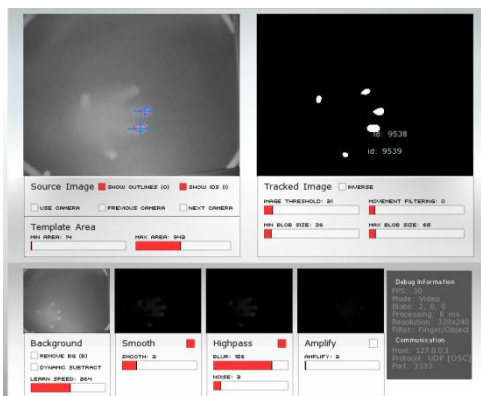
En vista de que esta es la última sección que dará cuentas sobre la construcción del TIM&E, y buscando evitar que llegara a quedarse algún tema por fuera o alguna duda sin respuesta, se propone presentar la información de este apartado siguiendo un sencillo diagrama de flujo que empieza con un dedo que coloca el usuario sobre la interfaz y habrá de terminar una vez que este escuche el resultado de su acción y se prepare para una nueva interacción.

Bien. Mucho se ha dicho en este texto acerca de la acción de los dedos en la superficie táctil y la información que de ellos se recoge para operar el generador de audio. Pero aun no se resuelve cómo un dedo en la pantalla podría llegar a ser

el activador de un evento musical. Valdría la pena pues, traer de nuevo a colación algo de lo visto acerca de las técnicas multitouch (Véase 2.1.5):

Se sabe que existe un acrílico que protege una Matriz LCD que en un primer instante debiera mostrar un vacío absoluto pues aun no se le indica que tipo de acción ha de mostrar. Entonces un dedo se posa sobre la superficie (que aún no es táctil) interrumpiendo con ello el flujo normal de luz IR que emanan dos tirillas de LED's IR puestas sobre los dos costados mas largos de la interfaz, produciendo con ello que el dedo se ilumine y refleje la luz que contra el se estrella. Esta luz reflejada atraviesa las dos láminas de acrílico junto a la matriz LCD y se dirige hacia la base del mueble en donde se encuentra la PS3 Eye apoyada sobre el proyector que se extrajo del monitor y que ha de permitir la aparición de imagen en la matriz LCD en unos instantes. La cámara, que debió ser modificada (de lo contrario la luz del proyector haría imposible su lectura), reconoce ahora fácilmente el reflejo de luz IR que proviene del punto exacto en donde se encuentra apoyado el dedo y transmite lo que captura al computador por medio de su conexión a puerto USB. Una vez la información ingresa al computador es recibida por el CCV<sup>39</sup> el cual se encarga de generar la información que precisa el generador para funcionar.

### 2.3.1 CCV:



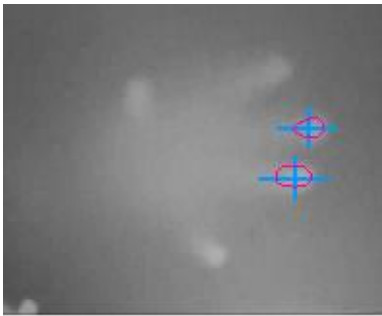
El CCV es un software que distribuye de forma gratuita el NUI Group, con el fin de potencializar la construcción de interfaces táctiles alrededor del mundo. Su función es transformar el video que se genera a partir de la información recibida por la cámara (que se observa en el primer recuadro de la esquina superior izquierda), a un lenguaje que pueda

Fig.2.14 Pantalla de trabajo del CCV

entender tanto Pd como processing.

<sup>39</sup> Community Core Vision: <http://ccv.nuigroup.com/>

### 2.3.2 Blob Detection y BlobTracking:



**Fig. 2.15. Blobs reconocidos por el CCV**

En un primer paso el CCV indicará al usuario que en el video de la cámara él reconoce ciertas áreas luminosas que entenderá como eventos táctiles delineando su contorno con una línea color fucsia y atravesando su extensión con dos ejes de color azul que marcarán su posición. Si no llegan a producirse estas áreas delineadas querrá decir que el contraste de la imagen le impide al programa tomar decisión

alguna. Como solución a tal impase podría pensarse en trabajar sobre el controlador, esto es, sobre la parte física del instrumento y no tanto con los parámetros del CCV que deberían dejarse para la siguiente etapa. Una vez la lectura de este primer recuadro es adecuada, la misión será lograr que en el segundo recuadro aparezcan burbujas (blobs) como las que muestra la (Fig. 2.14): definidas, claras y precisas pero sobre todo, que tengan a un lado un número de identificación. Las imágenes 2.15 y 2.16 muestran claramente que, pese a que se ven cinco dedos y cinco burbujas, solo a dos de ellas les fue otorgada identificación, esto quiere decir que solo estas dos burbujas serán transformadas en información, lo cual manifiesta que a las otras tres burbujas el programa las lee como ruido y por eso no les asigna identificación. Es entonces cuando cobra importancia el uso de los parámetros que pone a disposición el CCV.



**Fig 2.16. Segundo recuadro del CCV**

Al proceso que le otorga identificación a las burbujas obtenidas luego del análisis del video se le conoce como *Blob-detection* y cuando estas burbujas se mueven alrededor de la superficie (como es común en un proyecto multitouch) el proceso recibe el nombre de *Blob-Tracking*.

Luego de que las burbujas son correctamente identificadas el programa está listo para enviar la información. Los pocos detalles que al respecto arroja el CCV se

```
Communication
Host: 127.0.0.1
Protocol: UDP [OSC]
Port: 3333
```

**Fig. 2.17** Protocolo de envío de información

agrupan en un apartado dedicado únicamente a los pormenores del proceso de comunicación (*fig. 2.17*). Imagen de la que un lector ya iniciado en la materia podrá concluir el CCV envía información por medio del protocolo TUIO.

### 2.3.3.TUIO y OSC:

Al igual que el reactIvision, TUIO (Kaltenbrunner et. al. 2005) es un avance derivado de la construcción del reactTable. Nace como modificación de un protocolo ya existente conocido como OSC (OpenSound Control) (Wright, 1998) el cual, a su vez fue desarrollado por el CNMAT<sup>40</sup> de la Universidad de California como replazo al muy conocido protocolo MIDI. No obstante el OSC, por las grandes ventajas que concedía en relación a su antecesor el MIDI, comenzó utilizarse para la conexión de interfaces. Precisamente allí es donde lo conocen los miembros del Music Technology Group de la Universitat Pompeu Fabra (Barcelona), responsables de la aparición del reactTable quienes encuentran que, si bien el OSC aporta bastante al proyecto que traen en mente, aún es preciso ajustar algunas cosas para que se desempeñe mejor concretamente en el trabajo de superficies táctiles.

This protocol definition is an attempt to provide a general and versatile communication interface between tangible table-top controller interfaces and underlying application layers. (Kaltenbrunner et. al. 2005).

El protocolo TUIO utiliza como característica aquellos datos que recoge la imagen. 2.15:

Host 127.0.0.1 quiere decir que se trabaja con un solo computador.

UDP OSC: El segundo ya es conocido, y el primero es también un protocolo pero de comunicación ethernet.<sup>41</sup>

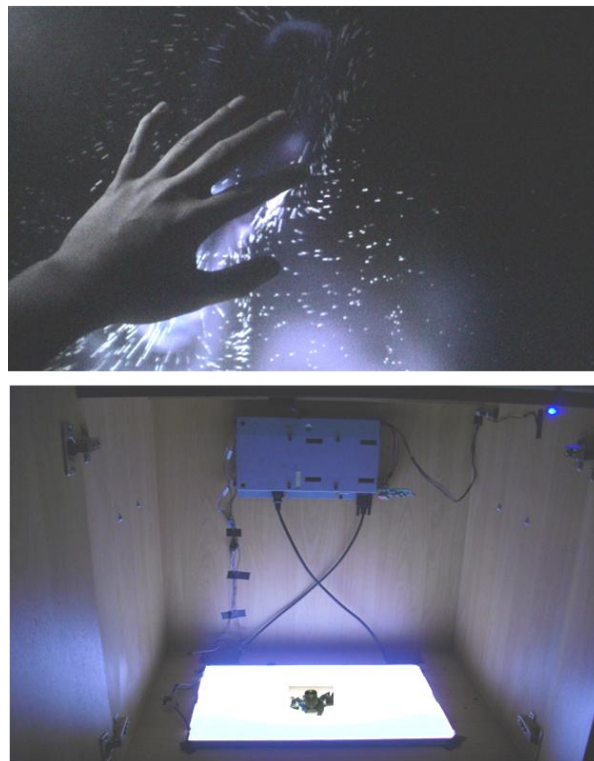
<sup>40</sup> Center of Ne Music and Audio Technologies. <http://cnmat.berkeley.edu/>

<sup>41</sup> <http://frieder-weiss.de/eyecon/Manual/udp-osc.htm>

Puerto 3333: El puerto hace parte del protocolo OSC. Simplemente es un canal virtual por el que se envía y recibe información. El número no tiene nada de relevante (1234, ó 9003 también servirían), salvo que, por convención al puerto 3333 se le asigna la información que viaja empaquetada por TUIO.

Así pues, TUIO es quien conecta el CCV con Pd y con Processing. Lo cual quiere decir, que aquel dedo que permanecía sobre la interfaz esperando un estímulo visual o sonoro que le indicara actividad en el instrumento, cuyo reflejo provocado por ases de luz IR fue capturado por la PS3Eye, procesado por el CCV, empaquetado en protocolo TUIO y distribuido a las distintas aplicaciones, ahora se encuentra convertido en coordenadas que utiliza el software para activa diversos comandos.

El instrumento está completo: controlador y generador funcionan como un solo artefacto, la información viaja de forma correcta desde el estímulo físico hasta la acción digital. Pd transforma la posición del dedo original en valores de frecuencia y amplitud de un oscilador mientras que la imagen invade la pantalla. El usuario se transforma en el primer espectador una vez evalúa el resultado de su acción inicial y se dispone a actuar nuevamente.



**Fig 2.18. TME terminado y funcionando**

### 3. CONCLUSIONES Y ENSEÑANZAS

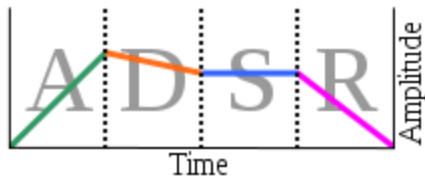
An instrument is interesting only if it allows the discovery of unknown features  
(Arfib et. al. 2002)

Que no se olvide el lector de aquel intérprete que al terminar el capítulo anterior empezaba a interactuar con el TIM&E, pues en ésta tercera sección dicho personaje nuevamente será útil cada vez que la dinámica del discurso califique conveniente evaluar las reacciones que el contacto con el TIM&E le pudieran provocar asumiendo de antemano que el contexto que reúne al intérprete y al TIM&EX es el de una presentación en vivo que empezó en el capítulo anterior una vez el usuario recibió la información auditiva y visual que le hizo entender que se encontraba en frente a una batería.

Técnicamente la construcción de cualquier instrumento de percusión a partir de síntesis es ya una tarea de considerables proporciones. Más no se piense que al cambiar de capítulo se olvidó todo lo arriba expuesto acerca de los *presets* y de la identidad del instrumento. Piénsese más bien en aquel apartado en el que se proponían dos tipos de interacción, uno que anclaba el sonido a una representación visual y otro en el que sonido y video eran del todo independientes. Allí se concluyó que, en ausencia de argumentos que favorecieran a una opción o a la otra, ambas serían puestas a prueba una vez el instrumento estuviera funcionando. Sin embargo existe todavía una razón más para incluir una batería en la presentación; y aquella es la riqueza tímbrica que se esconde detrás del modesto algoritmo del cual se originan los sonidos percutivos:

En su versión más simple dicho algoritmo está compuesto por un oscilador cuyos parámetros de amplitud y frecuencia están controlados por el objeto ADSR cuya característica principal es que permite establecer de antemano el comportamiento físico que habrá de tener un evento sonoro en una ventana de tiempo. Su nombre recoge precisamente los parámetros sobre los que tiene control este objeto: *Attack*, *Decay*, *Sustain*, *Release*; son todos conceptos que dan cuenta del

comportamiento del sonido, razón por la cual es muy común encontrar que todos ellos se agrupan en una grafica de envolvente espacio- tiempo.



**Fig 3.2 Envolvente de un sonido**

Lo que la gráfica muestra es simplemente el ciclo de vida de un sonido desde el momento en que es provocado, hasta que no se oye más. Y lo interesante de esta curva que se forma es que

tiene mucho que ver con la identidad de un

sonido. De tal suerte que para un instrumento de viento la primera porción de la curva, (el ataque), será considerablemente más larga que aquella propia de la acción de un redoblante. Y esto solo para hablar del primer parámetro.

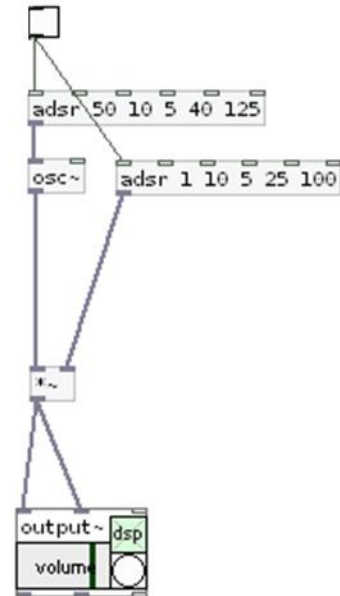
Pero volviendo al misterio detrás de la percusión, se había establecido que eran dos objetos ADSR los que afectaban al

oscilador. Ahora el lector, mirando la imagen 3.3, puede compartir que uno de ellos controla la entrada del objeto OSC, es decir, establece las características de la frecuencia del oscilador. En este caso se deduce que aquel último

reproducirá una frecuencia de 50 Hz cuyo ataque tomará 10 ms en realizarse luego de los cuales decaerá durante 5 ms, para después mantenerse por un tiempo con un 40% de la energía inicial, y finalmente usará de 125 ms para dejar de sonar. El segundo ADSR no está afectando directamente al oscilador pero si su salida, pues comparte con él la llegada a un

objeto multiplicador, lo cual permite afirmar que éste segundo generador de envolvente está

controlando la amplitud del oscilador. No vale la pena describir con tanto detalle lo que los ojos del lector salta a la vista, pero sí es importante que sepa que es la acción de los ADSR la que esconde el tesoro tímbrico detrás de este algoritmo:



**Fig 3.3 Obtencion del Sonido del Bombo**

Modificar los parámetros de ADSR de un sonido significa en verdad recrearlo; y que el objeto ADSR en *Pure Data* permita variar sus valores en tiempo real significa que es posible la “paleta” sonora se expande de manera considerable y le da al intérprete una oportunidad única de casi dibujar el sonido que busca.

Entretanto, el músico comienza a disfrutar el proceso creativo de combinar la serie de sonidos que ante él presenta la pantalla del TIM&E. Ajeno a las disertaciones que surgen alrededor de su interpretación, exige al instrumento cada vez más, pues ahora entiende y domina el lenguaje que habla el TIM&E. Sin embargo, no pasará mucho tiempo antes de que el nivel de interacción decaiga fruto de una escasez de recursos o tal vez debido a un cierto deseo insatisfecho generado por lo que el intérprete socioculturalmente entiende que una interfaz táctil es capaz de hacer.

A manera de reflexión, cuando recién empezaba a concebirse este proyecto, es decir un año atrás, un atractivo que pesó a la hora de decidir incursionar en el campo de la tecnología táctil fue el poco conocimiento que al respecto existía en el ámbito local. No obstante, el proceso de la construcción del TIM&E tuvo que ser testigo de la llegada de una generación de iPod Touch y de dos generaciones de iPad; acontecer que por supuesto le quita el título de innovador al TIM&E (tal vez para bien), a la vez que deja en evidencia la acelerada dinámica del mercado tecnológico como también el deseo afanoso de la sociedad contemporánea por innovar.

Pero volviendo a la interpretación, se programa un receso durante el cual, aprovechando que el músico descansa, los autores programan el segundo modelo de interacción: aquel en el que el músico no controla visualmente la información que origina o altera parámetros del sonido y que está encaminado a permitir la elaboración de una propuesta sonora algo más alejada de los parámetros estéticos comerciales. Ésta segunda propuesta interactiva desarrolla un gusto personal de los autores por el campo de la experimentación sonora enriquecida por el uso creativo de la tecnología entendida no ya desde el afán con que las grandes compañías la promocionan sino desde el placer que produce la



deconstrucción y resignificación de dispositivos que, detrás de un bonito empaque, esconden un gigantesco potencial artístico.

Para su segundo encuentro, el TIM&E le tiene preparada al intérprete una proyección muy atractiva a la vista de tal forma que éste último no sienta necesidad de concentrarse en la respuesta auditiva más que como un indicador del comportamiento orgánico de la imagen que ante sus ojos cobra vida. El tipo de síntesis aquí desarrollado no permite asociar el sonido que resulta con ningún otro instrumento convencional, lo cual hace posible que aquel intérprete estimule su capacidad creativa y proponga soluciones totalmente impredecibles al conflicto que ha de generar en su cabeza una imagen que obedece a sus acciones y un sonido que no está muy claro de dónde proviene.

Los primeros instantes de la presentación con este segundo modelo interactivo dejan ver a un músico deseoso de gobernar el instrumento a su voluntad, a lo mejor buscando establecer una conexión más lógica entre lo que escucha y lo que ve. Su actitud permite hacer una analogía con aquel hombre en medio de un río que pretende asir el agua con sus manos. Poseerla. Someterla. Pero con cada intento no consigue más que observar cómo el agua se escapa de sus manos y sigue su curso natural.

El músico pasa un tiempo más forcejeando hasta que abandona tan fútil esfuerzo y decide disfrutar las paradójicas libertades que este modelo le presenta. Muy pronto su interacción toma un carácter lúdico para el que, incapaz de gobernar sobre el sonido, se propone alterar su curso natural, desviar su cauce, interferir de forma constructiva para así establecer un modelo de interacción novedoso en el que la sonoridad no es trabajo únicamente del intérprete sino que se construye de manera conjunta con el instrumento.

La presentación va llegando a su fin una vez que el intérprete se encuentra satisfecho y decide separarse del TIM&E. Retira sus manos de la interfaz, mientras observa cómo la pantalla vuelve a la oscuridad inicial. Toma un tiempo más para que el sonido abandone el recinto indicando al público el momento de partir. Instrumento e instrumentista permanecen en el escenario sin enterarse de

un cierto rumor que se aleja escoltando a los espectadores. Aguzando el oído y leyendo los labios se alcanza a entender a personas que comentan:

- ¿y acaso es esta una tesis de un ingeniero de sonido?
- ¿dónde está el disco producido o el corto sonorizado?
- a lo mejor lo que paso es que el aparato se usó para construir los efectos de alguna animación, ¿No?

Mas como todo esto sucede muy lejos del músico, será un deber de los autores aclarar tan oportunas dudas:

Sí. Esta es la tesis de un ingeniero de sonidosolo que su objeto de estudio no parte dela idea de una “onda en movimiento que se propaga en el aire o en cualquier otro medio elástico” (Everest, 2009), y no se preocupa tampoco de aquel instante en que un cambio de presión excitó el sistema auditivo provocando un impulso eléctrico que dio lugar luego a una sensación. Tampoco existe un disco o un cortometraje porque el objetivo de este ejercicio académico era precisamente expandir el campo de acción del ingeniero de sonido mas alláde los lindes que hoy encierran su innegable potencial como artista

Luego esta tesis debiera entenderse como el trabajo investigativo de un músico que ha recibido “formación sólida en el área de la teoría musical, el análisis y la interpretación<sup>42</sup>; la cual, unida a su actividad como ingeniero de sonido, ha hecho posible que se desarrolle un incipiente criterio musical del cual puede dar cuentas este proyecto de grado.

La construcción del TIM&E, demostró ser un espacio alternativo a las propuestas de tesis que ya son convencionales en el énfasis de la carrera comoquiera que su proceso requirió de la equilibrada y mutua intervención de las destrezas adquiridas tanto en el campo musical como en el de la ingeniería de sonido: diseñar, cuestionar, intervenir, componer, analizar, soldar, condicionar, resignificar, investigar y consolidar un propuesta estética, entre muchas otras, son actividades

---

<sup>42</sup>Tomado del perfil del egresado de carrera de Estudios Musicales de la Pontificia Universidad Javeriana.  
[http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Artes/pla\\_car\\_estmusi/Presentaci%F3n1](http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Artes/pla_car_estmusi/Presentaci%F3n1)

que debieron realizarse en algún momento durante la elaboración del proyecto. Desde la más mecánica hasta la más conceptual, el recuento de acciones constituye tan solo una suerte de cartografía en la cual queda consignado el vasto relieve que comprendió la elaboración del TIM&E.

Por supuesto que el proyecto del TIM&E no concluye tan fácilmente como se le coloca el punto final a este documento. Aun cuando ya es funcional, sería tonto no pensar en mejorar el instrumento: conexión con otras interfaces, colaboración en línea, lectura de proximidad y de velocidad, estabilidad en el sistema, en fin. Pero todo esto no preocupa a los autores que son conscientes de que ni la guitarra ni el piano aparecieron de un año para otro. A fin de cuentas la música es una eterna tarea inconclusa en la cual siempre será bienvenida la acción constructiva de la ingeniería y el estudio del sonido; pues, que cada vez que música y tecnología han decidido hablar el mismo idioma y encontrarse en la persona del ingeniero de sonido, la expresión artística ha ganado espacios creativos como el del TIM&E.

## Bibliografía

Arfib, Daniel. and J.M. Couturier, L. Kessous. V. Verfaillie. 2002. "Strategies of mapping between gesture data and synthesis model parameters using perceptual spaces". *Organised Sound*. 7: 2, 127-144. Cambridge University Press

Bencina, Ross. 2005. "Improved Topological Fiducial Tracking in the reactIVision System". *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*.

<<http://www.rossbencina.com/static/writings/Procams05-BencinaKaltenJorda.pdf>>

Bishoff John. Rich Gold. Jim Horton. 1978. "Music for interactive network of microcomputers". *Computers Music Journal*. 2:3, 24-29. The MIT Press.

<<http://www.jstor.org/stable/3679453>>

Brand. Thomas. 2007. "FTIR Multitouch and Display Device: A Guide to build your own Experiments with Processing, OSC".

<<http://lowres.ch/ftir/>>

Buxton, Bill. 2007. "Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved".

<<http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>>

Cantrel. Chirstian. 2009. "Multi-touch and gesture support on the flash platform".

<[http://www.adobe.com/devnet/flash/articles/multitouch\\_gestures\\_02.html](http://www.adobe.com/devnet/flash/articles/multitouch_gestures_02.html)>

Cohen, H. 1984 *Quantifying Music Dordrecht*. D. Reidel Publishing Company.

Cook, Perry. 2001. "Haptics, Brent Guillespie". *Music, cognition, and computerized sound: an introduction to psychoacoustics*. MIT Press (229-246)

Everest. Frederik. 2009. "Fundamentals of Sound" En: *The Handbook of acoustics*. McGraw Hill.

Jorda, Sergi. 2005. "DigitalLuthiere: Crafting Musical computers for new musics' performance and improvisation". Tesis Doctoral

<<http://mtg.upf.edu/files/publications/PhD2005-sjorda.pdf>>

Jordá, Sergi. Martin Kaltenbrunner, Gunter Geiger and Ross Bencina. The reactTable\*. *Proceedings of International Computer Music Conference 2005*.

<<http://mtg.upf.edu/node/419>>

Kaltenbrunner, Martin. 2006. *The reactTable\*: A Collaborative Musical Instrument*. *Proceedings of the Workshop on "Tangible Interaction in Collaborative Environments (TICE) of the 15th IEEE International Workshops on Enabling Technologies*

<<http://modin.yuri.at/>>

Kaltenbrunner, Martin. Günter Geiger and Sergi Jorda. 2004. "Dynamic patches for live musical performance". *Proceedings de la conferencia de New Interfaces for Musical Expression NIME'04*.

<<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1085888>>

Kaltenbrunner, Martin. Till Bovermann. Ross Bencina. Enrico Costanza. TUIO: A Protocol for Table-Top Tangible User Interfaces. En *Proceedings of the The 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*.

<<http://opensoundcontrol.org/publication/tuio-protocol-table-top-tangible-user-interfaces>>

Mathews. Max. 1977. *The Technology of computer music*. MIT Press

Merril, David. Jeevan Kalanithi. Pattie Maes. 2007 "Siftables: Towards Sensor Network User Interfaces." *Proceedings of the First International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI'07)*.

<[http://alumni.media.mit.edu/~dmerrill/publications/dmerrill\\_siftables.pdf](http://alumni.media.mit.edu/~dmerrill/publications/dmerrill_siftables.pdf)>

MTG. Music Technology Group. 2010.

<<http://mtg.upf.edu/research/interaction>>

Murcia, Oscar. 2011. Apuntes tomados por el autor durante la session de música electrónica de la clase de Literatura y Materiales e la música VIII

Nolan, Chris. 2011. Peauproductions.

<<http://peauproductions.com/learn.html>>

NUI Group authors. 2009. *Multitouch Technologies*

<<http://nuicode.com/projects/wiki-book/files>>

Opie, Timothy. 2009. What is granular synthesis?

<<http://www.granularsynthesis.com/guide.php>>

Paten, James. Ben Recht Hiroshi Ishii. 2002. Audiopad: A Tag-based Interface for Musical Performance. *Conference of Ne Interfaces for Musical Expression*

<<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1085175>>

Peederman, Peter. Timen Olthof. 2009. "Multitouch audio project" *Nyftysynth*.

<<http://www.niftysystems.nl/NiftySynth-Documentation.pdf>>

Pelossi, Francesco. 2010. "Music in the body and Soul". En *Plato on Music, Soul and Body*. Cambridge University Press

Pukette, Miller. 1997 Pure Data. En *Proceedings of the 1997 International Computer Music Conference*. San Francisco, CA: International Computer Music Association, 224-227.

Reas & Fry. 2001 *Processing: A programming Handbook for Visual Designers*

<[www.processing.org/learn](http://www.processing.org/learn)>

Reyes, Juan. 2005. *Háptica y sonido: Introducción a la síntesis escaneada*.<[http://www.maginvent.org/articles/hapticscan/Acustico\\_Haptico.html](http://www.maginvent.org/articles/hapticscan/Acustico_Haptico.html)>

Reyes, Juan. 2009. Control y elasticidad en lo musical: Una aproximación a la aproximación de música y sonido con elementos electroacústicos. CCRMA, Stanford University.  
<<http://www.maginvent.org/articles/elastson/>>

Roads, Curtis and Max Mathews. 1980. "Interview with Max Mathews". En *Computer Music Journal* Vol. 4, No. 4 (Winter, 1980), pp. 15-22.  
<<http://www.jstor.org/stable/3679463>>

Roads, Curtis. 1978. "Sound Synthesis". En *The computer music tutorial*. The MIT Press

Rubine, Dean & McAviney Paul. 1990. "Programmable Finger-Tracking Instrument Controllers", *Computer Music Journal*, 14: 1, 26-41  
<<http://www.jstor.org/stable/3680114>>

Sandler, Seth. 2008 a. *Multitouch mini- How to*.  
<<http://sethsandler.com/multitouch/mtmini/>>

Sandler, Seth. 2008 b. *Multitouch Biggie How to*.  
<<http://sethsandler.com/multitouch/mtbiggie/>>

Sandler, Seth. 2008 c. *Multitouch Getting Started*.  
<<http://sethsandler.com/multitouch/>>

Settel, Z. & Lippe, C. 2003. "Convolution Brother's Instrument Design". En *Proceedings of the 2003 International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME-03)*. Montreal, 197-200.  
<[http://www.music.mcgill.ca/musictech/nime/onlineproceedings/Papers/NIME03\\_Settel.pdf](http://www.music.mcgill.ca/musictech/nime/onlineproceedings/Papers/NIME03_Settel.pdf)>

Valstad, Henrik. 2010. iPad as a pedagogical device. Norwegian University of Science and Technology.  
<<http://www.iktogskole.no/wp-content/uploads/2011/02/ipadasapedagogicaldevice-110222.pdf>>

Weinberg, Gil. Seum-Lim Gan. 2001 "The Squeezables: Toward an Expressive and interdependent Multi-player Musical Instrument". En *Computer Music Journal* Volumen 25 Tomo 2. MIT Press  
<[http://modin.yuri.at/tangibles/data/MIT\\_weinberg\\_squeezables.pdf](http://modin.yuri.at/tangibles/data/MIT_weinberg_squeezables.pdf)>

Wright, Mathew. 1998. Implementation and performance issues with OpenSound Control. En la International Computer Music Conference

Xenakis, Iannis. 1971 *Formalized Music: Thought and mathematics composition*.

Zmoelnig, Johannes. 2011. Presentación de Pure Data en la página oficial del programa.<<http://puredata.info/>>