



**RIDAA**  
Repositorio Institucional  
Digital de Acceso Abierto de la  
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad  
Nacional  
de Quilmes

Anache, Damián

# El rol del intérprete en la música generada por síntesis digital



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

*Cita recomendada:*

Anache, D. (2017). *El rol del intérprete en la música generada por síntesis digital. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes*  
<http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2039>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

## **El Rol Del Intérprete en la Música Generada por Síntesis Digital**

*TESIS DOCTORAL*

**Damián Anache**

damiananache@gmail.com

### **Resumen**

El propósito de este trabajo es estudiar la *interpretación* en el campo de la ejecución musical electroacústica, en particular la realizada de manera exclusiva con técnicas de síntesis de sonido e implementada por medios digitales. Este estudio se propone en términos integrales de manera de generar aportes de desarrollo tecnológico pero sin desatender aspectos musicales “tradicionales” y analizar la problemática desde el pensamiento filosófico. A partir de este planteo, el trabajo busca minimizar la disparidad existente entre la *interpretación* de música realizada por medios electroacústicas y la realizada por instrumentos acústicos tradicionales, ofreciendo así un aporte significativo al campo en el que se circunscribe este estudio, el de la Interacción Humano-Maquina (*Human-Computer Interaction, HCI*).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES.**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS SOCIALES.**

# **Tesis Doctoral.**

Presentada a los efectos de cumplimentar los requerimientos  
del Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas.

Doctorando:

ESP. DAMIÁN ANACHE.

Director de Tesis:

DR. OSCAR PABLO DI LISCIA.

Consejero:

LIC. MARIANO MARTÍN CURA.

---

**El Rol Del Intérprete en la Música Generada por Síntesis Digital.**

---



Este trabajo fue realizado gracias a las instituciones que beneficiaron al doctorando con las siguientes becas:

- Beca de finalización de Doctorado,  
CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas),  
2015 – 2017.
- Beca de finalización de Doctorado,  
Secretaría de Posgrado,  
UNQ ( Universidad Nacional de Quilmes),  
2014 – 2015.
- Beca de Posgrado,  
Secretaría de Investigación y Posgrado,  
UNA (Universidad Nacional de las Artes)  
2012 – 2014.

Todas las becas fueron dirigidas por el Dr. O. P. Di Liscia.



# ÍNDICE GENERAL.

<b>Capítulo 1 : Introducción.</b>	<b>3</b>
1 - Delimitación del Objeto de Estudio.	5
2 - Preguntas de Investigación.	7
3 - Objetivos.	8
4 - Metodología.	9
5 - Estructura de la Tesis.	11
6 - Estado del Arte.	13
7 - Referencias.	41
<b>Capítulo 2 : Desarrollos Tecnológicos.</b>	<b>45</b>
1 - Estado del Arte de las Tecnologías.	47
2 - Creación de Aplicaciones Informáticas.	62
3 - Referencias.	76
<b>Capítulo 3 : Creación de Entornos y Obras.</b>	<b>79</b>
1 - Introducción.	81
2 - Capturas del Único Camino: Intérprete Autónomo.	83
3 - RTGS - Estudio 1.	86
4 - RTGS - Estudio 2.	96
5 - Evaluación de Experiencias.	113
6 - Referencias.	125
<b>Capítulo 4 : Conclusiones y Comentarios Finales.</b>	<b>127</b>
1 - Conclusiones y Comentarios Finales.	129
2 - Referencias.	135
<b>Anexos.</b>	<b>137</b>
1 - Introducción.	139
2 - Documentación de las Aplicaciones Informáticas.	139
3 - Documentación de los Entornos y Obras.	219
4 - Otros Artículos Publicados.	312
5 - Encuesta Sobre el Uso de las Técnicas de Síntesis.	312



# **CAPÍTULO 1 :**

## **INTRODUCCIÓN.**

### **ÍNDICE DEL CAPÍTULO.**

<b>1 - Delimitación del Objeto de Estudio.</b>	<b>5</b>
<b>2 - Preguntas de Investigación.</b>	<b>7</b>
<b>3 - Objetivos.</b>	<b>8</b>
3.1 - Objetivos Generales.	8
3.2 - Objetivos Específicos.	8
<b>4 - Metodología.</b>	<b>9</b>
<b>5 - Estructura de la Tesis.</b>	<b>11</b>
5.1 - Capítulo 1: Introducción.	11
5.2 - Capítulo 2: Desarrollos.	12
<b>6 - Estado del Arte.</b>	<b>13</b>
6.1 - La Interpretación Musical.	13
6.2 - El Objeto de Interpretación.	17
6.3 - La Incidencia del Intérprete.	21
6.4 - La Interpretación en la Música Electroacústica.	24
6.5 - Live Electronics y Laptop Music.	32
6.6 - El Estímulo Visual y lo Escénico en la Música Electroacústica.	38
<b>7 - Referencias.</b>	<b>41</b>





## 1 Delimitación del Objeto de Estudio.

Desde los inicios de la música, su *interpretación* ha sido necesaria para que exista. No obstante, a partir de la implementación de los medios electroacústicos, ese lugar determinante de la instancia interpretativa dejó de ser indispensable. Simultáneamente y desde ese entonces, el campo de acción del *intérprete* se ha expandido al incorporar nuevos procedimientos. Entre ellos, por poner solo un ejemplo, existe la posibilidad de interactuar con sonidos generados previamente a la instancia interpretativa. En este caso, el *intérprete* sólo controla la ejecución de sonidos pre-grabados o algunos de sus atributos globales pero sin incidir en lo particular de la estructura interna de esos sonidos. Por lo tanto, como consecuencia de estas nuevas posibilidades, surgen diferentes niveles de interacción en los que el *intérprete* puede estar involucrado. Es decir, el *intérprete* puede ser determinante en un nivel *macroformal*, al operar con sonidos grabados previamente; o en un nivel *microformal*, al ser quien determina la generación de cada uno de los sonidos de una pieza, tal y cómo lo hacía antes de la aparición de los medios electroacústicos. Para que el *intérprete* actúe en un nivel *microformal* y mediante los medios electroacústicos, se requiere que su trabajo involucre las técnicas de síntesis. Estas técnicas son precisamente los procedimiento que permiten generar sonido mediante herramientas electroacústicas por sí mismas y no necesariamente con grabaciones de sonidos preexistentes.

El interés de enriquecer la poética musical mediante la profundización del rastro del interprete en el resultado musical final es el motivo que conduce a este trabajo para investigar la creación con las técnicas de síntesis de sonido. Ya que estas ofrecen un medio a través del cual definir importantes características de los sonidos de una obra musical en función a las individualidades de cada *intérprete*. Esto sucede a diferencia del trabajo con sonidos grabados de fuentes acústicas, donde algunos o muchos de los atributos de esas grabaciones podrían establecer vínculos con otros agentes externos a la relación *intérprete-obra* dispuesta específicamente durante la ejecución de la cada pieza. Si bien es cierto que algunas técnicas de síntesis permiten un trabajo minucioso en el manejo de señales pre-grabadas tal que el rastro de las fuentes originales es irreconocible en los nuevos sonidos generados, a fines de facilitar el estudio y la evaluación de los resultados se prefiere evitar cualquier tipo de reminiscencia hacia agentes externos al

vínculo entre el *intérprete* y los algoritmos de síntesis. Por el mismo motivo, el trabajo se centra en la música que es generada de manera exclusiva con la técnicas de síntesis, dejando de lado así las llamadas “músicas mixtas”, en las que participan los medios electroacústicos e instrumentos acústicos tradicionales.

En este punto resulta necesario definir el concepto de *interpretación*. Por lo que se señala que este trabajo toma como punto de partida la definición de Olivier Messiaen, quien definió la *interpretación* como "la labor de inferir el significado y el carácter de lo que está escrito en la partitura" [ 40 ] . Esta propuesta se complementa con el requisito, quizás tácito pero no por eso evidente, de que el *intérprete* debe poseer y ejercer la destreza técnica necesaria para poder alcanzar de manera exitosa sus intenciones. Es decir, que se requiere de idoneidad y capacidad de manejo de los medios o instrumentos necesarios para poder llevar a cabo satisfactoriamente la tarea del *intérprete*.

Frente a este planteo, el presente trabajo repara estrictamente en el aspecto musical-material de la praxis interpretativa, su resultado sonoro. De esta manera relega (al menos en esta primer instancia de investigación) los aspectos vinculados a la percepción visual, a la interacción con el público, y otros presentes en la *interpretación* escénica. Circunscribiendo el trabajo, entonces, a la práctica interpretativa que se realiza en una instancia de grabación en estudio o en otras prácticas no escénicas. Cabe señalar que esta decisión no desestima esos elementos dejados de lado, se trata de un recorte operativo a los efectos de limitar el objeto de estudio a las dimensiones adecuadas para la investigación que se propone. Inclusive, se observa que hasta músicos de tradición clásica y conservadora han reparado en esos otros aspectos, como puede verse en diferentes interpretaciones de la *6ª Sinfonía* de Mahler. Para la ejecución de esta obra se emplean enormes martillos con relevante presencia escénica<sup>1</sup> y no sólo por el efecto sonoro que estos puedan producir. Sin embargo, es a fines operativos, este trabajo propone a todos esos elementos como consecuencias *performáticas* de la interacción *intérprete*-instrumento generadas a partir de una búsqueda musical en términos estrictamente acústicos y no generados a partir de otros intereses. Por lo tanto, se observa a la música creada como resultado de una *performance* de manera análoga a la realizada en las obras pictóricas cuyo proceso de realización ocupa un lugar estructural.

---

1 Varios autores señalan este antecedente, entre ellos Trueman, 2007 [ 50 ] .

Por ejemplo, en la obra del artista Jackson Pollock es incuestionable que la *performance* de realización es un elemento determinante, sin embargo esa *performance* no es presentada al público de manera conjunta con el resultado pictórico, sino sólo de manera implícita en el propio lienzo (u otros soportes).

Expuestos estos criterios, se resume que el presente trabajo estudia el lugar que ocupa el *intérprete* en la música que es generada de manera exclusiva por técnicas de síntesis en el dominio digital. Cabe señalar que el sesgo al ámbito digital se basa en el simple hecho de que estas herramientas ofrecen precisión y estabilidad, además de la ventaja de poder ser implementadas mediante computadoras de uso frecuente sin demandar un equipamiento dedicado.

## 2 Preguntas de Investigación.

En la práctica musical tradicional existe la figura del *intérprete*, la que en términos generales es asociada con frecuencia al instrumentista. Sin embargo, en la música creada por medios electroacústicos ese actor no se encuentra tan claramente definido. Frente a este panorama surgen los interrogantes: ¿Cuál o cuáles son las características que definen al *intérprete* en la música ?; ¿La *interpretación* es un ejercicio que depende de las facultades personales del instrumentista o puede ser condicionado por otros elementos? ¿Cuáles?. Una vez definido el concepto de *intérprete* musical, las nuevas preguntas a responder son: ¿Las características del *intérprete* son independientes o están directamente vinculadas a las herramientas sobre las que opere?, es decir ¿ Varía la definición de *intérprete* en el campo de la música generada por medios electroacústicos a la del *intérprete* que se relaciona con los instrumentos tradicionales? ; ¿Es posible definir si existe o ha existido un lugar predominante para el *intérprete* en la música creada exclusivamente con técnicas de síntesis de sonido ?.

Todas estas preguntas son los requisitos para poder responder la pregunta principal que rige este trabajo: ¿De qué manera el aporte del *intérprete* puede enriquecer la poética musical que emplea herramientas tecnológicas ?.

### **3 Objetivos.**

#### **3.1 Objetivos Generales.**

El propósito de este trabajo es estudiar la *interpretación* en el campo de la ejecución musical electroacústica, en particular la realizada de manera exclusiva con técnicas de síntesis de sonido e implementada por medios digitales. Este estudio se propone en términos integrales de manera de generar aportes de desarrollo tecnológico pero sin desatender aspectos musicales “tradicionales” y analizar la problemática desde el pensamiento filosófico. A partir de este planteo, el trabajo busca minimizar la disparidad existente entre la *interpretación* de música realizada por medios electroacústicos y la realizada por instrumentos acústicos tradicionales, ofreciendo así un aporte significativo al campo en el que se circunscribe este estudio, el de la Interacción Humano-Máquina (*Human-Computer Interaction, HCI*).

Se espera que esta investigación permita fortalecer y jerarquizar el área de estudio al generar valiosa documentación tanto para la comunidad académica teórica y el sector de las artes, como para las áreas de desarrollo tecnológico dentro y fuera de la academia. Referente a lo teórico y conceptual, si bien este trabajo se centra en el campo del arte y la música, al mismo tiempo aborda una problemática transversal a otras disciplinas tales como la filosofía y la psicología. Esto repara en la exploración subyacente de la relación entre el hombre y su cuerpo como instrumento mediador en la comunicación y su vínculo con el concepto de la *interpretación* (en este caso sesgado a la expresión artística). Cabe señalar que este trabajo no pretende comprometerse con esas disciplinas tangenciales mencionadas ( la filosofía y la psicología, más allá de incorporar determinada bibliografía de referencia), sino tan solo ofrecer un estudio de caso en el área de pertenencia del autor del trabajo.

#### **3.2 Objetivos Específicos.**

- Esclarecer la terminología vinculada a la práctica interpretativa en el contexto musical y específicamente cuando se involucran los medios electroacústicos.
- Determinar y estudiar el/los rol/es del *intérprete* en la música electroacústica.

- Diseñar estrategias para incentivar la inclusión del *intérprete* en la música electroacústica que opera de manera exclusiva con técnicas de síntesis digital en tiempo real. Este trabajo se debe centrar en la articulación del *intérprete* con las Interfaces Humano-Maquina (*Man-Machine Interface*, MMI ) a través de las redes de vinculación entre las acciones físicas del *intérprete* y su incidencia en los algoritmos de síntesis.

- Implementar las estrategias diseñadas mediante la producción de aplicaciones informáticas en entornos *open source* de alto nivel (tales como *Pure Data*<sup>2</sup>, *SuperCollider*<sup>3</sup>, *Processing*<sup>4</sup>, etc.), para los que a su vez se compongan piezas musicales originales que propicien su estudio.

- Evaluar el impacto y los resultados de la puesta a prueba de dichas estrategias con *intérpretes* que ejecuten las herramientas y las respectivas composiciones.

#### 4 Metodología.

Para el estudio de la *interpretación* musical que involucra exclusivamente las técnicas de síntesis de sonido, en primer instancia se debe analizar la problemática de la definición del concepto de *intérprete* musical en términos generales. Luego se debe abordar el caso particular en lo correspondiente al campo de la música electroacústica y específicamente la generada por técnicas de síntesis de sonido. Una vez esclarecida la terminología, los conceptos estructurales y realizada la evaluación del estado de la cuestión, se propone la creación de estrategias de interacción humano-maquina según los intereses de este trabajo. A continuación una descripción pormenorizada de las etapas de trabajo:

- Para esclarecer la terminología vinculada a la práctica interpretativa en el contexto planteado, se propone comparar los estudios de diferentes autores (músicos, compositores, filósofos y teóricos ) que aborden la problemática tanto desde lo conceptual como desde lo tecnológico.

---

2 Miller Puckette *et al*, sitio web: <https://puredata.info/> .

3 James McCartney, sitio web: <http://supercollider.github.io/> .

4 Casey Reas y Benjamin Fry, sitio web: <https://processing.org/> .

- Para minimizar la disparidad existente entre la *interpretación* de música realizada exclusivamente por medios electroacústicos y la realizada por instrumentos acústicos tradicionales se deben diseñar estrategias innovadoras centradas en las interrelaciones presentes en la cadena *intérprete ↔ interfaz de control ↔ algoritmo de síntesis*. Necesariamente, la innovación en el diseño de estrategias requiere a su vez de una evaluación del estado de las herramientas de *software* y *hardware* disponibles en la actualidad mediante un relevamiento crítico de las mismas. Para enriquecer el aporte del *intérprete* en esta música se propone aquí que se debe recuperar el rastro de su impronta corporal en la materia sonora. Al mismo tiempo, la cadena señalada está inmersa dentro de la general: *compositor ↔ partitura ↔ intérprete ↔ obra*. Por lo tanto las estrategias no sólo deben reparar en la interrelaciones internas vinculadas a las problemáticas de las MMI (*man-machine interface*) sino que también deben interactuar con todos los diferentes niveles implicados de la práctica interpretativa. Por lo que en vistas de ofrecer al *intérprete* un amplio campo de acción, se debe considerar ese interés también desde los criterios compositivos (incluyendo la clase de notación empleada en la partitura). Con mayor precisión el estudio propone profundizar el vínculo entre las técnicas de síntesis digital y los dispositivos de control (o interfaces) que responden a las acciones del cuerpo humano. Como modelo incipiente de técnica de generación de sonido se empleará la síntesis granular; Como interfaz se emplearán cámaras de detección de movimiento y gestos físicos (tomando como modelos los sensores *LeapMotion*<sup>5</sup>, *Kinect*<sup>6</sup> o similares); Y en cuanto a la técnica compositiva se utilizarán criterios propios de la denominada *Composición Indeterminada* [ 6 ] .

- La validez y el impacto de tales estrategias requieren de su implementación y puesta a prueba en contextos musicales reales mediante la creación de las herramientas tecnológicas involucradas, la composición de obras de estudio y la ejecución de las mismas por diferentes *intérpretes*. Posteriormente para alcanzar una evaluación apropiada se deben comparar los resultados generados por los diferentes intérpretes que

---

5 Desarrollado por la empresa Motion Control, enlace: <https://www.leapmotion.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

6 Desarrollado por la empresa Microsoft, enlace: <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect> (último acceso: diciembre, 2016).

hayan interactuado con las estrategias, además de observar sus impresiones y reflexiones personales luego de las experiencias.

## **5 Estructura de la Tesis.**

El presente trabajo se organiza de en tres capítulos que al mismo tiempo reflejan las etapas de trabajo durante el período de estudio. El primer capítulo expone el estado del arte general en donde se profundiza en el núcleo y las primeras reflexiones sobre el campo de estudio, además de introducir la propuesta del trabajo. Luego, en el segundo capítulo se presenta un segundo estado del arte específico en función a las estrategias y desarrollos tecnológicos creados para esta trabajo. Dichos desarrollos también son detallados en el capítulo dos, agrupados por desarrollos de software independientes y entornos integrados formados por aplicaciones informativas y composición de obras. Por último el tercer capítulo ofrece la conclusiones finales.

Como complemento, a los tres capítulos, se presenta un epílogo que incluye la selección de documentos publicados por el autor durante el período de estudio, como así también se incluyen capturas de pantalla de los desarrollos de aplicaciones informáticas creadas y explicadas en el capítulo dos. Cabe señalar que esos documentos son referidos en los diferentes capítulos del presente, motivo por el cual se justifica su inclusión en el presente.

A continuación se detalla los contenidos específicos de cada uno de los dos primeros capítulos, omitiendo los del tercero ya que sólo presentan las conclusiones finales del trabajo.

### **5.1 Capítulo 1: Introducción.**

El primer capítulo ofrece esta presentación general del trabajo además de analizar el lugar que ocupa y ha ocupado el *intérprete* en la creación musical con técnicas de síntesis. Esta manera de creación musical se circunscribe como una especificación dentro de la corriente denominada música electroacústica, por lo tanto, para su estudio se

examina en primer instancia la definición del concepto de *intérprete* musical, así como otros términos asociados a la problemática. Luego, se profundiza sobre *el objeto de interpretación* [ 20 ] , que en este caso se refiere a la partitura, y así se retoma el análisis de la *interpretación* musical, particularmente sobre la incidencia del *intérprete* en el resultado musical. Una vez reconocidos los conceptos centrales, se examina el lugar que ha ocupado la *interpretación* en la música electroacústica en términos generales, para luego indagar particularmente en las corrientes de la música electroacústica que ofrecen producciones generadas de manera exclusiva con técnicas de síntesis, es decir, las denominadas *Live Electronics* y *Laptop Music*. Por último, se realizan observaciones y aclaraciones sobre aspectos que habitualmente están presentes en la *interpretación* musical pero subordinados en las siguientes etapas de este trabajo por lo que su estudio aquí no es exhaustivo.

## 5.2 Capítulo 2: Desarrollos.

Este capítulo está organizado internamente en tres partes. La primera de ellas ofrece un estado del arte de la tecnología comprometida con el área de estudio, es decir: las técnicas de síntesis digital, los lenguajes de programación mediante los que se puede abordar con profundidad la implementación de las mismas, y por último las interfaces de control de propósito musical. Luego, la segunda parte presenta las aplicaciones informáticas desarrolladas por el autor en el marco de este estudio, todas ellas son diseñadas para operar en tiempo real y vinculadas con lenguaje *Pure Data* (*patches* y objetos externos programados en lenguaje C). Por último, la tercer parte presenta las estrategias planteadas en los objetivos, con el fin de profundizar vínculo entre la *interpretación* musical y los medios electroacústicos. Esta estrategias se presentan como “entornos”, ya que una involucra un trabajo integral formado por una aplicación informática, una propuesta de codificación de partitura y una obra. En este capítulo se describe y analiza los “entornos”, mientras que la evaluación de los resultados obtenidos mediante la experimentación con intérpretes es presentada en el siguiente capítulo, junto con otras conclusiones finales.



## 6 Estado del Arte.

El desarrollo a continuación toma como punto de partida el artículo presentado por el autor durante la *Décima Semana de la Música y la Musicología, Jornadas Interdisciplinarias de Investigación* (UCA, 2013)<sup>7</sup>. Dicho escrito fue publicado en las actas del evento bajo el título *El Rol del Intérprete en la Música Electrónica – Estado de la Cuestión*, dentro del eje temático: *La performance como punto de partida para la investigación*. El mismo se presenta anexo a este trabajo. Partiendo de ese temprano relevamiento de antecedentes y reflexiones, a continuación se lo replantea y completa con una nueva mirada, bibliografía expandida, y otros temas no abordados por el autor al momento de aquella publicación.

Esta sección está organizada en 6 partes para evaluar en profundidad cada uno de los aspectos fundamentales del trabajo: La Interpretación Musical, El Objeto de Interpretación, La Incidencia del Intérprete, La Interpretación en la Música Electroacústica, *Live Electronics* y *Laptop Music*.; y por último El estímulo visual y lo escénico en la Música Electroacústica.

### 6.1 La Interpretación Musical.

En la bibliografía musical es frecuente encontrar términos utilizados para diferenciar sutilezas que proponen obstáculos a la hora de realizar traducciones entre idiomas. Dos términos de uso frecuente en el idioma Inglés, para los que resulta difícil encontrar un uso homogéneo, son *performance* y *play* (entre otro tantos). Particularmente en las traducciones entre los idiomas Inglés y Español, suele ser una situación comprometida traducir con rigor muchas de estas palabras sin la necesidad de una nota al pie o aclaración pertinente. Otro ejemplo es el término *intérprete*, de uso poco frecuente en la bibliografía anglosajona. Diferentes autores, sean músicos, compositores, o teóricos, suelen utilizar estos conceptos de manera ambigua o poco clara.

---

7 Subsidio FONCYT RC-2013, llevado a cabo en la Facultad de Artes y Ciencias Musicales de la Universidad Católica Argentina (UCA), Buenos Aires, del 4 al 6 de septiembre de 2013 y organizado por el Instituto de Investigación Musicológica Carlos Vega.

Del trabajo de revisión bibliográfica sobre el estudio de la *interpretación* y la *performance* se destacan dos publicaciones que abordan la materia desde diferentes puntos de vista. El trabajo del músico e investigador Deniz Peters [ 37 ] aborda la interpretación desde el vínculo con las nuevas tecnologías, y el editado por el director de orquesta y filósofo suizo Michael Krausz [ 26 ] , lo hace desde un enfoque filosófico. Este último indaga con profundidad en la acepción de la palabra *interpretación* asociada al entendimiento. A partir de esto, varios autores del libro de Krausz reflexionan sobre la diferencias entre los conceptos de *interpretación* y *performance*. En conclusión se puede resumir que una *performance* es una de las posibles realizaciones de una misma *interpretación*. Se aclara que esta definición se propone estrictamente en el contexto musical y no pretende ser una definición general del término *performance*, que también es empleado en otras disciplinas artísticas. De esta manera se deja de lado definiciones como las de John Cage [ 5 ] quien entiende a la *performance* como cualquier proceso que transcurre en el tiempo e inclusive propone a la escritura literaria como un acto performático. Un aspecto importante de la interpretación musical, y sobre el que no se profundiza en la publicación de Krausz, es el requisito mencionado previamente (en *1.Delimitación del Objeto de Estudio.* ), el intérprete debe poseer (y ejercer) las facultades para alcanzar de manera exitosa la realización musical de su interpretación. Es decir, más allá del trabajo intelectual vinculado al entendimiento, un instrumentista debe realizar el trabajo físico de dominar su cuerpo y su instrumento para poder manifestar sus intenciones de manera sonora. A esta capacidad se la denomina habitualmente *dominio técnico* o, simplemente, *técnica*.

En la publicación de Krausz, al igual que en otras tantas publicaciones ( como por ejemplo Peter Hill, en [ 40 ] ) se hace hincapié en una diferencia que no pareciera ser evidente para todos los músicos formados: La partitura NO es la música, sino un conjunto de indicaciones hacia el intérprete para que él la genere. Conforme a este principio, en la publicación de Krausz se plantean circuitos que se corresponden con el modelo:

*Compositor* → *Partitura* → *Intérprete* → *Performance* → *Música*

Lo que se interpreta es la partitura, por lo que una *música*, obra o pieza musical, no es lo que está escrito, sino todas las posibles versiones de su ejecución, incluyendo las diferentes interpretaciones y *performance* para cada una de ellas.

Según Göran Hermerén [ 20 ] , la interpretación es una acción que se realiza sobre un objeto, el que a su vez es abierto e indeterminado. Por lo tanto si el objeto no ofrece apertura e indeterminación, no existe la posibilidad de una instancia interpretativa. En casos musicales particulares, algunas partituras no ofrecen ningún nivel de indeterminación, como por ejemplo la partitura de la pieza electroacústica *Studie II* de Karlheinz Stockhausen [ 49 ] . Esta partitura, al presentar instrucciones completamente precisas, carece de posibilidades de interpretación convirtiéndose en una partitura de recreación o de construcción. Por este motivo exhibe mayor vínculo con la industrialización serial que con la producción artística en términos tradicionales. Esa publicación de Stockhausen de 1954 es señalada como una de las primeras obras realizadas exclusivamente por técnicas de síntesis [ 21 ] <sup>8</sup>. El planteo que allí se propone es antagónico frente a otros del mismo compositor, como por ejemplo el de la obra para piano *Klavierstück XI* [ 48 ] . Este último ejemplo indica que *La Forma* de la pieza debe ser definida por el mismo intérprete durante la *performance*, ofreciendo de esta manera una clara propuesta de apertura e indeterminación. Tanto esta pieza de Stockhausen como *Intersection 3* de Morton Feldman [ 16 ] , son tomadas como casos paradigmáticos en el artículo llamado *Indetermination* del compositor John Cage [ 6 ] . Allí, el autor denomina a dichas piezas como *indeterminadas respecto a su interpretación*. La de Stockhausen, por su lado, es indeterminada en cuanto a la forma, mientras que la de Feldman es indeterminada en varios otros aspectos, como ser las dinámicas, las alturas (*pitch*), etc. Otros ejemplos de obras indeterminadas por antonomasia son: *Intersection 2*, también de Feldman [ 15 ] ; *In C*, de Terry Riley [ 39 ] ; y *Treatise*, de Cornelius Cardew [ 8 ] .

A partir de estas propuestas de composición indeterminada se puede evidenciar que el planteo de cada compositor ofrece al intérprete diferentes grados de incidencia sobre el resultado musical final según el ámbito en el que esté dada la indeterminación. Hermerén señala que, dependiendo del grado de indeterminación, las diferentes *performances* de una misma pieza pueden llegar a ser tan disímiles que hasta los oyentes entrenados encontrarían dificultades para reconocerlas como versiones de un mismo trabajo. Por otro lado, él mismo cita al filósofo Nelson Goodman [ 19 ] , quien declara que

---

8 *Studie II* (1954) suele ser referida con su par antecedente *Studie I* (1953) del mismo compositor. En el presente trabajo se repara sólo sobre la segunda ya que al momento de redactar este trabajo aún no se ha publicado la partitura de la primera.

si una orquesta toca la *Sinfonía en Do menor* de Ludwig van Beethoven y comete un error, ya no se encontrará tocando esa sinfonía. Hermerén juzga a esta afirmación como severa y desacertada, aclarando que, aunque tenga errores, cualquier versión de una pieza musical en la que se reconozca la guía de las instrucciones del compositor, deberá ser considerada como una *performance* de esa pieza.

Tomando la propuesta de Hermerén, se concluye que una misma *interpretación* puede tener diferentes *performances*, noche tras noche, en un ciclo de conciertos, inclusive de un único director y una única orquesta. Si una de esas *performances* o *presentaciones* se grabara, la grabación podría ser reproducida ( *play* ) muchas veces. En estas definiciones de conceptos, nuevamente la especificidad de la terminología merece ser comentada en términos idiomáticos, ya que el Inglés presenta dificultades para diferenciar el término *play* cuando refiere a la *reproducción* de una grabación y cuando refiere la *ejecución en vivo* de una obra. Esta diferencia está mejor expresada en Español, como se expuso anteriormente. Al mismo tiempo, en la definición anterior, para traducir al español la palabra *performances*, se podría emplear la expresión *presentaciones en vivo*, o hasta simplemente la palabra *presentaciones*. Otra alternativa podría ser *ejecuciones*, con la variante más específica *ejecuciones en vivo*. Solo por citar otro caso más, entre tantas expresiones vinculadas al asunto, en español se utiliza la expresión “*en versión de*”, como por ejemplo se suele anunciar en transmisiones radiofónicas: “*Sonata N°1 de Beethoven, en versión de Claudio Arrau*” (más allá de la obra o él intérprete). En este caso lo que se señala es la interpretación particular que ese pianista ofrece, más allá de una *performance* específica. Varias otras alternativas podrán encontrarse en las citas del presente texto, motivo por el cual en algunos casos se encuentran seguidas de términos originales (o complementarios) en inglés.

A partir de estas primeras aproximaciones, se anuncia que el presente trabajo se centra en lo interpretativo para los casos en los que el objeto de interpretación es una partitura escrita, la que a su vez debe ofrecer algún grado de apertura e indeterminación. De esta manera se excluye a la improvisación ya que no se pretende abordar la disputa de autoría entre compositor e intérprete, entre otras problemáticas.

## 6.2 El Objeto de Interpretación.

A partir del análisis y la *clasificación de las interpretaciones* propuesta por Hermerén [ 20 ] , se considera de suma relevancia definir *el objeto de interpretación* en el contexto del presente trabajo. Según él, el objeto de interpretación del músico o el instrumentista es la partitura. Por supuesto que esa interpretación también es afectada por la escucha de la propia música generada, de manera que el músico es a su vez intérprete de la partitura y oyente crítico de la música ejecutada por él mismo. Su interpretación es múltiple e involucra asociaciones con sus experiencias como oyente y como intérprete, expandiendo el sentido y el significado de su lectura de la partitura.

Al respecto, es interesante la observación del pianista Alfred Brendel<sup>9</sup> denunciando que la mayoría de los intérpretes consideran que deben tocar *como lo sienten, lo más intensamente posible*, dejando en un segundo plano el mensaje del compositor. Él entiende que el intérprete no puede decirle al compositor qué es lo que ha compuesto y debe tomar su mensaje de forma precisa para dejar que la pieza le diga lo qué es. Por lo tanto, si bien en la praxis del instrumentista *el objeto a interpretar* es la música, esa interpretación integral se alcanza a través de la interpretación de la partitura en una primer instancia.

Otro aspecto importante presente en la lectura de una partitura se plantea en términos de la interpretación estilística o de género. En este aspecto convergen varios elementos que son determinantes en la música popular. Para este ámbito, es muy frecuente que las partituras sean referencias incompletas. A veces no son más que una melodía con acompañamiento armónico y en otros casos sin siquiera una indicación de orquestación o instrumentación. Ese grado de indeterminación ofrece un importante grado de incidencia al intérprete a la hora de llevar a cabo una pieza. Cabe señalar que lo estilístico no es exclusivamente propio de la música popular, sino que también está presente en otras corrientes musicales. Por ejemplo se pueden encontrar estudios sobre la interpretación en estilo de la música clásica en diferentes períodos de la historia. En el trabajo de Peter Walls [ 53 ] , por citar solo un ejemplo, se puede encontrar un estudio

---

9 En entrevista realizada por Verdú, D. publicada en el periódico El País. España. 2 de diciembre de 2016. Disponible en línea: [http://cultura.elpais.com/cultura/2016/12/01/actualidad/1480620127\\_425302.html?id\\_externo\\_rsoc=FB\\_CC](http://cultura.elpais.com/cultura/2016/12/01/actualidad/1480620127_425302.html?id_externo_rsoc=FB_CC) (último acceso: diciembre, 2016).

sobre la interpretación de ornamentos según el período en el cual fue compuesta una pieza.

Sin embargo, el presente trabajo está centrado en la música generada por medios electroacústicos (no-popular), frente a la cual se encuentra un déficit de repertorio publicado mediante notación musical. Por este motivo no se ha establecido una escuela estilística de codificación en partituras. Gracias a la incorporación de equipamiento electroacústico en la creación musical, se dio lugar a un tipo de partitura no pensada para la interpretación, sino quizás sólo para la recreación. Durante los primeros años del uso de los medios electroacústicos, algunos compositores crearon y publicaron partituras de música electroacústica que no se relacionan con un código para ser interpretado, acaso en pos de documentar el proceso creativo con fines didácticos o quizás en busca de protección legal mediante el registro de las obras. Algunos de esos ejemplos se corresponden a una representación gráfica de lo sonoro o de las instrucciones necesarias para la realización técnica de una obra, como ser el mencionado caso de *Studie II* (1954) de Karlheinz Stockhausen y *Music for Magnetic Tape N°1* (1963) de Andrzej Dobrowolski [ 12 ] . Basadas en especificaciones técnicas rigurosas para la realización de las piezas, estas partituras no ofrecen ningún nivel de apertura ni indeterminación, de manera que no amparan la posibilidad de más de una interpretación. Estos casos puntuales de partituras para obras de estudio son igual de especiales que las que realizaron compositores como David Behrman para obras electroacústicas performáticas, o sea, para ser ejecutadas *en vivo*. En oposición a la extrema minuciosidad de los dos ejemplos anteriores, algunas partituras de Behrman sólo ofrecen esquemas e instrucciones de conexión de determinados circuitos eléctricos para generar sonidos (o hasta inclusive un solo circuito en sí mismo); luego la organización de los sonidos generados es una decisión librada al instrumentista, como por ejemplo la partitura de su obra *Runthrough* (1968) [ 3 ] . Recién varias décadas después a esas tempranas experiencias se pueden encontrar obras electroacústicas cuyas partituras se correspondan con el modelo de notación interpretativa según los términos planteados en el presente trabajo. Un buen ejemplo de esto es la obra *Solitude*<sup>10</sup> de Hans-Christoph Steiner. La partitura de esta pieza ofrece indicaciones con un grado tal de apertura e indeterminación que hace propicia la

---

<sup>10</sup> Partitura publicada en [ 43 ] .

interpretación musical. Inclusive, el mismo compositor ha publicado<sup>11</sup> dos versiones diferentes de la pieza, una interpretada en el año 2001 con un instrumento desarrollado en *Csound*<sup>12</sup> y otra en 2004 realizada sobre la plataforma *Pure Data*<sup>13</sup>. A rasgos generales la partitura vincula *notación analógica o notación gráfica* con valores precisos, código de colores, e indicaciones de ubicación espacial de los sonidos. Una particularidad interesante de este caso es que el grado de indeterminación es tal que la primera versión tiene una duración total de aproximadamente tres minutos mientras que la segunda ronda los cinco minutos.

En referencia a las diferentes interpretaciones de una misma obra, una anécdota de Johannes Brahms cuenta [ 22 ] que cuando un crítico le preguntó porqué tocó de manera diferente un mismo pasaje en dos presentaciones ( *performances* ), Brahms le mostró la partitura al crítico y lo retó a que señale dónde estaba indicado que la música debía ser exactamente la misma todas las veces que se la toque. Allí reside un aspecto clave de este estudio vinculado con los grados de incidencia de la interpretación. Dependiendo de la escritura de cada obra, un músico tendrá la posibilidad de interpretarla de diferentes maneras (o no). Al mismo tiempo, cuanto mayor sea el nivel de indeterminación, mayor será el grado de incidencia ofrecido al intérprete. Por ejemplo, el compositor inglés Brian Ferneyhough es distinguido por el nivel de complejidad y extrema precisión de su escritura. A partir de esta característica, sus obras presentan muy poca indeterminación, de manera que la posibilidad de que existan diferentes interpretaciones es acotada. En todo caso, las diferencias entre versiones de diferentes instrumentistas de una misma pieza de Ferneyhough puede llegar a consistir principalmente en las posibilidades de destreza técnica o física (corporal) de cada uno de ellos, más allá de la interpretación intelectual que realicen.

---

11 Publicación realizada a través de su sitio web personal: <http://at.or.at/hans/blog/> (último acceso: marzo, 2013).

12 Csound es un lenguaje de programación por software de licencia pública, creado originalmente en MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts). Disponible en <http://www.csounds.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

13 *Pure Data* ( aka PD) es un lenguaje visual de programación por software desarrollado por Miller Puckette et al. Disponible en <http://puredata.info/> ( último acceso: diciembre, 2016).

En 1963, Cornelius Cardew planteó [ 35 ] que el compositor que trabaja con sonidos trata de encontrar una notación para esos sonidos, mientras que el que trabaja con ideas trata de encontrar la manera de que su notación exprese esas ideas. Estas palabras aluden al hecho de que a mediados del Siglo XX se comenzaron a publicar partituras cuya notación es realizada exclusivamente en prosa. Hasta ese entonces la escritura en prosa en las partituras sólo era utilizada de manera parcial. Si bien es cierto que desde el siglo pasado ha surgido un gran abanico de posibilidades para la realización de partituras ( como lo es esta técnica en prosa o la llamada *notación gráfica*), también es un hecho que para cada clase de obra ciertas técnicas de notación son más adecuadas que otras, en función a las ideas o a los sonidos sobre los que operen. Al mismo tiempo, esto es independiente del hecho que dos partituras concebidas desde enfoques completamente diferentes podrían llegar a conducir a resultados musicales muy similares. Dos ejemplos de obras escritas en prosa son *Chambers* (1968) [ 27 ] y *Gentle Fire* (1971) [ 27 ] del compositor Alvin Lucier. Ambas piezas se presentan con un alto grado de indeterminación, de manera que ofrecen un importante lugar de incidencia al intérprete. La primera de estas piezas propone el uso de fuentes acústicas para su interpretación mientras que la segunda es para ser llevada a cabo únicamente por medios electroacústicos. Para esta última, el compositor detalla dos listas de grabaciones de sonidos puntuales y ambientales que deben ser manipulados por *sintetizadores o cualquier otro equipamiento que lo permita*. La obra no tiene forma ni duración definida y la composición se plantea en términos de transiciones graduales entre los materiales de ambas listas. Como por ejemplo, transiciones de *ladridos de perros que se convierten en crujidos de nieve, aviones que se estrellan en chicas que ríen, tanques de guerra en movimiento sobre olas del mar*, etc. En esta obra el intérprete tiene un grado de incidencia relevante y no sólo en la manera de organizar los sonidos en el tiempo sino que también incide en los precisos materiales sonoros que definen cada interpretación de la obra. Ya que en este caso, y a diferencia de la mayoría de las obras que utilizan sonidos grabados, el compositor no ofrece las grabaciones que debe usar el intérprete, sino que el mismo intérprete las debe seleccionar.



### 6.3 La Incidencia del Intérprete.

La párrafos anteriores manifiestan que la incidencia del intérprete en la ejecución de una obra está determinada por el aspecto musical sobre el que exista indeterminación de su partitura, al mismo tiempo que también estará condicionada por el grado de apertura de esa indeterminación. Esta incidencia puede ser evaluada en diferentes niveles, como ser las operaciones sobre la estructura formal, las relaciones internas de un arco o frase musical [ 41 ] o inclusive, en un nivel aún más intrínseco, sobre la estructura interna del sonido producido. Este último aspecto, la incidencia del intérprete en la constitución del sonido que genera, está directamente relacionado con el vínculo que existe entre el cuerpo del intérprete y el medio que produce sonido. Entre algunos de los autores que abordaron esta problemática se puede citar a Salomé Voegelin [ 52 ] y Deniz Peters [ 37 ] quienes de manera coherente toman como antecedente común al francés Maurice Merleau-Ponty. Si bien las reflexiones y escritos de éste filósofo estuvieron centrados en la fenomenología de la percepción y el arte en general, particularmente estudió la percepción del cuerpo presente en las obras de arte [ 33 ] [ 32 ] . Más allá de no haber profundizado en la música, Merleau-Ponty es considerado como referente ineludible en estudios recientes sobre la materia.

El trabajo de Voegelin [ 52 ] señala que el cuerpo de una persona puede ser percibido en su propia voz, argumentándolo, inclusive, con la voz de Merleau-Ponty. Deniz Peters, por su parte, realiza varias afirmaciones importantes sobre el lugar del cuerpo del artista en la música, señala que la música es un medio que permite la expresión corporal, y que es el resultado de lo corporal en acción. También observa, al igual que Voegelin, que la música se hace gracias al propio cuerpo y a veces con un artefacto adicional, de manera que uno puede escuchar algo del humano creando el sonido en el sonido mismo, uno puede escuchar el cuerpo del músico en la música misma. Para su aporte a la materia, Peters, propone como antecedente el concepto de grano ( *grain* ) desarrollado por Roland Barthes [ 2 ] . Según Peters, el grano es la presencia del cuerpo del instrumentista ( *performer* ), percibida por el oyente a través de la escucha. Señalando también que a través de la voz, el cuerpo del cantante queda expuesto no solo como un modo de expresión del lenguaje, sino de una manera sensorial<sup>14</sup> . Otra observación

---

<sup>14</sup> El término empleado en la publicación original es “sensually”. Este término es frecuentemente traducido al Español como “sensualmente”. Sin embargo, en el contexto de la publicación original se utiliza el

destacada que ofrece el autor es que, sin necesidad de profundizar sobre la técnica de los marionetistas, es notorio observar cómo el titiritero queda evidenciado en el movimiento del muñeco, a partir de, entre otros aspectos motrices, la velocidad y fluidez del movimiento.

Profundizando en las ideas de Barthes, quien vivió durante los años 1915 y 1980, es llamativo que en sus reflexiones no haya evaluado a compositores contemporáneos en sus reflexiones musicales. Entre los que él cita se encuentran Schubert (quien murió en el 1828), Schumann (en 1856), Mussorgsky (en 1881), Debussy (en 1918), los únicos contemporáneos a él fueron Fauré (en 1924) y Duparc (en 1933, cuando Barthes tenía 15 años). Esto es llamativo siendo que Stockhausen, Cage y a una enorme cantidad de compositores contemporáneos a él compusieron grandes obras dedicadas a la voz (su materia de reflexión del grano en música ). Entre esos otros se destaca Berio (1925 – 2003) quien en 1965 publicó la *Secuencia 3* para voz femenina, una de las obras vocales más importantes del Siglo XX, pero que sin embargo no es citada por Barthes en sus reflexiones y no por esto su trabajo pierde validez. Peters retomó el concepto de grano propuesto por Barthes, y desde su estudio aplicado en la creación musical señala que *el grano es el cuerpo en la voz que canta, o del miembro que ejecuta un instrumento*, de igual manera que el grano es el rastro de la mano de quien escriba.

Por otro lado, Alva Noë en su artículo [ 34 ] incluido en la publicación de Peters [ 37 ] , señala que al no ser músico, cuando escucha a un pianista no puede imaginarse a sí mismo moviendo los dedos como sí lo puede hacer Peters. Sin embargo, advierte que es claro que su entendimiento sobre lo que escucha está informado por su apreciación de que la música es un repertorio creado por delicados y medidos movimientos, y lo que es más, movimientos realizados por una persona cuyo cuerpo es como el de él mismo. Esta última apreciación se vincula con un testimonio que data de varias décadas previas al trabajo de investigación conducido por Deniz Peters y que también toma como objeto de apreciación la ejecución del piano. En 1967 Aaron Copland decía [ 9 ] que, según su parecer, nunca se debe perder de vista el preponderante rol de la personalidad única del intérprete. Le gustaba pensar en la idea de que si fuera a escuchar sucesivamente a tres

---

término de manera poética, dando cuenta de las múltiples acepciones del término.

*Sensual, adj, 1. of or relating to any of the senses or sense organs; bodily.*

Fuente: Diccionario Collins en línea [www.collinsdictionary.com/](http://www.collinsdictionary.com/) (último acceso: diciembre, 2016).

pianistas no identificados, detrás de una cortina, podría confeccionar un breve bosquejo de la personalidad de cada uno de ellos y aseguraba que sus descripciones serían muy acertadas.

Un aspecto sobre el cual ni el planteo de Noë ni el de Copland reparan de manera explícita, es que ambos proponen a los pianistas ejecutando su instrumento en un contexto musical. Ya que, en un instrumento con las características mecánicas del piano, sería difícil extraer esa información acerca de la corporalidad del músico tan solo presionando una tecla u otras acciones aisladas que no involucren una continuidad o flujo temporal dentro de un contexto de expresión musical. A partir de esta consideración sobre la continuidad de la actividad del músico y la importancia de la relación temporal de sus acciones, se deberían estudiar también otros instrumentos. Durante la realización del presente no se han encontrado estudios o testimonios que exploren esta materia con mayor profundidad pero se reconoce que con los instrumentos de viento, donde el sonido producido nace del propio aire del músico, el rastro de corporalidad estará mucho más presente en el sonido mismo que en instrumentos con mecanismo complejos como los del piano. A diferencia de los instrumentos de viento, donde el aire del intérprete es el medio de generación de sonido, en el caso del piano la generación de sonido y la interacción con el ejecutante es mediada por el mecanismo en sí mismo. Inclusive, un instrumento de viento estaría en un nivel intermedio entre el piano y la voz, en la que se puede escuchar directamente el cuerpo del emisor, según sostienen los citados.

Por otro lado, en las reflexiones del compositor Stockhausen [ 47 ] se puede encontrar un vínculo con la relación temporal entre las acciones del intérprete dentro de un contexto musical y nuestro sistema perceptivo. Él señalaba que:

*“el ritmo y el metro son tradicionalmente organizados en medidas de una periodicidad o tempo fijos para un movimiento dado, sea rápido, medio o lento, porque todo fue basado en el baile y las acciones de cuerpo, y es allí de donde nace la música. Un período de ocho segundos es percibido como muy lento, allí estaremos alcanzando la región donde comienza La Forma. Subdivide ocho segundos y tendrás 8, 4, 2, 1, un medio, un cuarto, un octavo, un dieciseisavo. Un octavo, ocho ataques por segundo, está cerca de ser lo más rápido que podemos tocar con nuestros dedos, es un límite determinado por nuestros músculos y la*

*estructura del cuerpo. Yo podría alcanzar velocidades más rápidas quizás, hasta doce o catorce, deslizando mis manos de una manera especial, pero no mucho más que eso. Entonces allí encontramos que el rango es de siete octavos ( 8-4-2-1-1/2-1/4-1/8-1/16), eso es algo muy interesante. Con dieciséis ataques por segundo, alcanzaremos lo que llamamos altura; entre ocho y dieciséis hay otra región de transición, donde es difícil reconocer lo que realmente es el sonido. Y como sabemos a partir del teclado de un piano, existen siete octavas y media en el rango de alturas fundamentales: desde 16 hasta cerca de 4000 ciclos por segundo. Por arriba de ese límite solo percibimos brillo. Los rangos de la percepción son rangos de tiempo, y el tiempo esta subdividido por nosotros a partir de la construcción de nuestros cuerpos y por los órganos involucrados en la percepción.”*

#### **6.4 La Interpretación en la Música Electroacústica.**

En la mayoría de los relevamientos históricos de la música electroacústica es frecuente encontrar la división de las obras del primer período a partir del estudio en el que fueron creadas, e inclusive a partir de los principales estudios se proponen las dos grandes escuelas iniciales. Uno de esos espacios fue el *Estudio para la música electrónica de la Radio de Alemania del Oeste* ( *Studie für elektronische Musik des Westdeutschen Rundfunks* ), vinculado al trabajo de Stockhausen y ubicado en Colonia desde la década de 1950 hasta el año 2000 [ 21 ] . El segundo estudio, ubicado en París, fue el denominado inicialmente *Estudio de Radiodifusión Francesa* (*Radiodiffusion Française*) y luego devino en el laboratorio del *Grupo de Investigaciones Musicales* ( *Le Groupe de Recherches Musicales*, GRM). Gracias a la presencia de Schaeffer en este último estudio, el espacio está asociado con el uso de la cinta magnética como herramienta principal de creación y vinculado con la corriente llamada *Música Concreta* ( *Musique concrète* ). A partir de esa centralización del trabajo sobre la cinta magnética del estudio francés, el alemán, por contraste, fue asociado con el resto de las herramientas disponibles a mediados del Siglo XX (principalmente osciladores, generadores de ruido y filtros). La bibliografía especializada señala que en Colonia se desarrolló la denominada *música electrónica “pura”* [ 45 ] , entendida como *música generada exclusivamente por*

*técnicas de síntesis*. Más allá de la disponibilidad de medios de un espacio u otro, es importante aclarar que, al fin y al cabo, el equipamiento no determinó las diferentes corrientes estéticas a las que dieron lugar, ya que los mismos medios del estudio de Francia también estaban disponibles en Colonia. Que en Alemania no se haya creado música concreta fue sencillamente una decisión estética y no una condición tecnológica. Asimismo, en Colonia no se trabajó de manera exclusiva con técnicas de síntesis, como se evidencia en el repertorio de obras creadas en ese espacio, en el que muchas obras utilizan las técnicas de síntesis en simultáneo con instrumento/s o grabaciones de sonidos generados por otros medios.

En términos generales, muchos autores (entre ellos Smith Brindle [ 45 ] ) señalan que la música electroacústica tuvo un desarrollo lento, principalmente porque en los primeros años pocos compositores tenía acceso a un estudio de trabajo. A este planteo también se suma el hecho de que la tecnología en sí misma fue evolucionando de manera exponencial hasta la actualidad. Hoy en día la computadora está presente en el estudio personal de todo músico, académico o popular, experto o principiante.

En el recorrido por la historia de la música generada con medios electroacústicos es llamativo que resulte tan ajeno para esta música ser pensada como un arte interpretativo, aún inclusive cuando fue ese el modo en que se manifestó en las primeras experiencias y antes de la aparición de esos dos importantes estudios. Una de las experiencias más tempranas que registran ese interés es la obra *Imaginary Landscape No. 1*, de John Cage del año 1939 [ 4 ] . Su partitura propone a cuatro instrumentistas que deben interactuar con medios electroacústicos. Asimismo, el compositor presenta gran variedad de obras para ser interpretadas con medios electroacústicos, como la serie llamada *Variaciones ( Variations )* publicadas entre la década de 1950 y 1960, además de la obra *HPSCHD* creada en conjunto con Lejaren Hiller en 1969 y otras tantas más. En el caso de su obra *Fontana Mix* (Cage, 1958), se encuentra otro claro ejemplo de experiencias que pretendían sostener en vigencia el aporte del intérprete en aquel período inicial de la incorporación de los medios electroacústicos en la creación musical. Según la descripción de Richard Maxfield [ 31 ] para la interpretación de esta pieza, *John Cage ofrece cuatro cintas (a los performers) para ser reproducidas en cuatro máquinas simultáneamente. Él sugiere a los intérpretes que durante la reproducción de esas cintas,*

*se pueden alterar libremente: la velocidad de lectura, el nivel de intensidad y los controles de tono. Asimismo, la reproducción pueden ser detenidas y activadas entre cada objeto sonoro. (...) Si los performers en escena utilizan las máquinas alterando los detalles estructurales según las instrucciones del compositor, entonces tendremos una forma híbrida.* En este contexto, utiliza el término “híbrida” ya que la obra es en parte acusmática, pero al ser alterada durante su reproducción, también es performática e interpretativa.

Durante aquellas primeras décadas, existían limitaciones para realizar algunos trabajos en vivo (o *en tiempo real*), pero aún mayores eran las limitaciones para trasladar esa práctica al escenario. Estas restricciones dieron lugar al nacimiento de un nuevo modo de concebir la creación musical sin la instancia performática, y surgieron así las denominaciones de *música acusmática* y *tape music*. En el texto *Some Random Remarks About Electronic Music* [ 44 ], escrito por el compositor Otto Luening en 1964, se puede encontrar un detallado relevamiento de los primeros instrumentos electroacústicos pensados en términos tradicionales en vez que como equipamiento de estudio. En 1957, luego de la aparición de aquellos primeros instrumentos electroacústicos, Herbert Eimert, quien trabajaba en el estudio de Colonia, opinaba [ 14 ] :

*“He aquí un error de concepto muy común: la idea de que uno puede hacer música electrónica de manera tradicional. Por supuesto que uno 'puede', aunque de este modo los conciertos de instrumentos electrónicos siempre permanecerán como un sustituto sintético. El hecho de que prácticamente no se haya escrito música que pueda ser considerada seriamente para conciertos de instrumentos electrónicos, se debe precisamente al hecho de que tanto su uso con solistas o ensambles no logra trascender las viejas concepciones de la performance. Nuevas formas de generar sonido determinan nuevas ideas compositivas, estas solo deben ser derivadas del sonido en sí mismo.”*

En el contexto de su artículo, Eimert hacía hincapié en que la música electrónica no era para ser tocada en vivo, no era *performática*. Sino que, como se señaló en el párrafo anterior, mientras que el modo de crear música tradicionalmente sí era *performático*, las nuevas herramientas generaban un nuevo modo de abordar la creación musical. En su artículo, Eimert profundiza las limitaciones de la época para concebir la posibilidad de

realizar obras electroacústicas *performáticas*, condicionada por la gran cantidad de parámetros involucrados en la generación de sonido. Él decía, que

*“la música electrónica existe sólo en cinta (o en disco) y sólo puede ser transformada en sonido a través de un sistema de parlantes. El hecho de que la música electrónica no puede ser ejecutada mediante instrumentos, se debe a que la cantidad de elementos sonoros individuales es tan grande que cualquier intento de encontrar medios de realización instrumental está condenada al fracaso.”*

Como ejemplo de la cantidad de los parámetros a los que se refería Eimert por aquél entonces, en el libro *Stockhausen on Music* [ 28 ] se pueden encontrar detalles de cómo eran realizadas aquellas primeras obras electroacústicas, y hasta con el detalle de la gran cantidad de tiempo que se requería para crearlas (algunas requerían meses). Se documenta allí también cómo se alcanzaban los sonidos generados, gracias al trabajo simultáneo y coordinado de varias personas, cada uno manejando una perilla diferente al mismo tiempo, tan solo para poder obtener un único sonido. Más allá del nivel de complejidad involucrado en la creación, el público, críticos y otros compositores menospreciaban o atacaban esta modalidad de trabajo, frente a lo que Stockhausen argumentaba:

*“Había muchos reclamos por parte de los 'diletantes' por el elemento de la producción musical espontánea que consideraban perdido en la música electrónica, estos caballeros olvidan convenientemente que mucho de lo que es importante en la literatura musical, desde Bach hasta Schoenberg, permanecerá siempre ajeno a los alcances de su producción musical espontánea.”*

De ese modo, se proponía una analogía entre la creación de música en soporte fijo como el equivalente contemporáneo a escribir una partitura (salvando las grandes diferencias expuestas en el presente trabajo). Esta nueva forma de arte *no-performático* fue abordada por muchos con gran entusiasmo, como deja en evidencia el testimonio de Edgard Varese [ 51 ] :

*“trataré de explicarle brevemente como una máquina puede hacer lo que no logra realizar una orquesta con instrumentos de tracción a sangre: Cualquier cosa que yo escriba, cualquiera sea mi mensaje, el mismo llegará al oyente sin ser*

*adulterado por “la interpretación”. La cosa funciona más o menos así: Luego de que un compositor ha plasmado su partitura en un papel, a partir de un nuevo sistema de notación gráfica, él podrá transferir esa partitura directamente a la máquina electrónica, con la colaboración de un ingeniero de sonido. Luego de eso, cualquiera podrá presionar un botón para ejecutar la música exactamente del modo en que el compositor la escribió, de la misma manera que cuando se abre un libro.”*

Otro testimonio destacado es el de Richard Maxfield, quien también valoraban la nueva y posible independencia del intérprete [ 30 ] :

*“el compositor tiene la posibilidad de producir la propia ejecución de su música, sin depender de nadie más para su interpretación ni ejecución.” “Los artistas no publican indicaciones para pintar sus cuadros, ni para esculpir sus esculturas”*

Y hasta John Cage, en su famoso texto *Credo* [ 6 ] , destacaba que *para los compositores, ahora es posible hacer música directamente, sin la asistencia de intérpretes intermediarios*. Todas estas observaciones coinciden en algún punto con la opinión de Aaron Copland, compositor contemporáneo a esa primera etapa de la música electroacústica pero con intereses estéticos alejados de los nuevos medios. Sin embargo reflexionaba también sobre la relación entre el intérprete y el compositor y señalaba [ 9 ] que:

*“En la época de Beethoven, estas dos funciones (creación e interpretación) eran usualmente realizadas por una única persona. El compositor era su propio intérprete o, como frecuentemente sucedía, los intérpretes escribían música para sus propios instrumentos. Pero como es sabido, es común encontrar esas funciones de manera separada hoy en día. Y es el compositor quien ocupa el lugar de alguien que perdió su facultad de hablar, relegando sus pensamientos por escrito a una audiencia que no sabe leer ”.*

Claramente, Copland, reparaba sobre la mediación entre el compositor y la audiencia señalando el antecedente lejano de un período en el que el intérprete era personalizado por la misma figura del compositor. Justamente, esa misma comunión recuperaron varios compositores a través de los medios electroacústicos. Otro compositor que no se vinculó



con los nuevos medios, pero que también recordaba el doble papel intérprete-compositor de Beethoven, fue Morton Feldman [ 17 ] . De manera elegante, Feldman asociaba esa dualidad al vanguardista Edgard Varese:

*“Es interesante el hecho de que los compositores del pasado también son usualmente recordados como intérpretes legendarios. Quizá haya sido esto lo que le otorgó un cierto halo de realidad, físico, a la música que componían. Las osadas aventuras armónicas emprendidas por Beethoven en algunas de sus sonatas tardías contienen la presencia de sus dedos y de su oído. Lo mismo puede decirse de algunos pasajes de Chopin, List, Scriabin, Debussy. Varese fue uno de esos legendarios intérpretes. Su instrumento era la sonoridad.”*

Dejando de lado estas reflexiones y a pesar del entusiasmo generado a partir de las novedosas herramientas de aquellos años, pocos fueron los compositores que se abocaron de manera exclusiva a la producción de la música acusmática. En cambio, la gran mayoría abordaron los medios sin abandonar la producción de obras interpretativas o performáticas y en muchos casos articularon ambos campos con obras que involucran tanto los instrumentos acústicos como los electroacústicos o simplemente para instrumentos acústicos y *electrónica* en soporte fijo. Para abordar de manera específica las diferentes maneras en que se han articulado la interpretación y los medios electroacústicos, en 1997 Charles Dodge y Thomas A. Jersey [ 13 ] propusieron diferentes categorías organizadas en función a las herramientas utilizadas. Lamentablemente este campo de la creación musical confronta una considerable dependencia tecnológica por lo que si las categorías como las que plantean esos autores son establecidas a partir de características que no se basan en aspectos estéticos y dependen exclusivamente de lo tecnológico, el análisis pasa a ser obsoleto en cuanto la tecnología progresa. Se advierte que si bien las categorías planteadas en estos términos pueden perder vigencia a largo plazo, al mismo tiempo resultan de utilidad para el análisis al momento que se las propone. Tomando como punto de partida una de esas categorías se pueden encontrar ejemplos de obras como *City Life* [ 38 ] , de Steve Reich (1995). Esta pieza se corresponde con la categoría que ellos proponen como *piano style keyboard* por controlar mediante un teclado temperado la reproducción de grabaciones de sonidos urbanos de la ciudad de Nueva York. Así el compositor logra poner en acción conjunta a

instrumentos musicales tradicionales y sonidos concretos, con la posibilidad de una interpretación en vivo y sin el empleo de grabaciones en citas con sincronismos rigurosos. Aquí se ejemplifica solo esa categoría, ya que la manera de abordar los medios electroacústicos en esa obra particular es comúnmente llamada como *medios mixtos*, al ser una pieza en la que coexisten instrumentos acústicos y electroacústicos, independientemente de cómo sean controlados estos últimos. A fines operativos no se profundiza el resto de las categorías propuestas por Dodge y Jersey, y se invita al lector con intereses en ese período histórico a consultar la bibliografía referida.

Por otro lado, y comparando la mencionada obra de Reich para *medios mixtos*, se pone en contraste el enfoque de otra obra performática, también de la década de 1990, pero creada solo para medios electroacústicos (sin instrumentos acústicos tradicionales). Para la obra *Pacific Rimbombo* de 1992 [ 1 ] , el compositor Jon Appleton no utilizaba un teclado tradicional sino un instrumento completamente diferente y novedosos para la época, el *Radio-Baton*. Según el manual de usuario del dispositivo<sup>15</sup> desarrollado por Max Mathews, *El Radio-Baton es un controlador para la performance musical. Consiste de dos bastones, una placa-antena-receptora y una caja de electrónica. El dispositivo rastrea el movimiento de los dos bastones mientras son desplazados en el espacio tridimensional por un ejecutante.* En este caso, la pieza es el resultado de la puesta a prueba de ese desarrollo tecnológico, en vez de una obra originada en una búsqueda estética, o artística, genuina. Inclusive el compositor asume ese lugar cuando indicaba que la pieza la compuso de manera tal que pueda ser fácil de ejecutar con el *Radio-Baton* y que al mismo tiempo sea atractiva para la audiencia no familiarizada con la música generada por computadora<sup>16</sup>. Referente al desarrollo de equipamiento tecnológico para la música, Stockhausen decía [ 46 ] que era la nueva música la que necesitaba de nuevos instrumentos. Desde el lugar del artista, no es la música la que debe ofrecer a la tecnología un medio para crear, sino lo contrario. Quizás en esa opinión radica la intrascendencia de *Pacific Rimbombo*, que es recordada como aquella obra para el

---

15 El dispositivo era fabricado por la empresa MARMAX, ubicada en San Francisco, California, EE. UU. El manual de usuario data del 12 de diciembre del año 2000.

16 Testimonio extraído del website del “Instituto Internacional de Música Electroacústica de Bourges”. Enlace: [http://www.imeb.net/IMEB\\_v2/?option=com\\_content&task=view&id=842&Itemid=231](http://www.imeb.net/IMEB_v2/?option=com_content&task=view&id=842&Itemid=231) (último acceso: marzo, 2013).

*Radio-Baton*, y citada sólo por poner un ejemplo de la gran cantidad de obras abordadas desde ese orden de prioridades invertidas, según denunciaba Stockhausen.

Relacionada a la idea de interpretación en la música electroacústica, es interesante la mirada de Pierre Henry, quien decía<sup>17</sup> que *desde chico su cabeza estaba llena con sonidos nuevos, sonidos ruidosos, sonidos que no podían ser interpretados, esa era la particularidad de "la música concreta", no nace de la interpretación ni de la ejecución de música en vivo ( "performance"), nace en la imaginación*. Un punto interesante de esta cita es cuando Henry señala que estos sonidos *"no pueden ser interpretados"*. Para esto es importante diferenciar los dos niveles propuestos de incidencia del intérprete. La *interpretación imposible*, a la pareciera aludir Henry, debería ser la *microformal* de cada sonido, para la que la música concreta toma sonidos generados por fuentes acústicas y no son generados por intérpretes o instrumentistas durante la *performance*. Mientras que, la interpretación *macroformal*, es posible e inclusive habitual en la música concreta. Resulta comprensible que durante algún tiempo las herramientas tecnológicas hayan dificultado la instancia interpretativa con los nuevos materiales musicales, sin embargo, como se señaló previamente esa limitación reside en las decisiones de los compositores y no en los materiales ni en las herramientas en sí mismas. Si bien hoy en día las posibilidades de acción son mayores que en los inicios, desde ese entonces existe la posibilidad de operar interpretativamente con nuevos materiales sonoros. De hecho, desde los tempranos conciertos de *Música Concreta* ha existido una instancia de ejecución en escena en la que un músico o inclusive el mismo compositor de la obra, operan sobre la espacialización de sonido. Para esta modalidad no hay una denominación o etiqueta particular, a veces referida como *espacialización en vivo (Live Spatialization)* de música concreta o acusmática, entre otras tantas variantes. El mismo Pierre Henry estuvo encargado de operar sobre la espacialización en *tiempo real* de esos primeros conciertos y mediante su llamado *potenciómetro espacial ( space potentiometer )* [ 42 ] . Henry continuó realizando esa practica escénica durante décadas<sup>18</sup>, y ha operado en la estructura *macroformal* de las obras por más de no estar necesariamente vinculada a la

---

17 Palabras extraídas del documental Lee, I. (directora) *Modulations - Cinema for the Ear*. EE.UU. Caipirinha Productions. 1998.

18 Como puede verse en el documental: Darmon, E. y Mallet, F. (directores) *Pierre Henry -The Art of Sounds*. Francia. Juxtapositions. 2007.

interpretación de una partitura. En todo caso, para la estricta definición de interpretación que aquí se propone, la ausencia del objeto de interpretación (la partitura) no es una limitación de la música concreta en sí, sino una decisión personal de cada compositor.

## 6.5 *Live Electronics y Laptop Music.*

Es probable que las posibilidades técnicas del estudio de grabación hayan conducido a la mayoría de los compositores electroacústicos a inclinarse por el trabajo *acusmático* en estudio. Al mismo tiempo, la ambición artística de otros superó esa barrera y han llevado los medios electroacústicos al escenario desde el preámbulo mismo de su historia. Como se señaló previamente, John Cage comenzó con aquella obra del año 1939 con las primeras experiencias que proponían los medios electroacústicos en el escenario. Esa búsqueda la continuó por años en compañía de David Tudor, hasta el punto que Tudor pasó de ser uno de los más destacados pianistas contemporáneos a dedicarse a la creación de obras de la corriente denominada *Live Electronics*. Como evidencia del entusiasmo escénico de ambos músicos, y en relación al trabajo que realizaban juntos, Alvin Lucier decía<sup>19</sup> que *ellos (Cage y Tudor) iban al MIT (Massachusetts Institute of Technology) para realizar conciertos con cualquier equipamiento que hubiese. En aquel entonces ellos no tenían equipos, los pedían prestados. Tenían un par de tocadiscos, pidieron prestados algunos discos e hicieron la obra Variations. Lo hicieron todo ellos solos, con malos equipos, con cualquier cosa que pudieran encontrar.*

Desde otro enfoque estético y años después de aquellas corrientes predominantes en los inicios de la música electroacústica ( la de los estudios de Colonia y París), el centro STEIM<sup>20</sup> comenzó a trabajar en la música electrónica para ser interpretada en vivo desde su fundación en 1969. Ellos en Europa y David Tudor en América son considerados los grandes referentes de la corriente *Live Electronics* ( *Electrónica en Vivo* ), la que se entiende como música creada por medios electrónicos y concebida para ser ejecutada *en vivo*. La bibliografía especializada suele señalar a *Variations VII* [ 7 ] de John Cage como

---

19 Extraído de Lucier, A. *Ostrava Days 2003 – Alvin Lucier Lecture* (13 de Agosto de 2003). Disponible en línea, enlace: [http://ocnmh.cz/days2003\\_lectures\\_lucier.htm](http://ocnmh.cz/days2003_lectures_lucier.htm) (último acceso, marzo 2013).

20 <http://www.steim.org/> (último acceso: diciembre, 2016).

una de las primeras obras dentro de esta categoría. Lo interesante de esta pieza según las propias palabras de compositor<sup>21</sup>, era que no usaban sonidos grabados. Empleaban solo sonidos que estaban “en el aire”, utilizando radios, micrófonos de contacto sobre ventiladores, teléfonos (transmitiendo sonidos tomados desde diferentes puntos de la ciudad de Nueva York en el mismo momento de la función) y ondas cerebrales entre otras tantas cosas. Como se puede apreciar en esta obra, los sonidos no eran generados exclusivamente por fuentes electrónicas y ninguno de ellos había sido grabado previamente a la instancia performática. Asimismo, dentro de esta corriente *Live Electronics*, algunas obras presentan materiales generados por medios acústicos, aunque también es muy habitual que estos sean intervenidos por procesadores electroacústicos. Se recuerda que, en los casos en lo que las fuentes acústicas quedan expuestas de la manera en que son originadas y coinciden en una misma pieza con otros generados (o alterados) por medios electroacústicos, se suele hablar de *obras para medios mixtos*. Al mismo tiempo, más allá del caso particular de la obra citada de Cage, tampoco es condición para la *Live Electronics* que todos los sonidos generados durante la interpretación sean producidos durante la *performance*. Es habitual también que estas obras incluyan sonidos grabados, sobre los que sí existe algún nivel de intervención en vivo por parte del intérprete. Para la realización de esta obra modelo, Cage trabajó junto a David Tudor, como en otras tantas oportunidades. El hecho de que Tudor haya sido uno de los grandes intérpretes del piano contemporáneo del Siglo XX es un antecedente que seguramente influyó en su interés por la *interpretación* en la música electrónica luego de haberse involucrado con estos medios. Quienes también los acompañaron en sus experiencias con medios electroacústicos fueron Gordon Mumma y otros miembros de la *Sonic Arts Union*<sup>22</sup>. De manera similar a como sucede en el centro europeo STEIM, sus búsquedas ahondaban en el equipamiento que empleaban en las obras, para las que muchas veces debían desarrollar nuevos dispositivos o sistemas. La diferencia entre sus modalidades de trabajo, quizás tenga vínculo con aquella observación de prioridades a la que hacía referencia Stockhausen<sup>23</sup>, ya que desde el lado americano es evidente que el interés estuvo en la creación de música electroacústica para ser ejecutada en vivo por lo

---

21 Testimonio extraído del DVD: Cage, J. *Variations VII*. EE.UU. Arpixon. 2008.

22 Sonic Arts Union (1966 y 1976), ensamble integrado por Robert Ashley, David Behrman, Alvin Lucier y Gordon Mumma.

23 Ver sección: 6.4. *La Interpretación en la Música Electroacústica*.

que los desarrollos tecnológicos surgieron de una necesidad musical, mientras que en el centro STEIM quizás algunos desarrollos tecnológicos fueron un objetivo en sí mismos.

Otros grupos europeos que trabajaron en la corriente *Live Electronics* fueron *The Gentle Fire*<sup>24</sup> (1968-1976) e *Intermodulation*<sup>25</sup> (1969-1976). Ambos conjuntos ingleses participaron de la grabación de obra *Sternklang* de Stockhausen en 1971. Cabe destacar que en pocas veces durante el Siglo XX, los ensambles tuvieron interés en trabajar exclusivamente con medios electroacústicos, y la mayoría de las veces realizaron propuestas de música con medios mixtos. Quizás David Tudor haya sido uno de los pocos músicos reconocidos que se orientaron radicalmente al trabajo exclusivo con medios electroacústicos durante aquellos primeros años de la corriente *Live Electronics*. Algunos ejemplos de obras dentro de esta categoría son *Cartridge Music* (1960) de John Cage, *Applebox Double* (1965) de David Tudor y Pauline Oliveros, *Horn* (1965) de Gordon Mumma, *Runthrough* (1968) de David Behrman, y *Neural Synthesis* (1995) de David Tudor.

Tudor, Mumma, otros tantos americanos y el centro STEIM, se dedicaron con especial interés en el desarrollo de hardware específico para cada obra. La gran mayoría de esas invenciones se basaban en equipamiento artesanal (*handmade*, hecho a mano). De esta manera las obras proponen un resultado híbrido formado por la obra musical y el dispositivo tecnológico para llevarla a cabo, ambas partes compuesta por el mismo artista de manera integral. Esa particularidad generó un vínculo de la corriente *Live Electronics* con la llamada *Circuit Bending*. Esta última se define como el *arte electrónico que implementa la corto-circuitería creativa aplicada al audio*<sup>26</sup>. El *Circuit Bending* propone un acceso a la música desde la intervención de circuitos electrónicos, en su mayoría de juguetes baratos. Es cierto que varios de los compositores americanos han empleado esa técnica, de intervención de equipamiento comercial dentro de la corriente *Live Electronics*, pero a diferencia del *Circuit Bending*, los primeros lo hacen desde la pericia y el conocimiento de la tecnología y en miras de complacer una necesidad sonora o compositiva específica. El *Circuit Bending*, en cambio valora la ingenuidad como parte del

---

24 Ensamble integrado por R. Bernas, H. Davies, P. Harrex, G. Hearn, S. Jones, R. Orton y M. Robinson. [ 29 ] .

25 Integrado por T. Souster, P. Britton, R. Thompson y R. Smalley.

26 Definición extraída del web site de Reed Ghazala, <http://www.anti-theory.com/> (último acceso: 2011).

encanto de la práctica. El músico referente de esta corriente, Reed Ghazala, propone que *cualquiera puede hacer una obra de Circuit Bending, sin siquiera tener conocimientos previos de electrónica. La técnica es, sin lugar a dudas, el proceso más fácil que existe para el diseño de electrónica aplicada al audio*<sup>27</sup>. Esta propuesta de obrar sin conocimientos es algo similar a ingresar en un laberinto con los ojos cerrados, lo que puede llegar a ser una práctica lúdica muy divertida de realizar siendo uno mismo el protagonista; pero observar como alguien se divierte jugando con sonidos generados por casualidad puede ser de cuestionable belleza estética. En todo caso, quizás sería materia para ser evaluada como una creación de campo del arte sonoro, en vez del musical, más allá que su definición (la del arte sonoro) atravesase una constante discusión (ver [ 23 ] y [ 24 ] ) . Ya que, en el *Circuit Bending* lo estructural de la creación es lo conceptual del proceso de intervención de los juguetes y no necesariamente la composición sonora-temporal, inclusive llegando a casos donde la elección de un objeto a intervenir prioriza su forma y sus colores por sobre sus posibilidades sonoras. Por poner solo un ejemplo, en la obra de Ghazala titulada *Requiem for a radio* [ 18 ] los sonidos son generados por el metódico desarme de una radio portátil. Esta obra ofrece un trabajo conceptual vinculado con la generación de sonido, propio del las obras de arte sonoro .

Por otro parte, retomando el trabajo de John Cage, en entrevistas realizadas<sup>28</sup> a los técnicos y músicos que participaron del estreno de *Variations VII*, se destaca la referencia al hecho de que por aquellos años surgía como novedad tecnológica el transistor. Una de las principales ventajas que brindó ese componente fue la significativa disminución del tamaño físico de los dispositivos eléctricos y por consecuente la posibilidad de portabilidad. Esto ofreció un gran beneficio a los músicos electroacústicos, ya que gracias al transistor los estudios comenzaron a estar más cerca del escenario. Sin embargo, el gran cambio apareció recién varias décadas después, y con una reducción aún mayor del equipamiento, gracias al desarrollo de las computadoras portátiles o *Laptops*. Su utilización en la ejecución de música electroacústica en vivo ha ampliado o expandido el trabajo de la *Live Electronics*. Como prueba de esto, las palabras [ 21 ] de entusiasmo por parte de David Behrman en referencia a la recreación<sup>29</sup> por software del sistema construido para su obra *Runthrough* (1968):

---

27 Según publica en su sitio web personal: <http://www.anti-theory.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

28 Testimonio extraído del DVD: Cage, J. *Variations VII*. EE.UU. Artpix. 2008.

“Acabo de revivir la música para sintetizadores hogareños con “alturas auto-corregidas”<sup>30</sup> en una PowerBook corriendo Max/MSP. De algún modo parece lo mismo pero es muy fácil de hacer. Quiero decir, no es exactamente lo mismo, ahora se pueden hacer un millón de otras cosas más que no se podían hacer en aquellos días”.

La diferencia entre las categorías *Live Electronics* y *Laptop Music* reside básicamente en las herramientas empleadas para realizar un mismo resultado musical, música creada *en vivo* por medios electroacústicos y sin instrumentos acústicos en escena. En un caso con herramientas no necesariamente digitales y en el otro por medio de computadoras portátiles. Claro está que se podrían emplear ambos recursos indiscriminadamente, pero no por eso ha surgido una denominación específica para ese modalidad, que podría ser contenida dentro de la *Live Electronics*, de hecho, la *Laptop Music* podría ser considerada una especialización dentro de la primera. Esta especialización se origina de la mano de la denominada *Era de las Laptops*. Entendiendo a esta *era* como el período en vigencia, iniciado durante el año 1995 con la simultaneidad del lanzamiento del sistema operativo *Microsoft Windows 95* y el potencial alcanzado en computadoras portátiles (equivalente a las de escritorio) que dio origen a su uso masivo. Esta popularidad se evidenció cuando las ventas de computadoras portátiles superaron a las de escritorio en el año 2008<sup>31</sup>. La vigencia de esta *era* es cuestionada en la actualidad frente al creciente uso de los denominados *dispositivos móviles*. Sin embargo estos últimos aún solo satisfacen las necesidades de cierto perfil de usuario, a raíz de que su potencial de procesamiento no equipara a las computadoras de escritorio ni portátiles.

Durante los inicios de la *Laptop Music*, a fines de la década de 1990, dos músicos que se destacaron fueron Carsten Nicolai (alias *Alva Noto*), alemán, nacido en 1965 y Akita Masami (alias *Merzbow*) japonés nacido en 1953. Luego del impacto de esas influyentes experiencias que proponían al compositor sólo en escena ejecutando su música con su *Laptop*, surgió un especial interés en la comunidad de músicos

---

29 Realizada por Mark Trayle del Instituto de Artes de California (California Institute of Arts), para el entorno de programación *MaxMsp*.

30 “Sliding Pitches” es el modo de cambiar de alturas por medio de un algoritmo de afinación.

31 Fuente: iSuppli Corp, en el periódico *The Wall Street Journal*, 24 de abril de 2009. EE. UU.



electroacústicos de llevar la *Laptop* al escenario pero de manera conjunta, dando origen a las denominadas *Orquestas de Laptops* ( *Laptop Orchestras*).

Mientras que Sergi Jordà señala [ 25 ] que los *instrumentos fueron creados para ser ejecutados por un solo individuo (a pesar de las opciones que brinda el piano o la batería)*, los sistemas de computadoras permiten interconectar unidades de manera sencilla, por lo que pensar un instrumento colectivo es algo habitual y de fácil acceso. La experiencia del ensamble *The Hub* es un gran antecedente de trabajo colectivo con computadoras en red. Este grupo nació a mediados de la década del 1980 a partir de la experiencia previa de John Bischoff y Tim Perkis en el grupo *League of Automatic Music Composers*<sup>32</sup>. Ellos, junto a Chris Brown, Mark Trayle, Scot Gresham-Lancaster y Phil Sonte formaron *The Hub*, ensamble con el que trabajaron por mas de veinte años, ofreciendo música electroacústica *en vivo* mediante el uso de computadoras y sistemas de transmisión de datos por red entre los músicos en escena. Esta experiencia presenta un fuerte antecedente para la *Laptop music* y en particular para las *Orquestas de Laptops*. Entre estas orquestas, la más popular ha sido *PLORK, Princeton Laptop Orchestra*, creada en la Universidad de Princeton. Una de las obras en las que han empleado la conectividad en red es *On the Floor* de Scott Smallwoods compuesta con los sonidos de los juegos de casino. A diferencia de las experiencias de *The Hub*, el sistema de amplificación que emplean varias *Orquestas de Laptops* es individual<sup>33</sup>. En el caso de *PLORK*, la computadora de cada músico tiene un terminal llamado *Hemisphere*, que consta de 5 parlantes dispuestos en un semicírculo para emitir sonidos de manera omnidireccional (laterales, frente, detrás y arriba). El objetivo propuesto por ellos es imitar la radiación sonora de los instrumentos acústicos. Esa inspiración en la orquesta tradicional también influencia el planteo de distribución espacial escenográfica. En cuanto al resto del equipamiento que estas orquestas sta utilizan, suelen encontrarse diferentes tipos de controladores MIDI, y sistemas de sensores varios (de velocidad, flexibilidad, temperatura, distancia, y luminosidad entre otros tantos). Reconocidos músicos han

---

32 Oriundo de la ciudad de San Francisco, E.E. U.U., este grupo existió desde 1978 hasta 1983. Integrado por J. Bischoff, J. Horton, T.Perkis, D. Behrman, P. DeMarinis y R.Gold.

33 Como antecedente de amplificación individual se puede citar al grupo Británico de medios mixtos *Intermodulation* (creado en 1969). En él, cada instrumentista controlaba su propio nivel de amplificación como en un grupo de cámara [ 36 ] .

trabajado con *PLORK*, entre ellos Pauline Oliveros y Paul Lansky. Dependiendo de cada obra y de cada orquesta, además del equipamiento, suele estar presente o no la figura tradicional del director de orquesta. Solo por nombrar otras de las tantas orquestas, se menciona a *Laptork* (Argentina), *Stanford Laptop Orchestra* (EE.UU.), *Carnegie Mellon's Laptop Orchestra* (EE.UU.), *Milwaukee Laptop Orchestra* (EE.UU.), *Worldscape Laptop Orchestra* (Inglaterra), *Oslo Laptop Orchestra* (Noruega) y *Moscow Laptop Cyber Orchestra* (Rusia).

## 6.6 El Estímulo Visual y lo Escénico en la Música Electroacústica.

En la música generada por medios electroacústicos, siempre ha existido reparo en aspectos estéticos más allá de lo estrictamente sonoro. Basta con atender a la anécdota de Clara Rockmore, instrumentista destacada de los primeros años electroacústicos, respecto del por qué se acercó al Theremin. Ella solía decir<sup>34</sup> que le fascinó la estética del instrumento, su aspecto lo visual, además del hecho que se ejecutaba sin necesidad de tocarlo. En el otro extremo de la historia de la música electroacústica, varias décadas después, el atractivo de lo visual de los instrumentos sigue teniendo importancia para algunos músicos. En una entrevista<sup>35</sup> realizada a Dan Trueman, quien forma parte de la orquesta de *laptops* de la Universidad de Princeton, él hace referencia a la belleza de los objetos que crean el sonido, la que según él, nos genera atracción. Esos atractivos, tanto el estético-visual como el performático que señala Rockmore, son dejados en un segundo plano en las creaciones que comenzaron a ser concebidas como *acusmáticas*, o sin instancia performática. Estas obras son creadas para ser difundidas mediante soportes físicos, en formato de disco (de vinilo, compactos, etc.); mediante sus equivalentes actuales de distribución en formato digital (descargas en línea, servicios de *streaming*, etc); o incluso para ser expuestas en audiciones públicas. Ese tipo de eventos públicos, también llamados *conciertos de parlantes*, tuvo sus primeras experiencias a mediados del Siglo XX con conciertos como el realizado en el Museo de Arte Moderno de Nueva York

---

34 Extraído del video documental *The World's Greatest Theremin Virtuosa*. 1998. publicado en el dvd *OHM+ (The early gurus of electronic music)*. EE. UU. Ellipsis Arts. 2006.

35 Publicada en línea: ZeroOne Projects (producción), título: *Plork: Princeton Laptop Orchestra*. Disponible en [www.01projects.com](http://www.01projects.com) (último acceso: marzo, 2013).

en 1952 cuando se estrenaron las obras *Fantasy in Space* y *Sonic Contours* de Otto Luening y Vladimir Ussachevsky respectivamente. Al mismo tiempo, y más allá del atractivo que ofrecieron como novedad durante sus inicios, estos conciertos han sabido ser criticados por el público general e inclusive muchos músicos aún siguen siendo reticentes a esta propuesta. Como por ejemplo Smith Brindle [ 45 ] , quien dijo que *“quizás sea simplemente que al público no le gusta aplaudir a un parlante y sin aplausos el concierto no existe. La audiencia necesita responder a una presencia viva”*. Por su parte, John Cage también ha evaluado esta clase de eventos frente a lo que decía [ 21 ] :

*“Yo estaba en un concierto de música electrónica en Colonia y noté que a pesar que era la más reciente música electrónica, la audiencia se quedaba dormida. No importaba cuan interesante era la música, la audiencia no podía estar despierta. Eso fue porque la música salía de parlantes. Antes, en 1958, nosotros (con mi programa Town Hall ) estábamos ensayando Williams Mix, una pieza que no es poco interesante, y llegó el afinador del piano para afinarlo. La atención de todos se desplazó de la Williams Mix al afinador del piano porque él era 'en vivo'”*.

Sin embargo, a pesar de esas observaciones, esta práctica aún conserva su vigencia en la actualidad. Inclusive se ha potenciado por el desarrollo de gran cantidad de salas de concierto diseñadas para sistemas de espacialización multicanal, en las que las obras acusmáticas encuentran un espacio de exploración de la cualidad espacial del sonido que no es tan accesible en salas convencionales, ni tan precisa y numerosa en sistemas hogareños. En estos espacios suelen realizarse gran cantidad de prestigiosos eventos internacionales demostrando el amplio interés de la comunidad de compositores. Entre ellos, se encuentran testimonios como el de Francis Dhomont, quien en 1995 señalaba con acierto [ 11 ] que la música puede ser un arte performático como también puede no serlo, la música no depende de esa instancia y puede existir tanto en un escenario como en un soporte físico. Partiendo de esa afirmación (y como se aclaró en *1.Delimitación del Objeto de Estudio.* ) el presente trabajo no profundiza en estos aspectos vinculados a la percepción visual; a la interacción con el público; y otros presentes en la interpretación escénica; más allá de los comentarios precedentes. A los efectos de limitar el objeto de estudio a las dimensiones adecuadas para esta investigación, las siguientes etapas se centralizan estrictamente en el aspecto musical-material de la praxis interpretativa, su

resultado sonoro. La que a su vez es independiente del lugar donde se realice una *performance*, sea en un escenario frente al público o en la soledad de un estudio de grabación.

## 7 Referencias.

- [ 1 ] Appleton, J. *Pacific Rimbombo*. 1992. en VV. AA. *CDCM Computer Music Series, Vol. 15*. EE. UU. Centaur Records. 1994.
- [ 2 ] Barthes, R. *The Grain of the Voice ( Le grain de la voix )*. en Barthes, R. *The Responsibility of Forms ( L'obvie et l'obtus)*. EE. UU. University of California Press. 1991.
- [ 3 ] Behrman, D. *Runthrough*. 1968. en Sonic Arts Union, *Electric Sound*. EE. UU. Mainstream Records. 1972.
- [ 4 ] Cage, J. *Imaginary Landscape No. 1*. Inglaterra. Edition Peters. 1939.
- [ 5 ] Cage, J. *Ritmo etc.*, Argentina. Interzona Editora. 2016.
- [ 6 ] Cage, J. *Silence: Lectures and Writings*. EE. UU. Wesleyan University Press. 1961.
- [ 7 ] Cage, J. *Variations VII*. Inglaterra. Edition Peters. 1967.
- [ 8 ] Cardew, C. *Treatise*. EE.UU. The Gallery Upstairs Press. 1967.
- [ 9 ] Copland, A. *The Creative Mind and the Interpretative Mind*. 1952.en [ 44 ] .
- [ 10 ] Cox, C. y Warner, D. *Audio Culture: Readings in Modern Music*. EE. UU. Continuum. 2004.
- [ 11 ] Dhomont, F. *Acousmatic Update*. en *Contact! Journal 8.2*, primavera 1995. Canadá. CEC, Comunidad Electroacústica Canadiense. 1995.
- [ 12 ] Dobrowolski, A. *Music for Magnetic Tape Nº1*. Polonia. Polskie Nagrania Muza - PWM musikverlag. 1964.
- [ 13 ] Dodge, C. y Jerse, T. A. *Computer Music: Synthesis, Composition, and Performance*. EE. UU. Schirmer. 1997.
- [ 14 ] Eimert, H. *What is Electronic Music ?*. en *Die Reihe vol 1*. Alemania. Theodore Presser Co – Universal Edition. 1957.
- [ 15 ] Feldman, M. *Intersection 2 (para piano)*. Inglaterra. Edition Peters. 1951.
- [ 16 ] Feldman, M. *Intersection 3 (para piano)*. Inglaterra. Edition Peters. 1953.

- [ 17 ] Feldman, M. *Predeterminado/Indeterminado*. 1965. en Feldman, M. *Pensamientos Verticales*. Argentina. Caja Negra Editora. 2012.
- [ 18 ] Ghazala, Q. R. *Requiem For A Radio*. EE. UU. Realization Recordings. 1995.
- [ 19 ] Goodman, N. *Languages of Art: An Approach to a Theory of Symbols*. EE.UU. Bobbs-Merrill Ed. 1968.
- [ 20 ] Hermerén, G. *The Full Voic'd Quire*. en [ 26 ] .
- [ 21 ] Holmes, T. *Electronic and Experimental Music: Technology, Music, and Culture*. Tercera edición. EE. UU. Routledge. 2008.
- [ 22 ] Howat, R. *What do we perform?*. en Rink, J. *The Practice of Performance – Studies in Musical Interpretation*. Inglaterra. Cambridge University Press, 1995.
- [ 23 ] Iturbide, M. R. *El Arte Sonoro. Hacia una nueva disciplina*. En línea. Revista Resonancias. 2004. <http://www.ccapitalia.net/reso/articulos/rocha/artesonoro.htm> (último acceso: diciembre, 2016).
- [ 24 ] Iturbide, M. R. *Que es el arte sonoro?*. Publicado en su sitio web personal, enlace directo: <http://www.artesonoro.net/artesonoroglobal/QueEsElArteSonoro.html> (último acceso: diciembre, 2016).
- [ 25 ] Jordà, S. *Improvising with Computers: A Personal Survey (1989-2001)*. en *Journal of New Music Research*, volume 31, Issue 1. Inglaterra. Routledge. 2002.
- [ 26 ] Krausz, M. (editor). *The Intepretation of Music – Philosophical Essays*. Inglaterra. Clarendon, Oxford University Press. 1993.
- [ 27 ] Lucier, A. *Reflections – Interviews Scores Writings 1965-1994*. Alemania. MusixTexte. 2005.
- [ 28 ] Maconie, R. *Stockhausen on Music*. Inglaterra. Marion Boyers Inc. 1989.
- [ 29 ] Manning, P. *Electronic and Computer Music*. Inglaterra. Oxford University Press. 2004.
- [ 30 ] Maxfield, R. *Composers, Performance and Publication*. 1963. en [ 44 ] .
- [ 31 ] Maxfield, R. *Music, Electronic and Performed*. 1963. en [ 44 ] .

- [ 32 ] Merleau-Ponty, M. *Phenomenology of Perception*. EE. UU. Routledge. 1962.
- [ 33 ] Merleau-Ponty, M. *The World of Perception*. EE. UU. Routledge. 2008.
- [ 34 ] Noë, A. *What Would Disembodied Music Even Be ?*. en Peters,D. , Eckel, G. y Dorschel, A. (editores). *Bodily Expression in Electronic Music – Perspectives on Reclaiming Performativty*. Inglaterra. Routledge. 2012.
- [ 35 ] Nyman, M. *Towards (a Definition of) Experimental Music*. En [ 10 ] .
- [ 36 ] Pasoulas, A. *An overview of Score and Performance in Electroacoustic Music*. En *eContact! Journal* núm. 10.4. Canadá. CEC, Comunidad Electroacústica Canadiense. 2008.
- [ 37 ] Peters, D. , Eckel, G. y Dorschel, A. (editores). *Bodily Expression in Electronic Music – Perspectives on Reclaiming Performativty*. EE. UU. Routledge. 2012.
- [ 38 ] Reich, S. *City Life*. Inglaterra. Boosey & Hawkes. 1995.
- [ 39 ] Riley, T. In C ( para gran ensamble de siete o más instrumentistas). EE.UU. Associated Music Publishers Inc. 1964.
- [ 40 ] Rink, J. (editor). *La interpretación Musical*. España. Alianza Editorial. 2006.
- [ 41 ] Rink, J. *Análisis y (¿o?) interpretación*. en [ 40 ] .
- [ 42 ] Roads, C. *Composing Electronic Music: A New Aesthetic*. Inglaterra. Oxford University Press. 2015.
- [ 43 ] Sauer, T. *Notations 21*. EE. UU. Mark Batty Publisher. 2009.
- [ 44 ] Schwartz, E. y Childs, B. (editores) *Contemporary Composers on Contemporary Music*. EE. UU. Holt, Rinehart and Winston Inc. 1967.
- [ 45 ] Smith Brindle, R. *The New Music - The Avant-garde since 1945*. Inglaterra. Oxford University Press. 1987.
- [ 46 ] Stockhausen, K. *Electronic and instrumental Music*. 1958. en [ 10 ] .
- [ 47 ] Stockhausen, K. *Four criteria of Electronic Music*. 1971. en [ 28 ] .
- [ 48 ] Stockhausen, K. *Klavierstück XI (Piano PieceXI)*. Austria. Universal Edition. 1956.

- [ 49 ] Stockhausen, K. *Studie II / Study II ( Electronic Music)*. Alemania. Stockhausen-Verlag Edition Scores. 1954.
- [ 50 ] Trueman, D. *Why a laptop orchestra?*. en *Organised Sound* N.º 12(2). Inglaterra. Cambridge University Press. 2007.
- [ 51 ] Varese, E. *The Liberation of Sound*. 1936. en [ 44 ] .
- [ 52 ] Voegelin, S. *Listening to Noise and Silence: Towards a Philosophy of Sound Art*. EE.UU. Continuum International Publishing Group. 2010.
- [ 53 ] Walls, P. *La interpretación histórica y el intérprete moderno*. en [ 40 ] .



# CAPÍTULO 2 : DESARROLLOS TECNOLÓGICOS.

## ÍNDICE DEL CAPÍTULO.

<b>1 - Estado del Arte de las Tecnologías.</b>	<b>47</b>
1.1 - Técnicas de Síntesis.	47
1.2 - Lenguajes de Programación.	52
1.3 - Interfaces Humano-Maquina.	53
1.4 - La Síntesis en la Creación de Obras.	60
<b>2 - Creación de Aplicaciones Informáticas.</b>	<b>62</b>
2.1 - GEMATS: Visualización De Archivos ATS En Tiempo Real.	64
2.2 - Resbank~: Banco de Filtros Resonadores.	66
2.3 - Matrices Combinatorias y Texturas Granulares.	69
2.4 - my_Grainer~: Unidad de Síntesis Granular.	71
<b>3 - Referencias.</b>	<b>76</b>



# 1 Estado del Arte de las Tecnologías.

## 1.1 Técnicas de Síntesis.

Para explicar el concepto de síntesis en el campo de la música se puede partir de la definición de la palabra que ofrece La Real Academia Española<sup>1</sup>, siendo quizás la definición vinculada al campo de la química la que se acerque más a la concepción acústica del término, aunque no sea exactamente así:

1. f. *Composición de un todo por la reunión de sus partes.*

2. f. *Suma y compendio de una materia u otra cosa.*

3. f. *Quím. Proceso de obtención de un compuesto a partir de sustancias más sencillas.*

Martín Russ [ 15 ] toma como punto de partida una definición similar para el idioma inglés y señala que el proceso de síntesis es una *unión entre partes* mediante la que se alcanza la *composición de un todo*. Luego agrega, que esta composición tiene sentido porque involucra algo más que un mero ensamble aleatorio y que la síntesis debe ser un *proceso creativo* en un sentido artístico. De manera muy general, Russ propone que *la síntesis de sonido es el proceso de producir sonido* y él incluye dentro de ese "proceso" a todas las maneras posibles de generarlo, sean por medios mecánicos o eléctricos. De este modo, propone al tracto vocal como un *sintetizador*, o sea como un medio generador de sonido. Sin embargo, a pesar de la validez de su propuesta, en el ámbito musical es habitual sesgar el concepto de síntesis a los procesos realizados por herramientas electroacústicas, por lo que es muy poco frecuente señalar que un violín "sintetice" el sonido que genera. Hecha esta delimitación, la síntesis de sonido es entendida como la generación de un sonido a través de las herramientas electroacústicas. Es decir, generar una señal acústica a partir de una serie de instrucciones puestas en acción sobre una cadena de equipamiento electroacústico. Por ejemplo, considerando el dominio digital y la cadena sencilla:  $DAC^2 \rightarrow \text{amplificador} \rightarrow \text{parlante}$ , la síntesis de sonido consiste en definir una secuencia de valores digitales como entrada de esa cadena. Planteado este

---

1 Consulta online: <http://www.rae.es/> (último acceso: diciembre, 2016).

2 Siglas del inglés para *Digital-Analog Converter* (convertor analógico-digital).

ejemplo, sintetizar un sonido sería definir cada una de las muestras que se convertirán en una señal acústica luego de atravesar dicha cadena (o similares). Esa secuencia de valores digitales pueden ser definidos, entre otras opciones, de manera arbitraria o adquiridos a partir de un proceso de captura de señales acústicas gracias a la cadena inversa: *micrófono* → *ADC*<sup>3</sup> → *soporte de almacenamiento*. Sin embargo es habitual referirse con mayor precisión a las técnicas de síntesis como los procedimientos que permiten generar una señal de audio sin la necesidad de recurrir a un proceso previo de captura acústica. Es decir, la síntesis de sonido puede generar señales de audio a partir de grabaciones de fuentes acústicas o no.

Como conclusión, se define a las técnicas de síntesis de sonido como los procesos que permiten generar nuevos sonidos desde cero y exclusivamente mediante herramientas electroacústicas. Independientemente de que las mismas permitan o no involucrar señales que originalmente fueron generadas por otros medios. Por el contrario, los procedimientos que permiten generar nuevos sonidos únicamente a partir de señales grabadas (es decir, que no pueden generar sonidos por sí mismos), suelen ser llamados *procesos de audio*. Por ejemplo, los filtros son uno de los tantos procesadores de audio. El caso particular de generar una señal acústica que no es nueva, sino que se lo hace a partir de una cadena de valores que se corresponden con una señal sonora previamente generada por otros medios, suele ser definido como una simple reproducción de audio.

Al mismo tiempo, es importante aclarar que las técnicas de síntesis son independientes del diseño de los sonidos a generar, por un lado está el diseño o composición de un sonido y por otro lado su realización. De manera tal que un mismo diseño puede ser elaborado de diferentes maneras. En cada caso, la predilección de una técnica por sobre otra dependerá del diseño de cada sonido y del propio criterio del usuario. Más allá de la gran cantidad de técnicas de síntesis que existen en la actualidad, ya en 2001, Xavier Serra señalaba [ 16 ] que durante décadas no se habían desarrollado nuevos algoritmos para la creación de sonido por síntesis. En algún punto la opinión de Serra es cuestionable ya que la creación de nuevos algoritmos es permanente y de constante expansión. Sin embargo, lo que sí es cierto es que no existen novedades si se evalúan los algoritmos en un nivel estructural, ya que los nuevos desarrollos ofrecen

---

3 Siglas para Analog-Digital Converter (convertor digital-analógico).

evoluciones, mejoras o nuevas maneras de la implementación de los fundamentos definidos para las mismas técnicas de hace décadas. La ventaja de esta particularidad es que basta con abordar la bibliografía de los primeros años de estudio de esta materia para poder comprender en términos generales el panorama de la síntesis de sonido. Muchos autores suelen organizar las técnicas en grupos según diferentes criterios sobre los que no existe un consenso general. Algunos las agrupan en lineales y no lineales, otras en imitativas y modelos abstractos, etc. Más allá de esas categorías, los fundamentos de las técnicas de síntesis son pocos y quizás se puedan contar con los dedos de las manos. Las más destacadas son: Síntesis Aditiva, Síntesis Sustractiva, Síntesis por Modulación (A.M. y F.M.), Síntesis por Moldeado de Onda (*waveshaping*), Síntesis por tabla de onda (*wavetable synthesis*), Síntesis granular, Síntesis por modelado físico, y las técnicas de Análisis-Resíntesis.

La Síntesis Aditiva, consiste en una “adición” de señales, es decir sumar varias señales para obtener una señal más compleja que sus partes. Esta técnica se basa en el Teorema de Fourier que señala que *toda señal periódica puede descomponerse en una suma de sinusoides armónicas, de amplitudes y fases adecuadas* [ 1 ] . Partiendo de esta consideración de la Síntesis Aditiva realiza un proceso inverso sumando señales sinusoidales para alcanzar una señal compuesta. La Síntesis Sustractiva, podría ser vista como un proceso inverso al de la Aditiva, en el sentido que para esta segunda técnica el punto de partida es una señal rica en componentes espectrales que es moldeada o “esculpida” mediante el uso de filtros. Es decir, a partir de una señal compleja, se le extraen algunos de sus componentes según el resultado buscado. Una variante de esta técnica es la llamada *Vocoder*, la que controla el trabajo de los filtros según información obtenida del análisis de una tercer señal. La Síntesis por Modulación permite generar timbres con espectros densos de forma económica, ya que con tan solo dos señales senoidales puede generar un espectro mas complejo que la simple suma de ellas. Esto es a diferencia que la técnica Aditiva, para la que se requiere de igual cantidad de señales simultaneas que cantidad de componentes espectrales deseadas en la señal resultante. Al mismo tiempo que la modulación logra esa economía de recursos, también reduce de manera considerable la cantidad de datos necesarios para el control de la técnica. La idea de la síntesis por modulación es la de utilizar una de las dos señales para hacer variar (es decir, para modular) alguno de los parámetros que definan la otra señal.

En otras palabras, la salida del primer oscilador que genere una de las señales se utiliza como una de las entradas del segundo. En función al parámetro que se esté variando se efectúa una modulación en amplitud (A.M., *Amplitud Modulada*) o en frecuencia (F.M., *Frecuencia Modulada*). Dependiendo de la relación entre las amplitudes y frecuencias de las señales involucradas, la señal resultante tendrá diferentes relaciones entre sus componentes espectrales. La síntesis por Modelado de Onda ( *Waveshaping* ) es conocido por varios otros nombres alternativos como *distorsión no lineal* y *procesamiento no lineal*. Jean-Claude Risset es reconocido como el primero en haber utilizado esta técnica a finales de la década de 1960, aunque las principales referencias bibliográficas la técnica fueron publicadas recién diez años más tarde por Daniel Arfib, James Beauchamp y Marc Lebrun [ 8 ] . Esta técnica propone la distorsión o alteración de la forma de onda de una señal con el fin de afectar su espectro. Para realizar esa alteración se utiliza un procesador llamado *waveshapper* que opera según una función de transferencia. Esta función define la relación de amplitud entre la señal de entrada y la salida. La técnica de Síntesis por Tabla de Onda (Wavetable Synthesis) se asemeja en algún punto a la técnica de Modelado de Onda, ya que también opera sobre la forma de onda de una señal para afectar su espectro. La diferencia en este caso es que en vez de ser definida mediante una función de transferencia, esta técnica modifica los valores de amplitud instantáneos de una señal discreta (es decir, digitalizada). De esto se desprende, otra diferencia entre estas técnicas, la síntesis por Tabla de Onda es propia del dominio digital. En el campo digital, una de las maneras en que funcionan los osciladores es mediante una lectura cíclica de una tabla de valores. Entonces, esta técnica propone la alteración de esta tabla para repercutir en el espectro de la señal generada a partir de su lectura cíclica.

La Síntesis Granular es la que se encargar de manipular sonidos de duración muy breve o *microsonidos*. Esta técnica fue propuesta inicialmente por Iannis Xenakis y luego documentada y explorada exhaustivamente en el ámbito digital por Curtis Roads. El libro *Microsound* [ 14 ] es de referencia ineludible, y allí se señala que la técnica se basa en las ideas de Dennis Gabor, físico inglés ganador del premio Nobel. En la década de 1940 Gabor propuso que *cualquier sonido podría descomponerse en "quanta" acústicos, delimitados por unidades discretas de tiempo y frecuencia* [ 14 ] . El término "quanta" proviene del latín y es el plural de "quantum", término que representa una *cantidad*

*indivisible de energía*<sup>4</sup>. Xenakis trasladó ese concepto al ámbito musical y lo bautizó como *grano*, redefinido como un *fenómeno microacústico menor a 100 milisegundos* [ 14 ] . Detrás de la duración, las dos características más importantes de un grano son su envolvente y la forma de onda comprendida dentro de esa envolvente. En un sentido estricto, la técnica de síntesis granular consiste en la manipulación de los granos. Sin embargo, el uso habitual no se centra en el trabajo individual y aislado de cada grano sino en el trabajo de conjuntos o *nubes de granos*, cuyas configuraciones pueden definir tanto texturas etéreas como sonidos individuales.

La Síntesis por Modelado Físico consiste en definir un conjunto de ecuación y algoritmos que simulan el comportamiento de objetos físicos que generan señales acústicas. El modelado físico es habitualmente diseñado a partir de instrumentos musicales y consiste en generar sonidos a partir de un modelo físico-matemático de los elementos que interactúan dentro del instrumento real a imitar. Esto significa que se recrea el comportamiento físico de las ondas sonoras a partir de la representación matemática del conjunto de variables que afecta al sonido generado en el instrumento real (“real” como opuesto al “modelo físico”). Esas variables pueden ser el tamaño, la forma, los materiales de construcción, la forma de toque y demás aspectos. Dicho en otras palabras, este método no modela la señal o el espectro de la señal como en las técnicas vistas previamente, sino que modela el instrumento en sí; Modela por un lado el elemento generador del sonido (cuerda, boquilla, etc), por otro lado modela el cuerpo del instrumento y finalmente aplica una señal excitadora a la entrada de la suma de esos dos modelos. Por último, las técnicas de Síntesis y Resíntesis suelen basarse en el teorema de Fourier y a partir del análisis espectral de señales de audio, reconstruyen la señal original mediante diferentes estrategias algorítmicas. Estas estrategias suelen utilizarse con una etapa intermedia (entre el análisis y la reconstrucción) en la que se alteran los datos analizados de manera de alcanzar un nuevo sonido como resultado. Una de estas técnicas es ATS, la cual se profundizará más adelante ( ver *2.Creación de Aplicaciones Informáticas.* )

En la actualidad todas las técnicas de síntesis conservan su vigencia, así como también son muy habituales las propuestas híbridas que las combinan, al igual que la

---

<sup>4</sup> Según la Real Academia Española. Consulta online. Enlace: <http://www.rae.es/> (último acceso: diciembre, 2016).

denominada síntesis concatenativa [ 20 ] que consiste en vincular la técnica de síntesis granular con una etapa previa de análisis de la señal de sonido utilizada como fuente para la forma de onda de los granos.

## 1.2 Lenguajes de Programación.

La implementación de las técnicas de síntesis de sonido mediante computadoras se inició a fines de la década de 1950, gracias al trabajo conducido por Max Mathews en los laboratorios de la empresa telefónica Bell (Bell Telephone Laboratories) [ 13 ] . Las primeras documentaciones de aquellas experiencias se publicaron a partir de 1963 con el artículo del propio Mathews, *The Digital Computer as a Musical Instrument* ( La Computadora digital como un instrumento musical), incluido en la revista de difusión científica *Science* [ 16 ] . Desde aquel entonces ha existido una gran cantidad de entornos de trabajo que permitieron trabajar con la generación de sonido. Las herramientas que permiten al usuario operar en el nivel más profundo con las técnicas de síntesis son los lenguajes de programación orientados a la música y el sonido digital. Los primeros lenguajes de esta clase son los de la familia *MUSIC N*, iniciada con *MUSIC I*, a fines de la década de 1950 por Mathews [ 6 ] y luego expandida a los subsiguientes *MUSIC II, III, IV*, etc. Los conceptos e ideas definidas durante aquellas primeras experiencias han influenciado a todos los lenguajes que se utilizan hoy en día. Otros lenguajes posteriores derivados directamente de la familia *MUSIC N* son *Csound*, *Cmusic*, *Cmix* y *Common Lisp Music*, entre los que se destaca el primero por su gran comunidad de usuarios en la actualidad y su vigencia desde 1986. Una característica distintiva de los mencionados es que todos generan sonido en tiempo diferido, excepto por las últimas versiones de *Csound*, que sí trabaja en tiempo real. Los lenguajes diseñados específicamente para trabajar en tiempo real comenzaron a desarrollarse durante la década de 1980, entre los que se destaca *MAX*, inicialmente llamado *Patcher* y que en la actualidad, luego de varias modificaciones es distribuido como *MAX/Msp*. En la década de 1990 se publicó *Pure Data* (alias *PD*), un lenguaje muy similar a *MAX* y desarrollado por el mismo creador, Miller Puckette. Más allá de sus similitudes, este nuevo lenguaje se presenta como una alternativa de código abierto. Estos dos últimos lenguajes presentan otra particularidad además del trabajo en tiempo real, es que ambos son lenguajes de programación gráficos



o visuales, es decir que a diferencia de sus antecesores la interfaz con el usuario no es mediante líneas de código sino con objetos gráficos. En 1996, al mismo tiempo que se publicaba la primer versión de *Pure Data*, también lo hacía otro importante lenguaje de programación de la actualidad, *SuperCollider*. Este lenguaje también opera en tiempo real pero a diferencia de los dos anteriores su interfaz no es gráfica sino por líneas de código. A partir del potencial alcanzado por las computadoras durante las últimas décadas, y luego de la incursión en el proceso en tiempo real, han surgido nuevas propuesta de lenguajes de programación orientados a la creación o modificación de código durante performance. Esta propuesta es la denominada *live coding, on-the-fly programming, o interactive programming* y toma como antecedente temprano las experiencias de Ron Kuivila y el grupo *The Hub* durante la década de 1980 [ 23 ] . El nuevo lenguaje diseñado específicamente para este uso se llama *ChuckK* y publicado por Ge Wang y Perry Cock en 2002.

### **1.3 Interfaces Humano-Maquina.**

A continuación se realiza un relevamiento de los dispositivos más destacados que se utilizan para el control de las técnicas de síntesis de sonido durante los últimos años. Estos modelos son definidos en términos abstractos y carecen de una correspondencia entre las acciones físicas y los sonidos que generan. Desde sus inicios la historia de los instrumentos y herramientas que operan con las técnicas de síntesis ha visto una gran variedad de propuestas para vincular la generación de sonido con acciones físicas, algunas de temprana caducidad y otras que perduran por años o décadas. Sin embargo durante los últimos años la producción de tecnología especializada ha mostrado una tendencia (no exclusiva) en la estrategia de desarrollo que divide la producción en dos etapas separadas como estratos independientes. Por un lado el algoritmo de síntesis en sí mismo y por otro el control mediante acciones físicas. Asimismo, la producción de instrumentos integrales, comúnmente denominados “sintetizadores”, ocupa un lugar importante en el sector y no ha desaparecido ni mucho menos ha sido disminuida, pero aquí se pone énfasis en la disociación *algoritmo de síntesis-interfaz de control*. Se estima que esta disociación se ve favorecida tanto por el crecimiento del potencial de las computadoras y su apropiación como herramienta clave por una gran parte de la esfera

musical, como por el uso del estándar MIDI en entornos para otras disciplinas y la aparición de protocolos de comunicación, como por ejemplo OSC. Este último ofrece una alternativa de amplia compatibilidad con entornos de arquitecturas no exclusivamente sonoras. Estas posibilidades de comunicación de los dispositivos de control ofrecen a los desarrolladores la oportunidad de ampliar sus destinatarios y no limitarse a un único perfil de usuario. Por su parte, el potencial alcanzado por las computadoras da lugar a un gran impulso en la programación de aplicaciones para la generación de sonidos por síntesis, las que pueden utilizarse sin necesidad de dispositivos de control físico adicional más allá de los periféricos propios de las computadoras. En contraste con esta última posibilidad, algunas de las más avanzadas ofertas tecnológicas se corresponden con el viejo modelo de *DAW (Digital Audio Workstation)* como es el caso del controlador *Push 2*<sup>5</sup>. Este dispositivo permite el control del software *Live* (ambos producidos por la misma empresa *Ableton*) siendo empleado como herramienta principal tanto por músicos populares como experimentales. *Push 2* ofrece gran cantidad de perillas, botones, una grilla de 64 botones con sensibilidad tipo *pads retro-iluminados* con control *aftertouch* y una pequeña pantalla a color de alta definición incluida en su superficie. Por su diseño permite tener un control total de *Live* sin la necesidad de siquiera mirar a la pantalla de la computadora donde se lo ejecuta. Se destaca aquí esa particularidad, ya que el tipo de operaciones que permite no son exclusivamente para operar sobre la generación de sonido por síntesis (o instrumentos virtuales) sino que permite también una amplia gama de operaciones de edición y control de señales de audio, y otras propias de las *DAW*.

En cuanto a los dispositivos diseñados específicamente para operar con instrumentos virtuales se destaca por calidad y popularidad un antecesor directo del citado *Push 2*, el modelo *Launchpad* de la empresa Novation<sup>6</sup>. Este controlador también fue diseñado para ser utilizado especialmente con *Live* (pero no de manera exclusiva) y se lanzó al mercado en el año 2009. Mediante comunicación MIDI ofrece 64 *pads retro-iluminados* con sensado de velocidad y control *aftertouch*. *Launchpad* es empleado por músicos populares y músicos con otras orientaciones, como por ejemplo Fernando Lopez-Lezcano, quien lo ha utilizado en la presentación de su obra *Trio Esqueleto*<sup>7</sup> (2016).

---

5 <https://www.ableton.com/en/push/> (último acceso: diciembre, 2016).

6 <https://us.novationmusic.com/launch/> (último acceso: diciembre, 2016).

7 [https://ccrma.stanford.edu/~nando/music/trio\\_esqueleto/](https://ccrma.stanford.edu/~nando/music/trio_esqueleto/) (último acceso: diciembre, 2016).

Con prestaciones similares a los dos anteriores existe una gran variedad de dispositivos producidos de manera industrial o artesanal. Entre ellos se destaca el modelo *Grid* de la empresa *Monome*<sup>8</sup> que ofrece la particularidad de operar con el protocolo OSC mediante conexión USB pero que a su vez tiene la desventaja de no ofrecer sensado de velocidad ni de presión, ofreciendo sólo una grilla de botones de dos estados (*on/off state button*, o *toggle*). La mayoría de los dispositivos del tipo grilla que ofrecen un sensado completo se basan en el estándar MIDI, sumando a los ejemplos anteriores la serie de controladores de la empresa *Akai*<sup>9</sup>. Esta empresa comenzó a diseñar interfaces en la década de 1980 en colaboración con el diseñador industrial Roger Linn<sup>10</sup>. *Akai* ha mantenido una evolución y mejoría del sensado desde entonces, alcanzando el modelo más reciente, *MP218*. En los últimos años, y gracias a su propia empresa, el propio Linn alcanzó avances más significativos al ofrecer el *LinnStrument*, un dispositivo que incorpora cinco niveles de interacción expresiva por cada una de las áreas de su superficie. Esta interfaz ofrece una grilla de ciento veintiocho áreas de interacción que, a diferencia de los *pads* de las opciones previas, no sólo ofrece sensado de velocidad y presión, sino que además discrimina las posiciones X e Y de cada dedo en cada una esas ciento veintiocho áreas. Por lo que cada área ofrece información de velocidad de golpe inicial, presión sobre ella, posición en ejes X e Y y velocidad de liberación (*release*). Para poder emitir estos cinco niveles de información por cada una de sus áreas o “notas”, la interfaz emplea la especificación MPE, *Multidimensional Polyphonic Expression*<sup>11</sup>, del estándar MIDI. Los dispositivos que utilizan esta especificación MPE son llamados *Polyphonic Multidimensional Controllers (PMCs)* y la mayoría de ellos se corresponde con el modelo de interacción de niveles que propuso el *LinnStrument*. Algunos ejemplos de estos *PMCs* son *Seaboard* de la marca *Roli*<sup>12</sup> y *K-Board Pro 4* desarrollado por Keith Mc

8 <http://monome.org/grid/> (último acceso: diciembre, 2016).

9 <http://www.akaipro.com/category/pad-controllers> (último acceso: diciembre, 2016).

10 <http://www.rogerlinndesign.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

11 La especificación MPE fue implementada para permitir enviar múltiples dimensiones para el control mediante los movimientos de los dedos (izquierda-derecha, arriba-abajo, delante-atrás). El equipo de trabajo que lleva a cabo este proyecto es dirigido por Ben Supper (ex director de AES, UK). Las especificaciones publicadas por el equipo están disponibles en el siguiente enlace: <https://docs.google.com/document/d/1-26r0pVtVBrZHM6VGA05hpF-ij5xT6aaXY9BfDzyTx8/edit> (último acceso: diciembre, 2016).

12 <https://roli.com/products/seaboard-grand> (último acceso: diciembre, 2016).

Millen<sup>13</sup>. Ambos teclados presentan una distribución de escala temperada, agrupada como las teclas del piano tradicional. También operan con MPE el dispositivo *Continuum Fingerboard* de la empresa Lippold Haken<sup>14</sup> (similar a un teclado pero de tela *neoprene*); el particular controlador de teclas *Eigenharp* desarrollado por Eigenlabs<sup>15</sup> (cuyo diseño remite a un *Chapman Stick*<sup>16</sup> pero con botones); y la pantalla táctil sensitiva a la presión llamada *Blocks* también creada por la empresa Roli.

La estrategia para la especificación MPE del estandar MIDI favorece su vigencia frente a los avances en la captura de gestos físicos de interacción, aún frente a las capacidades<sup>17</sup> que ofrece el protocolo OSC. Además del mencionado *Grid*, otro ejemplo de dispositivos que operan con este último protocolo es *Soundplane*, producido por Madrona Labs<sup>18</sup>. Sus características son muy similares al mencionado *LinnStrument*. El diseño de ambos propone la posibilidad de expandir a tres ejes el concepto de *aftertouch*, en vistas de realizar operaciones avanzadas sobre el control de la envolvente y el espectro de un sonido durante su desarrollo en vez de operar con parámetros o automatizaciones fijas previamente definidas. Otro ejemplo de dispositivo que ofrece comunicación mediante OSC es el modelo *Lemur*, desarrollado por Jazz Mutant<sup>19</sup>. Se trata de una pantalla táctil con sensado de presión que proyecta plantillas de *pads* y perillas. La interacción con las plantillas puede ser transmitida mediante OSC o MIDI (MPE). Durante los últimos años se han creado gran cantidad de aplicaciones diseñadas para interactuar con pantallas táctiles, valiéndose de las prestaciones que ofrecen los dispositivos móviles. Entre estas aplicaciones se destacan la popular *TouchOSC*,

---

13 <https://www.keithmcmillen.com/labs/k-board-pro-4/> (último acceso: diciembre,2016).

14 <http://www.cerlsoundgroup.org/Continuum/> (último acceso: diciembre,2016).

15 <http://www.eigenlabs.com/> (último acceso: diciembre,2016).

16 <http://www.stick.com/> (último acceso: diciembre,2016).

17 La comparación entre ambas opciones es abordada por varios autores y excede los intereses de estudio de este trabajo. A modo de contexto, se sugiere la lectura de las publicaciones de Zbyszynski, M. *et all*, <http://opensoundcontrol.org/files/OSC-Demo.pdf> y la de *La Asociación MIDI* <https://www.midi.org/articles/white-paper-comparison-of-midi-and-osc> (último acceso de ambos enlaces: diciembre, 2016).

18 <http://madronalabs.com/soundplane> (último acceso: diciembre, 2016).

19 [http://www.jazzmutant.com/lemur\\_overview.php](http://www.jazzmutant.com/lemur_overview.php) (último acceso: diciembre, 2016).

desarrollada por Hexler Limited<sup>20</sup> y la reciente *Aftertouchapp* de R. Kevin Nelson<sup>21</sup>, que aprovecha la tecnología *Force Touch*<sup>22</sup> (el sensado de presión de los dispositivos *iPhone*) y mediante comunicación MIDI (MPE) ofrece una interfaz de control de representación similar a la de los mencionados *Soundplane* y *LinnStrument*.

Los controladores citados previamente se corresponden con modelos tradicionales de interacción mediante teclas, botones o perillas. Entre otras alternativas destacadas aparece el controlador *Karlax* de la empresa Da Fact<sup>23</sup>. Éste ofrece señales de control a partir de la captura de su propio movimiento mediante un acelerómetro y un giroscopio, además de perillas y botones. Varias obras han sido compuestas para este controlador en los últimos años, entre ellas, las del compositor canadiense D. Andrew Stewart<sup>24</sup>.

Hasta aquí, en todos los casos citados predomina la interacción mediante las manos. Sin embargo, existen alternativas como el control mediante la respiración que ofrecen los modelos *ID 001* de la empresa New Type<sup>25</sup>; *hb1* de Hornberg Research<sup>26</sup>; *Breath Controller* de MRTaudio<sup>27</sup> y *Sylphyo*, desarrollado por Aodyo designs<sup>28</sup>. Éste último se diferencia de los otros tres al ofrecer un mecanismo similar al saxo o la trompeta, sumando teclas al control de la respiración o soplido. Otras alternativas a los tradicionales dispositivos hápticos son los que operan directamente sobre los movimientos de las manos, retomando el camino transitado por Michel Waisvisz con su proyecto *The Hands*<sup>29</sup> y luego por Laetitia Sonami con su *Lady's Glove*<sup>30</sup> (ambos vinculados al centro de investigación holandés STEIM, *Studio for Electro Instrumental Music*). Entre las recientes alternativas se destacan varios modelos de guantes con sistemas de sensado: el modelo

---

20 <http://hexler.net/software/touchosc> (último acceso: diciembre, 2016).

21 <http://aftertouchapp.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

22 Técnica de sensado de presión en pantallas táctiles también denominada "*3D Touch*" y desarrollada por la empresa Apple (<http://www.apple.com/> último acceso: diciembre, 2016).

23 <http://www.dafact.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

24 <http://dandrewstewart.ca/> (último acceso: diciembre, 2016).

25 <http://new-type.asia/> (último acceso: diciembre, 2016).

26 <https://www.hornberg-research.de> (último acceso: diciembre, 2016).

27 <http://www.mrtaudio.com/index.html> (último acceso: diciembre, 2016).

28 <http://www.aodyo.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

29 <http://www.crackle.org/TheHands.htm> (último acceso: diciembre, 2016).

30 <http://sonami.net/ladys-glove/> (último acceso: diciembre, 2016).

T8 desarrollado por la compañía Remidi<sup>31</sup> (aún no a la venta); la opción desarrollada en la Universidad Cornell de Estado Unidos por Ray Li, denominada *Sound Space*<sup>32</sup>; y el *Mi.Mu Glove*<sup>33</sup> desarrollado por la artista Imogen Heap en colaboración con el profesor Thomas Mitchell de la Universidad del Oeste de Inglaterra. Este último fue utilizado inicialmente en actuaciones de la artista y está próximo a ser producido de manera industrial. Además de estas opciones existen otras tantas que han sido utilizadas en proyectos musicales y que no necesariamente fueron diseñadas para este ámbito, como por ejemplo los controladores táctiles *Oculus*<sup>34</sup> (*Oculus Touch Controllers*), diseñados para interactuar en proyectos de realidad virtual. Tanto este último como los anteriores realizan el sensado del movimiento de la mano mediante guantes, objetos derivados del *joystick* u otros elementos adosados a las manos. Las opciones que realmente evitan la interacción háptica son las basadas en la captura de video y su análisis en tiempo real mediante sistemas de rastreo del esqueleto humano. Entre ellos se destacan *LeapMotion*<sup>35</sup> y *Kinect* de la empresa *Microsoft*<sup>36</sup>. Más allá de la oferta industrial para la captura y reconocimiento del esqueleto, existen varios proyectos que trabajan con tecnologías similares. Algunos de esos casos son los controladores *Mano* y *Silent Drum* del compositor Jaime Oliver<sup>37</sup>, para los que compuso varias obras desde el año 2007.

Entre las propuestas de dispositivos generados por artistas en los últimos años se ha destacado el sistema *Reactable Live*<sup>38</sup>. Creado inicialmente por un proyecto de investigación radicado en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona (España) e integrado por Sergi Jordà (entre otros), este sistema se basa en la proyección de imágenes sobre una plataforma o mesa translúcida, sobre la que el usuario interactúa a través del uso de objetos físicos (cubos y fichas de acrílico). El proyecto surgió de la búsqueda de una interacción intuitiva y física, la que originó un sistema que recientemente

---

31 <http://remidi-pro.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

32 <http://soundspacevr.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

33 <http://mimugloves.com> (último acceso: diciembre, 2016).

34 Desarrollador por la empresa estadounidense *Oculus VR*, <https://www.oculus.com> (último acceso: diciembre, 2016).

35 <https://www.leapmotion.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

36 <http://www.xbox.com/en-US/xbox-one/accessories/kinect> (último acceso: diciembre, 2016).

37 <http://www.jaimeoliver.pe/instrumentos> (último acceso: diciembre, 2016).

38 <http://reactable.com/live/> (último acceso: diciembre, 2016).

han expandido a dispositivos móviles. La nueva aplicación interactúa con objetos corpóreos denominados *controladores ROTOR*<sup>39</sup>. De forma cilíndrica, estos controladores ofrecen una interacción similar a utilizar sellos sobre la pantalla, de manera análoga a como se utilizan los lápices *stylus (stylus pen)* en sistemas gráficos.

Otro proyecto reciente iniciado en el ámbito académico es el denominado *GEECOS* (por *Gesture Control Surfaces*) desarrollado por Lorenzo Pagliei<sup>40</sup> durante su residencia en el instituto IRCAM ( *Institut de recherche et coordination acoustique/musique*, Francia). Esta interfaz se destaca por sus resultados expresivos. Consiste de una superficie de madera cuya figura y grosor fueron diseñadas específicamente para que el ejecutante pueda realizar acciones con sus manos, frotándolo, raspándolo, percutiéndolo, etc. El principio de funcionamiento se basa en la generación de datos de control a partir de la información obtenida mediante descriptores de audio sobre el análisis de la señal generada por la placa de madera y captada por micrófonos de contacto ubicados sobre su superficie. Este dispositivo fue diseñado para ser usado con un software y una notación musical en partitura específicas. A partir de esto, en el contexto de esta tesis se define a esta clase de sistema integrales como *entornos*, concepto a ser desarrollado en *Capítulo 3 : Creación de Entornos y Obras*.

Otros proyectos destacados que también emplean una señal de audio capturada por micrófonos para su posterior análisis y consecuente conversión en datos de control, son el sistema *Speaker Performing Kiosk*<sup>41</sup> de Nicolás Varchausky y el denominado *Xth Sense*, del artista italiano Marco Donnarumma<sup>42</sup>. *Speaker Performing Kiosk* consta de una estructura de tubos en disposición cubo y es de aproximadamente 2 mts de arista ( 8 mts<sup>3</sup> ). Sobre la estructura, un sistema de ocho parlantes pequeños de dos vías ( cono de 4" y tweeter de 7/8" aproximadamente ) interactúan con dos micrófonos inalámbricos en las manos del performer. El sistema no es alimentado por ninguna grabación ni fuente de audio externa y el sonido final generado es consecuencia de los acoples generados por la interacción *parlantes-microfonos*, los que son analizados y utilizados como señal de control para controlar diferentes técnicas de síntesis. Por su parte, *Xth Sense* tiene la

---

39 <http://reactable.com/rotor/> (último acceso: diciembre, 2016).

40 <http://www.lorenzopagliei.com/site/geecos.html> (último acceso: diciembre, 2016).

41 <http://www.varchausky.com.ar/speaker-performing-kiosk/> (último acceso: diciembre, 2016).

42 <http://marcodonnarumma.com> (último acceso: diciembre, 2016).

particularidad de que propone el uso de un micrófono es ubicado directamente en contacto con el cuerpo del *performer*. De esta manera captura el flujo sanguíneo en zonas como el antebrazo o la pierna. Las primeras versiones del dispositivo fueron utilizadas por el mismo autor en sus obras y se conectaban directamente a una placa de sonido. Las nuevas versiones, en cambio, son inalámbricas, y fueron anunciadas para su venta a fines del 2016. Gran cantidad de desarrollos como este último son iniciados por investigadores o artistas y luego trasladados a la industria como también fue el caso del mencionado *Mi.Mu Glove*. En otros casos el desarrollo trasciende el uso personal cuando es compartido a la comunidad bajo el concepto de *open-source hardware*<sup>43</sup>. Un ejemplo de esta modalidad fue la empleada por el equipo de investigación 3DMIN<sup>44</sup> (*Design, Development and Dissemination of New Musical Instruments*) al publicar su controlador *Push Pull*. Este controlador de gran expresividad transmite de manera inalámbrica y mediante OSC la información emitida por una serie de botones y un sistema de sensado que opera sobre un fuelle con forma similar a un acordeón.

Varios relevamientos de equipamiento e interfaces de control han sido publicados durante la última década, entre los que se destacada lo de los libros de Steve Dixon [ 5 ] y Eduardo Miranda [ 9 ] , y el incluido en el libro de Mark Vail [ 22 ] . Asimismo, desde el año 2002, la conferencia NIME<sup>45</sup> (*New Interfaces for Musical Expression*) ha presentado y premiado los más novedosos diseños de interacción humano-máquina para la *performance* musical.

#### **1.4 La Síntesis en la Creación de Obras.**

*"El arte de la síntesis de sonido es tan importante para el músico electrónico como lo es el arte de la orquestación para el compositor sinfónico"*

*Eduardo Miranda, 2002.*

---

43 Variante para el diseño de objetos físicos del concepto de *software open source*.

44 <http://www.3dmin.org/> (último acceso: diciembre, 2016).

45 <http://nime2016.org/> (último acceso: diciembre, 2016).



Durante el desarrollo de esta tesis, el autor mantuvo diálogo constante con músicos académicos como populares, jóvenes o con trayectoria, evaluando los criterios y experiencias con las técnicas de síntesis de sonido. Para documentar ese ejercicio se realizó una encuesta a más de veinte músicos internacionales, todos hispanoparlantes y en su mayoría argentinos. Los resultados completos de esa encuesta se presentan anexos a este trabajo y desde allí se extraen algunas de las datos más relevantes. Como, por ejemplo, el hecho de que más de la mitad de los encuestados han utilizado las técnicas de síntesis tanto con equipamiento de hardware dedicado (*sintetizadores*) como herramientas de software en computadoras. Muchos de ellos argumentan que la elección de un medio u otro ha sido por motivos estéticos, aunque pocos precisan en que radican esos “criterios estéticos”. Entre todos los que han empleado las técnicas de síntesis mediante software de computadora señalan, algunos señalan que durante fines de la década de 1980 *aún no era de fácil acceso sintetizar sonidos en una computadora*, por lo que elegir una medio o el otro no es una decisión sino un condición. Otros señalan que comenzaron utilizando equipamiento de *sintetizadores* y luego prefirieron abordar las herramientas de software en computadora por versatilidad, portabilidad y otros beneficios. Otros testimonios que justifican la tendencia hacia el uso de las computadoras, dicen que las prefieren *también por ser de fácil acceso. Permiten realizar creaciones y exploraciones bastante amplias con pocos recursos, tanto económicos como "humanos", uno no necesita de instrumentistas, estudios de grabación, etc.* Desde una postura similar otro testimonio señala que la computadora le ofrece *accesibilidad (económica) y la posibilidad de tener todas estas herramientas a mano, todas juntas, en un sólo lugar (la PC).*

Como resultado de la encuesta se encuentra también una tendencia a la articulación de las técnicas de síntesis con sonidos previamente grabados, tanto en la implementación de las técnicas en sí como en el desarrollo de las obras. Es decir, solo pocos han realizado composiciones que utilicen exclusivamente técnicas de síntesis. Entre los que sí han trabajado intensamente con las técnicas de síntesis y en particular sin la articulación con materiales grabados, se destaca el testimonio que aclara que esa decisión radica en un *especial interés en crear desde la no referencia “evocativa”.*

Otro dato destacado es que la mayoría de los entrevistados han utilizado todas las técnicas de síntesis de manera indiferente, sin una predilección por una en particular, y entre los que se han inclinado por una, la Síntesis Granular es la más elegida.

La mayoría del repertorio de los entrevistados no presenta un gran número de obras que consideren la instancia de interpretación mediante partituras sobre las técnicas de síntesis y varios de los casos que sí utilizan la síntesis de manera performática lo hacen mediante la interpretación.

## 2 Creación de Aplicaciones Informáticas.

Esta sección capítulo reúne todos los desarrollos de software orientados a la generación de sonido y música en tiempo real que fueron realizados desde el inicio del plan de doctorado. En el capítulo posterior se complementa esta documentación con entornos diseñados para ser utilizados específicamente en contextos artísticos *reales*<sup>46</sup>. Los desarrollos que aquí se presentan revelan la exploración del lenguaje de programación *Pure Data*, empleado en los entornos posteriores. Sobre este lenguaje se estudiaron particularmente dos técnicas de síntesis de sonido, la síntesis granular y *ATS* (del inglés: *Analysis-Transformation-Synthesis*). De esta manera, el trabajo se divide en las siguientes dos etapas:

1) El trabajo con la técnica *ATS* generó como resultado un paquete de abstracciones y un objeto externo, ambos para *Pure Data*. *ATS* es una técnica desarrollada por Juan Pampin [ 11 ] refinando un modelo antecedente propuesto por Julius Smith y Xavier Serra [ 17 ]. A partir de la implementación de la *Transformada de Fourier*, esta técnica permite representar el análisis espectral de una señal en dos tipos de información complementarias: por un lado la denominada *determinística* (definiendo trayectorias de sinusoides) y por otro la *estocástica* (que refiere a toda la información que no puede ser evaluada como *determinística*). Las trayectorias que constituyen la parte *determinística* están definidas por variaciones de frecuencia, amplitud y fase; mientras que la *estocástica* responde a la cantidad de energía de ruido blanco distribuida en 25

---

<sup>46</sup> Entendiendo a “ *real* ” como un practica artística cuyo resultado es un obra y en contraposición a las instancias de pruebas y depuración de errores.

bandas críticas<sup>47</sup> . A partir de esta información de análisis la técnica permite resintetizar una señal (previo análisis de la misma) e inclusive permite la modificación de los datos de análisis y así definir un nuevo espectro a generar. Para la etapa de síntesis (de cualquiera de los casos) la técnica propone destinar la información *determinística* para el control de un banco de osciladores y la información *estocástica* para el control de un banco de 25 filtros alimentados por ruido blanco. Partiendo de estos conceptos el paquete de abstracciones desarrollado genera una representación gráfica espectral de las componentes *determinísticos* de un archivo *ATS* durante su lectura, inclusive modificando la representación según las alteraciones que se la apliquen a los datos en tiempo real. Por otra parte, el objeto externo creado se denomina *resbank~* y ofrece un banco de filtros diseñado para ser utilizado especialmente con la técnica *ATS* y explorar métodos alternativos de su implementación.

2) El estudio y la aproximación a la técnica de Síntesis Granular por parte del autor tuvo varios niveles de aproximación durante el desarrollo de esta tesis. Como es sabido, luego de los trabajos de Isaac Beekman [ 14 ] , Dennis Gabor [ 7 ] , Iannis Xenakis [ 24 ] , Barry Truax [ 21 ] y Curtis Roads la técnica de Síntesis Granular está bien documentada por el mismo Roads en su libro *Microsound* [ 14 ] . Anteriormente ( en *1.1.Técnicas de Síntesis.* ) se explicó esta técnica en términos generales, la que consiste en sintetizar sonido a partir de la manipulación de *granos sonoros*. Desde sus comienzos la técnica ha sido implementada de diferentes maneras y se ha favorecido por las ventajas de la precisión del dominio digital desde hace décadas. Inclusive en los últimos años se ha profundizado el estudio de su ejecución en tiempo real a partir del gran potencial desarrollado por el equipamiento de manejo de audio digital. La primer aproximación a la técnica realizada en el marco del presente trabajo ofrece un desarrollo de abstracciones para *Pure Data* que permiten controlar la técnica mediante *matrices combinatorias*. Luego de esa experiencia se profundizó el trabajo sobre la Síntesis Granular participando del desarrollo del objeto externo *my\_grainer~*<sup>48</sup> llevado a cabo por Di Liscia. Objeto para el que el autor de esta tesis también creó la documentación de ayuda de uso y una pormenorizada guía didáctica complementaria que explica de manera simultánea el uso de la técnica de síntesis como el uso específico del objeto.

---

47 El concepto de banda crítica fue propuesto por Harvey Fletcher y se lo profundiza en [ 25 ] .

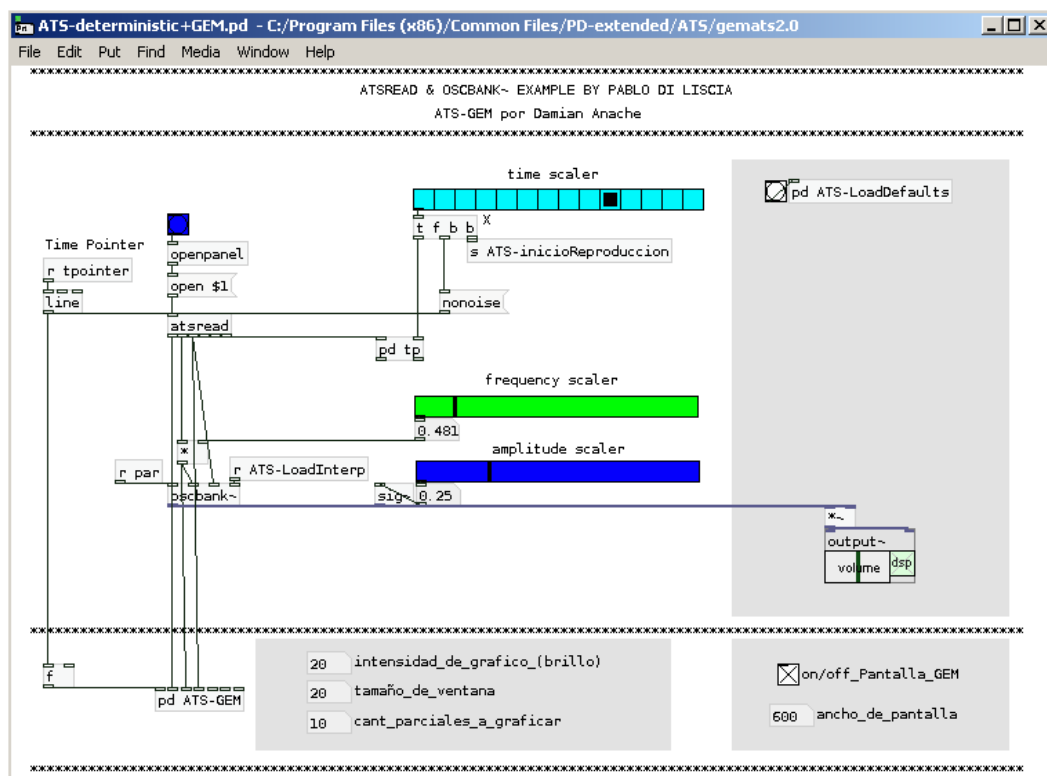
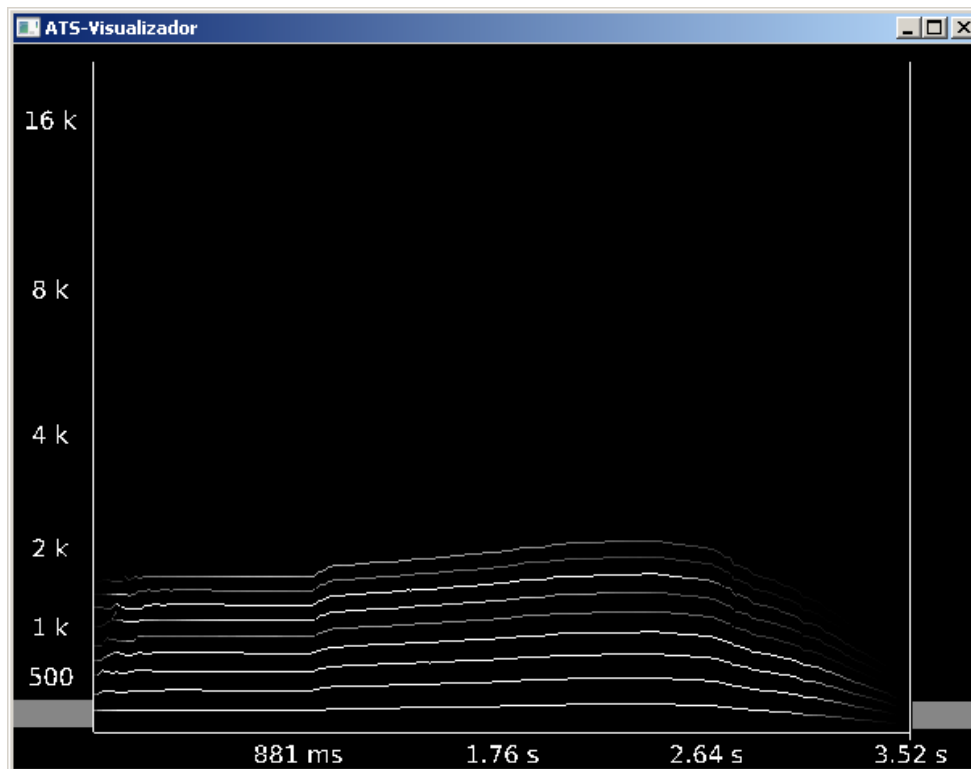
48 Publicado en <https://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer> (último acceso: diciembre, 2016).

## 2.1 **GEMATS: Visualización De Archivos ATS En Tiempo Real.**

GEMATS es un patch para Pure Data - Extended 0.43.4 dependiente de la librería GEM49 y un paquete de abstracciones creadas ad hoc para trabajar en conjunto con el objeto *atsread50*, el objeto externo de Alex Norman y Oscar Pablo Di Liscia que permite la lectura de archivos ATS en tiempo real. Este *patch* se vale de los datos ofrecidos a la salida de *atsread* para generar una representación visual del contenido espectral generado por los componentes *determinísticos* de un archivo ATS durante su lectura, inclusive actualizando la representación según las alteraciones que se la apliquen en tiempo real a esa lectura. Por lo tanto, para su uso es necesario que la distribución de *Pure Data* tenga instaladas las librerías *GEM* y *ats-pd* (dentro de la cual se incluye el objeto *atsread*). El *Patch* principal se denomina *ATS-deterministic+GEM.pd* y las abstracciones *ad hoc* necesarias para su funcionamiento son incluidas en la misma distribución (incluyendo también el archivo de la fuente tipográfica de distribución libre *Vera*, necesario para la correcta visualización de la pantalla *GEM*). Dentro de ese paquete de abstracciones se incluye entre otras *range.pd* que reemplaza al objeto homónimo eliminado discontinuado en las últimas versiones de *PD-Extended* por lo que no es necesario si se utiliza *GEMATS* en distribuciones previas de *Pure Data*.

A continuación se incluye una captura de pantalla del *patch* principal y la ventana de *GEM*. En la última se puede observar que el modelo de representación de los datos espectrales se corresponde con el usual basado en el sistema de ejes cartesianos, donde el eje de abscisas se asigna para los valores de tiempo y el de ordenadas para los valores de frecuencia. Desde el *patch* principal se puede definir el tamaño de la ventana temporal a representar (y por consecuencia los valores del eje temporal) mientras que desde la ventana de *GEM* se puede controlar un nivel de *zoom* vertical para acotar la representación visual a una banda de frecuencias específica y variable en tiempo real durante la lectura del archivo.

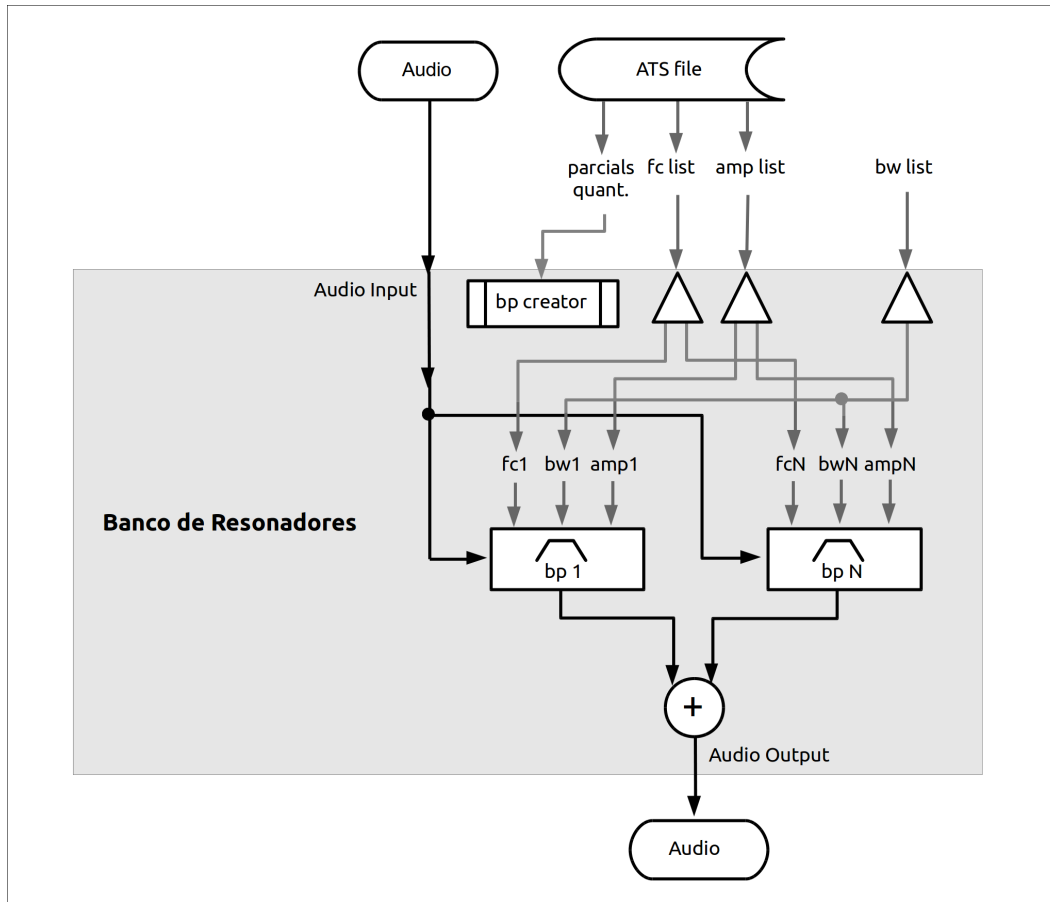
El paquete de abstracciones y el *patch* principal se encuentran publicados conjuntamente en el perfil de usuario del autor en la comunidad de programadores de *Pure Data*. Anexas a este trabajo se incluyen capturas de pantalla de todos los *patches* y *subpatches* de este paquete.



## 2.2 **Resbank~: Banco de Filtros Resonadores.**

*Resbank~* un objeto externo para *Pure Data* programado en *lenguaje C* que ofrece un banco de filtros pasa-banda IIR de segundo orden. Este banco de filtros ( al igual que el desarrollo anterior ) fue diseñado para ser enlazado con la técnica *ATS* mediante la mencionada librería *ats-pd* pero no por eso carece de versatilidad como para ser empleado de manera independiente en otro tipo de proyectos. Asimismo, se realizaron *patches* de *Pure Data* para documentar su funcionamiento y concatenar el banco de filtros con la técnica *ATS*, proponiendo así un uso alternativo de la técnica en un contexto de síntesis sustractiva.

Como se explicó anteriormente ( en *2.Creación de Aplicaciones Informáticas.* ) la propuesta principal de implementación de la técnica *ATS* es generar resíntesis a partir de los datos *determinísticos* y *estocásticos*, sin embargo su potencial es tal que permite otros usos alternativos; los cuales no por alejarse del modelo original carecen de valiosos resultados estéticos. Aquí se propone uno de esos usos alternativos, el que consiste en emplear la información determinística para el control de un banco de filtros pasa banda (alimentado por una señal arbitraria, rica en espectro); de manera que se utilicen las trayectorias de la información *determinística* para controlar las frecuencias centrales y los niveles de ganancia de cada filtro. Por banco de filtros pasa banda se entiende a una unidad de proceso que implementa filtros resonantes en paralelo, de manera que todos reciben una misma señal de entrada y sus salidas son sumadas en una nueva y única señal ofrecida como salida principal de la unidad. Para los fines de esta propuesta es importante que cada filtro tenga un control individual y variable en el tiempo de cada uno de sus parámetros (frecuencia central, ancho de banda y nivel de ganancia), además de un parámetro de control general que defina la cantidad de filtros a utilizar. A continuación se muestra un gráfico que representa esquemáticamente el funcionamiento interno del banco de resonadores propuesto en términos generales y su articulación la información desde un archivo *ATS*.



Este modo de capitalizar la información *ATS* parte de la propuesta de Pablo Di Liscia [ 4 ] (quien a su vez se basa en Moore [ 10 ] y Peterson-Barney [ 12 ] ). En su publicación, Di Liscia, detalla la técnica para lograr una “coloración” de señales ricas en espectro (al menos en las regiones significativas para este objetivo) mediante la información de distribución de energía de las formantes de vocales cantadas o habladas. Inclusive, allí se propone el beneficio de un control general del ancho de banda de los filtros resonantes de manera de enfatizar o disminuir la cualidad “vocaloide” de la nueva señal obtenida en contraposición a sus cualidades espectrales previas a la etapa de filtrado; reparando en que el ancho de banda no debe ser el mismo para cada filtro sino que debe variar en función de frecuencia (de allí la importancia de un control individualizado del filtro del banco).

Para la implementación de las ecuaciones del filtro se tomó como referencia bibliográfica publicaciones de Julius Smith y Richard Moore<sup>49</sup>. En el diseño final cada filtro

49 [ 18 ] , [ 19 ] y [ 10 ] pag 268.

del banco es de dos polos con ganancia unitaria en la frecuencia de resonancia como se lo describe en Moore, 1990, pp. 268-269. El ancho de banda, la frecuencia central y el nivel de salida de cada filtro puede ser modificado por el usuario, y *resbank~* interpola linealmente los valores definidos durante un tiempo de transición también ingresado definido. La salida de todos los filtros se suman a la salida ofreciendo la conocida configuración en paralelo. La documentación sobre el uso del objeto está incluida en la distribución del mismo, en el correspondiente *patch* de ayuda, del que se incluye una captura de pantalla a continuación. Todo el paquete de archivos digitales de creación y publicación de este objeto se incluyen como apéndice a este trabajo.

**resbank~**  
bank of resonator filters // banco de filtros resonadores

[EN] Each filter is a Two pole with unity gain at resonance frequency, as described in Moore, 1990, pp. 268-269. The bandwidth, center frequency and output amplitude of each filter may be changed, and resbank~ interpolates linearly the given values at a rate that may be set by the user as well. The output of all the filters is added (parallel connection)

[ES] Cada filtro es de dos polos con ganancia unitaria en la frecuencia de resonancia, como se lo describe en Moore, 1990, pp. 268-269. El ancho de banda, la frecuencia central y el nivel de salida de cada filtro puede ser modificado, y resbank~ interpola linealmente los valores definidos durante un tiempo definido por el usuario. La salida de todos los filtros se suman (configuración en paralelo)

[EN] resbank~ operates in two modes: on/off performance. Some actions only take place during performance, some in both modes, and others only off performance. This is controlled by the messages: "start" and "stop".

[ES] resbank~ opera en dos modos: performance activa/inactiva. Algunas acciones solo se ejecutan con performance activa, otras en ambos modos y otras solo en modo inactivo. Esto se controla con los mensajes "start" y "stop".

print : Shows resbank~ status at PD console // muestra el estado de resbank~ en la consola de PD

print freq | print freqc : Shows only current frequency of each resonator at PD console (freq: as integers, freqc: as floats) // muestra solo las frecuencia actual de cada resonador en la consola de PD (freq: como numeros enteros, freqc: como numero real).

nres : Sets number of resonators (only works during performance mode off). Default number: 25 After changing the number of resonator all filters will be set to fc:1000 hz, bw:100, amp:0 // Define la cantidad de resonadores (solo opera en modo de performance inactiva). Cantidad predefinida: 25 Al modificar la cantidad de resonadores, todos los filtros se reinician con los siguientes valores fc:1000 hz, bw:100, amp:0.

---

**inlets**

- 0 any - incoming messages.
- signal - input source signal for processing.
- 1 float - the resonator index number. 0 >= index < nres.
- 2 float - the resonator central frequency (Hz).
- 3 float - the resonator bandwidth.
- 4 float - the resonator output gain.

---

**outlets**

- 0 signal - the sum of all filter's output

---

**arguments** (none)

---

**more\_info** pd more\_messages

---

Damian Anache, 2014, UNQ + UNA, Argentina <http://puredata.info/author/damiananache>

68



## 2.3 Matrices Combinatorias y Texturas Granulares.

Como se anticipó, este desarrollo en *Pure Data* documenta una de las primeras experiencias del autor en el trabajo con la técnica de Síntesis Granular en tiempo real y se la vincula a su vez con *matrices combinatorias*. Este último concepto de *matrices combinatorias* aplicadas en un contexto musical está vinculado al la organización de conjuntos de *grados cromáticos*<sup>50</sup> (PCS) en dos ejes, por ejemplo pueden ser utilizadas para trabajar con diferentes conjuntos de grados cromáticos (en ordenadas) y su desarrollo simultaneo en el tiempo (en abscisas) o para cualquier otro tipo de distribución.

El resultado final de esta trabajo es un instrumento virtual definido por un *patch* principal y un paquete de abstracciones que utilizan la librería *PCSLIB*<sup>51</sup>. En su conjunto, permiten el trabajo de asociación de la técnica de síntesis granular con el control de la altura mediante la teoría de los *grados cromáticos* y *matrices combinatorias*. Al mismo tiempo, este instrumento está diseñado para ser controlado en tiempo real mediante dispositivos táctiles.

El núcleo del instrumento es un banco de 9 osciladores senoidales controlables de manera independiente y cuyas salidas son moduladas en amplitud mediante envolventes de tres estados lineales disparadas de manera sincrónica o asincrónica, según el control definido por el usuario. Como cada uno de los osciladores y el generador de envolvente asociado tiene un control independiente, se pueden definir sus parámetros de manera individual, entendiendo por esto a: su frecuencia de trabajo, su amplitud de envolvente, los tiempos de la envolventes y su locación espacial stereo (mediante una velocidad de trayectoria semi-circular entre los lados izquierdo y derecho, y un nivel de envío a un reverberador). El control de estos parámetros se realiza de manera estadística y de manera general sobre el banco, siendo la altura el único parámetro controlado de manera específica mediante una *matriz combinatoria*. El control estadístico es mediado por variaciones aleatorias delimitadas por valores máximos y mínimos o simplemente máximos, dependiendo de cada caso. El instrumento solo permite operar con un *cuadrado romano*, una matriz simple de un solo elemento por posición, la que es definido

---

50 Sobre los conceptos de *matrices combinatorias* y la teoría de *grados cromáticos* ver [ 2 ] .

51 Desarrollada por Di Liscia, O.P. y Cetta, P. Disponible en línea: <http://puredata.info/author/pdiliscia> (último acceso: diciembre, 2016).

en función de los *grupos de clases de altura* (PCS) ingresados por el usuario. El eje de ordenadas de matriz está designado para controlar la altura de trabajo de cada uno de osciladores, de manera que el tamaño máximo de la matriz es 9 x 9. En el caso que se utilicen matrices de menor tamaño, por consecuencia la cantidad de osciladores activos será menor. El eje de abscisas de la matriz está definido como eje temporal, de manera que cada columna representa un instancia de trabajo diferente. Planteado en estos términos, la matriz opera a modo de *secuenciador paso a paso*. En cada paso, la lectura de la matriz envía los valores de *clases de altura* correspondientes a esa columna al banco de osciladores. Una vez finalizado el avance de todas las columnas, la lectura vuelve a la primer columna cíclicamente. La velocidad de avance de cada paso/columna es variable y definida por el usuario.

Como es sabido, las *clases de altura* no definen un valor de frecuencia específico por lo que los datos obtenidos de la lectura de la matriz deben ser asignados a un posición de registro específica. Ese control también es estadístico y dependiendo de una posición y tamaño de ámbito de trabajo definido por el usuario mediante controles deslizables (sliders). De esta manera cada oscilador recibe una *clase de altura* y ámbito de octavas posibles dentro de los cuales asignar esa clase de nota a un valor de frecuencia temperado específico (o variable, según la cantidad de octavas definidas como ámbito).

La disposición en pantalla de los controles se diseñó para en su mando mediante dispositivos de pantallas táctiles por comunicación vía OSC y conexión de red. Por y para esto, se creó una plantilla a medida para la aplicación *TouchOSC*<sup>52</sup>.

El instrumento y documentación detallada de su uso y funcionamiento se encuentran publicados en el perfil de usuario del autor en la comunidad de programadores de *Pure Data*<sup>53</sup>. Los archivos digitales se incluyen como apéndice a este trabajo, de igual manera que se incluyen capturas de pantalla de todos los *patches* y *subpatches* de este paquete.

---

52 Desarrollada por RJ Fischer, disponible para iOS y Android en <http://hexler.net> (último acceso: diciembre, 2016).

53 Disponible en <http://puredata.info/Members/damiananache/pcsmatricesgranulares> (último acceso: diciembre, 2016).

Cabe señalar que paralelamente a este instrumento se desarrolló una colección de abstracciones que ofrecen *GUIs* ( interfaces gráficas de usuario) para operar de manera amigable con la librería *PCSLIB*, y está publicada bajo el nombre *PCSGUIS* en el espacio del autor en la comunidad de programadores de *Pure Data*<sup>54</sup>. Estos desarrollos se incluyen anexos y también se incluyen capturas de pantalla en la sección final de este trabajo.

## 2.4 *my\_Grainer*~: Unidad de Síntesis Granular.

La mayoría de los desarrollos destacados para operar con Síntesis Granular se pueden encontrar en Roads [ 14 ] entre los que se destacan *CG – Cloud Generator* (creado por el propio C. Roads) y los primeros desarrollos en tiempo real llevados a cabo por Barry Truax. Por su parte, Di Liscia [ 3 ] ofrece un relevamiento actualizado de aplicaciones *standalone* y dependientes de las plataformas *Csound* y *Supercollider*, entre otros. Al centralizar el relevamiento en desarrollos para la plataforma *Pure Data*, se pueden encontrar cinco unidades de síntesis que trabajan en tiempo real y están disponibles como objetos externos además de otros tantos de menor desempeño al ser presentados como abstracciones. La tabla a continuación expone las características principales de esos objetos externos y a continuación se las complementa y compara.

Nombre	Desarrollador	Public.	Salida	F.deO. <sup>55</sup>	Envolvente <sup>56</sup>
<i>syncgrain</i> ~ <sup>57</sup>	Barknecht, F.	n.d.	Mono	Tabla	fija
<i>mill</i> ~ <sup>58</sup>	Keskinen, O.	n.d.	Stereo	Tabla	Hann
<i>disis_munger1</i> ~ <sup>59</sup>	Ji-Sun K., et al	2007	Multicanal	Audio	fija
<i>granule</i> ~ <sup>60</sup>	Lyon, E.	2012	Stereo	Tabla	Tabla
<i>my_grainer</i> ~ <sup>61</sup>	Di Liscia, O. P.	2012	Ambisonics	<i>Pool</i> de Tablas	<i>Pool</i> de Tablas

54 Disponible en <http://puredata.info/Members/damiananache/pcsguis/> (último acceso: diciembre, 2016).

55 F.deO. = Forma de Onda del Grano.

56 Envolvente = Envolvente del Grano.

57 <https://puredata.info/Members/fbar> (último acceso: febrero, 2016).

58 <http://rickygraham.net/?p=130474333> (último acceso: febrero, 2016).

59 <http://l2ork.music.vt.edu/main/make-your-own-l2ork/software/> (último acceso: febrero, 2016).

60 <http://www.somasa.qub.ac.uk/~elyon/LyonSoftware/Pd/> (último acceso: febrero, 2016).

61 <https://puredata.info/author/pdiliscia> (último acceso: marzo, 2016).

Todos estos objetos implementan la Síntesis Granular de una manera diferente ofreciendo ventajas y desventajas según los intereses del usuario. Como complementos a los datos expuestos en esta tabla se señala que *syncgrain~* trabaja solo con síntesis granular sincrónica (*synchronous GS*), la forma de onda del grano debe ser definida por el usuario mediante una función cargada en un tabla (o *array*) mientras que la envolvente del grano es fija y no puede ser modificada. Para *mill~* la forma de onda del grano también es definida mediante una función cargada en un tabla y la envolvente del grano es un ventana *hanning* con la posibilidad de ser deformada y distanciar sus extremos temporales generando una alternativa variable de la envolvente *Quasi-Gaussiana* ([ 14 ] pag. 89). Por su parte, *disis\_munger1~* necesita recibir una señal de audio en tiempo real como fuente para la forma de onda de los granos y la envolvente de los granos es fija. Una particularidad que ofrece este último objeto es que ofrece hasta 64 canales de salida, entre los que la distribución espacial de la señal se realiza mediante *paneo* por intensidad (*intensity panning*). Para el objeto *granule~* tanto la forma de onda de los granos como la envolvente son definidos por funciones cargadas en tablas y ofrece una salida de audio en formato stereo. Por último, *my\_grainer~* es el único de estos objetos que ofrece la posibilidad de controlar la posición espacial de cada grano en 3D ofreciendo una salida codificada en *Ambisonics B-format* de hasta tercer orden (inclusive), al mismo tiempo tanto la forma de onda como la envolvente de los granos son definidas desde dos colecciones de 24 tablas (una para cada caso) con funciones cargadas por el usuario. Los parámetros de control del objeto se corresponden con las denominaciones empleadas en la bibliografía de referencia de la Síntesis Granular y son: duración del grano, distancia entre granos, nivel de amplitud del grano, ubicación espacial 3D definida por posición angular y distancia (para operar con la distancia el objeto ofrece una salida auxiliar para enlazar con un reverberador). Asimismo, el objeto ofrece niveles de desviación aleatoria para cada parámetro, diferentes posibilidades de trabajar con bucles en la lectura de la tabla de forma de onda, y tablas de valores discretos para las elecciones aleatorias de algunos de los parámetros entre otras tantas posibilidades de control adicionales.

El desarrollo de *my\_grainer~* es llevado a cabo por Di Liscia desde 2012, con la colaboración de Esteban Calcagno y el autor del presente quien además de haber realizado aportes al código del objeto programado en lenguaje C, ha programado en *Pure Data* la documentación de ayuda propia de los objetos de *PD* (*help patch*) y una

guía didáctica de uso de la técnica de síntesis denominada *mGT*: *my\_grainer* tutorial. A continuación se incluyen un captura de pantalla del *patch* de ayuda y como apéndice a este trabajo se incluyen capturas de todos los *subpatches*.

## my\_grainer~

real time granular synthesis engine

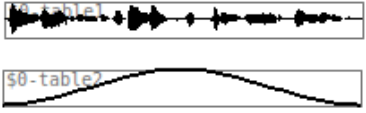
[my\_grainer~] offers realtime granular synthesis with mono, stereo or ambisonics outputs using tables for the grain's envelope and waveform. Both tables can be loaded into the internally allocated memory so they can be changed dynamically, grain by grain, during performance.

---

See Roads, C., *Microsound*, The MIT Press, England (2004), for Granular Synthesis references.

---

`pd waveform_and_envelope_tables`



`loadbang`  
`stop`  
`start`  
`r $0-mess`  
`my_grainer~`  
`output~` (with `dsp` and `volume` sub-patch)

Grain waveform and envelope must be defined by tables, without them the engine doesn't works.

Grain Waveform

Grain Envelope

start / stop messages control the audio rendering.

`pd basics_messages`

`pd all_messages`

---

**inlets**

- `0` anything - the inlet receives general purpose messages.  
Please read `my_grainer_help.pdf` file or take the tour with `mGT` ("my\_Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know all the available messages.

---

**outlets**

- `n` signal - n number of outputs will be according to the argument.  
n = 1 for mono mode, n = 2 for stereo (L + R), n = 4 for FOA (W, X, Y, Z), n = 9 for HOA (W, X, Y, Z, R, S, T, U, V).
- `n+1` signal - righthmost outlet is always the reverberation send output.

---

**arguments**

- 1) float - without arguments, `my_grainer~` is initialized for stereo output by default, use 1 value for mono output, 2 for stereo, 4 for FOA or 9 for HOA.

[Usage Guide](#)
`pd META`

Por su parte, la guía didáctica es una colección de *patches* que ofrecen una explicación paso a paso de los principios de funcionamiento de la Síntesis Granular, tomando como referencia las estrategias y terminología expuesta en Roads ([ 14 ] pag. 121). La guía está dividida en nueve pasos que describen las definiciones básicas para la generación de granos; la desviación aleatoria de los parámetros de control; operaciones sobre la envolvente del grano, operaciones sobre la forma de onda del grano; operaciones de bucle sobre la forma de onda del grano y con un apartado sobre el control preciso sobre esos bucles; control de *glissandis* internos dentro de cada grano, técnica denominada como *Glissons Synthesis* ([ 14 ] pag. 121); control espacial; y por último se aborda el manejo de valores discretos para variaciones aleatorias. El paquete incluye además una colección de *patches* adicionales con interfaces gráficas para la generación de funciones tanto para las envolventes como para la forma de onda de los granos; estos permiten exportar las funciones como archivos independientes, lo que posteriormente pueden ser cargados dentro de tablas de nuevos *patches* de Síntesis Granular que incluyan objetos como *my\_grainer~*. A continuación se presenta una captura de pantalla del primer *patch* principal.

Esta guía fue presentada en el evento *JAM Tec, Jornadas de Arte Música y Tecnología* (UNQ, 2016) y se encuentra publicada en el perfil de usuario del doctorando en la comunidad de programadores de *Pure Data*<sup>62</sup>. Anexas a este trabajo se incluyen capturas de pantalla de todos los *patches* y *subpatches* de este paquete además de los archivos digitales del desarrollo.

---

62 <http://puredata.info/Members/damiananache/mgt> (último acceso: diciembre, 2016).

### my\_grainer~\_tutorial:\_01\_-\_basics

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (<http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

Please read my\_grainer\_help.pdf before this. See Roads, C., Microsound, The MIT Press, England (2004) for granular synthesis background and details.  
 my\_grainer~ must be initialized with a value of 1 for mono output (see 08-azimuth\_and\_reverb for more details).

**MAIN GRAIN PARAMETERS**

**SIZE**  
 gs (float) grain size in secs. (default=0.05)  
 [0.050] gs \$1 s \$0-mess

**GAP**  
 ga (float) gap between grains beginnings in secs. (default=0.1)  
 [0.099] ga \$1 s \$0-mess

**INCR**  
 gf (float) grain read increment of the waveform table. (affects its frequency) (default=1)  
 [1] gf \$1 s \$0-mess

**AMP**  
 ag (float) grain amplitude. (default=1)  
 [0.999] ag \$1 s \$0-mess

Grain waveform and envelope are defined by tables. Both tables are needed in order to generate an audio output.

Grain Waveform

Grain Envelope

Loading tables details inside the following patch:  
 pd waveform\_and\_envelope\_tables

All parameters changes will affect next generated grains. No any changes will modified a grain during its performance.

print Prints my\_grainer's current state on console.  post\_ctrl \$1 enables/disables console messages  reset pd GUI-initialSetup  
 s \$0-mess pd postCtrl

my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

### 3 Referencias.

- [ 1 ] Basso, G. *Percepción auditiva*. Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes. 2006.
- [ 2 ] Cetta, P. y Di Liscia, O. P. *Elementos de Contrapunto Atonal*. Argentina. Educa (Editorial de la Universidad Católica Argentina). 2010.
- [ 3 ] Di Liscia, O. P. *Granular Synthesis and Spatialisation in the Pure Data Environment*. Sin publicar. Presentado en *PdCon2016 - 5th International Pure Data Convention*. EE.UU. 2016.
- [ 4 ] Di Liscia, O. P. *Generación y procesamiento de sonido y música a través del programa Csound*. Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes. 2004.
- [ 5 ] Dixon, S. *Digital Performance*. Inglaterra. The MIT Press. 2007.
- [ 6 ] Dodge, Ch. y Jerse, T. A. *Computer Music: Synthesis, composition and performance*. Estados Unidos. Schirmer. 1997.
- [ 7 ] Gabor, D. *Acoustical Quanta and the Theory of Hearing*, Nature Journal 159 (4044): 591-594. Inglaterra. 1947.
- [ 8 ] Miranda, E. R. *Computer Sound Design*. Gran Bretaña. Focal Press. 2002.
- [ 9 ] Miranda, E. R. y Wanderley, M. M. *New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard*. EE. UU. A-R Editions. 2006.
- [ 10 ] Moore, F. R. *Elements of Computer Music*. EE.UU. Prentice Hall. 1990.
- [ 11 ] Pampin, J. *ATS: A System for Sound Analysis Transformation and Synthesis Based on a Sinusoidal plus Critical-Band Noise Model and Psychoacoustics*. EE.UU. Center for Digital Arts and Experimental Media (DXARTS), University of Washington. 2004.
- [ 12 ] Peterson, G. E. y Barney, H. L. *Control Methods Used in a Study of the Vowels*. En The journal of the acoustical society of America Vol 24 Num. 2. EE.UU. Acoustical Society of America. 1952.
- [ 13 ] Roads, C. *Computer Music Tutorial*. EE. UU. MIT Press. 1995.
- [ 14 ] Roads, C. *Microsound*. EE.UU. MIT Press. 2004.



- [ 15 ] Russ, M. *Sound Synthesis and Sampling*. Gran Bretaña. Focal Press. 2009.
- [ 16 ] Serafin, S. *Computer generation and manipulation of sounds*. en Collins, N., d'Escriván, J. (editores). *The Cambridge Companion to Electronic Music*. Inglaterra. Cambridge University Press. 2007.
- [ 17 ] Serra, X. y Smith, J. O. III. *A Sound Analysis/Synthesis System Based on a Deterministic plus Stochastic Decomposition*. Computer Music Journal Vol.14 Num.4. EE.UU. MIT Press. 1990.
- [ 18 ] Smith, J.O. III. *Introduction to Digital Filters with Audio Applications*. EE.UU. Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA). 2007.
- [ 19 ] Smith, J.O. III. *Mathematics of the discrete Fourier Transform (DFT) with audio applications 2007 edition*. Disponible online: <http://ccrma.stanford.edu/~jos/mdft/> (último acceso: junio, 2015).
- [ 20 ] Swcharz, D. *Data-Driven Concatenative Sound Synthesis*. Tesis de Doctorado. Francia. Universidad París 6. 2004.
- [ 21 ] Truax, B. *Real-Time Granular Synthesis with the DMX-1000*. En Beauchamp, J. (ed.), *Proceedings of the 1987 International Computer Music Conference*. EE.UU. Computer Music Association. 1987.
- [ 22 ] Vail, M. *The Synthesizer: A Comprehensive Guide to Understanding, Programming, Playing, and Recording the Ultimate Electronic Music Instrument*. Inglaterra. Oxford University Press. 2014.
- [ 23 ] Wang, G. *A History of Programming and Music*. En Collins, N., d'Escriván, J. (editores). *The Cambridge Companion to Electronic Music*. Inglaterra. Cambridge University Press. 2007.
- [ 24 ] Xenakis, I. *Formalized Music*. EE.UU. Pendragon Press. 1992.
- [ 25 ] Zwicker, E. y Fastl, H. *Psychoacoustics Facts and Models*. Alemania. Springer-Verlag. 1990.



# **CAPÍTULO 3 :**

## **CREACIÓN DE ENTORNOS Y OBRAS.**

### **ÍNDICE DEL CAPÍTULO.**

<b>1 - Introducción.</b>	<b>81</b>
<b>2 - <i>Capturas del Único Camino: Intérprete Autónomo.</i></b>	<b>83</b>
<b>3 - <i>RTGS - Estudio 1.</i></b>	<b>86</b>
<b>4 - <i>RTGS - Estudio 2.</i></b>	<b>96</b>
<b>5 - Evaluación de Experiencias.</b>	<b>113</b>
5.1 - <i>RTGS – Estudio 1.</i>	114
5.2 - <i>RTGS – Estudio 2.</i>	118
<b>6 - Referencias.</b>	<b>125</b>



## 1 Introducción.

"La mayoría de los inventores de instrumentos musicales eléctricos han intentado imitar los instrumentos del siglo XVIII y XIX , de la misma manera que los diseñadores de autos copiaron al carruaje. El Novachord y el Solovox son ejemplos de ese deseo de imitar el pasado en vez de construir el futuro.

Cuando Theremin ofreció un instrumento con nuevas y genuinas posibilidades, los thereministas se esforzaron desmedidamente para hacer que suene como un instrumento antiguo, usando un desagradable y dulce vibrato para interpretar, con dificultad, obras maestras del pasado."

John Cage (1937)<sup>1</sup>.

"A pesar de la gran cantidad de cambios que acarreó la introducción de la computadora en el proceso compositivo, es notable lo frecuente con que los modelos que usan los *software* y el *hardware* conservan conceptos y técnicas de la música instrumental."

Truax Barry (1990)<sup>2</sup>.

Partiendo del relevamiento y evaluación de información realizado durante las primeras etapas de este trabajo se diseñaron entornos que permiten explorar nuevas posibilidades de interpretación con música generada en tiempo real. Estos entornos fueron puestos a prueba en obras de composición indeterminada y proponen a la interpretación como una pieza imprescindible. Al haber sido creados uno a continuación del otro, los entornos exponen diferentes estrategias que capitalizan la experiencia del anterior y profundizan la ejecución de música en tiempo real relativa a la interacción de la cadena *intérprete* ↔ *interfaz de control* ↔ *algoritmo de síntesis*. Este aspecto se ve potenciado particularmente en la última experiencia a partir de la interfaz de control involucrada.

---

1 En [ 5 ] .

2 En [ 20 ] .

La primer experiencia es una obra que propone diferentes modos de interpretación, y uno de ellos postula a la computadora como un interprete autómatas gracias a la inclusión de criterios generativos. Para esto se desarrolló una aplicación en *Pure Data* que posibilita la ejecución de la obra en tiempo real. Bajo el título de *Capturas del Único Camino*, esta obra ha sido publicada<sup>3</sup> en formato digital (archivos de descarga y plataformas de *streaming*) y físico (CD y Cassette) tanto en el ámbito local como internacional (EE.UU e Inglaterra). La publicación de la obra presenta a su vez una primer experiencia de notación de escritura indeterminada en partitura. Al mismo tiempo, la obra ha sido ejecutada en vivo por interpretes *humanos* enlazando en esa instancia con otros de los entornos desarrollados de esta trabajo, inclusive utilizando una versión de prueba de uno de los instrumentos virtuales creados para los siguientes entornos.

Los entornos desarrollados posteriormente presentan una combinación específica de *software* y *hardware*, la que a su vez deviene en una propuesta de codificación de partituras inherente a cada caso particular. Ambos diseños combinan *hardware* comercial y *software* desarrollado exclusivamente para este trabajo en el lenguaje *Pure Data*. Luego de concretar ambos entornos se compusieron obras de estudio (una para cada uno de los dos entornos) y se encargó a dos músicos la interpretación de las dos piezas. De esta manera se generó un archivo de registros de los dos estudios con las dos versiones diferentes de cada uno de ellos. Cada una de estas versiones evidencia en diferentes niveles la incidencia del intérprete detrás de su ejecución.

El primero de los dos estudios ofrece una aproximación centrada especialmente en la interacción *interfaz* ↔ *algoritmo* ya que emplea un dispositivo de control musical de uso frecuente. En cambio el último estudio trabaja la cadena completa (*intérprete* ↔ *interfaz* ↔ *algoritmo*) y profundiza en la asociación entre la corporalidad del intérprete y la información específica sobre la que se opera gracias a al uso de un dispositivo de captura de gestos físicos de reciente incursión en el mercado. En cuanto al *software* desarrollado para estos dos casos, la propuesta funcionan a modo de instrumentos virtuales basados en el manejo de la técnica de síntesis granular. Esta

---

3 Editada en Argentina por los sellos Concepto Cero e Inkilino Records, editada en Europa por el sello Must Die Records (Inglaterra) y en Estados Unidos por el sello Already Dead Tapes. Más información en: <http://damiananache.com.ar/capturasdelunicocamino> (último acceso: diciembre, 2016).

técnica fue implementada mediante la utilización del objeto externo *my\_grainer*<sup>4</sup> desarrollado inicialmente por Pablo Di Liscia. El autor de este trabajo ha colaborado en la reciente expansión y refinamiento del objeto al mismo tiempo que ha desarrollado extensa documentación de su uso que se distribuye de manera conjunta con el propio objeto. Por último, cabe señalar que ambos instrumentos virtuales utilizan la técnica de espacialización de sonido 3D *Ambisonics* (a través del Formato B de primer orden, expansible hasta tercer orden).

## 2 ***Capturas del Único Camino: Intérprete Autónomo.***

Esta sección presenta el desarrollo de la obra *Capturas del Único Camino* (Anache, 2014) la que es definida como una composición indeterminada y para la que se ha programado una aplicación en *Pure Data* que permite uno de sus posibles modos de interpretación. Por las características de su composición (ver partitura incluida como apéndice) la obra exhibe un planteo algorítmico y generativo. Como documentación de esta obra se realizaron dos publicaciones: La primera describe la obra de manera integral, incluyendo componentes de la obra sobre los que no se reparan en el presente trabajo. Estos son aspectos visuales (una serie de imágenes estáticas y un trabajo audiovisual) que no son abordados en el presente al exceder la problemática estudiada. El artículo en cuestión fue publicado en la revista *Invasión Generativa II* [ 2 ] y se lo incluye como apéndice a este trabajo. La segunda publicación detalla de manera pormenorizada el desarrollo de la aplicación programada en *Pure Data* que fue empleada para generar cada una de las diferentes publicaciones de la obra. Este segundo artículo [ 1 ] fue presentada en la *Duodécima Semana de la Música y la Musicología*, evento en cuyas actas se publica el artículo que aquí se presenta como apéndice y del cual se extraen fragmentos para la siguiente exposición.

Las obras de composición algorítmica pueden ser ejecutadas por máquinas o músicos en vivo según las características específicas de cada pieza. *Paisaje Primero*, el primer movimiento de *Capturas del Único Camino* es un caso particular que contempla ambas posibilidades de ejecución. Esta obra es a su vez un caso de composición

---

4 Disponible en <http://puredata.info/Members/pdiliscia/pcslib/> (último acceso: diciembre, 2016).

algorítmica y generativa a partir del modo en que involucra pautas aleatorias. Tomando como referencia la definición de algoritmo planteada por Essl [ 8 ] , la *composición algorítmica* es aquella que emplea un conjunto predeterminado de instrucciones o reglas para alcanzar una obra a partir de una cantidad limitada de pasos. Según él, el algoritmo constituye un modelo abstracto que define y controla alguno o todos los aspectos estructurales de la música compuesta en estos términos. En su artículo *Algorithmic composition*, Essl señala antecedentes del pensamiento algorítmico en composiciones del siglo IX hasta en la actualidad, destacando a los compositores que profundizaron la propuesta durante el siglo XX, entre ellos Karlheinz Stockhausen, Iannis Xenakis, Gottfried Michael Koenig, John Cage y Lejaren Hiller. Este último fue uno de los pioneros en involucrar las herramientas informáticas en la composición algorítmica, documentando detalladamente varias de esas composiciones en textos como *Composing with Computers: A Progress Report* [ 12 ] . Como bien señala Essl, debido a su naturaleza basada en reglas, todo algoritmo puede ser expresado como un programa de computadora. Sin embargo, esta condición no es exclusiva ya que el uso de algoritmos no está restringido solo al ámbito de las computadoras; afirmación argumentada y ejemplificada por el autor con casos de obras previas a su existencia.

El planteo algorítmico de una obra puede ocupar solo la instancia de composición de manera independiente a su ejecución. Dicho en otras palabras, una partitura puede ser concebida con recursos algorítmicos mientras que su ejecución puede no involucrar nada algorítmico. Al mismo tiempo existen obras para las que sí se requiere de una ejecución especial diferente a la tradicional. Las partituras tradicionales ofrecen instrucciones para que el intérprete ejecute *acciones específicas* de una *manera específica*, mientras que las partituras algorítmicas solo ofrecen al intérprete un conjunto de *reglas*; en algunos casos, estas reglas se articulan con acciones específicas y en otros carecen de ese grado de especificidad, como por ejemplo en algunos casos de composición indeterminada. Existen diferentes maneras de abordar la composición musical con algoritmos (ver Nierhaus [ 15 ] ) y una de ellas es mediante los algoritmos generativos<sup>5</sup>. La música generativa es aquella ejecutada por medio de un algoritmo que ofrece un proceso con cierto grado de autonomía; y es por esta misma condición que suele presentarse sin un final predefinido. Algunos ejemplos de música generativa son los trabajos realizados por el compositor

---

<sup>5</sup> Precisiones sobre el concepto de *generatividad* en [ 10 ] .



inglés Brian Eno, como ser *Discreet Music* (1975), *Music for Airports* (1978) y *I Dormienti* (1999) entre otras. Una de sus obras más destacadas es *Generative Music 1* (1996), su primer publicación de obra en forma de *software*<sup>6</sup> (publicada y distribuida en soporte *floppy disk*). Esta obra se corresponde con el modelo que Lejaren Hiller<sup>1</sup> define como *computer-realized music* (música realizada por computadora). Por este concepto se entiende a una obra cuyo medio de ejecución es la computadora de manera totalmente exclusiva, a diferencia de los casos en los que la computadora interviene solo en una etapa del proceso de creación y es vista como una herramienta de producción, edición o procesamiento de señales (todo procedimientos que en términos generales podrían ser realizados por otros medios).

En términos generales, la composición musical de *Capturas del único camino* implementa lo algorítmico articulado con las ideas sobre el uso del proceso en la música desarrolladas por Steve Reich [ 16 ] , Morton Feldman [ 9 ] , Alvin Lucier [ 14 ] , John Cage [ 5 ] y Brian Eno [ 7 ] . Partiendo de lo presentado en la partitura de la obra (ver apéndices) y considerando la explicación detallada en [ 1 ] , la aplicación informática para la realización de la pieza parte de una estructura temporal fija sobre la que reproduce banco de archivos de audio además de aplicarles diferentes procesos. Para esto se emplea un banco de archivos que registra las grabaciones de cada una de las acciones posibles para cada uno de los instrumentos que se presentan en la partitura. Al mismo tiempo, la aplicación modifica aleatoriamente y en tiempo real las características de reproducción de esos archivos, este procedimiento es análogo a cómo los músicos infieren en las características de cada acción escrita durante su ejecución. Esas variables que controlan los intérpretes, y en este caso la aplicación informática, son: la elección de la acción musical en sí misma, su altura y su intensidad. En esta versión, esas variables son complementadas con otro parámetro de constante cambio que no está presente en la versión performática y es la ubicación espacial del sonido en tres dimensiones, implementada mediante la técnica *Ambisonics*.

Esta experiencia expone una situación poco frecuente al ofrecer una misma obra ejecutada tanto por intérpretes como mediante una aplicación informática. El relevamiento realizado en este trabajo no arrojó obras publicadas con esta características; quizás la

<sup>6</sup> Desarrollada sobre la plataforma de composición algorítmica *Koan*, de la empresa SSEYO, hoy Intermorphic <http://www.intermorphic.com/> (último acceso: septiembre, 2015).

experiencia mas cercana es la obra *Music for Airports*<sup>7</sup>, de Brian Eno. Esta pieza fue publicada originalmente en una versión realizada por el propio compositor mediante técnicas electroacústicas en un estudio de grabación (utilizando técnicas de edición de cintas y procesadores de retardos ) y décadas después fue publicada una versión *performática* interpretada por la agrupación *Bang On A Can*<sup>8</sup>.

### 3 **RTGS - Estudio 1.**

El nombre de este estudio está definido por las siglas del inglés para *Real Time Granular Synthesis* (Síntesis Granular en Tiempo Real) y articula la técnica de síntesis granular con la *composición indeterminada*.

La partitura de la obra puede verse en los anexos a este trabajo y su indeterminación repara principalmente en el manejo del tiempo. Este trabajo toma como referencia la obra de Feldman y Brown, como por ejemplo *Intersection 1, Marginal Intersection, Projection 1, y Last Pieces* del primero<sup>9</sup>, y *4 Systems*, del segundo<sup>10</sup>. Además de basarse en observaciones teóricas como las del psicólogo William Forde Thompson [ 19 ] quien señala que la *expresividad temporal es especialmente valiosa en la articulación de las propiedades estructurales de la música*.

El entorno para la ejecución de la obra utiliza una interfaz comercial de *pads* por conexión MIDI. Esta interfaz está asociada a un instrumento virtual desarrollado en *Pure Data*, sobre el que el interprete controla la generación de objetos sonoros mediante la técnica de síntesis granular. Se eligió este tipo de controlador por ofrecer una distribución de controles arbitraria que no se corresponden a la distribución de teclado tradicional cuyo agrupamiento de teclas blancas y negras se corresponde con la organización de las alturas temperadas. Si bien durante se trabajó con un controlador de 16 *pads* en distribución cuadrada (grilla de 4 x 4 *pads*), sólo es requisito que el controlador ofrezca un mínimo de 6 *pads* para ser operados en simultáneo con la posibilidad de poder modificar

---

7 Eno, B. *Music For Airports*. LP. Reino Unido. Polydor. 1978.

8 Bang On A Can. *Music For Airports - Brian Eno*. CD. Reino Unido. Point Music. 1998.

9 Todas publicadas por *Edition Peters* (Estado Unidos ) entre 1959 y 1963.

10 Publicada por *Associated Music Publishers* (Estados Unidos) en 1954.

sus asignaciones de alturas de nota MIDI de manera rápida y accesible desde el mismo controlador mediante *presets* durante performance (o mediante bancos, páginas, o recursos similares). El modelo específico empleado para durante este desarrollo es el MPD18 de la marca Akai, de conexión USB. Asimismo, el entorno ha sido utilizado por uno de los intérpretes convocados con otro controlador, el modelo BeatStep de la marca Arturia (con 16 *pads* en distribución rectangular, grilla de 2 x 8). Al mismo tiempo, el diseño de este entorno requiere el uso de una perilla de control auxiliar (indiferentemente rotativa, deslizable o controlable tipo pedal) la que puede estar en el mismo controlador de *pads* o mediante un segundo controlador independiente.

El vínculo entre la interfaz de control y el instrumento virtual es parte de la convención de que al presionar cada *pad* se iniciará la generación de un objeto sonoro específico, con amplitud global determinada por la velocidad/fuerza con la que se lo presione. En cambio, la duración de cada objeto estará determinada por el tiempo que se mantenga presionado cada *pad* excepto para los objetos de la tercer categoría, los que su duración estará determinada por la perilla de control auxiliar. Al mismo tiempo es importante aclarar cada vez que se genere un mismo objeto sonoro sus características específicas serán siempre diferentes a partir de que los parámetros de control de la técnica de síntesis son definidos con márgenes de variación aleatoria, incluyendo entre ellas sus características de distribución espacial.

Para definir los objetos sonoros creados mediante la técnica de síntesis granular se utilizan grabaciones de voz cantada a modo de *sonido-fuente* de la forma de onda de los granos. Los samples de voz cantada provienen del registro de una melodía compuesta e interpretada por el autor. Partiendo de esta base el entorno permite al intérprete operar sobre la generación de diferentes materiales musicales organizados en tres categorías de objetos sonoros: *Vocales*, *Consonantes* e *Iterados*, las que agrupan 6 objetos sonoros específicos cada una. En todos los casos su control será global, decidiendo el momento de inicio y duración de los objetos, además de su evolución de amplitud global y otros aspectos que se detallarán a continuación, propios de cada categoría de objeto. En ninguno de los casos la espacialización de los objetos será controlada por el intérprete la que, al igual que otras características, serán definidas en tiempo real por la aplicación desarrollada a partir de pautas de variación aleatoria.

La melodía vocal tomada como sonido-fuente consta de seis notas<sup>11</sup> y su contenido lírico está definido por grupos fónicos arbitrarios, los que a su vez están conformados por combinaciones de al menos una vocal y al menos una consonante. Las alturas de las seis notas se corresponden con las seis frecuencias de la escala Bark [ 22 ] que son posibles de cantar por la voz masculina sin recurrir a técnicas especiales. Esta preferencia por el uso de la escala Bark frente a la habitual escala temperada se debe al interés de operar con una clara discriminación perceptiva de estratos al momento de superponer objetos sonoros construidos a partir de las notas de la melodía como sonido-fuente, aspecto garantizado al emplear como alturas fundamentales de las notas de los valores de frecuencia definidos en esta escala.

The image shows a hand-drawn musical score for the phrase "it-fo lu-u-l dloft pre-e-sk bi-a-m". The tempo is marked "Lento". On the left, there is a vertical list of frequencies: 700 (yellow), 570 (red), 450 (green), 350 (blue), 250 (purple), and 150 (dark blue). The notes are represented by colored dots and stems, with some notes connected by lines to show a melodic contour. Below the notes, there are dynamic markings: *f*, *p*, *mp*, *mf*, *mp*, and *p*. The notes are color-coded to match the frequency list: yellow for 700, red for 570, green for 450, blue for 350, purple for 250, and dark blue for 150.

Partitura de la melodía grabada para emplear como sonido-fuente para la síntesis granular.

El instrumento virtual emplea simultáneamente siete instancias del mencionado objeto *my\_grainer* , de las cuales seis generan los doce objetos *Vocales* y *Consonantes* mientras que la séptima genera los seis objetos de la categoría *Iterados*. Estas tres categorías de objetos están determinadas principalmente por la sección del sonido-fuente a partir de la cual se define la forma de onda de sus granos. Cada uno de los seis objetos *Vocales* toman de manera exclusiva como sonido-fuente una de las seis notas de melodía descrita inicialmente y de cada nota, se utiliza solo parte de la sección de la letra vocal

<sup>11</sup> En este contexto, se entiende nota como un sonido musical con identidad propia definida por una altura y duración determinada.

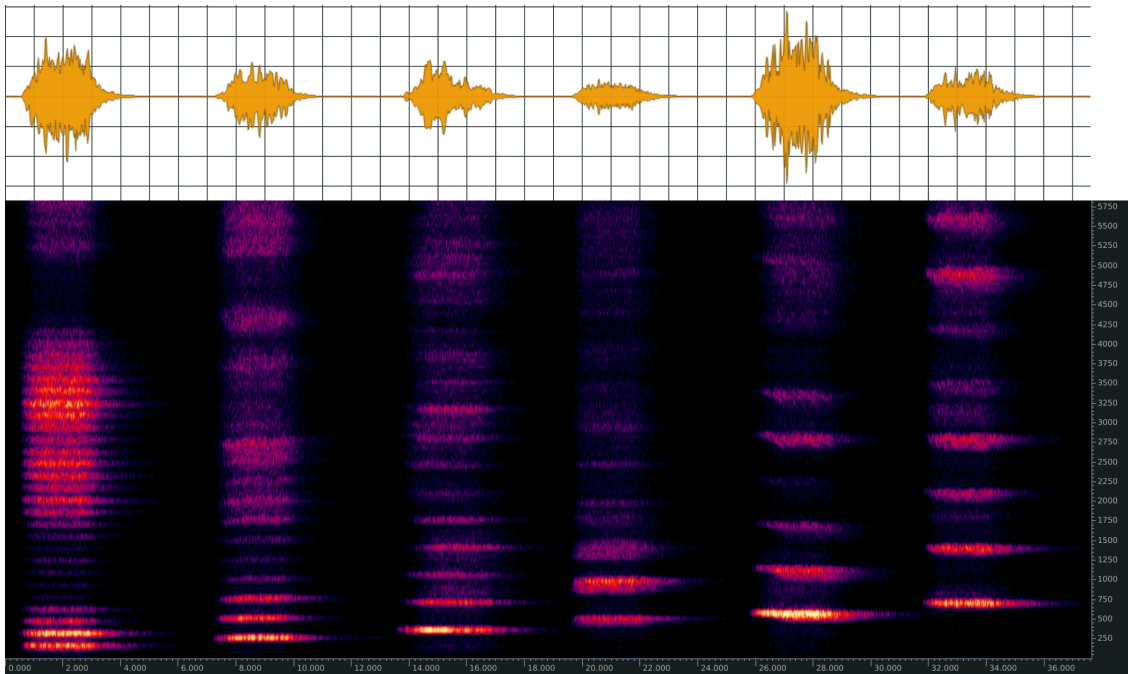
como forma de onda para sus granos. De manera similar se construyen los objetos sonoro *Consonantes*, mientras que los seis *Iterados* toman como sonido-fuente cada uno de las seis notas enteras sin seccionar. Al mismo tiempo los tres casos presentan distintas organizaciones globales de sus granos, aspecto a partir del que las dos primeras categorías diferencian por contraste: los objetos *Vocales* son masas uniformes armónicas, mientras que los *Consonantes* son nubes de granos que oscilan entre el ruido y diferentes grados de armonicidad. Por su parte, los seis objetos *Iterados* definen su forma a partir de la intersección de una estructura iterada granular y la herencia de las características de cada una de las seis notas de la melodía empleada como sonido-fuente. En todos los casos, la velocidad de lectura de las formas de onda son solo alteradas levemente con el fin de generar sutiles movimientos internos de las masas y los granos pero sin utilizar grandes transposiciones, trasladando así las alturas de los sonido-fuente a los nuevos objetos sonoros generados.

### **Objetos Sonoros Vocales.**

Los objetos *Vocales* presentan una clara unidad de masa uniforme alcanzada mediante un trabajo de solapamiento de granos de larga duración. Como se puede ver en la tabla a continuación los objetos sonoros están formados por granos de duración mayor a los 347 milisegundos hasta alcanzar tamaños máximos de casi 2 segundos de duración. La densidad de granos está determinada por su solapamiento que oscila entre una cantidad mínima de casi 6 granos hasta una máxima de más de 25 granos simultáneos. Esas características combinadas con envolventes de grano de forma *gaussiana* y formas de onda de energía uniforme y constante desde el principio al final de los granos permiten generar esas mencionadas masas uniformes. De esta manera los objetos sonoros creados conservan en gran medida muchas de las cualidad tímbricas del sonido-fuente predominando por sobre todo su frecuencia fundamental y cualidad de sonido vocal.

Cabe señalar que en un sentido estricto, los primeros estudios sobre el microsonido consideraban a los granos como de duración menor a los 100 milisegundos (ver [ 17 ] pag viii) sin embargo el potencial que la técnica de síntesis granular ha alcanzado es tal que permite trasladar sus criterios de composición de sonidos a células de construcción de mayor duración, generando resultados difíciles de alcanzar mediante otras técnicas de

síntesis con una equivalente precisión en el control individual de cada célula/grano que esta técnica ofrece.



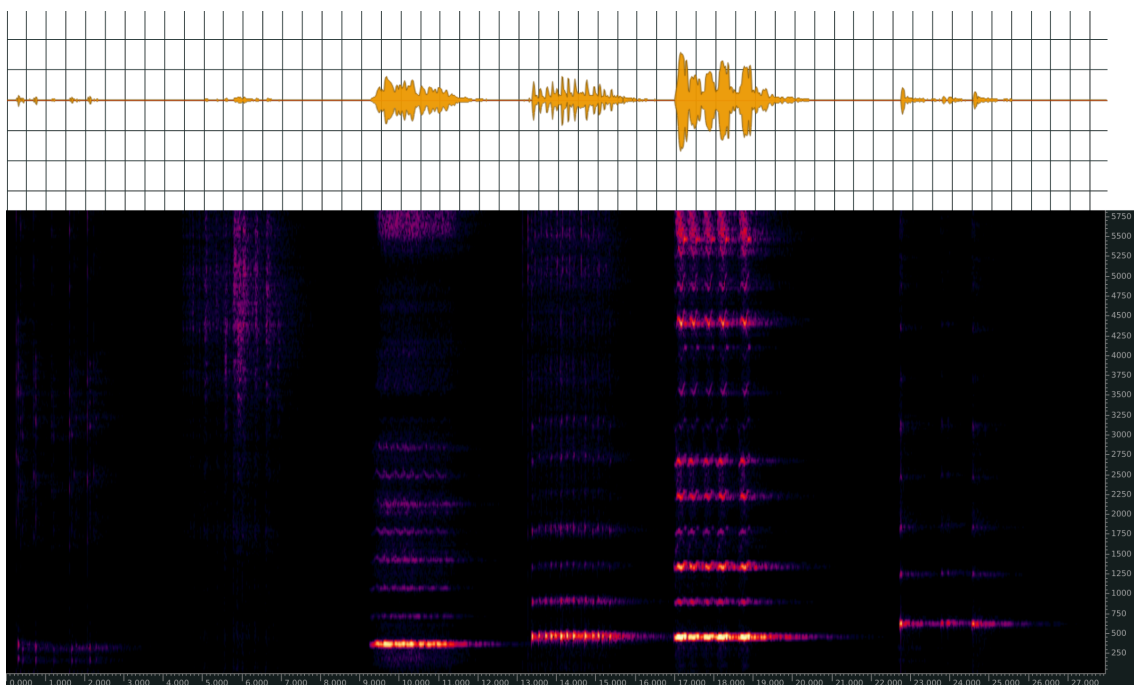
Forma de onda y vista espectral de seis muestras de objetos sonoros de la categoría *Vocales*, desde #1 a #6 en orden consecutivo.

Categoría: Vocales		Características de los granos																
Objeto Sonoro	Sonido-Fuente para la forma de onda del grano	Frecuencia fundamental	Envolvente	Variación aleatoria de la amplitud	Tamaño		Gap (distancia entre inicio de granos)			Solapamiento				Forma de Onda		Velocidad de lectura de la forma de onda		
					min	max	min	max	min	max	min	max	Duración	Cant. De solapamientos	Tamaño	Ciclos por cada grano (promedio)	Loop	Original
# 6	/o/	700 hz	Gaussiana	0%	400 ms	70 ms	30 ms	330 ms	370 ms	5.7	13.3	348 ms	1.15	Forward-backward	Original	no	-6%	2%
# 5	/u/	570 hz	Gaussiana	0%	1247 ms	150 ms	50 ms	1097 ms	1197 ms	8.3	24.9	1247 ms	1	NO	Original	no	-6%	0%
# 4	/a/	450 hz	Gaussiana	0%	347 ms	40 ms	307 ms	307 ms	8.7	8.7	330 ms	1.05	Forward-backward	Reversa	1%	-1%	3%	
# 3	/la/	350 hz	Gaussiana	0%	1698 ms	1898 ms	75 ms	1573 ms	1823 ms	13.6	25.3	1798 ms	1	Forward-backward	Original	0.5%	-0.5%	0.5%
# 2	/e/	250 hz	Gaussiana	0%	1064 ms	50 ms	50 ms	914 ms	1014 ms	7.1	21.3	1064 ms	1	NO	Original	no	-3%	1%
# 1	/l/	150 hz	Gaussiana	+/- 10%	600 ms	25 ms	55 ms	545 ms	575 ms	10.9	24	296 ms	2	Forward-backward	Original	no	-3%	1%

Tabla con las características de cada uno de los objetos sonoros de la categoría *Vocales*.

## Objetos sonoros Consonantes.

Los objetos sonoros *Consonantes*, en cambio, pueden ser descriptos como nubes "altocúmulus" a partir de que pueden percibirse los granos de manera independiente y no se constituye una masa uniforme como en la categoría anterior. Esto se debe a la interacción de varios parámetros que varían según cada objeto específico. A rasgos generales y tomando como referencia la tabla a continuación se puede ver que en varios casos hay una tasa de solapamiento de granos mucho menor que en el la categoría anteriores y al mismo tiempo los granos son de duración mucho mas breve. En este caso los granos varían desde los 100 milisegundos y valores inferior al segundo de duración, encontrando que la mayoría oscilad al rededor de los 350 milisegundos; Sin embargo estos valores son engañosos ya que a diferencia de los objetos sonoros *Vocales* las formas de onda utilizadas para estos granos no siempre tienen energía constante durante toda la duración del grano. Otro aspecto que contribuyen a la característica discontinua y no uniforme de estos objetos es que trabajan con envolventes de grano no gaussianas que implican menor amplitud efectiva de cada grano e inclusive uno de los objetos utiliza la particular *expodec*<sup>12</sup>.



Forma de onda y vista espectral de seis muestras de objetos sonoros de la categoría *Vocales*, desde #1 a #6 en orden consecutivo.

12 Ver [ 17 ] , pag 89.



Categoría: Consonantes		Características de los granos														
Objeto Sonoro	Sonido-Fuente para la forma de onda del grano	Frecuencia fundamental	Envolvente	Variación aleatoria de la amplitud	Tamaño		Gap (distancia entre inicio de granos)		Solapamiento			Forma de onda		Velocidad de lectura de la forma de onda		
					min	max	min	max	min	max	Duración	Cant. De solapamientos	Tamaño	Ciclos por cada grano (promedio)	Tipo	Inicial
# 6	/f/	-	Triangular	+/- 90%	346 ms	1595 ms	5 ms	341 ms	0	69.20	1.99	Forward-backward	Original	+/- 5%	NO	
# 5	/l/	450 hz	Triangular	+/- 66%	350 ms	650 ms	0 ms	100 ms	0	1.40	1	NO	Original	NO	NO	
# 4	/f/	450 hz	Lineal de 3 estados	+/- 25%	362 ms	200 ms	162 ms	262 ms	1.81	3.62	1.06	Forward-backward	Original	NO	-30%	
# 3	/m/	350 hz	Gaussiana	0%	900 ms	150 ms	450 ms	750 ms	2	6	1	NO	Original	NO	NO	
# 2	/sk/	-	Lineal de 3 estados	0%	600 ms	45 ms	495 ms	555 ms	5.71	13.33	1.97	Forward-backward	Original	NO	-15%	
# 1	/l/	-	Expodec	0%	100 ms	100 ms	0 ms	0 ms	0	0	1	NO	Original	+/- 15%	NO	

Tabla con las características de cada uno de los objetos sonoros de la categoría *Consonantes*.

## **Objetos sonoros Iterados.**

Los seis objetos *Iterados* evidencian explícitamente el sonido-fuente sobre la cual trabajan y su forma final depende de cada una de las seis notas de la melodía. La técnica de generación de estos objetos sonoros presenta el caso ambiguo de la técnica granular vista como proceso de audio o la técnica granular vista como técnica de síntesis. En términos estrictos suele considerarse a las técnicas de síntesis como aquellas que generan sonidos a partir de la manipulación de señales simples, mientras que es habitual considerar a los procesos de audio como aquellos que reciben una señal de audio de entrada, la alteran y ofrecen una nueva versión de esa señal a través de su salida. En este caso se prefiere definir la técnica de creación de los objetos *Iterados* como un procesos de granulación ya que como se describió anteriormente estos objetos exponen de manera evidente la fuente de sonido a partir de la cual se los construye. Ese proceso de granulación se alcanza por una actualización constante de la forma de onda de los granos, definida a partir de un barrido progresivo de cada nota de la melodía empelada como sonido-fuente. En este caso, la identidad de la categoría está dada por la organización global de los granos, igual para todos los seis objetos posibles. Por otro lado el vínculo con la interfaz de control es diferente al presentado en las categorías anteriores. Para estos objetos el intérprete inicia su generación al presionar los pads y la duración de los mismos es determinada por la velocidad del barrido, controlada por la perilla auxiliar.

Categoría: Iterados		Características de los granos															
Objeto Sonoro	Sonido-Fuente para la forma de onda del grano	Frecuencia fundamental	Envolvente	Variación aleatoria de la amplitud	Tamaño		Gap (distancia entre inicio de granos)		Solapamiento				Forma de onda		Velocidad de lectura de la forma de onda		
					min	max	min	max	min	max	Duración	Cant. De solapamientos	Tamaño	Ciclos por cada grano (promedio)	Loop	Tipo	Inicial
# 6	/fp/	700 hz															
# 5	/lrl/	570 hz															
# 4	/dlgr/	450 hz															
# 3	/blum/	350 hz	Gaussiana	0%	50 ms	250 ms	5 ms	55 ms	0 ms	245 ms	0	50		1		Original	+/- 0.5%
# 2	/presk/	250 hz															
# 1	/rl/	150 hz															

Tabla con las características de cada uno de los objetos sonoros de la categoría *Iterados*.

#### 4 RTGS - Estudio 2.

El entorno para el segundo estudio integra la interfaz *Leap Motion*<sup>13</sup>, un dispositivo de captura de video con detección de estructura y movimiento de las manos, en conjunto con un nuevo instrumento virtual creado para este trabajo y una propuesta de partitura basada en conceptos de *composición indeterminada* con indicaciones de espacialización del sonido. Se aclara este último aspecto ya que la estrategia desarrollada de *síntesis espacial de sonido*<sup>14</sup> incorpora la dimensión del espacio como un elemento clave para evidenciar el cuerpo del intérprete no sólo en la evolución temporal del espectro del sonido generado sino en la totalidad de sus cualidades. Dicha partitura, al igual que para *RTGS Estudio 1*, ofrece una obra de estudio, titulada *RTGS Estudio 2*, la que demuestra y pone en prueba las posibilidades del desarrollo.



Este gráfico<sup>15</sup> muestra el dispositivo *Leap Motion* en escala con el tamaño de las manos y una computadora portátil.

---

13 <https://www.leapmotion.com/> (último acceso: diciembre, 2016).

14 El concepto de *Síntesis Espacial de Sonido* es empleado por el equipo de investigación en el que participa el autor del presente y refiere a la articulación entre la síntesis de sonido con sus cualidades espaciales de manera integral y conjunta. Ver: [ 6 ] .

15 Imágenes extraídas de la documentación de *Leap Motion* disponible en línea en: <https://developer.leapmotion.com/> ( último acceso: noviembre, 2016 ).

## Instrumento Virtual y Análisis de Gestos.

El instrumento creado se denomina *mGIL*, por *my\_Grainer Instrument for Leap*, y consta de una aplicación programada en el lenguaje *Pure Data* para controlar síntesis granular en tiempo real mediante *Leap Motion*. En el contexto de esta tesis la decisión de emplear la técnica de síntesis granular en el desarrollo final se fundamenta en la gran cantidad de parámetros variables que ofrece, aún siendo evaluados en una escala temporal acotada (los que pueden ser más de cien por segundo, ver [ 17 ] pag. 87). Esta característica es de especial interés a la hora de generar sonidos expresivos mediante técnicas de síntesis ya que esa gran cantidad de posibles variaciones por segundo ofrecen una significativa incidencia espectral. Al igual que el estudio anterior, la técnica de síntesis granular es implementada mediante el objeto externo *my\_Grainer*<sup>16</sup>. La creación del instrumento estuvo dividida en dos etapas. La primera concluyó con la versión de *mGIL* presentada en la conferencia internacional *CMMR 2016* [ 3 ] mientras que la segunda es la que aquí se expone luego de alcanzar un avance significativo en la estructura de su funcionamiento. En primer lugar y previo a ambas versiones se desarrollaron instrumentos de prueba para *Leap Motion* con el fin de explorar sus posibilidades de reconocimiento del esqueleto de las manos y sus gestos. Durante esa etapa se realizaron experiencias con librerías de *Machine Learning*<sup>17</sup> y aplicaciones dedicadas como *Wekinator*<sup>18</sup>. En todos los casos las herramientas ofrecieron gran versatilidad, sin embargo en el diseño final se optó por analizar la datos ofrecidos por la interfaz de manera individual en vistas de alcanzar un control preciso y específico sin mediación. Uno de esos instrumentos de prueba fue utilizado en la presentación de la obra *Capturas del Único Camino* en el museo MAR durante el mes de Noviembre del año 2015<sup>19</sup>. Dicho instrumento permitió controlar la

---

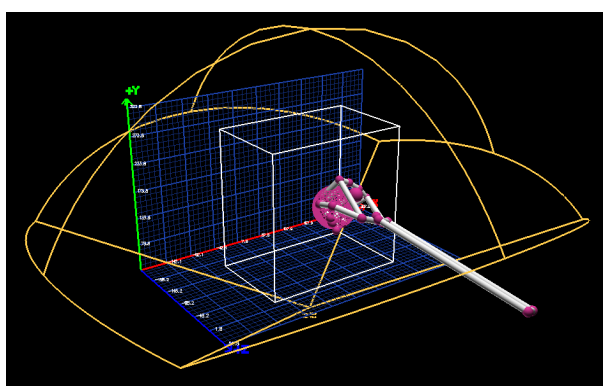
16 <https://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer> (último acceso: diciembre, 2016).

17 *Machine learning* es un término empleado en ámbito de la informática y la inteligencia artificial para referirse a la “habilidad de una computadora de aprender sin la necesidad de haber sido explícitamente programada” ([ 18 ] pag. 89, t.d.a. ).

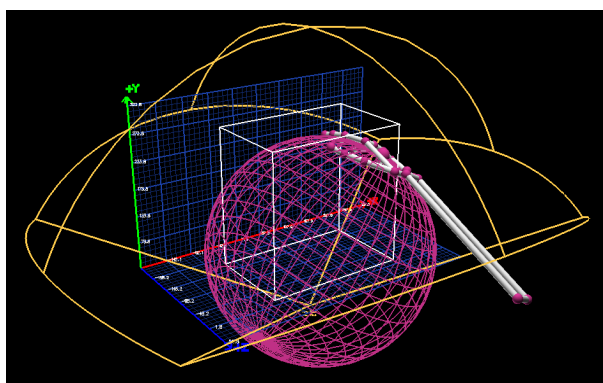
18 *Wekinator* es una aplicación de código abierto publicada inicialmente por Rebecca Fiebrink en 2009, disponible en <http://www.wekinator.org/> (último acceso: noviembre, 2016).

19 Anache, D. (2014) *Capturas del Único Camino*. La obra fue estrenada en vivo como concierto audiovisual en el ciclo *Lenguajes Sonoros*, en MAR, Museo de Arte Contemporáneo de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, 21 de noviembre de 2015. Ver: <http://damiananache.com.ar/capturasdelunicocamino/> (último acceso: diciembre, 2016).

reproducción de una colección de archivos de audio con grabaciones de sonidos generados por agua (gotas individuales, flujos de diferentes caudales, brazadas, etc). Esa experiencia y otras sin instancia pública permitieron evaluar el dispositivo de captura y concluir que el gesto de *apertura-cierre* de manos es uno de los más eficientes y precisos. Valiéndose de esa consideración se estructuró el diseño de *mGIL* en base a dicho gesto. Para detectarlo se analiza la información que *Leap Motion* ofrece como salida mediante la etiqueta *diámetro de la esfera*. Dicha esfera es un volumen que el *controlador del dispositivo*<sup>20</sup> proyecta sobre la palma de la mano simulando una posible pelota o globo que podrían estar contenidos en ella (ver imagen a continuación).



Esta imagen<sup>21</sup> muestra la detección de la esfera simulada con la mano cerrada.



Esta imagen muestra como varía el tamaño de la esfera al estar abierta

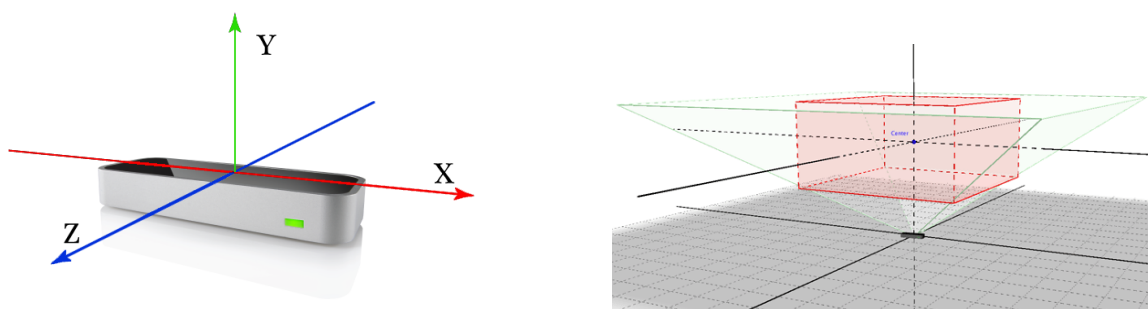
---

20 Del inglés, *Device driver*, una aplicación informática que opera como intermediario entre el sistema operativo y un periférico.

21 Estas imágenes son capturas de la pantalla del software de visualización de rastreo que ofrece *Leap Motion*.

## Mapeo y parámetros de Síntesis.

De esta manera, *Leap Motion* ofrece a su salida el diámetro de dicha esfera y lo actualiza en tiempo real según el movimiento y disposición de todos los dedos de cada mano. Esta información es evaluada por *mGIL* al comparar el tamaño de la esfera con rangos predefinidos de longitud y tiempo para determinar si la mano está abierta, cerrada o en movimiento. Al detectarse la apertura de la mano se evalúa la velocidad de variación del tamaño de la esfera al mismo tiempo que se determina el promedio de la velocidad individual y la cantidad de dedos en movimiento (la información del estado individual de cada dedo es otra de las salidas que ofrece la interfaz). En todos los casos, los valores obtenidos se corresponden para ambas manos por separado. El análisis gestual integra a su vez la posición espacial de ambas manos en los tres ejes cartesianos X, Y, Z, relativos a la posición de la interfaz. Todo el sistema de análisis de gestos solo tiene efecto cuando la o las manos se ubican dentro de la *Caja de interacción* (*InteractionBox*). El concepto de *Caja de interacción* es propio de la interfaz *Leap Motion* y define la “zona segura” o los límites de distancia entre los que la captura de las manos es efectiva. Sin embargo, en este entorno, esos límites fueron reajustados y optimizados en función a la interacción con los específicos gestos empleados.



El gráfico<sup>3</sup> de la izquierda muestra los ejes cartesianos relativos a la interfaz.

El gráfico de la derecha muestra en color verde el campo total de captura mientras que en color rojo indica la *caja de interacción*, zona (definida por defecto) en la que la detección de las manos es efectiva.

A partir de lo descrito, toda la información analizada se emplea para controlar los parámetros de dos motores de síntesis granular, osea dos instancias del objeto externo *my\_grainer~*, una por cada una de las dos manos del intérprete. La etapa de vinculación entre los gestos y qué parámetros de la síntesis afecta cada uno de ellos es

habitualmente definida como mapeo<sup>22</sup>. En su nivel más general, la estrategia de mapeo se organiza en tres estados definidos a partir de los gestos de las manos: *apertura*, *desarrollo* y *cierre*. Estos estados definen a su vez la envolvente global que afecta la salida del motor de síntesis, vinculados con las etapas de ataque, *sustain* y extinción (*release*) respectivamente. El gesto de *apertura* de mano determina el inicio del proceso de síntesis, luego mientras se mantiene la mano abierta el instrumento operará en el estado de *desarrollo* hasta que se detecta el gesto de *cierre* de mano. El cuadro a continuación detalla la estrategia de mapeo.

Gestos de la mano.	Estados del motor de síntesis.		
	<i>Apertura.</i>	<i>Desarrollo.</i>	<i>Cierre.</i>
<i>apertura-cierre</i> de mano.	Apertura: inicio de síntesis.	(la mano debe permanecer abierta).	Cierre: Fin de síntesis.
Velocidad de <i>apertura-cierre</i> .	Tiempo de ataque.	-	Tiempo de extinción ( <i>release</i> ).
Posición de mano en eje Y.	Altura ( <i>pitch</i> ).	Escalamiento de amplitud Global.	
Posición de mano en ejes X y Z.	Ubicación espacial del sonido.		
Promedio de la cantidad y velocidad de dedos en movimiento.	Modulación.		

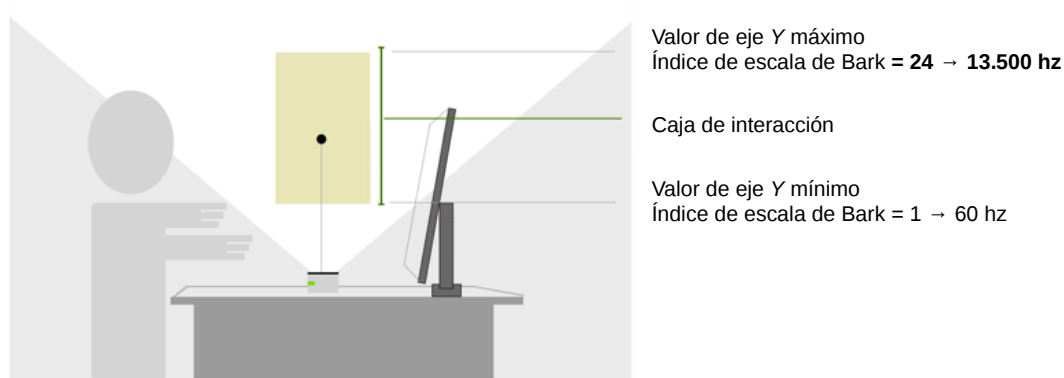
Por otro lado, se señala que para balancear el nivel de salida de la señal generada en función a la frecuencia central de trabajo de cada objeto sonoro a generar se utilizaron las curvas de igual sonoridad correspondientes a las normas *ISO 226:2003* [ 13 ] . Si bien es sabido que se requiere de una calibración integral entre el sistema de síntesis digital y todos los eslabones de la etapa de transducción acústica para que exista una correspondencia precisa entre el nivel de la señal digital y la señal percibida por el oyente, aquí se empleó la norma *ISO* sólo con el interés de que la amplitud global de los objetos sonoros generados estén controladas a partir de la frecuencia fundamental empleada para la generación de cada uno de ellos, y que este control conserve cierta reminiscencia con un criterio psicoacústico. De esta manera la amplitud de objetos cuyo fundamental esté en el registro medio no será la misma que la empleada para sonidos graves, por poner un ejemplo.

Al igual que en *RTGS Estudio 1*, el trabajo con la altura (*pitch*) en este segundo estudio se realiza a partir de la escala *Bark* con el fin de facilitar la discriminación perceptiva de estratos generados simultáneamente con ambas manos. Considerando

<sup>22</sup> Entendiendo por *mapeo* al trazado de un mapa de relaciones entre dos modelos de datos distintos.



esto, el instrumento permite que ambas manos generen objetos sonoros cuya frecuencia de base se corresponda con diferentes índices de la escala *Bark* siempre y cuando no se encuentren en la misma posición de altitud (eje *Y*) al iniciar la generación de sonido. En este planteo se utilizan los veinticuatro valores de frecuencia central de la escala *Bark*, el rango comprendido entre 60 y 13500 hz. Además de su utilidad psicoacústica, la segmentación en 24 niveles de operación sobre el eje *Y* dentro de la *caja de interacción* reduce las posibilidades de trabajar la altura con una escala temperada en el mismo rango de frecuencias. El gráfico a continuación refleja este comportamiento.



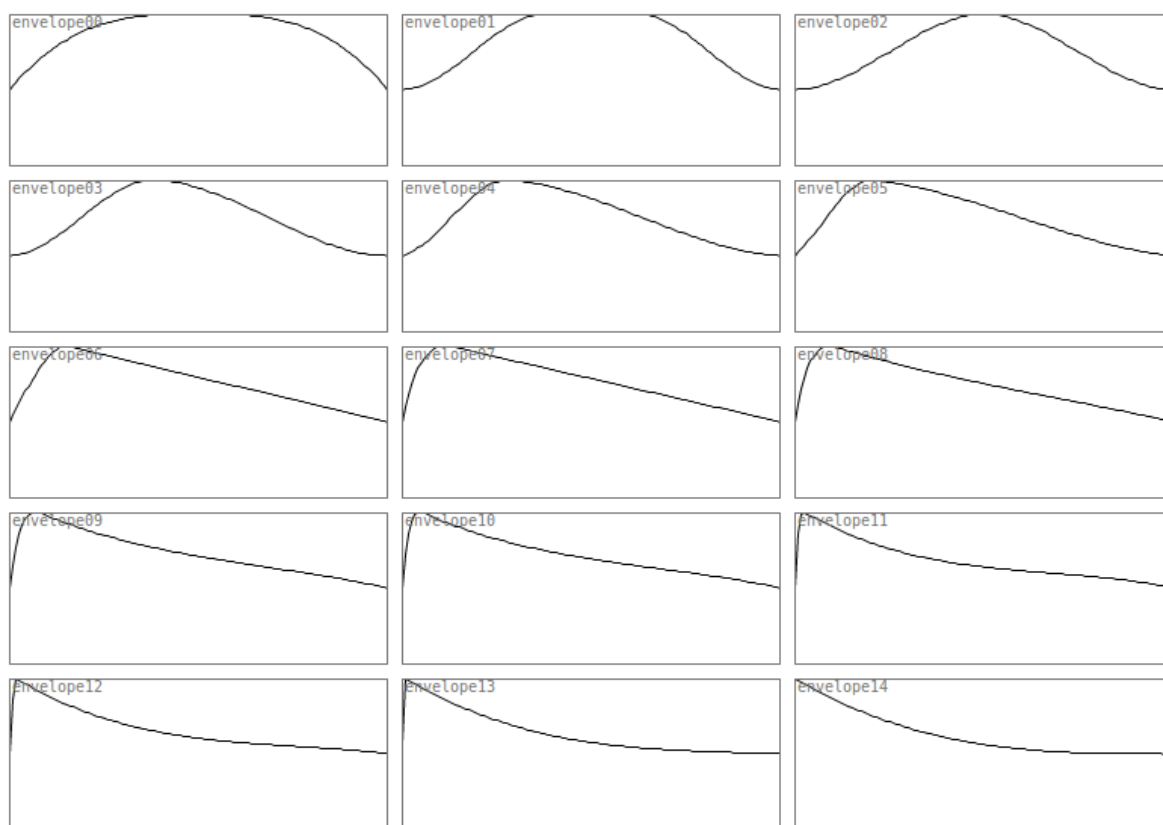
En un segundo nivel, la estructura del mapeo relaciona los gestos de las manos y los parámetros de la síntesis de manera integral. Por ejemplo, en la primer versión de *mGIL* tanto la envolvente global (incluyendo la velocidad del ataque, la amplitud global, la duración total, etc.) como la *modulación del timbre* están definidas por un único gesto: la velocidad inicial de la apertura de la mano. En este caso el concepto de *modulación del timbre* se refiere a la variación por interpolación de cada uno de los parámetros de la síntesis definidos entre dos configuraciones de valores extremos. Por su parte el mapeo de la segunda versión de *mGIL* profundiza la relación entre *gesto-parámetro de síntesis* al incluir (entre otras mejoras) la posibilidad de que un mismo gesto determine diferentes aspectos del objeto sonoro creado en función al momento en el que se lo realiza (entendiendo a ese momento como relativo a la propia evolución del objeto sonoro). Este doble comportamiento de un mismo gesto se emplea para la posición de la mano en el eje *Y*. Al momento de iniciar la generación del sonido (mediante el gesto de apertura de la mano) la posición en el eje *Y* define la altura (*pitch*) a ser tomada como base para la síntesis mientras que luego, durante la evolución del objeto sonoro, el mismo eje *Y* se

dedica al control de la amplitud global. De manera similar a la primer versión de *mGIL*, este instrumento también emplea dos configuraciones de valores extremos entre las que se interpola individualmente cada uno de sus parámetros en función a un nivel de *modulación del timbre*. A continuación se exponen dos cuadros con las configuraciones extremas entre las que se modulan los parámetros de la síntesis. Las mismas configuraciones son empleadas en cada uno de los dos motores correspondientes a cada mano y que permiten generar diferentes espectro-morfologías más allá de la forma de la envolvente global. El resultado de ambas configuraciones ofrecen resultados cuya cualidad espectral remite a los sonidos generados por arcos eléctricos. Al mismo tiempo, en un extremo, la primer configuración tiene un comportamiento estable y con cierto grado de composición armónica mientras que la otra configuración ofrece una conducta inestable y más ruidosa en comparación a la primera. El criterio de composición para estas dos configuraciones (y sus variantes) define el comportamiento individual de los granos de manera tal que generen un resultado homogéneo y que constituyan una entidad sonora conjunta, un objeto sonoro. De esta manera, cada grano solo tiene sentido dentro de ese objeto sonoro y no como entidad aislada. Este comportamiento puede ser descrito como una nube granular compacta ( “*packed*” ) y con un factor de relleno cubierto ( “*covered fill factor*” ) tal y como lo define Roads ( [ 17 ] pag. 105).

Configuración 0											
Características de los granos											
Frecuencia fundamental		Función para la forma de onda del grano	Envolvente del grano	Tamaño		Gap (distancia entre inicio de granos)		Solapamiento			
				min	max	min	max	Duración		Cant. De solapamientos	
min	60 hz	Triangular (hasta armónico 15)	Gaussiana	120 ms		50 ms	70 ms	50 ms	70 ms	1,71	2,40
max	13500 hz					10 ms		10 ms		-	-

Configuración 1											
Características de los granos											
Frecuencia fundamental		Función para la forma de onda del grano	Envolvente del grano	Tamaño		Gap (distancia entre inicio de granos)		Solapamiento			
				min	max	min	max	Duración		Cant. De solapamientos	
min	60 hz	Seno	Expodec	11 ms	13 ms	9 ms	11 ms	-	4 ms	-	1,44
max	13500 hz					1 ms	2 ms			-	-

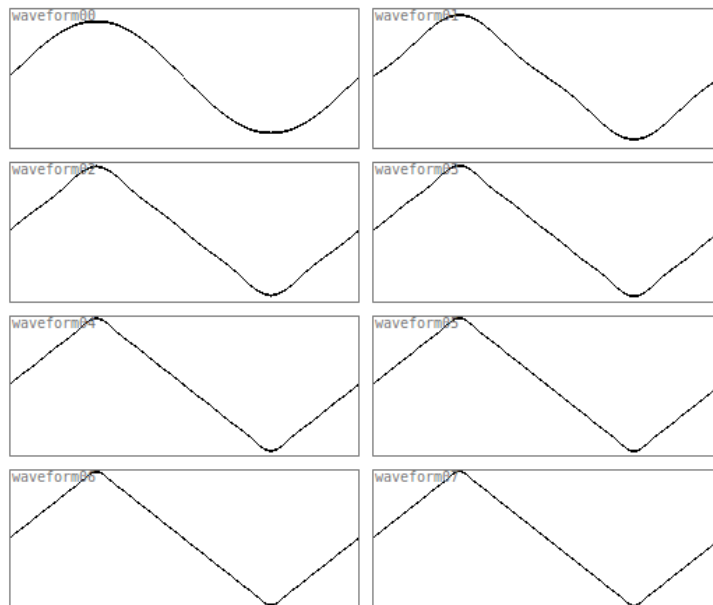
El tamaño del grano está definido en función a la frecuencia fundamental. Por ejemplo, en *Configuración 0*, 10 ms. es el mínimo definido para 1.000 hz y 120 ms. el máximo para 60 hz, entre esos valores la interpolación es lineal, mientras que el rango entre 1.000 hz y 13.500 hz conserva el mismo valor. De igual manera se distribuye el intervalo temporal entre granos y el consecuente solapamiento. Un aspecto importante que excede la información expuesta en estos cuadros es que para la modulación o transición entre cada uno de los parámetros se aplica una curva individual de interpolación entre las siguientes cuatro posibilidades: lineal, logarítmica, exponencial o sigmoid (tipo "S" ). En el caso particular de las envolventes y la forma de onda de los granos la transición no es una simple interpolación sino una transición entre *arrays* o tablas. Como se puede observar en el cuadro anterior la envolvente de los grano varía desde una función gaussiana (para la *configuración 0*) hasta una *expodec*<sup>12</sup> (en la *configuración 1*), durante la transición entre estas las funciones varían progresivamente desplazando el pico máximo de amplitud de la función desde el centro hasta el inicio, al mismo tiempo que se alteran las curvas de ataque y salida (*release*). Las imágenes a continuación muestran esa transición.



De manera similar, la forma de onda de los granos no presenta una transición de valores sino que varía la selección de una tabla entre seis opciones de una colección de funciones. Esta colección está formada por la transición entre una función senoidal pura e inarmónica hasta una señal triangular. Dicha transición toma como punto de partida la función seno e incorpora progresivamente armónicos impares hasta el décimo quinto, según la siguiente relación de amplitud. Cabe señalar que la cantidad de armónicos está limitada en función de mantener una distancia considerable entre la frecuencia de *Nyquist* y las diferentes frecuencias de trabajo.

$$Namp = A/(N^2)$$

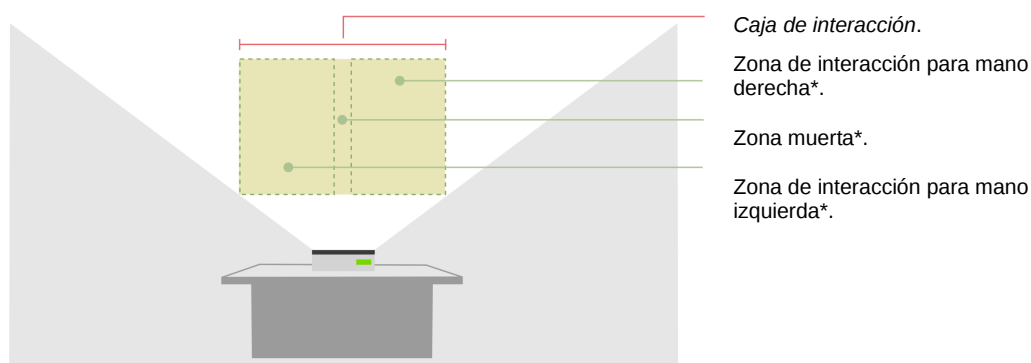
Siendo: *N* el número del armónico (y empleando sólo los armónicos impares), *amp* la amplitud de ese armónico, y *A* : la amplitud de la fundamental. Al mismo tiempo, se debe multiplicar cada  $(4n-1)^\circ$  armónico por  $-1^{23}$ .



La secuencia de imágenes muestra la transición desde una función seno hasta un triangular, desde la titulada “waveform00” como sinusoides pura, “waveform01” sumando el 3° armónico, luego el 5°, 7° y así sucesivamente hasta el 15° en “waveform07”.

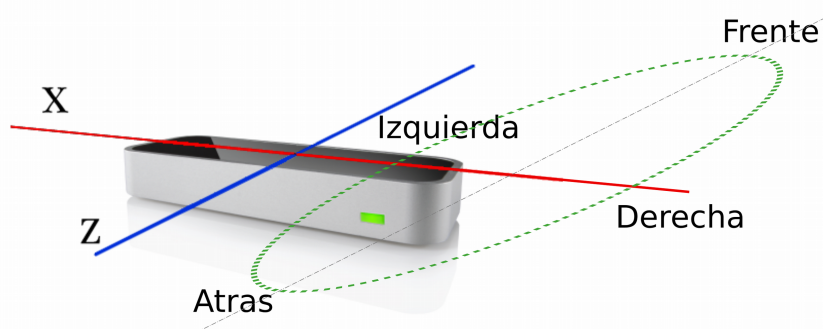
23 Esta condición de la ecuación presenta es una solución de conveniencia para alcanzar un resultado eficaz de la forma de onda triangular. El problema de las funciones *triangular* y *true triangular* es abordado en [ 4 ] pag. 293.

Para el tratamiento de la cualidad espacial del sonido, el instrumento se vale de la técnica *Ambisonics* [ 11 ] que permite localizar de manera angular el sonido en tres dimensiones. El motor de síntesis granular empleado permite controlar la distribución espacial de manera individual de cada grano por lo que a partir de la gran cantidad de granos que se generan por segundo se utilizan parámetros de control estocástico definiendo un valor central de trabajo y un margen de variación aleatoria. La propuesta de síntesis que aquí se desarrolla hereda ese criterio y ofrece una señal de salida que varía entre un objeto sonoro ubicado en una posición espacial puntual y un objeto sonoro cuya distribución espacial de sus granos está concentrada en un punto central y esparcida de manera aleatoria al rededor de él (de manera similar a un gradiente). Esa distribución aleatoria sucede tanto en altitud como en el acimut y está afectada por el control de *modulación del timbre* descrito anteriormente. Entonces, los valores de dispersión varían entre cero como mínimo y  $\pm 45^\circ$  en altitud y  $\pm 30^\circ$  en acimut, como valores máximos. La posición del punto central, por su parte, varía sobre solo en el plano horizontal y siempre está centrado en cuanto a su posición en altitud. Esa posición angular en acimut es controlada por la posición de la mano. La etapa de mapeo vincula la posición de cada mano respecto de los ejes *X* y *Z* del dispositivos de captura con la posición angular del sonido a generar dentro de los  $360^\circ$  del plano horizontal. A fines operativos se dividió la caja de interacción del dispositivo de captura, asignando una zona para cada mano según se muestra en el siguiente gráfico.



\* Las tres zonas definidas dentro de la *caja de interacción* y sobre el eje *X*, corresponden al diseño del instrumento *mGIL* por fines operativos y no son limitaciones del dispositivo.

La imagen a continuación muestra en detalle la relación entre las posiciones en los ejes  $X$  y  $Z$  y su correspondencia con la distribución del espacio *surround*. El esquema solo indica las posiciones en la zona de interacción de la mano derecha, considerando que la mano izquierda opera de igual manera. Los límites de la circunferencia representada por línea de puntos verdes coinciden con los límites de la zona interacción para la mano derecha. De esta manera para poder realizar una rotación del sonido generado al rededor del plano horizontal se debe desplazar la mano por los límites de la zona de interacción de cada mano, según la circunferencia de puntos verdes.



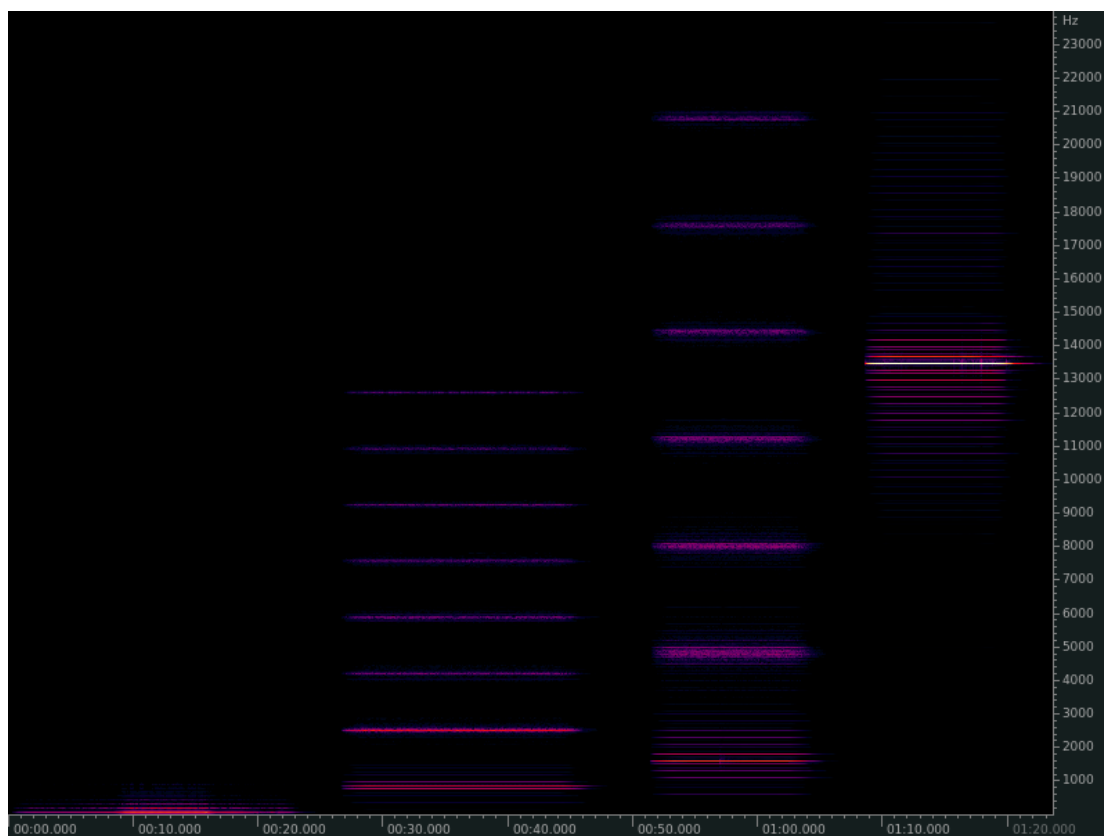
El cuanto al manejo con la distancia, el trabajo sobre la línea verde ubica al sonido sobre la esfera unidad, mientras que los desplazamientos hacia el centro de la zona de interacción funcionan de manera inversa a la acción de la mano, de manera que al acercar la mano hacia el centro de la circunferencia, el sonido se aleja de la esfera unidad. El tratamiento de simulación de distancia está definido por el funcionamiento del motor de síntesis, que opera sobre la amplitud de los granos y un envío auxiliar conectado en este caso al objeto de *Pure Data rev3*~. El último aspecto del trabajo con el espacio es la variación aleatoria de la distancia de cada grano que varía en función al control de *modulación del timbre* entre sin variación y la máxima variación mediante interpolación lineal.

### **Objetos Sonoros y Obra de Estudio.**

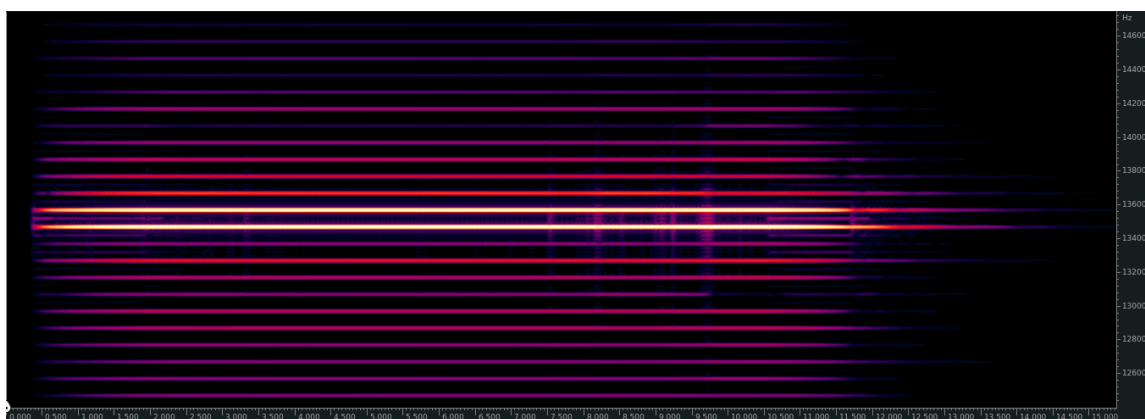
Durante el proceso de realización del entorno se alternó entre momentos de composición musical y diseño instrumental, de manera que ambas actividades se vieron influenciadas entre sí. Finalmente, la pieza compuesta para este entorno, *RTGS Estudio 2*, articula elementos de indeterminación con una partitura basada en la notación gráfica. Sus gráficos fluctúan entre indicaciones del resultado del objeto sonoro a generar e indicaciones sobre el tipo de gestos a realizar según el caso (aclaraciones al respecto en las instrucciones iniciales de la partitura, anexa a este trabajo). A continuación y a fines prácticos sólo se detallan los materiales con los que trabaja la pieza *RTGS Estudio 2*, dejando de lado otras posibilidades que ofrece el instrumento.

La obra presenta dos clases de objetos sonoros principales, vinculados a las dos configuraciones extremas en las que se basa el instrumento. Estas son distinguibles por contraste y coexisten con varias modulaciones intermedias entre ambas. Por otro lado, se presenta otra clase de objeto sonoro cuya espectro-morfología se destaca al ser un gesto *sforzato* y de duración breve, mientras que todo el resto tiene una duración considerablemente mayor.

A continuación se muestra un análisis espectral de cuatro objetos sonoros que representan la *configuración 0*, en orden ascendente de grave a agudo. En los dos medios, puede observarse con claridad la incidencia de la forma de onda del grano con armónicos impares, estructura espectral que se impone en el resultado final a partir de la relación entre el tamaño de los granos, sus envolventes y su solapamiento.



Al mismo tiempo puede observarse la presencia de bandas laterales, que en el caso del cuarto objeto son más evidentes. La imagen a continuación muestra el caso en detalle.

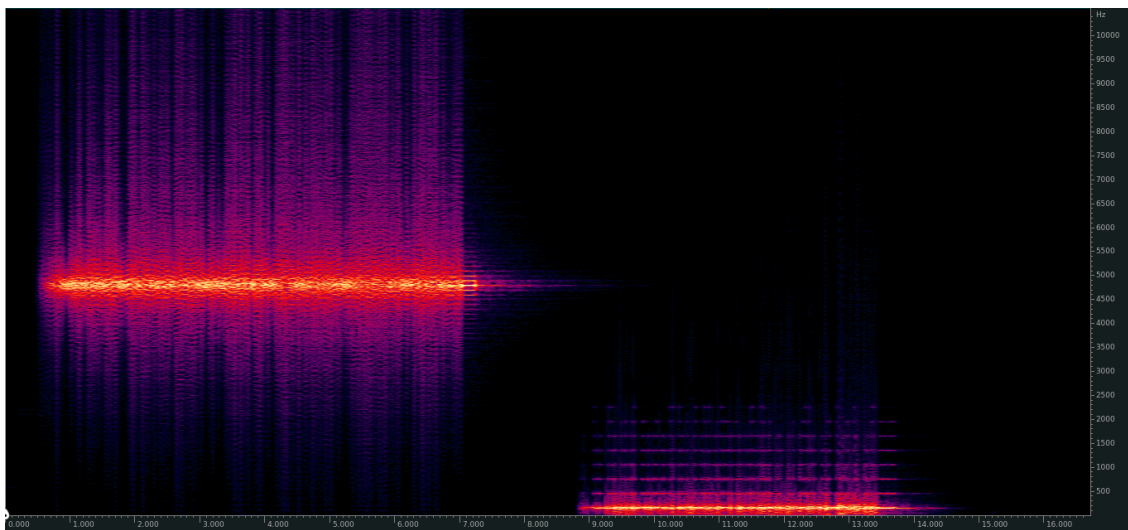


Como bien explica Roads ( [ 17 ] pag. 98) estas bandas laterales son generadas como consecuencia del planteo de SGS (*Synchronous Granular Synthesis*, Síntesis Granular Sincrónica), el que puede ser visto como un caso de modulación en amplitud

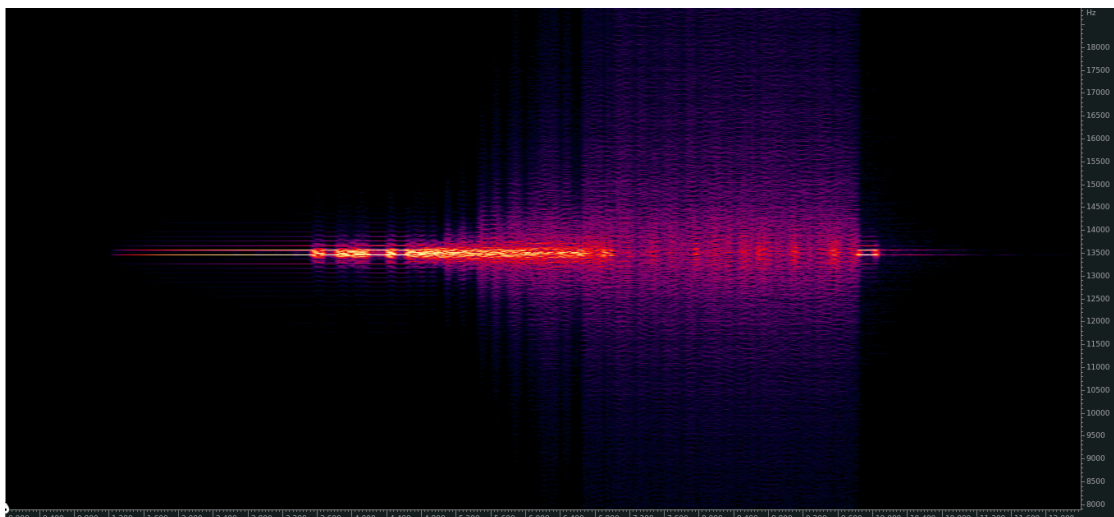


( AM ). En el ejemplo anterior, se puede observar que la distancia entre las bandas es de 100 hz, correspondiente al período de la distancia entre los granos, definido para la *configuración 0* como de 10 milisegundos.

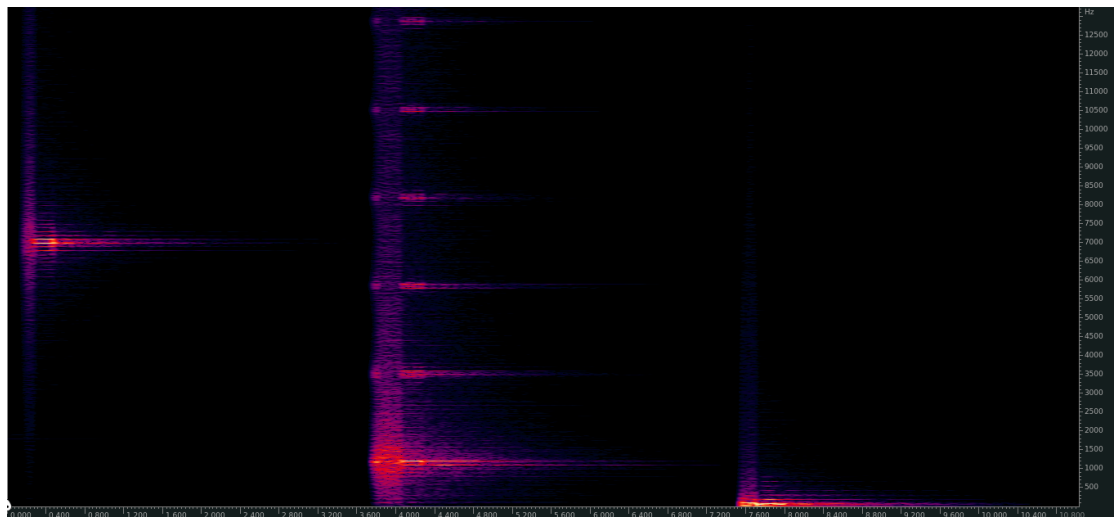
La imagen a continuación muestra un análisis espectral de dos objetos sonoros alcanzados según la *configuración 1*. En este caso se puede observar el mayor nivel de ruido involucrado, el que a su vez tiene mayor preponderancia para el primer objeto, mientras que en el segundo el ruido convive de manera mas balanceada con la composición armónica heredada de la forma de onda del grano.



La modulación entre las dos configuraciones puede realizarse de varias maneras diferentes, a continuación se expone solo un ejemplo de modulación progresiva desde la *configuración 0* a la *configuración 1*. Esta modulación es el resultado de una apertura lenta de la mano, seguida por un incremento gradual en el movimiento de los dedos, desde deslizamientos individuales paulatinos hasta una agitación brusca de la mano y los dedos en su conjunto, que culmina en un cierre abrupto de la mano.



A continuación, el último de los ejemplos muestra tres objetos de tipo *sforzato* (agudo, medio, grave) de duración breve. Todos definidos por un ataque brusco y ruidoso, que deviene en un desenlace armónico propio del diseño del instrumento al cerrar la mano. En el ejemplo anterior, ese último comportamiento al final del objeto, no cobra tanta relevancia como en este caso por la relación de duración entre los diferentes estados.



### Conclusiones y Observaciones Del Entorno.

La técnica de síntesis granular está fuertemente vinculada con la categoría de objeto-sonoro denominada *nube granular* o *nube de granos*. Esta denominación se emplea para definir una espectro-morfología propia de esta técnica que no está asociada

a ningún gesto físico específico que la genere o controle. En cambio, en la Naturaleza, sí existen espectro-morfologías similares, comúnmente propuestas como analogías en la bibliografía especializada como ser el sonido de la incidencia del viento sobre las hojas de un árbol, las chispas generadas por fuego en un fogata<sup>24</sup>, el sonido colectivo de las aletas de un grupo de abejas volando, las gotas de agua golpeando sobre una chapa por una lluvia copiosa, etc. Sin embargo, en ninguno de esos casos existe un movimiento físico en común para esta clase de objeto sonoro. Paralelamente en el ámbito musical, existe gran cantidad de obras que presentan ejemplos del concepto de *nube de granos* generados mediante instrumentos acústicos pero en la mayoría de esos casos, las *nubes* son generadas mediante la interacción entre varios instrumentistas en simultaneo como por ejemplo, en las obras para orquesta de cuerdas de Iannis Xenakis<sup>25</sup>. Al no existir una única acción específica vinculada a la generación de esta espectro-morfología la selección de una interfaz de control apropiada se realizó con amplia libertad y sin condiciones. Frente a esto, resultó conveniente utilizar un dispositivo de captura de video que no vincule la generación de sonido con una acción específica como lo haría un objeto de interacción háptica. Esta decisión de trabajar con la libre gestualidad de la mano estuvo influenciada por el concepto de *accidente controlado*<sup>26</sup> y la técnica de la pintura *ensō*<sup>27</sup> para la cual la mano refleja en el papel la personalidad expresiva de su creador.

Una de las diferencias más fuertes que presenta este entorno con el anterior es la inclusión de una interfaz de control no diseñada específicamente para ser utilizada en un contexto musical ni tampoco para el control de sonido digital. Este aspecto puede presuponer una dificultad a la hora de desarrollar las aplicaciones *ad hoc*, sin embargo fue un gran beneficio en el contexto de este estudio a partir de su gran versatilidad a la hora de plantear una estrategia de mapeo expresiva. Sin embargo, la dificultad existió en la instancia de ejecución por parte de los intérpretes convocados, para quienes el dominio del entorno requirió mucho más tiempo de estudio. Ambos intérpretes, a diferencia del

---

24 Como emplea Iannis Xenakis en su obra *Concrete PH*, ver [ 17 ] Pag 64.

25 Por ejemplo: *Syrmos* (1959) para 18 cuerdas y *Analogique A+B* (1959) para 9 cuerdas y cinta, ambas publicadas en CD, Xenakis I. 2005, *Music for Strings*, Mode, EE. UU.

26 El concepto de *accidente controlado* es desarrollado por Saburo Hasegawa, ver [ 21 ] pag 335.

27 Según Watts ( [ 21 ] pag. 337 ) "*cuando pintamos el pincel, la tinta y el papel determinan el resultado tanto como nuestra propia mano*". En este caso la relación entre *instrumentos-mano* reemplaza al pincel y la tinta por el dispositivo de captura de movimiento y el motor de síntesis.

*intérprete-luthier*, necesitaron implementar diferentes recursos para posicionar con precisión las manos en la *caja de interacción*. De manera unánime realizaron marcas sobre la superficie (mesa) donde ubicaron *Leap Motion*, e inclusive, uno de ellos utilizó referencias para el eje vertical (mediante un colgante con marcas de altitud). El otro, en cambio, optó por emplear la aplicación de visualización de la captura ofrecida por el controlador del dispositivo. Se adjudica esta necesidad a la poca experiencia con el entorno por parte de ambos intérpretes, a diferencia del *intérprete-luthier* quien no requiere más referencia que la propia presencia del dispositivo gracias a la experiencia (medida en cantidad de horas) dedicada a operar con él entorno durante la etapa de desarrollo.

Las diferentes versiones de *RTGS Estudio 2* registradas por los intérpretes son presentadas como apéndices de este trabajo y reflejan claras evidencias de diferentes ejecutantes. Uno de las características más distinguibles es el registro de alturas empleado en cada caso, en igual nivel de importancia con el trabajo de las duraciones de cada gesto y cada silencio de la obra. Ambos aspectos son consecuencias propias de la composición indeterminada, que son factibles gracias a las posibilidades del entorno. Por sobre esto, lo particular del trabajo se demuestra en la singularidad que ofrece la específica composición espectral de cada objeto sonoro efectuado por cada intérprete. En cada objeto se pueden apreciar diferentes niveles en la relación armonicidad-ruido al mismo tiempo que se presentan diferentes velocidades de cambio tanto en esa misma modulación tímbrica como en las características espaciales.

Partiendo del interés fundamental de este trabajo de exponer la incidencia del intérprete en y a través de la técnica de síntesis, no se utilizaron archivos de sonido con grabaciones de fuentes acústicas como sonidos-fuente para la forma de onda de los granos como sí se empleó en *RTGS Estudio 1*. Esta estrategia se planteó con el fin de evitar cualquier nivel de reminiscencia a elementos ajenos a la ejecución de este entorno en sí mismo y se planteó como primer estrategia emplear solo funciones senoidales (y sumas de estas) como sonidos-fuente del motor de síntesis. Es un objetivo para próximas etapas de investigación evaluar las posibilidades de interacción tanto con funciones más complejas como con grabaciones de fuentes acústicas. Al mismo tiempo que se proyecta un trabajo de mayor profundidad en la interacción *gesto-parámetro de síntesis*. Otras de

las características que se proyectan para próximas versiones del entorno es la posibilidad de trabajar con diferentes configuraciones de gestos y espectro-morfologías para cada una de las manos, por separado. De manera de que cada mano tenga un grupo de gestos posibles a realizar y que cada uno se corresponda con una espectro-morfología diferente, permitiendo incluso la posibilidad de que cada mano genere en simultáneo dos objetos sonoros de cualidades diferentes o no. Otra mejora que se proyectan para próximas versiones es el desarrollo de una *GUI userfriendly* de manera de simplificar la configuración de los parámetros de síntesis. Por último, otro de los aspectos a profundizar en próximas etapas de investigación es la técnica de notación de la espacialización del sonido en la partitura. La que ha sido abordada de manera satisfactoria en este trabajo pero que carece de versatilidad para ser implementa con diseños de instrumentos que planteen otro tratamiento espacial, por lo que la mejora de la técnica involucraría una codificación versátil y no *instrumento-específica*.

## 5 Evaluación de Experiencias.

Para la evaluación de ambos entornos, *RTGS Estudio 1* y *RTGS Estudio 2* se crearon obras que proponen situaciones de exigencia y puesta a prueba de las propuestas, es decir, situaciones que comprometan todas las posibilidades de los instrumentos virtuales, las interfaces y las técnicas de notación. En vistas de poder comprar diferentes interpretaciones de las piezas se convocó a Ezequiel L. Abregú (Arg., 37 años) y Fabián H. Sguiglia (Arg., 31 años), quienes generaron dos interpretaciones de cada una de las piezas. Ambos músicos son graduados de la *Licenciatura en Composición con Medios Electroacústicos* de la Universidad Nacional de Quilmes. Sguiglia, además tiene formación como instrumentista con estudios en Trompeta, Guitarra y Piano. En su experiencia como intérprete ha participado de la ejecución de obra orquestales y medios electrónicos, ocupándose de estos últimos, además de haber participado en la realización de obras de improvisación pautada, con diferentes instrumentos. En ninguno de los casos, en su lugar de intérprete o *performer*, no ha presentado públicamente obras de composición indeterminada, estética que solo ha explorado como oyente o estudiante durante su etapa de formación (como compositor e

intérprete). Abregú, por su parte, tiene estudios en Guitarra y Corno y además tiene experiencia como intérprete en orquesta en la que ha interpretado obras de composición indeterminada y basadas en notación gráfica.

Otro de los beneficios que ofrecieron estas experiencias fue que permitieron probar intensamente las aplicaciones programadas, las que por suerte sólo presentaron pocas fallas corregidas durante el período en que los intérpretes estudiaron la ejecución de las obras. Con ambos músicos hubo varios encuentros en los que el diálogo les facilitó la comprensión de las obras y el manejo de los entornos. Finalmente, luego de que se registraron ambas obras, hubo una última entrevista con ellos, gracia a la cual se pudo elaborar esta evaluación final.


En términos generales y en cuanto a lo relativo al entendimiento durante la interpretación, las partituras no presentaron mayores complicaciones para los músicos, excepto por algunas aclaraciones menores por parte del autor. Incluso, referente al Estudio 1, Sguiglia señaló que *la escritura es clara y no encuentra otra manera de poder escribir esta pieza, fue una relación muy natural*.

Para evitar la reiteración de los nombre de los intérpretes, a continuación se hará referencia a Ezequiel Abregú como *intérprete A*, y a Fabián Sguiglia como *intérprete B*, o sencillamente como *A* y *B*. Por otro lado, las duraciones serán indicadas como MM:SS ( minutos : segundos), excepto que se indique lo contrario.

## **5.1 RTGS – Estudio 1.**

Para complementar la lectura a continuación, se presenta anexa una versión de la partitura que incluye indicaciones de secciones. Estas fueron definidas sólo para la comodidad de esta evaluación. Asimismo, los archivos de las grabaciones (anexos), incluyen marcadores que indican cada sección, de manera que el lector pueda acompañar esta lectura con la visualización de las grabaciones en un un programa de edición de archivos de audio.

Como se anticipó, las piezas compuestas abordan la composición indeterminada de diferentes maneras. En ese sentido, las duraciones de los sonidos y de los silencios de

*RTGS – Estudio 1*, son las características que presentan mayor grado de indeterminación. Esto se evidencia principalmente por la duración total de cada una de la interpretaciones: 04:51 (A) y 05:56 (B). Por supuesto, las duraciones de los sonidos y silencios están condicionados no sólo por su notación relativa e indeterminada en la partitura, sino también por la indicación general “*Tempo Lento*”. Cabe señalar que no sólo la interpretación A es más veloz en términos generales, sino que las relaciones internas de las duraciones de los sonidos y silencios fueron abordadas de maneras diferentes en ambos casos. Cada una de las secciones, individualmente, son más breves en la versión A, excepto la *Sección 4*, cuyas duraciones son 00:54 (A) y 00:51 (B). Esta sección, tiene la particularidad de ser la única que tiene una indicación de tempo precisa: negra = 110. En contraste con esa característica, la parte de la obra que presenta mayor diferencia en cuanto a la duración de las interpretaciones es la *Sección 2-B*. Esta sección es la que propone mayores libertades al intérprete, con la indicación “*Free Impro. (dur libre)*”, es decir que presenta un momento de improvisación libre, con duraciones libres para todas las notas allí indicadas. La interpretación A empleó 01:31 para esta *Sección 2-B*, mientras que la B, 02:28, es decir que B presenta casi un 63% más de duración respecto de la primera. Otra de las particularidades de la obra es la inclusión de diferentes duraciones de calderones para indicar los momentos de silencio. De manera que los silencios utilizan los símbolos:  para duraciones de silencios breves, medios y largos (respectivamente). A partir de la evaluación general de ambas interpretaciones, se encuentra en esta notación una de las diferencias más fuertes. A modo de ejemplo, a continuación se compara las interpretaciones de esos calderones durante la primer sección de la pieza. Como se puede ver en las imágenes a continuación, la diferencia en las dos versiones de la primer sección radican principalmente en las duraciones relativas de los calderones de los silencios, mientras que las relaciones proporcionales de la duración de los sonidos es mas constante. En este último sentido, quizás la diferencia más fuerte sea la relación de las duraciones de los dos primeros grupos de sonidos en la *interpretación A*, para los que sus duraciones son muy similares mientras que en la partitura se indican que el segundo grupo de sonidos deberían ser de mayor duración que el primero.





Al comparar los silencios de cada una de las interpretaciones se puede ver que *B*, conserva mayor correspondencia que las relaciones propuestas en la partitura, mientras que en *A*, las duraciones relativas están más alejadas.

<i>Interpretación A</i>	<i>Interpretación B</i>
1	2
2	7
5	1
3	5
8	8
7	4
6	3
4	6

Para entender mejor esta comparación, se observa que los silencios 2 y 7 son los más breves en la partitura, mientras que 3 y 6 los más largos. Esas relaciones están presentes en la *interpretación B*, mas no en *A*.

En cuanto al trabajo de las intensidades o dinámicas de los sonidos, las indicaciones de la partitura se realizan con la simbología tradicional, y utilizando solo 4 niveles: ***p***, ***mp***, ***mf*** y ***f***. Frente a esta característica de la obra, ambas versiones alcanzan el mayor nivel de intensidad durante la *Sección 3*, que es a su vez la de máxima densidad espectral. Al mismo tiempo, en la versión *B* se encuentran mayores variaciones de intensidad, siguiendo las indicaciones de la partitura, mientras que en *A* el trabajo con las dinámicas es menos cuidado. Cabe señalar que ambos intérpretes reconocieron que la interfaz de control no respondía con un comportamiento sensible y el autor del presente comparte que los controladores de *pads* evaluados no logran satisfacer una interpretación cuidada en cuanto al manejo de diferentes intensidades.

A modo de conclusión, se observa que la interpretación *A*, en comparación a la *B*, propone una versión de la obra con sonidos más ligados y una narración general más

fluida. Estas atribuciones del intérprete resultan atractivas, sin embargo la interpretación *B* tiene mayor correspondencia con las indicaciones de la partitura.

## 5.2 RTGS – Estudio 2.

La partitura del segundo estudio está propuesta en dos capas. La capa de base tiene indicaciones basadas en la notación gráfica, proponiendo diferentes niveles de ambigüedad entre indicaciones que refieren al gesto de ejecución del instrumento e indicaciones de representación del resultado sonoro a generar. La segunda capa es presentada en un papel transparente (filmina) y, mediante notación musical tradicional, incluye aclaraciones complementarias que agregan un nivel de mayor precisión. Esta propuesta en dos capas se realizó con el fin de que los intérpretes puedan estudiar la obra con ambas capas superpuestas y que luego puedan realizar posteriores interpretaciones con una partitura más despojada de símbolos cuando ya no necesiten esas aclaraciones.

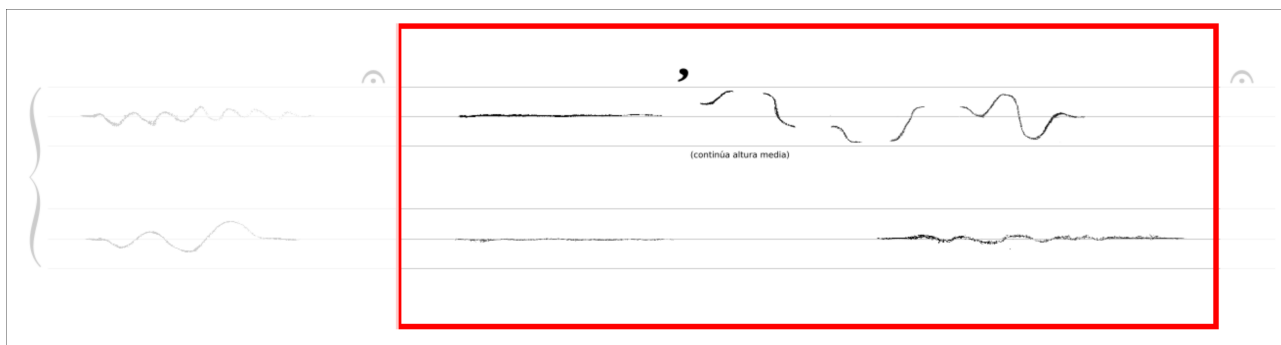
En cuanto al uso de la notación gráfica, es sabido que es un recurso muy usado en la composición indeterminada, por ejemplo en las obras de John Cage. Muchas de las obras de Cage fueron interpretadas y registradas en discos por David Tudor. No es casual que Tudor haya sido un gran intérprete del repertorio de Cage, ya que entre otros aspectos, luego del trabajo conjunto en continuo, Tudor alcanzó un alto nivel de comprensión del estilo de Cage, de manera que su interpretación no se restringía a una pieza en particular, sino a la obra integral del compositor. Se alude a este dúo intérprete-compositor ya que en diálogo con el *intérprete A*, él señaló que encontró en la obra algo de lo estilístico de la música electroacústica, más allá de las intenciones personales del compositor en esta pieza. El intérprete estuvo conducido por su entendimiento del estilo de composición electroacústica, específicamente el estilo “textural”, citando su propia terminología. Al mismo tiempo que al ser esta la primera experiencia de trabajo con el autor, careció de bagaje sobre lo estilístico personal.

Los intérpretes necesitaron más tiempo de práctica para la realización de *Estudio 2*, no por complicaciones de obra en sí misma, sino por el vínculo con la interfaz, *Leap Motion*. A diferencia del controlador empleado para el *Estudio 1*, que es háptico y con

décadas de desarrollo, *Leap Motion* ofrece una modalidad de trabajo poco frecuente en el ámbito musical, por lo que más allá de lo intuitivo que puedan resultar los gestos empleados para el entorno, el dispositivo requirió un tiempo considerable de estudio. Asimismo, a pesar del tiempo dedicado, el intérprete A, reconoció que le hubiese gustado poder dedicarle más tiempo de estudio al entorno. Lamentablemente, compromisos personales y la fechas definidas para la realización de este trabajo le impidieron hacerlo.

Al mismo tiempo, la etapa de rastreo del esqueleto de *Leap Motion* presenta ciertos problemas. Se adjudica esas fallas a la interfaz y no al instrumento virtual o que se pudo comprobar ya que el *intérprete B* utilizó el software de visualización de captura de movimiento propio de *Leap Motion* mientras estudiada el uso del entorno y pudo comprobar que las fallas eran del dispositivo de captura y no del instrumento. Algunos de esos errores comunes fueron la desaparición espontánea de la captura de algunas de las dos manos (siempre evaluándolas dentro de la zona de interacción) y la detección de la mano en posición invertida, es decir cuando la palma de la mano apuntaba hacia abajo, era detectada como si estuviese hacia arriba. El *intérprete A* experimentó inconvenientes similares pero en menor medida. Inclusive el autor mismo, durante la etapa de desarrollo notó estas fallas pero de manera muy aislada. A partir de las diferentes apreciaciones de los diferentes actores, se sospecha que elementos como la iluminación del recinto donde se utiliza el dispositivo, las dimensiones de las manos o la precisa posición de los dedos, puedan ser factores que afecten al sistema de captura y rastreo. En próximas etapas de investigación se profundizará la evaluación de las variables que afectan al funcionamiento de *Leap Motion*. Se advierte este aspecto ya que durante la experiencia de interpretación de las obras, estas fallas condicionaron a los intérpretes en tanto que debieron interrumpir grabaciones para volver a ejecutar la pieza en reiteradas oportunidades.

Uno de los pasajes de la obra que presenta mayores desafíos para los intérpretes es el segundo gesto del segundo sistema (el comprendido entre los dos primeros calderones).



Allí se indica la generación de dos sonidos de altura media, uno con cada mano, hasta la coma de respiración. A partir de esa interrupción una de las manos debe continuar generando sonidos de corta duración, de altura media, y los que a su vez deben describir diferentes trayectorias espaciales. Por el diseño del entorno, resulta difícil generar dos sonidos sucesivos de igual altura (eje Y) si es que a la vez se debe desplazar la mano en el espacio (eje X y Z). Frente a esta complicación, el intérprete A optó por dejar de lado la discontinuidad del gesto, generando un único sonido que se desplaza espacialmente, mientras que el intérprete B optó por respetar las interrupciones y renunció a mantener una altura común para cada uno de esos sonidos breves. Cabe señalar que la partitura sólo indica que se debe continuar con altura media, pero no se indica que debe ser exactamente la misma altura media. Por lo tanto, la realización del *intérprete B* se acata más a las indicaciones escritas.

Los criterios de interpretación de la altura<sup>28</sup> (*pitch*) es uno de los aspectos más fuertes que varían entre las dos interpretaciones. El *intérprete A*, generó siempre la misma altura para todos los sonidos *graves*, mientras que el *intérprete B* ofrece gran variedad. El *intérprete A* generó todos los sonidos graves con el índice 1 de la escala Bark ( 60 hz ), por su parte, el *intérprete B* utilizó de manera alternada los índices desde el 1 hasta el 6

<sup>28</sup> En adelante, cuando se refiera a la altura de un objeto sonoro se hará referencia a la altura utilizada como base para la generación del objeto mediante la técnica de síntesis. Según la variación de los parámetros durante la evolución de cada objeto, esa frecuencia puede estar presente en algún momento, varios o ninguno, pero por las características de los sonidos generados en este trabajo se considera esa frecuencia como el centro de distribución de energía. Para este estudio se analizaron las grabaciones de audio con un visualizador espectral.

(570 hz), con excepción del 5. De manera similar, el intérprete A trabajó con la altura más elevada para todos los sonidos agudos, es decir el índice 24 (13.500 hz); Mientras que el *intérprete B* trabajó con mayor variación alternando con los índices 18,19,22 y 23 (entre 4.000 hz y 10.500 hz). El ámbito de realización de la pieza del *intérprete A* está comprendido entre los límites inferior y superior, es decir entre los índices 1 y 24 (60 y 13.500 hz) mientras que el *intérprete B* entre los índices 1 y 23 ( 60 y 10.500 hz). Sin embargo, la variación de las alturas internas en el caso *B* es de mayor que para *A*. El *intérprete B* utiliza en total 14 valores de alturas diferentes para 38 objetos sonoros que involucra la obra. Esas alturas se corresponden con lo índices 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,18,19,22 y 23. Por su lado, el *intérprete A* utiliza 9 alturas diferentes para la misma cantidad de objetos sonoros, las correspondientes a los índices 1,7,8,9,10,12,13,17 y 24. Al comparar los índices se puede observar que las mayor variedad que ofrece la interpretación *B* radica principalmente en variaciones de alturas en el registro grave. En ambos casos, la zona de los medios agudos es la que menor trabajo presenta, estando ausentes los índices comprendidos entre 10 y 18 (1.170 y 4.000 hz ) en la interpretación *B*, y entre los índices 17 y 24 (3400 y 13.500 hz) en la interpretación *A*.

La interpretación de los calderones, en este caso presenta particularidades en la versión *A*. El silencio mas largo de esta versión es el correspondiente al segundo calderón del tercer sistema, cuya duración es de 10 segundos (aprox.), mientras que la indicación de calderón mas largo de la pieza es el tercero del cuarto sistema, que en esta versión dura 9 segundos (aprox.). En la versión *B*, la pausa más larga se corresponde con el calderón que así lo indica, con duración de 11 segundos (aprox.).

Otro de los retos que ofrece la notación es el trabajo con la espacialización del sonido. En diálogo con lo intérpretes, previo a que trabajen la pieza, se les aclaró que las indicaciones de espacialización manifiestan una intención de cantidad y tipo de movimientos o trayectorias, en vez de expresar una notación rigurosa. De hecho los gráficos son realizados a mano alzada y no de otra forma. Sin embargo, mientras que el intérprete *B* ejecutó las indicaciones con esa intención, el *intérprete A* intentó y alcanzó recrear de manera significativa las trayectorias gráficas.

En términos generales, a partir del diálogo con el *intérprete A*, se evidenció su intención de controlar el dispositivo con minuciosa precisión. Inclusive, propuso que una

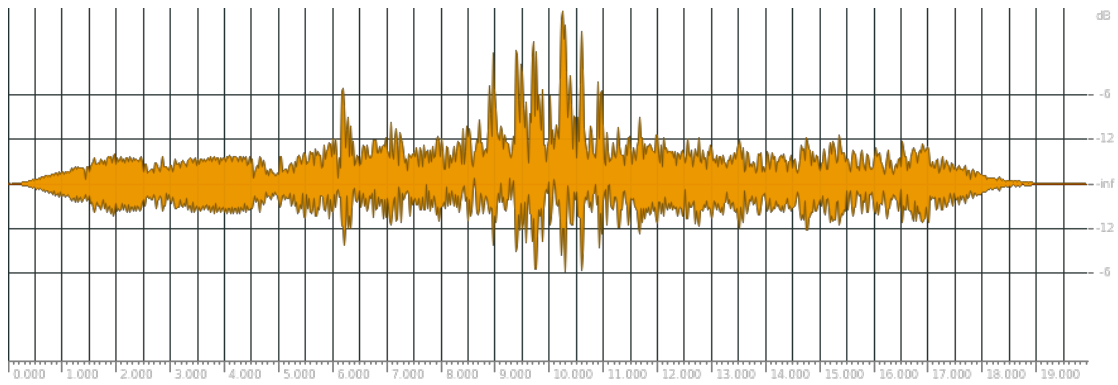
interfaz con botones(pedales), perillas y *joysticks* ofrecerían mayor control del material sonoro para poder interpretar la partitura con mayor acierto. Concretamente ese tipo de diseños, donde todos los parámetros de control de la técnica de síntesis son independientes, son los que el presente trabajo pretende enfrentar. En esa dinámica de trabajo el control de las técnicas de síntesis se la denuncia como impersonal y es puntualmente en la integración de todos los parámetros en un único corporal donde se sugiere una vía para imprimir el rastro del intérprete en la materia sonora.

A partir de la audición de ambas versiones del Estudio 2 se puede observar como varía la interpretación de cada objeto sonoro, no solo en aspectos puntuales de altura y duración, sino en la evolución general de todos las características que los definen en su estructura *microformal*.

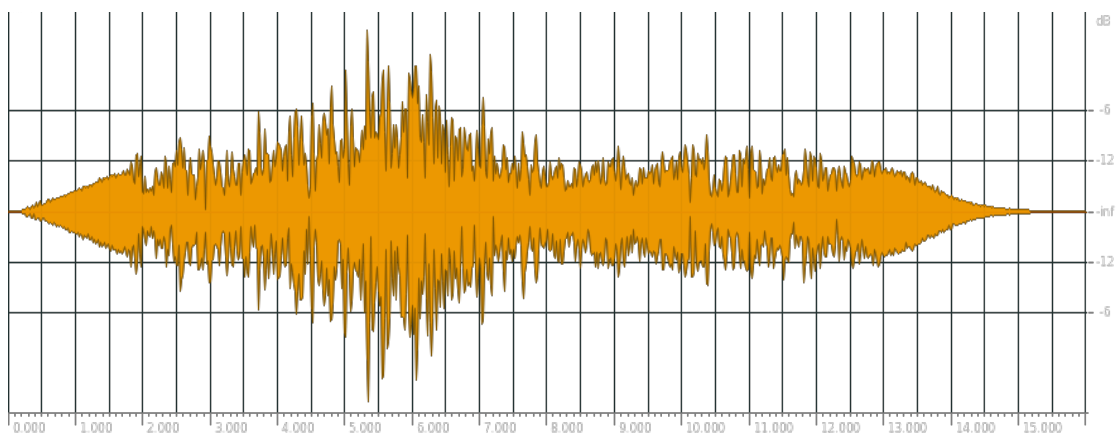
A continuación se comparan la interpretaciones del tercer objeto sonoro de la pieza.



En cuanto a la evolución dinámica se puede ver que en la versión A el momento de mayor amplitud está centrado respecto de la duración total del sonido, mientras que en la versión B, el momento de mayor amplitud está levemente desplazado hacia la primer mitad del objeto sonoro. En este sentido, la versión B tiene mayor correspondencia con la indicación gráfica de la partitura.

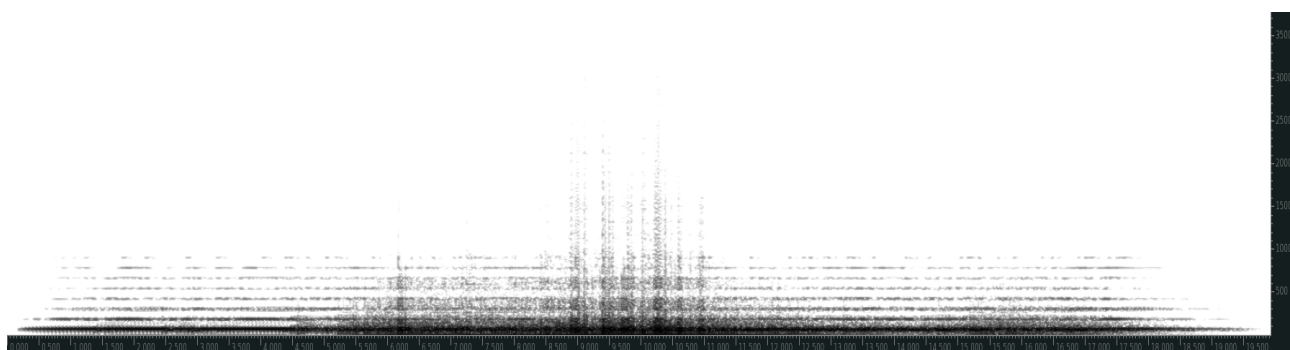


Versión A

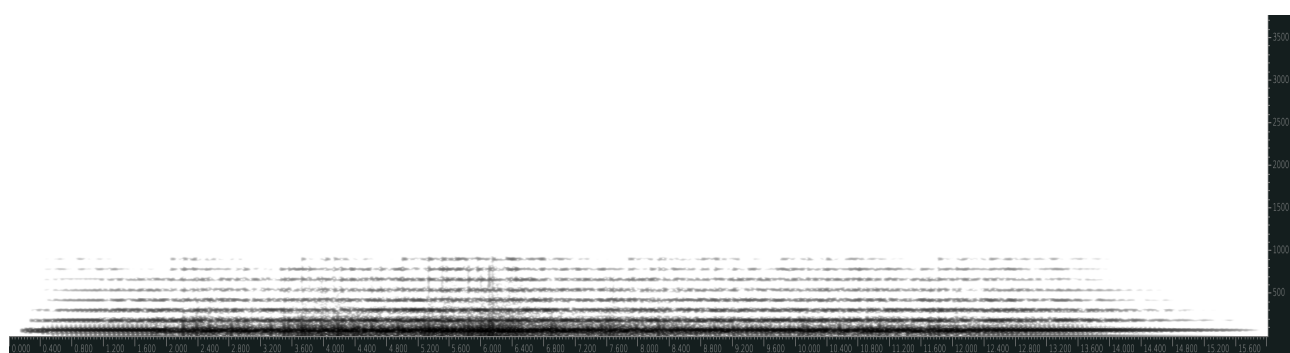


Versión B

Por otro lado, la rugosidad de este objeto sonoro está determinada en conjunto por aspectos temporales y espectrales. Este aspecto es difícil de evaluar con representaciones visuales, mientras que mediante la audición se puede reconocer que los momentos de mayor rugosidad coinciden con los de mayor amplitud en ambos casos. Al mismo tiempo, la versión A desarrolla mayor evolución de la rugosidad respecto de B. Las vistas espectrales de las señales permiten evidenciar mayor densidad de componentes espectrales en la versión A, inclusive alcanzado un rango mayor hacia el registro superior.



Versión A.



Versión B.

Respecto de la estructura *microformal*, no se encontraron patrones o tendencias características de cada intérprete en la realización de cada obra, pero sí se puede reconocer claramente que ambas versiones son interpretaciones diferentes de una misma pieza. A partir de la evaluación de estos resultados se pronostica que una mayor profundización de la estrategia propuesta puede alcanzar mayores niveles del rastro de cada intérprete.



## 6 Referencias.

- [ 1 ] Anache, D. *Aplicaciones informáticas en la ejecución de una composición algorítmica: Precisiones sobre la realización de Capturas del único camino*. En *Actas de Música actual y tecnología aplicada: Duodécima Semana de la Música y la Musicología*. Argentina. Instituto de Investigación Musicológica Carlos Vega, Facultad de Artes y Ciencias Musicales de la Universidad Católica Argentina. 2015.
- [ 2 ] Anache, D. *Capturas del Único Camino: El Planteo Algorítmico*, en Causa, E. (compilador). *Invasión Generativa II*. Argentina. Editorial Invasores de la Generatividad. 2016.
- [ 3 ] Anache, D. *Using Pure Data for real-time granular synthesis control through Leap Motion*. En Aramaki, M., Kronland-Martinet, R. y Ystad, S. (editores). *CMMR São Paulo 2016 – Proceedings of the 12th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research*. Francia. The Laboratory of Mechanics and Acoustics. 2016.
- [ 4 ] Boulanger, R. y Lazzarini, V. (editores). *The Audio Programming Book*. Inglaterra. The MIT Press. 2010.
- [ 5 ] Cage, J. *Silence: Lectures and Writings*. EE.UU. Wesleyan University Press. 1961.
- [ 6 ] Di Liscia, O. P. (editor). *Síntesis Espacial de Sonido*. México. CMMAS (Centro Mexicano para la Música y el Arte Sonoro). 2016.
- [ 7 ] Eno, B. *Composers as gardeners*. Lectura en The Serpentine Gallery Garden Marathon, Serpentine Gallery, Inglaterra. Edge Foundation. 2011. Disponible online: <http://edge.org/conversation/composers-as-gardeners> (último acceso: septiembre, 2015).
- [ 8 ] Essl, K. *Algorithmic composition*. Publicado en Collins, N. y d'Esquivan, J. (editores). *The Cambridge Companion to Electronic Music*. Inglaterra. Cambridge University Press. 2007.
- [ 9 ] Feldman, M. *Pensamientos verticales*. Argentina. Caja Negra Editora. 2012.
- [ 10 ] Galanter, P. *What is Generative Art? Complexity Theory as Context for Art Theory*. En Soddu, C. (editor). *GA2003, Proceedings of 6th International Conference Generative Art*. Italia. AleaDesign Publisher. 2003.

- [ 11 ] Gerzon, M. A. *Periphony: With-height Sound Reproduction*. En *Journal of the Audio Engineering Society* Vol. 21 Num. 1. EE.UU. AES (Audio Engineering Society). 1973.
- [ 12 ] Hiller, L. *Composing with Computers: A Progress Report*. En *Computer Music Journal* Vol. 5 No. 4 Winter. EE.UU. The MIT Press. 1981.
- [ 13 ] ISO, *226:2003 Acoustics - Normal equal-loudness-level contours*. Suiza. International Organization for Standardization. 2003.
- [ 14 ] Lucier, A. *Reflections – Interviews, Scores, Writings, 1965-1994*. Alemania. MusikTexte. 1995.
- [ 15 ] Nierhaus, G. *Algorithmic Composition, Paradigms of Automated Music Generation*. EE.UU. Springer. 2009.
- [ 16 ] Reich, S. *Writings on Music: 1965-2000*. EE. UU. Oxford University Press. 2002.
- [ 17 ] Roads, C. *Microsound*. EE. UU. The MIT Press. 2004.
- [ 18 ] Simon, P. *Too Big to Ignore: The Business Case for Big Data*. EE. UU. Wiley. 2013.
- [ 19 ] Thompson, W. F. *Music, Thought, and Feeling. Understanding the Psychology of Music*. Inglaterra. Oxford University Press. 2008.
- [ 20 ] Truax, B. *Composing with Real-Time Granular Sound*, en *Perspectives of New Music*, Vol. 28, No. 2 (Summer, 1990), pp. 120-134. EE. UU. Hamilton Printing Company. 1990.
- [ 21 ] Watts, A. *El camino del Zen*. España. Edhasa. 2012.
- [ 22 ] Zwicker, E. y Fastl, H. *Psychoacoustics Facts and Models*. Alemania. Springer-Verlag. 1990.

**CAPÍTULO 4 :**  
**CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.**

**ÍNDICE DEL CAPÍTULO.**

<b>1 - Conclusiones y Comentarios Finales.</b>	<b>129</b>
<b>2 - Referencias.</b>	<b>135</b>



## 1 Conclusiones y Comentarios Finales.

Durante la etapa de relevamiento de información que permitió describir el estado de la cuestión, se logró definir el concepto de *intérprete* en términos generales y desde allí se hace extensiva la definición al campo específico de la música electroacústica y la generada por técnicas de síntesis.

Se define al intérprete musical como el encargado de alcanzar la realización de una obra a través de un trabajo físico e intelectual en tanto que debe lograr el entendimiento de la partitura así como también ejercer las operaciones sobre los instrumentos requeridos para manifestar ese entendimiento. A su vez, esta definición se complementa con dos condiciones *sine qua non*: La partitura debe ofrecer algún grado de apertura e indeterminación de manera tal que propicie su interpretación, al mismo tiempo que el intérprete debe poseer la pericia para manipular los instrumentos requeridos en cada pieza.

A partir de esta definición y a modo ilustrativo, se señala que el intérprete no es exclusivamente el instrumentista (entendido como la persona que controla un objeto, precisamente un instrumento musical), ya que un director de orquesta también ejerce el rol de intérprete, siendo la orquesta en sí misma el medio a través del cual el director manifestará su entendimiento. De igual manera, en el ámbito de la música generada por medios electroacústicos, la aplicación del concepto de instrumento se hace extensiva a una amplia variedad de herramientas, incluyendo consolas de mezcla, computadoras y otros dispositivos tecnológicos. Asimismo, se advierte que no todo artista que opere sobre cualquiera de esos instrumentos es necesariamente un intérprete, ya que como se señaló, para que exista interpretación musical se debe involucrar una partitura y la condiciones físicas e intelectuales señaladas.

A fines operativos, este trabajo excluyó los casos en los que el instrumentista no actúa según las instrucciones de una partitura, práctica habitual, por ejemplo, en la música popular de transmisión oral. Sin embargo se propone la utilización del anglicismo *performance*, y su derivado *performer*, para esos casos en los que no se involucra una partitura. Ya que, justamente, una *performance* musical es la realización de las acciones físicas (e intelectuales) necesarias para alcanzar una obra, sin el requisito de involucrar

una partitura. La problemática señalada exhibe un área de interés para complementar el presente estudio. Como primeras referencias bibliográficas, en vistas de indagar en la interpretación de la música popular, se sugieren las siguientes publicaciones destacadas: Por un lado el trabajo de Marina Cañardo, docente de la Universidad de Buenos Aires (UBA) cuyos escritos están centrados en el Tango, y en los que analiza su interpretación entre otros aspectos [ 1 ] [ 2 ] . Otra publicación de interés, es el trabajo del británico Simon Frith [ 3 ] centrado en la *performance* de la música popular en términos generales.

Definido el concepto de intérprete, se observó que más allá de algunas excepciones, la composición con medios electroacústicos no ha ofrecido un lugar predominante para el intérprete de la música generada mediante las técnicas de síntesis de sonido. Esta conclusión se fundamenta en la escasez de publicación de partituras y otras documentaciones. Al mismo tiempo, si bien ha existido una gran variedad de nuevas posibilidades de ejecución instrumental que expandieron las posibilidades del *performer*, se ha desatendido su aporte en términos tradicionales en cuanto a la incidencia de su cuerpo y en particular en el orden *microformal*. El motivo principal se adjudica a las limitaciones técnicas para realizar este tipo de práctica, las que en la actualidad han comenzado a ser exploradas en profundidad gracias al potencial que alcanzó la tecnología involucrada. Al mismo tiempo, según los testimonios de los propios comerciantes<sup>1</sup>, el desarrollo industrial se centralizó en crear tecnología fácil de usar durante años, es decir instrumentos que permitan a cualquier persona interactuar con los “novedosos” sonidos generados por las técnicas de síntesis. Esa tendencia, condujo a una simplificación de las Interfaces Humano-Máquina, alejando así el aporte del intérprete y su cuerpo físico. No obstante, el esfuerzo y el interés de ciertos sectores generó experiencias valiosas e influyentes, para los desarrollos de los años recientes, durante los que existe mayor accesibilidad a la tecnología electroacústica por parte de toda la comunidad artística.

---

1 Robert Moog, definió el diseño de sus primeros instrumentos electrónicos para alcanzar la mayor cantidad de consumidores posibles. En la película documental *Moog* (Fjellestad, H. , 2004), el fabricante relata la discusión con Vladimir Ussachevsky al respecto. Entre otras cosas, el compositor advertía que la incorporación de un teclado similar al del piano en los nuevos *sintetizadores* forzaría a los músicos a pensar de una manera muy tradicional, por lo que temía en las consecuencias de ese recurso para manejar una materia sonora que no necesitaba ser organizada según la altura.

Por otro lado, a diferencia del lugar relegado del intérprete, sí ha existido un considerable repertorio de obras peromáticas para la música generada por técnicas de síntesis. Sin embargo se acusa que sólo el sector más avanzado del ámbito de creación musical ha logrado alcanzar un nivel relevante de expresividad a través de estas herramientas. Esa capacidad se puede encontrar, coincidentemente, en aquellas experiencias que logran inscribir al intérprete o al *performer* de manera estructural e insustituible.

Para el progreso de la expresividad musical del área estudiada, se insinuó como recurso la profundización del trabajo en todos los niveles de la cadena completa:

*compositor ↔ partitura ↔ intérprete ↔ interfaz ↔ algoritmo de síntesis ↔ obra*

De esta manera, las estrategias aquí propuestas trabajan conceptos de la composición indeterminada; partituras que ofrecen apertura e indeterminación para permitir el aporte del intérprete en su realización; e interfaces vinculadas con algoritmos de síntesis que involucran al cuerpo del interprete con gran cantidad de simultáneas interacciones con los parámetros de control. En particular, la estrategia que permite incidir sobre la estructura *microformal* de los sonidos presenta un claro ejemplo de la sustancial determinación de la obra por parte del intérprete, evidenciada por las experiencias realizadas con diferentes intérpretes.

Se destaca el recurso de incluir la espacialización de sonido como medio para desarrollar el rastro del intérprete. Este procedimiento fue incluido recién en la última etapa de trabajo y su resultado fue sumamente efectivo. Por lo tanto, su abordaje es una la primer aproximación por parte del autor, de manera que el refinamiento del rastro del intérprete en la espacialización del sonido generado por síntesis es una de las áreas a desarrollar en próximas instancias de investigación.

De estas experiencias se concluye que los dispositivos de captura de movimiento corporal ofrecen un gran aporte al área de estudio. Asimismo, en cuanto al aspecto físico (*hardware*) de las interfaces, la actualidad del ámbito artístico se vé favorecido por la universalidad de los protocolos de comunicación empleados en equipamiento no específico-musical. De manera que el arte se puede valer de dispositivos de solidez y alta precisión diseñados para otros fines como por ejemplo los video juegos, los entornos de

realidad virtual, etc. Sin embargo tanto las etapas de detección de gestos y mapeo *gesto-algoritmo de síntesis*, requieren mayor atención, versatilidad y profundización en cuanto a la cantidad de elementos involucrados. Una posibilidad de avanzar en este sentido es mediante la inclusión de varios dispositivos de captura de movimiento que trabajen en simultáneo. Por otro lado, se espera que el área también se vea beneficiada de nuevos sistemas de detección de movimientos corporales. Un ejemplo de esas posibilidades de nuevas ofertas es *Soli*<sup>2</sup>, anunciado por la empresa Google durante el desarrollo de este trabajo. Este desarrollo se presenta como un sistema de detección de gestos generados por los dedos con precisión sin precedentes en esta clase de interfaces.

La señalada necesidad de profundizar en las estrategias de mapeo *gesto-algoritmo de síntesis*, se la propone tanto para los desarrollos de este estudio como para las experiencias de terceros, observadas durante las etapas de relevamiento. Sin ningún lugar a dudas, el avance en esas áreas ofrecerán un significativo aporte a la problemática de las Interfaces Humano-Maquina, el que a su vez no beneficiará al ámbito musical sino a toda la comunidad tecnológica.

En cuanto al trabajo con las técnicas de síntesis de sonido se propone a los conceptos de generatividad y el uso de parámetros aleatorios como recursos de gran potencial para profundizar la interacción con el intérprete. Al mismo tiempo, se sugiere que al trabajo específico de investigación de las técnicas de síntesis siempre debe ser abordado con intereses científicos pero sin desatender la curiosidad estética. Como bien señala Roads [ 4 ] , *algunas de las técnicas de síntesis más interesantes no surgieron de un trabajo teórico sino como resultado de la práctica aplicada. El diseño de sonido requiere de gusto y competencia, así como también la intuición musical es la guía más importante durante la fase de experimentación.* Esos criterios fueron determinantes para el desarrollo del último entorno propuesto en este trabajo, en el que todos los elementos de la cadena que involucra al intérprete se vieron afectados por los resultados musicales alcanzados. De manera que las etapas de notación musical, detección de gestos corporales, *mapeo* con el algoritmo de síntesis y la definición de los parámetros de la técnica de síntesis, fueron condicionadas según criterios estéticos reflejados en la composición final. Fue un trabajo de alternancia entre pruebas y modificaciones de la

---

2 Enlace: <https://atap.google.com/soli/> (último acceso: diciembre, 2016).



estrategia integral, en vistas de satisfacer tanto el interés de la investigación como una búsqueda estética.

Ese proceso acarreó gran cantidad de modificaciones centradas en las etapas de detección de gestos, mapeo y definición de parámetros de síntesis. Por lo que una vez definido el entorno *software-hardware*, dichas modificaciones fueron laboriosas pero mucho más accesibles que las que involucrarían alcanzar el mismo grado de significancia espectromorfológica en creaciones instrumentales acústicas y tradicionales.

De la mano de esta comparación entre las estrategias aquí propuestas y los instrumentos tradicionales, se valora el tiempo de estudio requerido en la etapa de interpretación. Para este trabajo, los intérpretes convocados lograron dominar en pocas semanas dos instrumentos que ofrecen cualidades espectromorfológicas y modos de interacción considerablemente diferentes. Más allá del grado de pericia alcanzado, esta condición es poco frecuente con instrumentos tradicionales. Es decir, quizás un intérprete especializado en un instrumento de cuerdas o de viento pueda aventurarse en incursionar en otro miembro de una misma familia, alcanzando una realización aceptable de una obra de estudio en poco tiempo de trabajo. Sin embargo, en esos casos las diferencias espectromorfológicas dentro de una familia de instrumentos no serían de magnitud equiparable con las experiencias que ahí se propusieron.

En otro nivel de análisis, al abordar la problemática del intérprete las estrategias propuestas se centraron en el actor solista sin comprometer la práctica grupal. La intención de implementar estas y nuevas estrategias en dúos, tríos o ensambles no trascendieron las notas informales y el imaginario del autor, de manera que el trabajo en ese campo se señala como un déficit e inclusive una saldo de interés personal. Sin dudas, el impacto de estrategias colectivas sería un interesante tema a tratar en futuras investigaciones, continuando el trabajo realizado por varios centros de investigación mediante las *Orquestas de Laptops* ( Ver *Capítulo 1 : Introducción. - Live Electronics y Laptop Music.* ).

Por último, cabe señalar que el autor del presente trabajo ha participado de manera activa tanto en la comunidad académica y diferentes instituciones de formación artística (entre ellas: Universidad Nacional de Quilmes, Universidad Nacional del Arte, Universidad del Cine, etc), como en espacios de gestión cultural vinculados a la música popular (como

ser el sello independiente Concepto Cero<sup>3</sup>). Esto es, además de participar en experiencias personales como compositor, intérprete y técnico de grabación de proyectos propios, de terceros o colectivos. Esta pertenencia a la comunidad artística y académica, dio origen a charlas informales, discusiones, experiencias compartidas y comunicación de experiencias ajenas, las que en su conjunto generaron un valioso aporte no cuantitativo ni posible de documentar en el presente escrito, pero que sin lugar a dudas resultó determinante para llegar a las conclusiones precedentes.

---

3 <http://conceptocero.com/> (último acceso: diciembre, 2016)

## 2 Referencias.

[ 1 ] Cañardo, M. *Tangos “marginales”: imaginario, circulación e interpretación*. en Brunelli, O.G. (editor). *Revista Argentina de Musicología 15-16 (2014-2015)*. Argentina. Asociación Argentina de Musicología. 2015.

[ 2 ] Cañardo, M. *Cantantes, orquestas y micrófonos. La interpretación del tango y la tecnología de grabación*. Publicación en línea. *Revista Afuera* num. 10. Argentina. 2011. Enlace: <http://www.revistaafuera.com/articulo.php?id=170&nro=10> (último acceso: diciembre, 2016).

[ 3 ] Frith, S. *Ritos de la Interpretación: Sobre el valor de la Música Popular*. Argentina. Paidós. 2014.

[ 4 ] Roads, C. *Microsound*. EE. UU. The MIT Press. 2004.



# ANEXOS.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

<b>1 - Introducción.</b>	<b>139</b>
<b>2 - Documentación de las Aplicaciones Informáticas.</b>	<b>139</b>
2.1 - GEMATS: Visualización de Archivos ATS en Tiempo Real.	139
2.2 - Resbank~: Banco de Filtros Resonadores.	153
2.2.1 - Documento Teórico.	154
2.2.2 - Capturas de Pantalla del Objeto Externo resbank~.	167
2.3 - Matrices Combinatorias y Texturas Granulares.	170
2.3.1 - PCSGUI.	170
2.3.2 - Matrices Combinatorias y Texturas Granulares.	183
2.4 - my_Grainer~: Unidad de Síntesis Granular.	199
2.4.1 - Patch de Ayuda.	200
2.4.2 - my_Grainer~ Tutorial.	206
<b>3 - Documentación de los Entornos y Obras.</b>	<b>219</b>
3.1 - Capturas del Único Camino: Intérprete Autónomo.	219
3.1.1 - Partitura de Capturas del Único Camino.	219
3.1.2 - El Planteo Compositivo de Capturas del Único Camino.	221
3.1.3 - Aplicación informática de Capturas del Único Camino.	243
3.2 - RTGS - Estudio 1.	275
3.2.1 - Partitura de RTGS – Estudio 1.	275
3.2.2 - Aplicación Informática de RTGS – Estudio 1.	279
3.3 - RTGS - Estudio 2.	288
3.3.1 - Antecedentes para RTGS – Estudio 2.	288
3.3.2 - Partitura de RTGS – Estudio 2.	297
3.3.3 - Aplicación Informática de RTGS – Estudio 2.	301
<b>4 - Otros Artículos Publicados.</b>	<b>312</b>
<b>5 - Encuesta Sobre el Uso de las Técnicas de Síntesis.</b>	<b>312</b>



## 1 Introducción.

Esta sección incluye documentación complementaria a los capítulos anteriores, además de las referencias a los archivos digitales anexos en soporte físico.

Los contenidos que aquí se presentan son capturas de pantalla de todas las aplicaciones informáticas desarrolladas para este trabajo (incluyendo las de los entornos) y los artículos escritos por el autor que son referidos en el cuerpo de este trabajo. Por otro lado, se detalla aquí también los archivos incluidos en el mencionado soporte físico: las aplicaciones informáticas desarrolladas, las grabaciones de obras, las partituras y otros. Las carpetas del soporte están organizadas según las siguientes categorías: *Aplicaciones Informáticas*, *Entornos*, y *Otras Publicaciones*.

## 2 Documentación de las Aplicaciones Informáticas.

### 2.1 *GEMATS*: Visualización de Archivos ATS en Tiempo Real.

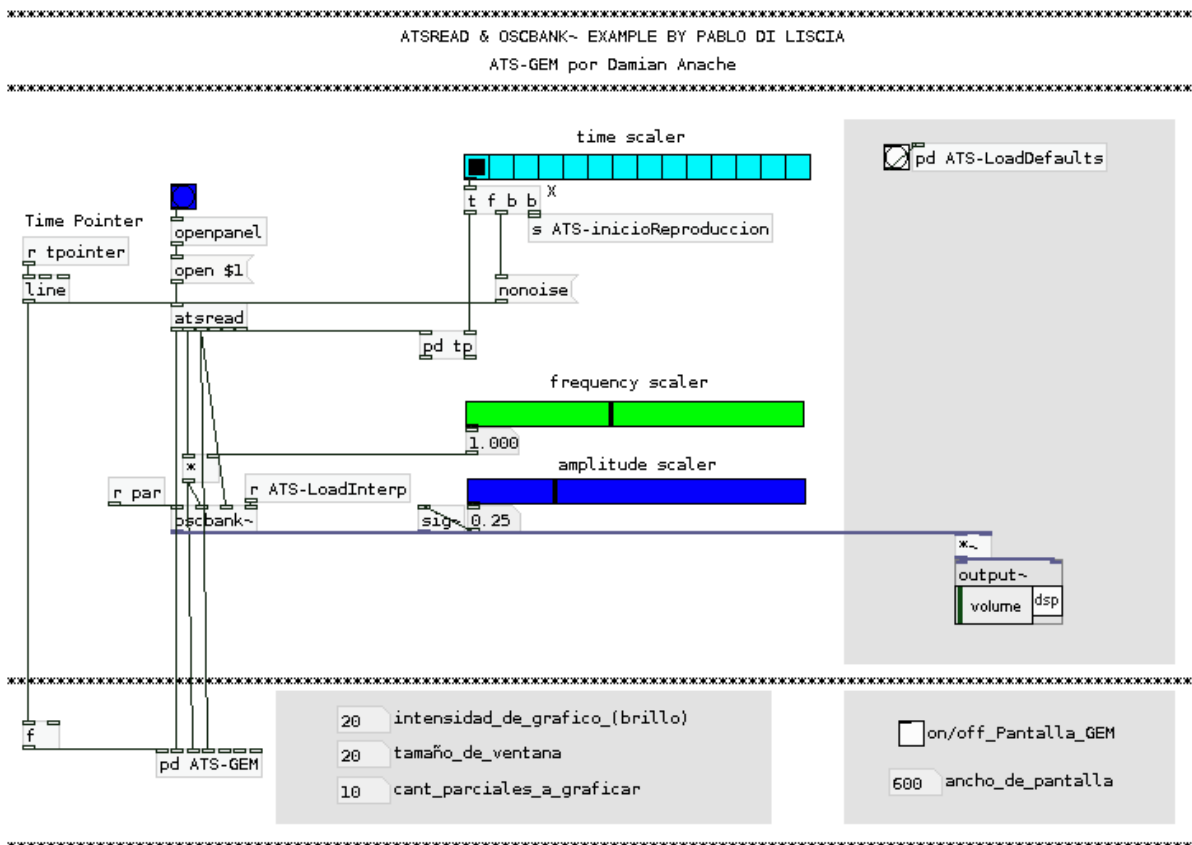
Como se anticipó en el Capítulo 2, anexos a este trabajo se incluyen los archivos del desarrollo denominado *GEMATS*. El paquete de abstracciones permite visualizar el contenido espectral de los componentes determinísticos de un archivo ATS durante su lectura, inclusive actualizando la representación según las alteraciones que se la apliquen en tiempo real. Se aclara que para su uso son necesarias la instalación de las librerías *GEM*<sup>1</sup> y *ats-pd*<sup>2</sup> y que sólo se garantiza su correcto funcionamiento en las distribución *PD-Extended* para Windows. La carpeta de archivos anexos incluye el patch principal de ejecución, *ATS-deterministic+GEM.pd* y los siguientes archivos son: abstracciones necesarias para el funcionamiento del principal; el archivo de la fuente Vera (necesario para la correcta visualización de la pantalla GEM); y la abstracción *range.pd* reemplaza al objeto *range* eliminado en *PD-Extended* 0.43.4.

A continuación se incluyen capturas de pantalla de la aplicación:

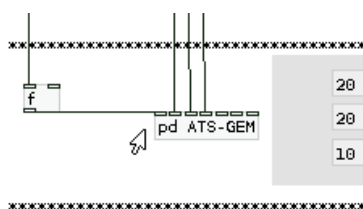
---

1 <https://puredata.info/downloads/gem> (último acceso: diciembre, 2016).

2 <https://puredata.info/Members/pdiliscia/ats-pd> (último acceso: diciembre, 2016).

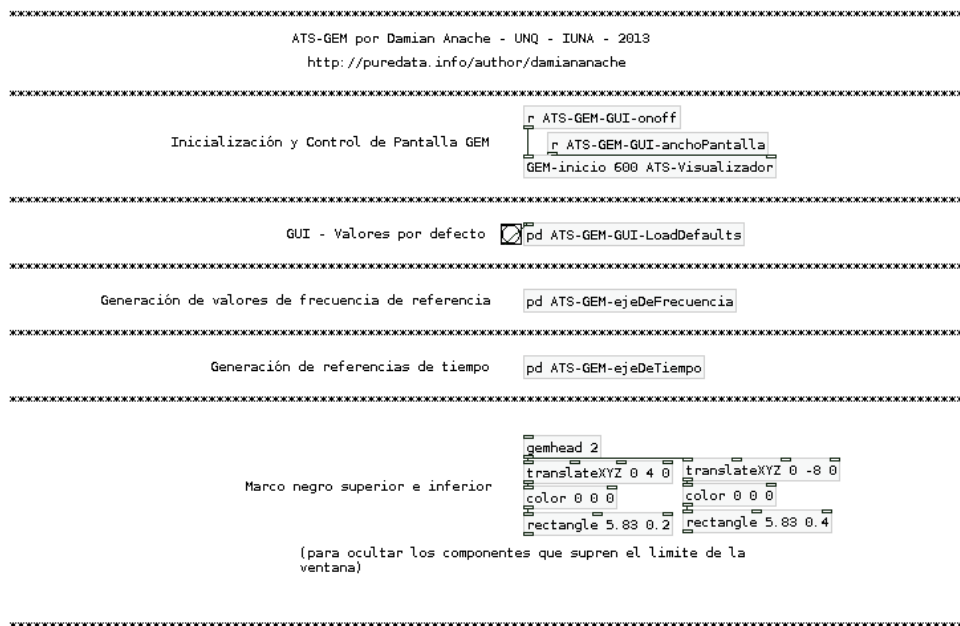


Patch principal.

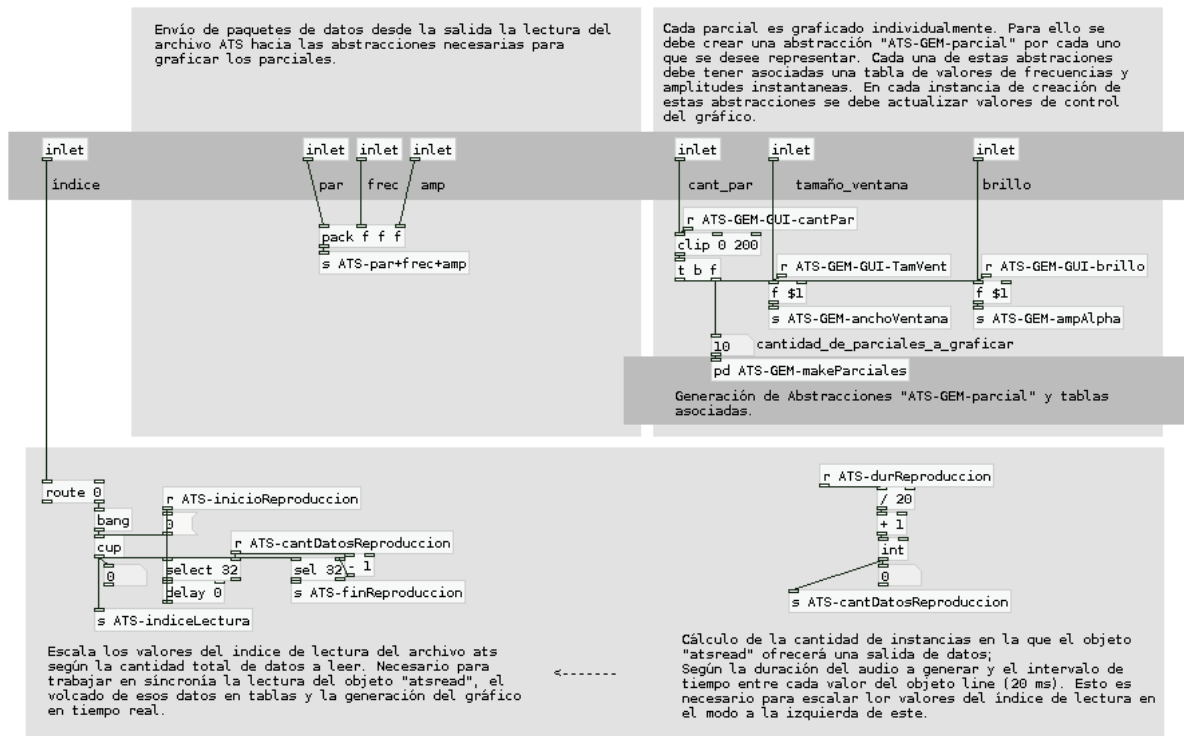


Los contenidos a continuación son los incluidos dentro del subpatch *ATS-GEM* perteneciente al anterior *Patch principal*.





Primer página del subpatch ATS-GEM.



Segunda página del subpatch ATS-GEM.

Sliders de Zoom y desplazamiento del eje vertical

```

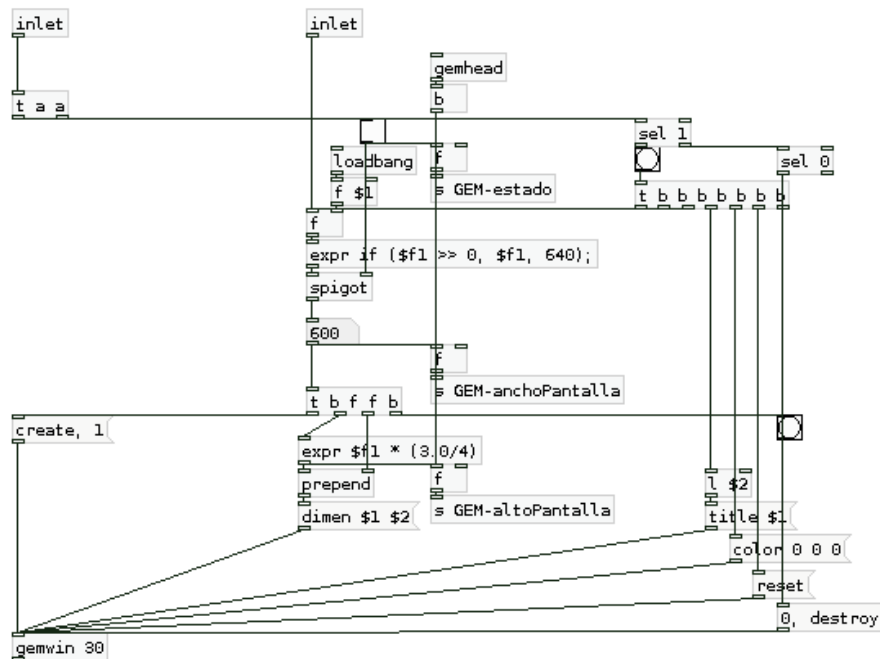
GEM-vslider 1 93 5 8 94 1 0
range 0 127 98 800
s ATS-GEM-posYfrec20k

GEM-vslider 1 -1 5.1 9 93 1 0
expr ($f1 - 127) / 127
s ATS-GEM-offsetY
    
```

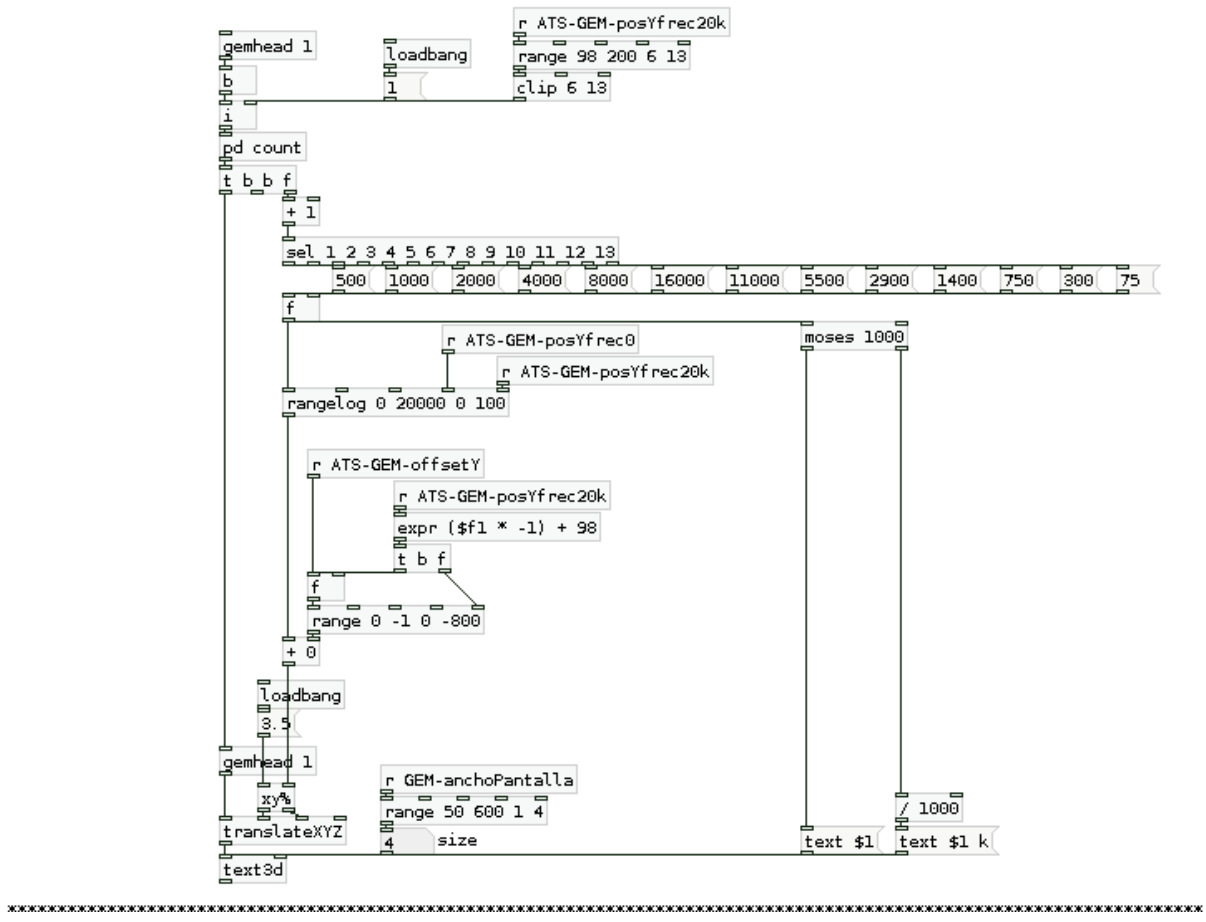
### Tercer página del *subpatch* ATS-GEM.

Genera una ventana de GEM de relación fija 4:3 según el ancho ingresado por el inlet 2 o como argumento

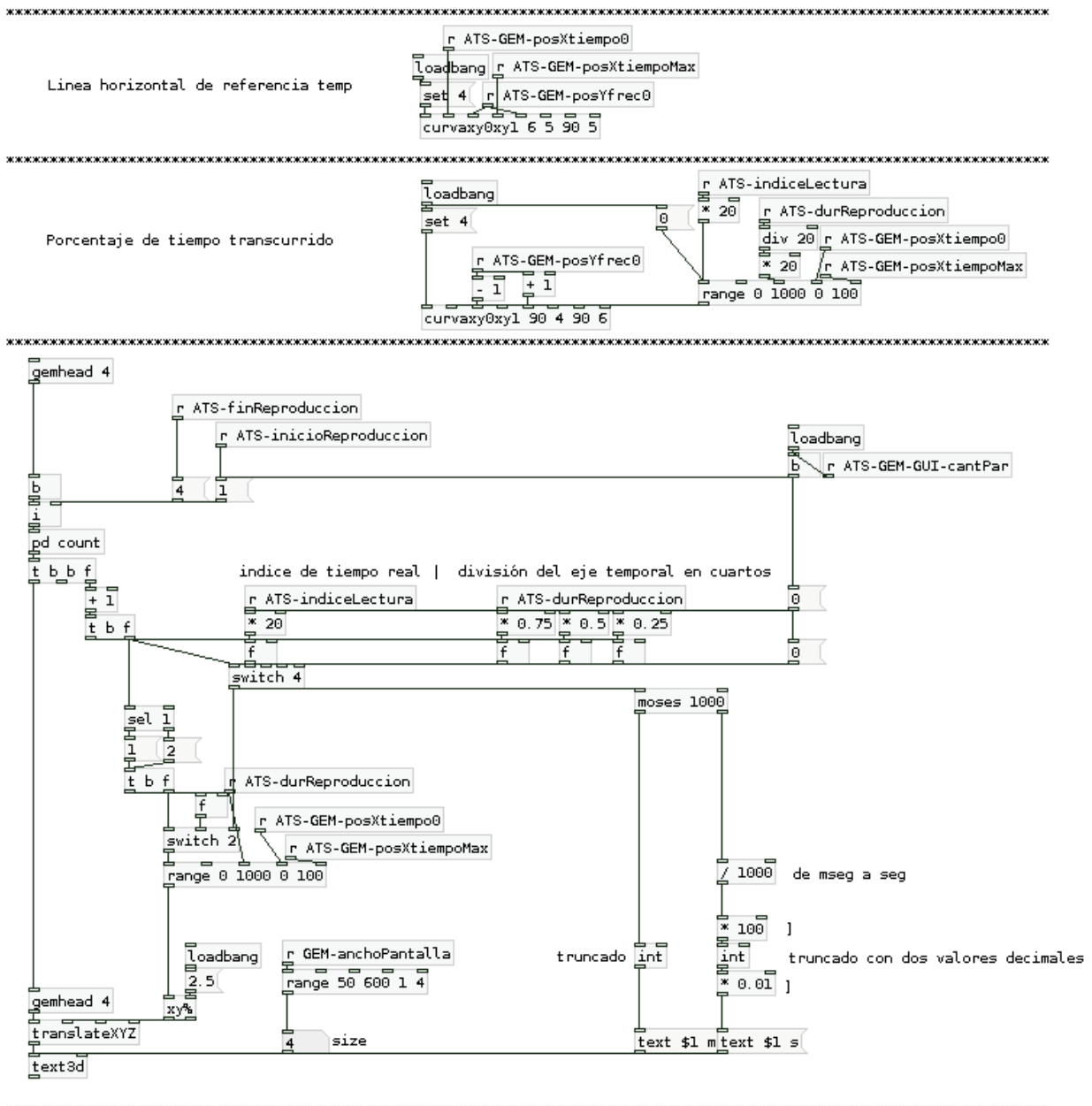
inlet 1 activa/desactiva la pantalla (0/1)  
 argumento 1 ancho de pantalla  
 argumento 2 nombre de pantalla



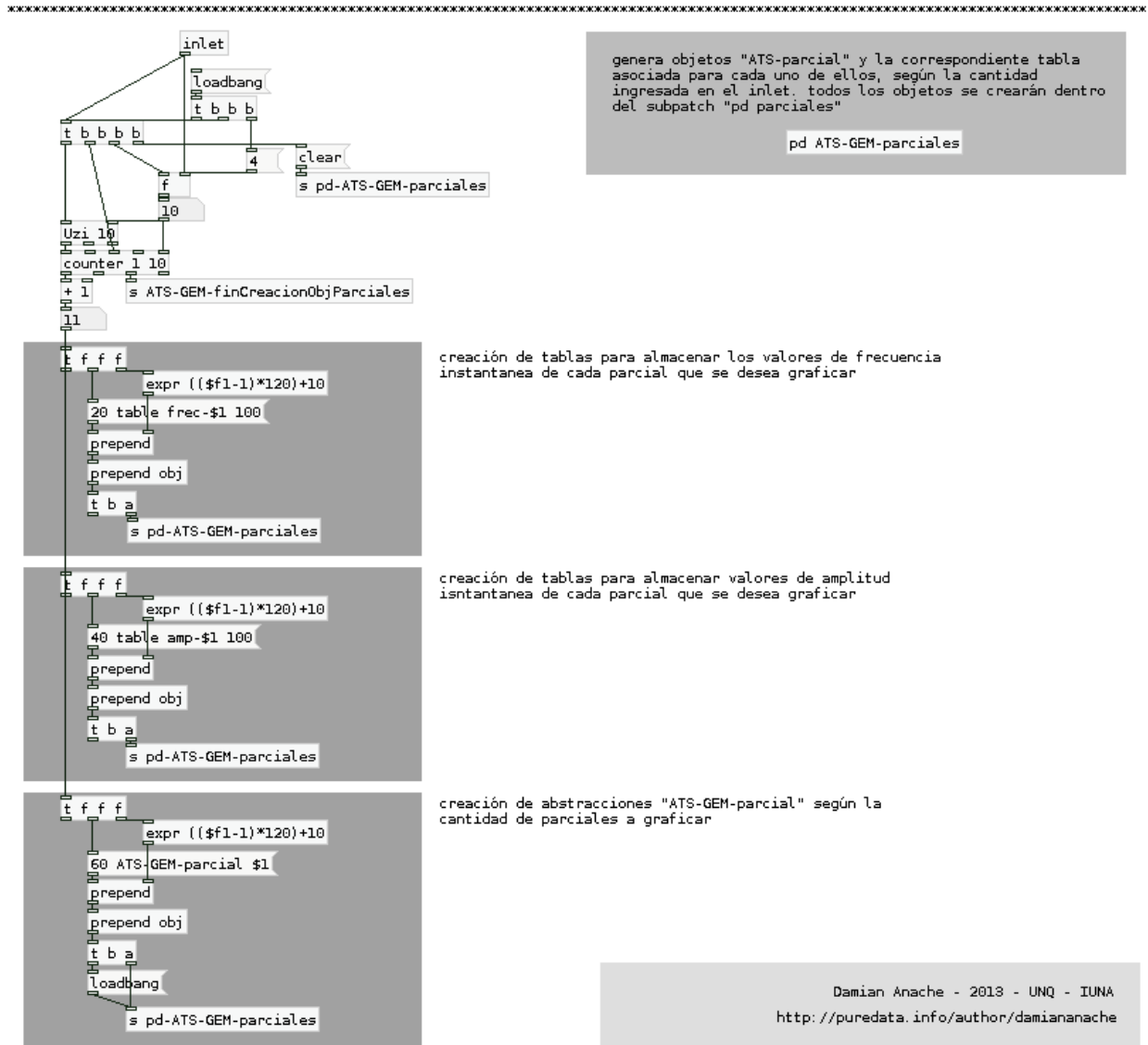
Abstracción *GEM-inicio* para definir el funcionamiento de la ventana de *GEM*.



Abstracción *GEM-ejeDeFrecuencia* para controlar la visualización del eje vertical de la información representada.



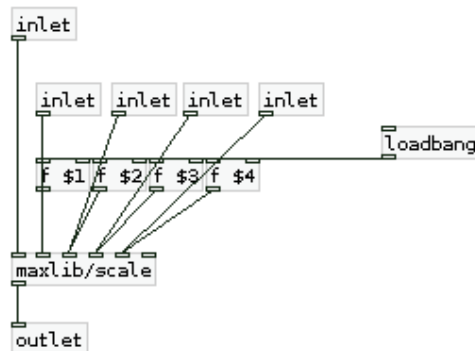
Abstracción *GEM-ejeDeTiempo* para controlar la visualización del eje horizontal de la información representada.



Abstracción *makeParciales* para la creación de cada trayectoria senoidal representada.

\*\*\*\*\*  
 range. pd  
 \*\*\*\*\*

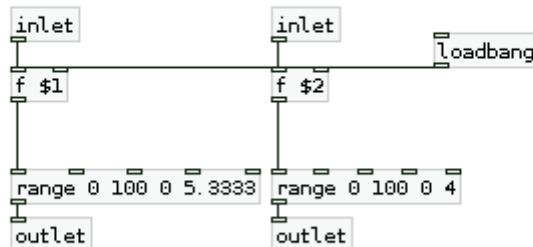
el objeto "range" ya no esta incluido en la distribucion oficial de Pure Data Extended 0.43.3 motivo por el cual esta abstraccion aqui presente reemplaza ese objeto con la nueva version del mismo, maxlib/scale. No se ha reemplazado el obojeto por su nuevo equivalnete ya que el modo de distribucion logaritmica de la escala es de diferente curva a la empleada en este trabajo motivo por el cual se deberia calcular nuevamente todas las equivalencias. para emplear este proyecto en versiones previas de PureData, simplemente eliminar esta abstraccion de la carpeta del proyecto.



\*\*\*\*\*

Abstracción *range* para utilizar en caso de ausencia del objeto externo.

Escala valores de Ancho y Alto porcentuales al tamaño de la pantalla (solo para pantalla en relación 4:3)

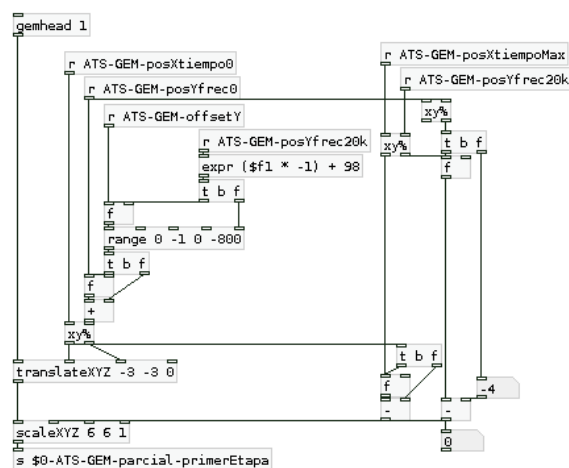


Abstracción *anchoAlto%.pd*.

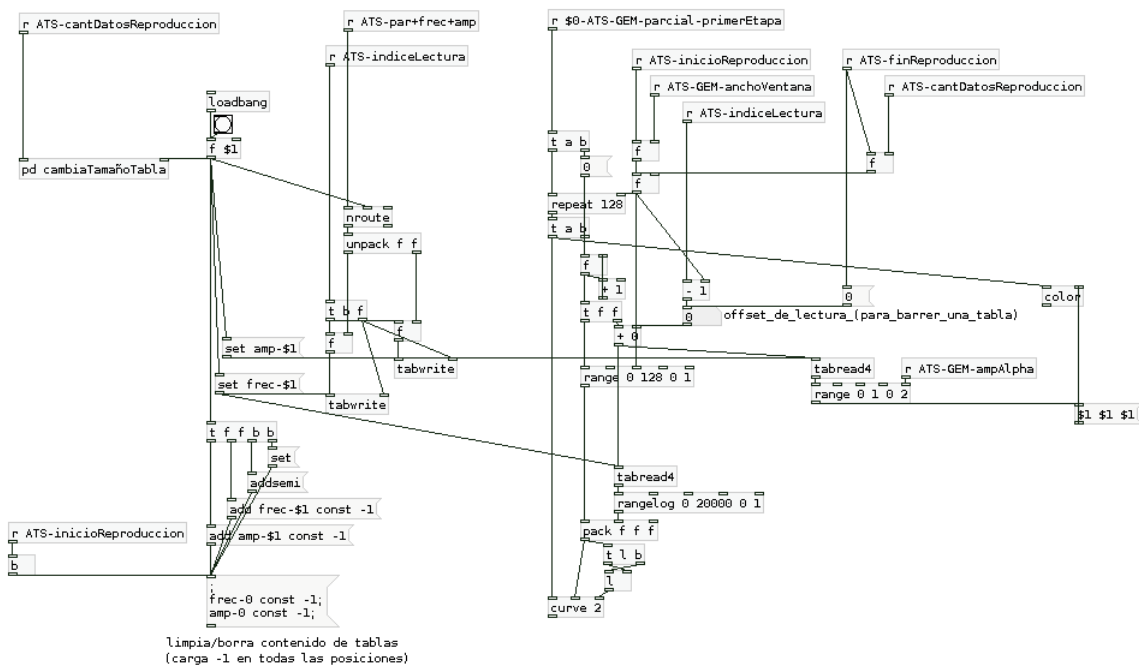
\*\*\*\*\*  
 "ATS-GEM-parcial" por Damian Anache  
 \*\*\*\*\*

filtra el valor de frecuencia correspondiente al numero de parcial indicado como argumento, lo escala y grafica con un punto (por cada valor instantaneo recibido). Al mismo tiempo, almacena los valores previamente recibidos en una tabla. Esta última se graficando constantemente. Al iniciar una nueva lectura del archivo ATS desde el patch principal se reinician las tablas (y el gráfico)

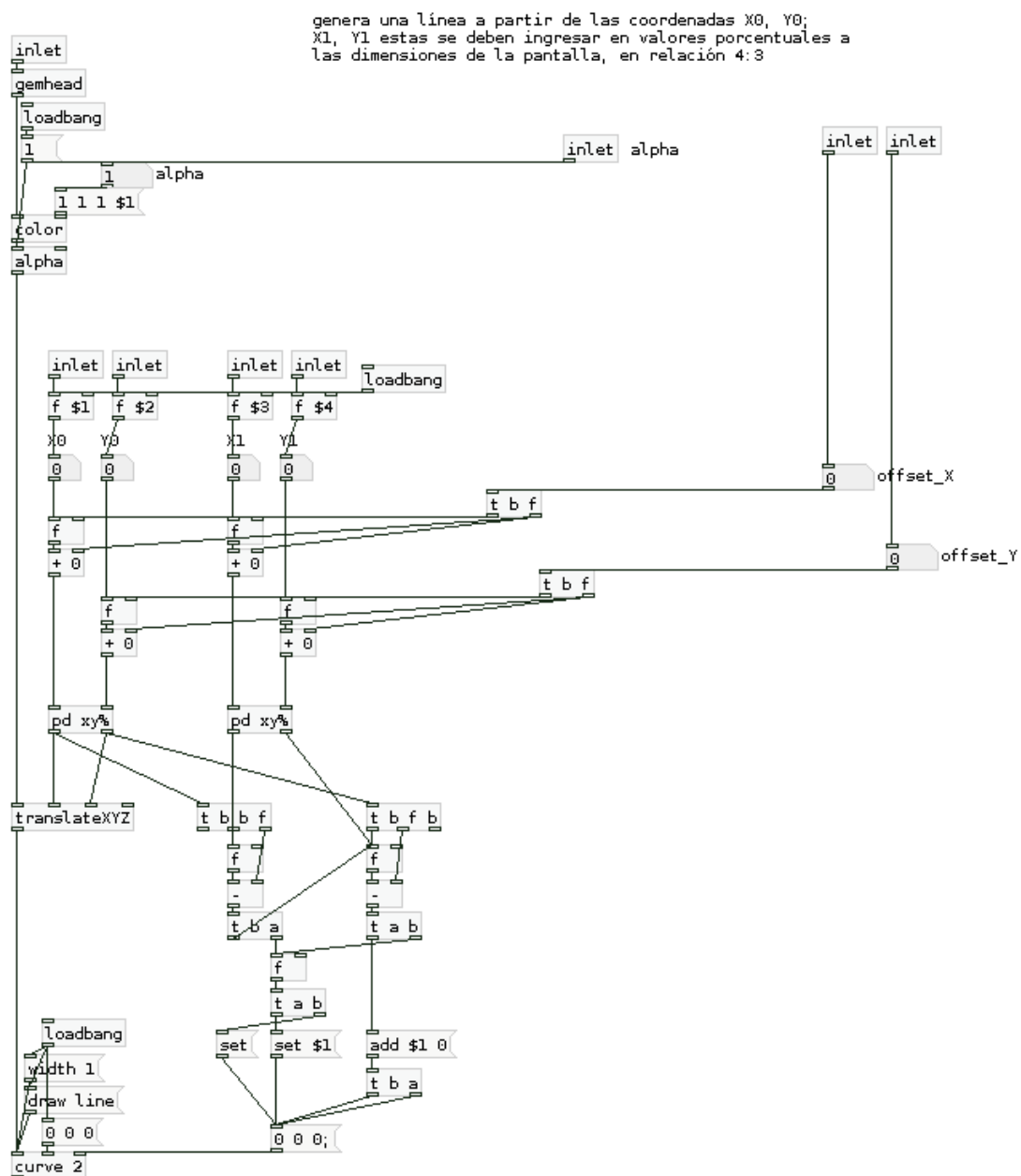
IMPORTANTE: debe recibir el numero de parcial como argumento y los siguientes envios de variables globales ATS-par+frec, cantDatosReproduccionATS, indiceLecturaATS y reinicioTablas



Abstracción ATS-GEM-parcial.pd pagina 1.



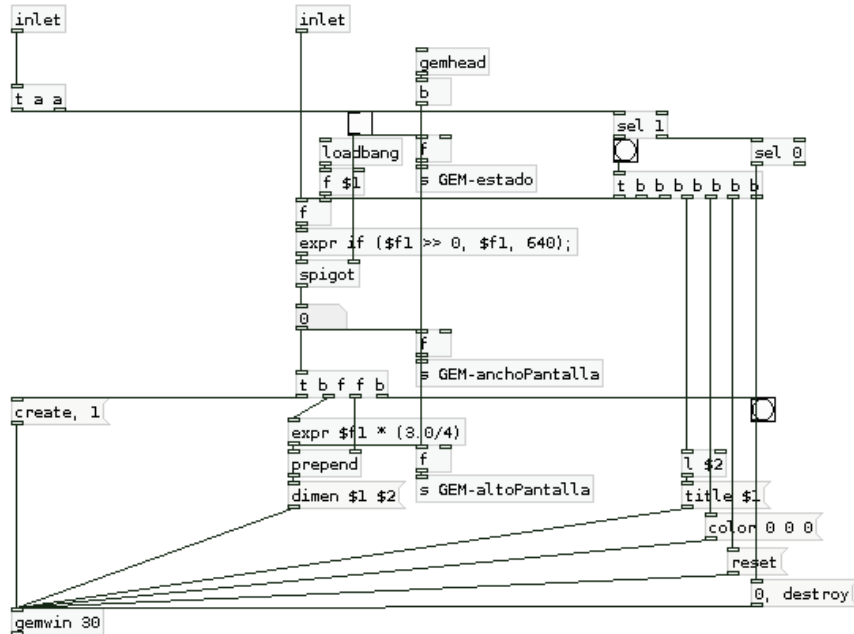
Abstracción ATS-GEM-parcial.pd pagina 2.



Abstracción *curvaxy0xy1.pd* .

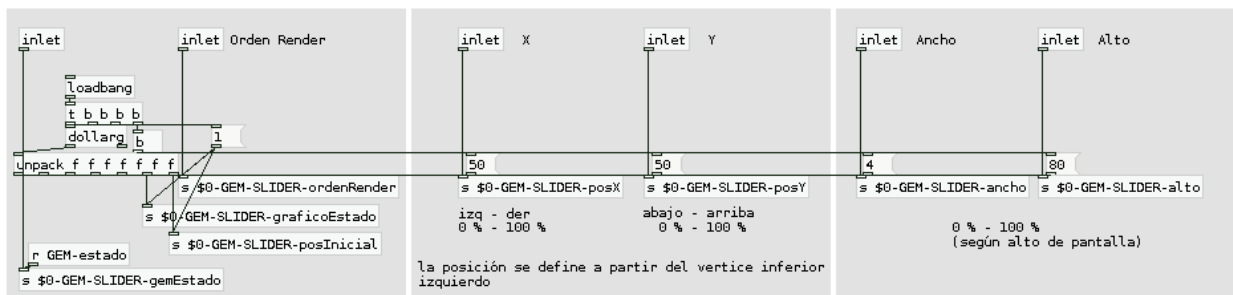


\*\*\*\*\*  
 Genera una ventana de GEM de relación fija 4:3 según el ancho ingresado por el inlet 2 o como argumento      inlet 1 activa/desactiva la pantalla (0/1)  
 argumento 1 ancho de pantalla  
 argumento 2 nombre de pantalla  
 \*\*\*\*\*



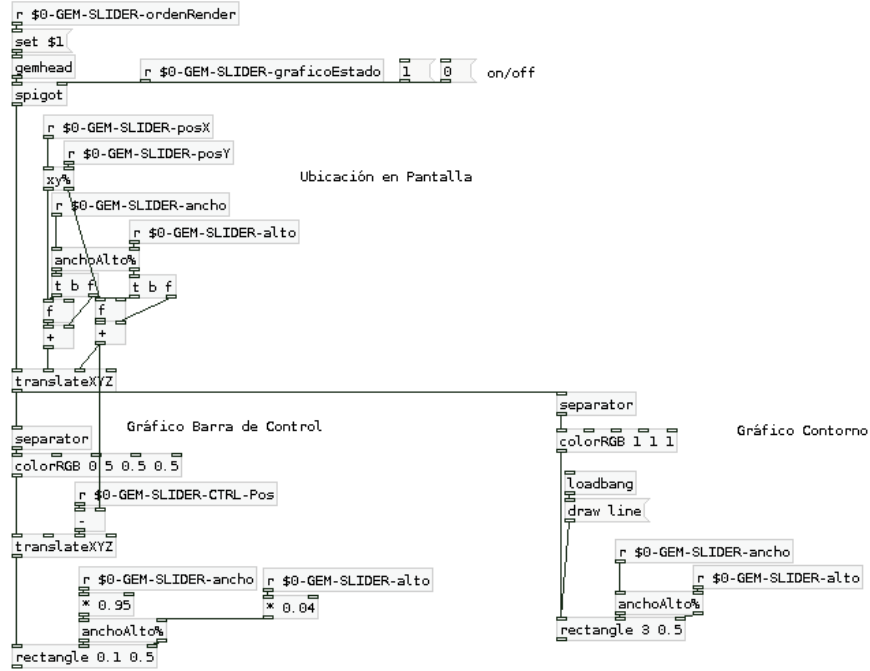
Abstracción *GEM-incio.pd* .

\*\*\*\*\*  
 "GEM-vslider" por Damián Anache  
 \*\*\*\*\*



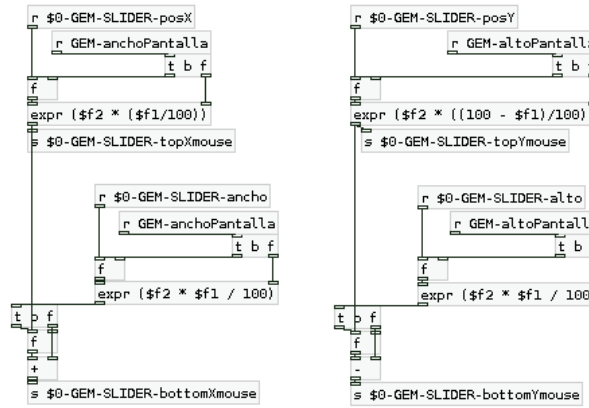
Abstracción *GEM-vslider.pd* pagina 1.

\*\*\*\*\*  
 GRÁFICOS  
 \*\*\*\*\*



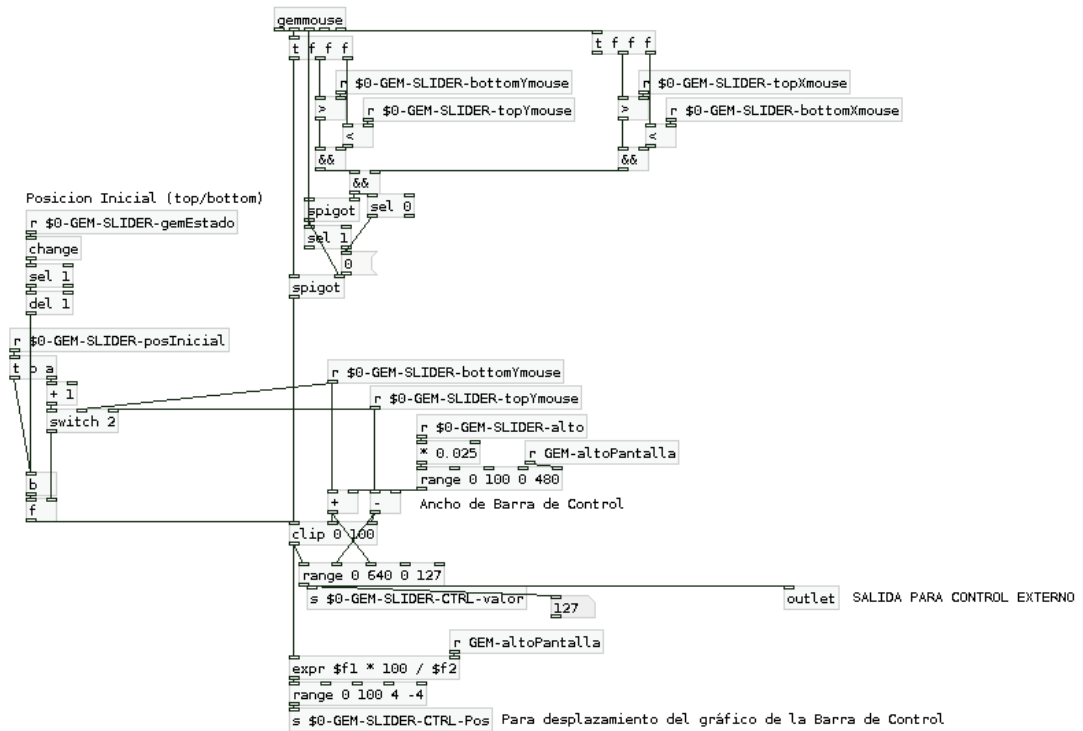
*Abstracción GEM-vslider.pd pagina 2.*

\*\*\*\*\*  
ZONA ACTIVA DE MOUSE  
\*\*\*\*\*

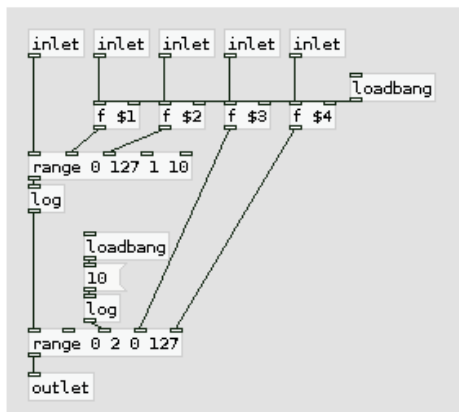


*Abstracción GEM-vslider.pd pagina 3.*

DETECCIÓN DE POSICIÓN DEL MOUSE



Abstracción GEM-vslider.pd pagina 4.



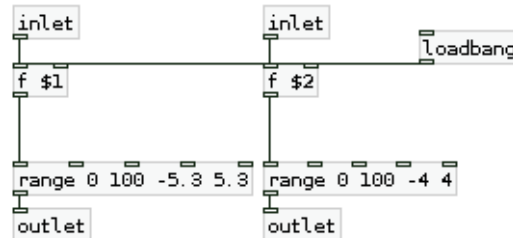
simil range, pero con distribución logarítmica

inlets 1: valores a escalar 2: mínimo entrada 3: máximo entrada 4: mínimo salida 5: máximo salida

Damian Anache - 2013 - UNQ - IUNA  
<http://puredata.info/author/damiananache>

Abstracción rangelog.pd .

Escala valores de X Y porcentuales. Posicionando el 0 de los ejes en ángulo inferior izquierdo de la ventana de GEM, según una relación de pantalla 4:3



Abstracción *xy%.pd* .

## 2.2 *Resbank~*: Banco de Filtros Resonadores.

Como se explicó en el capítulo 2 *Resbank~* es un objeto externo para *Pure Data* programado por el autor en *lenguaje C* y que ofrece un banco de filtros pasa-banda IIR de segundo orden. Este trabajo se realizó a partir de un trabajo teórico también realizado por el autor durante la asistencia al curso de posgrado Teoría del Audio Digital II, ATAM (Área Transdepartamental de Artes Multimediales), UNA (Universidad Nacional de las Artes), 2015. A continuación se incluye el trabajo teórico, pero por su extensión no se incluye aquí el código en lenguaje C del objeto externo, sólo presentado en formato digital en la carpeta adjunta. Sí se incluyen aquí los *patches* de ayuda y de ejemplo que documentan su funcionamiento y la articulación del banco de filtros con información ATS.

La carpeta de anexos incluye los siguiente archivos digitales. Se aclara que para la correcta ejecución de los archivos de *Pure Data* se requiere la mencionada librería *ats-pd* y que sólo se garantiza el correcto funcionamiento de *resbank~* para la distribución *PD-Extended* ( en Windows o Linux).

Archivos de creación del objeto externo:

- *resbank~.c*
- *resbank~.h*
- *resbank~.o*
- *Makefile.linux*

Archivos finales:

- *resbank~.pd\_linux* [ archivo del objeto externo de PD, *resbank~*, compilado para linux ]
- *resbank~-help.pd* [ patch de ayuda de *resbank~* con documentación detallada de su funcionamiento ]
- *resbank+ATS.pd* [ patch modelo de articulación de *resbank~* con ATS ]
- *ats-files* [ carpeta de archivos *.ats* de referencia para emplear con el patch *resbank+ATS.pd* ]

### 2.2.1 Documento Teórico.

#### **Filtros Digitales: Consideraciones generales y uso de bancos de filtros IIR pasabanda de segundo orden.**

##### Resumen

*En el ámbito sonoro se consideran filtros a los procesadores de audio que operan sobre el espectro de las señales. Estos son empleados con diferentes fines, tanto con intereses creativos o utilitarios como para análisis o la investigación. El presente texto*

*expone el panorama general de los algoritmos de filtros y en particular su articulación con la técnica de síntesis sustractiva y su articulación con ATS.*

### Introducción / Definición.

Según Julius Smith<sup>3</sup> todo medio que sea atravesado por una señal sonora<sup>4</sup>, cualquiera sea su forma, puede ser considerado como un filtro, "Cuando te ponés a pensarlo, todo es un filtro", señala. Si bien eso es cierto, es habitual que en el ámbito sonoro se refiera a filtros cuando se alude a cierto tipo de modificadores de una señal y no a todos; acotándolos a solo dos tipos: los que permiten un control específico según los intereses del usuario, y otros que en realidad ejercen modificaciones no deseadas de las señales como ser el caso de un recinto con "mala acústica".

Según Smith se considera filtro digital a todo algoritmo que toma una señal de entrada y produce una nueva señal a partir de la primera (siempre hablando de señales digitales de audio, por supuesto). Buscando una definición mas específica podemos tomar el criterio de Moore<sup>3</sup> quien reduce a los filtros digitales como los algoritmos que realizan modificaciones del espectro de una señal de manera útil; usados tanto para enfatizar como para atenuar diferentes zonas. Y añade que un filtro también puede ser empleado como una herramienta para generar cambios de fase de una señal.

### Algoritmos de filtros digitales.

El funcionamiento de los filtros no es ajeno a los principios de la física y la acústica porque parte de nociones tan fundamentales como la suma de *movimientos armónicos simples*<sup>4</sup>. Como es sabido, la suma de dos señales sinusoidales de igual frecuencia, amplitud y fase ofrece como resultado una señal de igual frecuencia y fase pero con el doble de amplitud (respecto de la amplitud individual). En el caso de sumar una señal sinusoidal y una copia idéntica de la misma pero en oposición de fase, la resultante será nula. Para todos los casos de sumas de una señal sinusoidal y una copia de la misma pero con diferencia de fase entre ambas, el resultado es una señal similar a la original

---

<sup>3</sup> Moore F. Richard, 1990, Elements of Computer Music, Prentice Hall, EE.UU., pag 111.

<sup>4</sup> Ver Roederer, Juan, 1997, Acústica y psicoacústica de la música, Ricordi, Argentina..

pero con amplitud variable entre cero y el doble según el grado de diferencia de fase entre la original y su copia. Por otro lado, en los casos en que se suma una señal con una copia de si misma pero no siendo esta una única senoide (como en los casos planteados recientemente) el espectro de la señal resultante de esa suma tendrá diversas alteraciones de acuerdo con la diferencia de fase entre ambas señales.

Para ejemplificar en términos generales este último caso se puede tomar como referencia la siguiente operación: Dada una señal  $x(t)$  construida a partir de la suma de dos movimientos sinusoidales sin relación armónica (uno de baja frecuencia y otro de frecuencia mucho mayor); al sumar  $x(t)$  por una copia desfasada de si misma llamada  $x(t-N)$  de manera que su componente de alta frecuencia queda en oposición de fase entre ambas señales (entre la original y la copia), la señal resultante de la suma  $y(t) = x(t) + x(t-N)$  ofrecerá solo la componente de baja frecuencia sin la componente de alta frecuencia. A su vez, la componente de baja frecuencia probablemente vea afectada su amplitud con respecto a la original, esto dependerá de cada caso específico. Este ejemplo particular presenta el comportamiento típico de un filtro *pasa bajos*, ya que la operación ofrece como resultado la anulación de la componente superior alcanzando así una señal que solo contiene la componente de menor frecuencia, lo que es lo mismo que decir que en la operación de suma planteada en estos términos filtra la altas frecuencias y permite *pasar* solo las frecuencias *bajas*. Esta, la manera en la que un filtro modifica las componentes espectrales de una señal de entrada, es la denominada *respuesta en frecuencia*. De acuerdo con su *respuesta en frecuencia* los filtros mas habituales se clasifican en *Pasa-bajos*, *Pasa-altos*, *Pasa-banda (o resonador)*, *Rechaza-banda*, *Peine* y *Pasa-todo*.

Partiendo del ejemplo del párrafo anterior, se define que los algoritmos de filtros articulan la suma de su señal de entrada con copias retrasadas de esa misma, cada una a diferentes intervalos de tiempo según el diseño específico de cada filtro. Al mismo tiempo, la amplitud de cada copia debe ser escalada por un *coeficiente* individual de manera de controlar con precisión el grado de incidencia de cada copia sobre la señal original. Otro recurso empleado en vistas de refinar la técnica es la implementación de sumas (o restas, según el coeficiente de escalamiento) de copias de la nueva señal generada, o sea, la propia salida del filtro. A esta particularidad se la define como *retroalimentación*.



Una de las maneras de evaluar la respuesta en frecuencia de un filtro es examinar el espectro de su respuesta a impulso. Para evaluar esta característica se lo hace a partir de su *respuesta a impulso* expresada como  $h_{(t)}$ . La *respuesta a impulso* del filtro es una señal en función del tiempo que contiene la información del comportamiento de un filtro cuando es alimentado por una señal impulso. Como la función impulso contiene igual amplitud en todas las frecuencias cualquier alteración de amplitud o fase que se encuentre en la *respuesta a impulso* evidenciará la acción del filtro. Según su *respuesta a impulso* los filtros se dividen en *IIR* (*Infinite Impulse Response*, Respuesta a Impulso Infinita) y *FIR* (*Finite Impulse Response*, Respuesta a Impulso Finita). Los *IIR* también son llamados *Filtros Recursivos* ya que, a diferencia de los *FIR*, son los que implementa la *retroalimentación* (mencionada en el párrafo anterior), motivo por el cual su *respuesta a impulso* es teóricamente infinita. Existen varias ventajas y desventajas en la implementación de cada uno de estos filtros (abordadas en profundidad por bibliografía de referencia) destacando que los filtros *IIR* pueden alcanzar las mismas características de filtrado empleando menor uso de memoria y menor complejidad de cálculo en comparación con los *FIR*<sup>5</sup>.

En vistas de obtener un algoritmo que responda a una *respuesta en frecuencia* con valores de frecuencia y ganancia específicos es necesario definir su *ecuación en diferencias*. Tal ecuación es la representación algebraica del funcionamiento del filtro en el dominio del tiempo, tal como se lo planteó en los párrafos anteriores. La *ecuación en diferencias*, entonces, articula la señal de entrada del filtro sumada a las copias retrasadas de ella misma y las de retroalimentación, todas multiplicadas por su propio *coeficiente* de escalamiento individual. En esta ecuación, el mayor retraso de una copia define el *número de orden*. La forma general de una *ecuación en diferencias* de un filtro *IIR* se corresponde con el siguiente modelo<sup>6</sup>:

$$y_{(n)} = b_0x_{(n)} + b_1x_{(n-1)} + \dots + b_Mx_{(n-M)} - a_1y_{(n-1)} - \dots - a_Ny_{(n-N)} \quad (2.1)$$

---

5 Gran cantidad de autores coinciden en esa observación, como por ejemplo: Malepati, Hazarathaiah, 2010, "Digital Media Processing: DSP Algorithms Using C", Newnes, EE.UU.

6 Ejemplo tomado de Smith, Julius O. 2007, "Introduction to Digital Filters with Audio Applications", Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA), Stanford University, EE.UU.

Donde:  $x_{(n)}$  e  $y_{(n)}$  son las señales de entrada y salida del filtro (respectivamente) representadas en función del tiempo  $n$  (tiempo discreto, expresado en muestras) y tanto  $b_0; b_1 \dots b_M$  como  $a_1 \dots a_N$  son los llamados *coeficientes* de la ecuación. Cabe aclarar que la *ecuación en diferencias* de un un filtro *FIR* (sin *retroalimentación*) no incluye las restas de la señal de salida  $y_{(n-N)}$  lo que es igual a decir que sus coeficientes  $a_1 \dots a_N$  serán todos iguales a 0.

Como la *ecuación en diferencias* es expresada en el dominio del tiempo, para poder determinar su comportamiento en función de valores de frecuencia se la debe trasladar a ese dominio (al de frecuencia) mediante la *transformada Z*. Esta *transformada* es una operación matemática (similar a la *transformada de Fourier*) que permite representar señales de tiempo discreto en el dominio de la frecuencia compleja, de manera que la ecuación 2.1 queda definida como:

$$Y_{(z)} = b_0 X_{(z)} + b_1 Z^{-1} X_{(z)} + \dots + b_M Z^{-M} X_{(z)} - a_1 Z^{-1} Y_{(z)} - \dots - a_N Z^{-N} Y_{(z)} \quad (2.2)$$

Finalmente para definir los coeficientes específicos en función de cómo el filtro modifica una señal, se relaciona la entrada y salida obteniendo la denominada *función de transferencia*,  $H_{(z)}$ . Esta *función de transferencia* es la representación algebraica del comportamiento de un filtro en el dominio complejo de  $Z$  (similar a la *respuesta a impulso* pero con la diferencia de que esa otra expresión es en el dominio del tiempo) y se expresa de la siguiente manera:

$$H_{(z)} = \frac{Y_{(z)}}{X_{(z)}} \quad (2.3)$$

Para expresar esta *función de transferencia* en relación a la *ecuación en diferencias*, se la despeja y extraen los factores comunes en la ecuación 2.2

$$Y_{(z)}(1 + a_1 Z^{-1} + \dots + a_N Z^{-N}) = X_{(z)}(b_0 + b_1 Z^{-1} + \dots + b_M Z^{-M}) \quad (2.4)$$

de manera que la función de transferencia queda definida como:

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 Z^{-1} + \dots + b_M Z^{-M}}{1 + a_1 Z^{-1} + \dots + a_N Z^{-N}} \quad (2.5)$$

Planteada una *función de transferencia* específica, serán sus *polos* y *ceros* los valores que determinen las resonancias y antiresonancias del filtro. Los *polos* son los valores para los que la función de transferencia tiende a infinito, definiendo así las zonas del espectro que el filtro enfatiza, y los *ceros* los valores para los que la función de transferencia se anula, definiendo así las zonas que atenúa.

### Estudio de caso: el empleo de la síntesis sustractiva en la técnica ATS.

La técnica *ATS* (del inglés: *Analysis-Transformation-Synthesis* ) fue desarrollada por Juan Pampin<sup>7</sup> refinando un modelo antecedente propuesto por Julius Smith y Xavier Serra<sup>8</sup>. A partir de la implementación de la *Transformada de Fourier*, esta técnica permite representar el análisis espectral de una señal en dos tipos de información complementarias: por un lado la denominada *determinística* (definiendo trayectorias de sinusoides) y por otro la *estocástica* (que refiere a toda la información que no puede ser evaluada como *determinística*). Las trayectorias que constituyen la parte *determinística* están definidas por variaciones de frecuencia, amplitud y fase; mientras que la *estocástica* responde a energía de ruido blanco distribuida en *25 bandas críticas*<sup>9</sup>.

A partir de esta información de análisis la técnica permite resintetizar una señal (previo análisis de la misma), e inclusive permite la modificación de los datos de análisis y así definir un nuevo espectro a generar por síntesis. Para la etapa de síntesis (de

---

7 Teoría completa sobre la técnica en: Pampin, Juan, 2004, "ATS: A System for Sound Analysis Transformation and Synthesis Based on a Sinusoidal plus Critical-Band Noise Model and Psychoacoustics", Center for Digital Arts and Experimental Media (DXARTS), University of Washington , Disponible en línea: [http://wiki.dxarts.washington.edu/groups/general/wiki/39f07/attachments/55bd6/ATS\\_theory.pdf](http://wiki.dxarts.washington.edu/groups/general/wiki/39f07/attachments/55bd6/ATS_theory.pdf)

8 El modelo se describe en Serra, Xavier y Smith, Julius O. III, 1990, "A Sound Analysis/Synthesis System Based on a Deterministic plus Stochastic Decomposition", Computer Music Journal, Vol.14 #4, MIT Press, EE.UU.

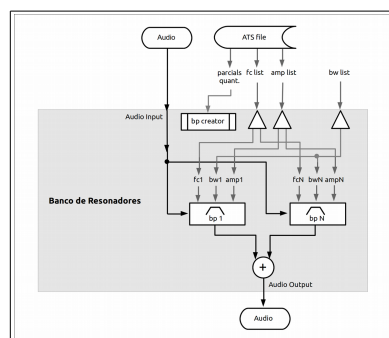
9 El concepto de banda crítica fue propuesto por Harvey Fletcher y se lo profundiza en Zwicker, Ernst y Fastl, Hugo, 1990, "Psychoacoustics Facts and Models", Springer-Verlag, Alemania.

cualquiera de los casos) la técnica propone destinar la información *determinística* para el control de un banco de osciladores y la información *estocástica* para el control de un banco de 25 filtros alimentados por ruido blanco.

Si bien esa es la propuesta principal de implementación de la técnica su potencial es tal que permite otros usos alternativos; los cuales no por alejarse del modelo original y sus capacidades como técnica de resíntesis carecen de valiosos resultados estéticos. Aquí se propone uno de esos usos alternativos, el que consiste en emplear la información *determinística* para el control de un *banco de filtros pasa banda* (alimentado por una señal arbitraria, rica en espectro); de manera que se utilicen las trayectorias de la información *determinística* obtenida por *ATS* para controlar las frecuencias centrales y los niveles de ganancia de cada filtro.

Por *banco de filtros pasa banda* se entiende a una unidad de proceso que implementa filtros resonantes en paralelo, de manera que todos reciben una misma señal de entrada y sus salidas son sumadas en una nueva y única señal ofrecida como salida principal de la unidad. Para los fines de esta propuesta es importante que cada filtro tenga un control individual y variable en el tiempo de cada uno de sus parámetros (frecuencia central, ancho de banda y nivel de ganancia), además de un parámetro de control general que defina la cantidad de filtros a utilizar.

A continuación se muestra un gráfico que representa esquemáticamente el funcionamiento interno del banco de resonadores propuesto en términos generales y su articulación la información desde un archivo *ATS*.



NOTA: aquí se reduce el tamaño del gráfico, ya que fue presentado en tamaño completo en:  
 Capítulo 2 : Desarrollos Tecnológicos. - Resbank-: Banco de Filtros Resonadores.

Este modo de capitalizar la información *ATS* parte de la propuesta de Pablo Di Liscia<sup>10</sup> (quien a su vez se basa en Moore<sup>11</sup> y Peterson-Barney<sup>12</sup>). En su publicación, Di Liscia, detalla la técnica para lograr una “coloración” de señales ricas en espectro (al menos en las regiones significativas para este objetivo) mediante la información de distribución de energía de las formantes de vocales cantadas o habladas. Inclusive, allí se propone el beneficio de un control general del ancho de banda de los filtros resonantes de manera de enfatizar o disminuir la cualidad “vocaloide” de la nueva señal obtenida en contraposición a sus cualidades espectrales previas a la etapa de filtrado; reparando en que el ancho de banda no debe ser el mismo para cada filtro sino que debe variar en función de frecuencia (de allí la importancia de un control individualizado del filtro del banco).

Uno de los modos de implementación de esta propuesta puede ser a través de un *banco de filtros IIR pasa-banda de segundo orden*, a continuación se profundiza ese diseño de filtro.

#### Implementación: Banco de filtros IIR resonador de segundo orden.

Se entiende por filtro *pasa-banda* al filtro que ofrece a su salida solo una banda del espectro de la señal de entrada (si es que la señal de entrada tiene energía considerable en esa respectiva *banda*). Esta *banda* es definida por una frecuencia de corte inferior, una frecuencia de corte superior y una relación de amplitud entre las zonas *rechazadas* y la *pasante*. Para los casos en que esta relación *Amplitud de Banda Rechazada – Amplitud de Banda Pasante* sea negativa el filtro pasa a ser llamado como *rechaza-banda*. Una manera de definir el comportamiento de un *pasa-banda* es a partir de un valor de *frecuencia central* y un *ancho de banda* equis-distante (a partir del cual se definirán sus frecuencias de corte superior e inferior). El comportamiento de ganancia del filtro para la *banda pasante* puede o no ser lineal, siendo el llamado filtro *resonador* un caso particular de no linealidad para esa banda pasante. Dependiendo del *ancho de la banda pasante*, el *resonador* enfatiza la frecuencia central por sobre las

---

10 Publicada en el Capítulo IX de su libro “Generación y procesamiento de sonido y música a través del programa Csound”, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, 2004, Argentina.

11 Moore, F.R., 1990, “Elements of Computer Music”, Prentice Hall, EE.UU.

12 Peterson G.E., y Barney H.L., 1952, “Control Methods Used in a Study of the Vowels”, The journal of the acoustical society of america, vol 24, #2, EE.UU.

demás, de manera que a menor *ancho de banda*, mayor énfasis de ganancia en esa *frecuencia central*. Este filtro *resonador* es el propuesto en el punto 3, *Estudio de caso: el empleo de la síntesis sustractiva en la técnica ATS*.

Para la implementación del algoritmo de un filtro *resonador* no solo bastará con *definir su ecuación de diferencia* sino que en vistas de su posterior uso es importante definir la relación entre sus *polos y ceros* y los mencionados parámetros de control: *frecuencia de resonancia, ancho de banda y ganancia* (como se anticipó al final de punto 2, *Algoritmos de filtros digitales*). A continuación se detalla de relación entre esos parámetros de control y los coeficientes de su *ecuación de diferencia* tomando como referencia bibliográfica a Julius Smith<sup>6</sup>.

La *ecuación de diferencias* de uno de los filtros resonadores *IIR* más simples<sup>13</sup> es la siguiente:

$$y_{(n)} = b_0x_{(n)} - a_1y_{(n-1)} - a_2y_{(n-2)} \quad (4.1)$$

De manera que su *función de transferencia* queda representada como:

$$y_{(n)} = b_0x_{(n)} - a_1y_{(n-1)} - a_2y_{(n-2)}$$

$$Y_{(z)} = b_0X_{(z)} - a_1z^{-1}Y_{(z)} - a_2z^{-2}Y_{(z)}$$

$$H_{(z)} = \frac{b_0}{1 + a_1Z^{-1} + a_2Z^{-2}} \quad (4.2)$$

Como el numerador  $b_0$  es constante, los *ceros* están en el origen; mientras que los *polos* están determinados por los *coeficientes del denominador*  $a_1$  y  $a_2$ . Usando la *ecuación cuadrática*<sup>14</sup>, los polos se encuentran en:

$$z = -\frac{a_1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a_1}{2}\right)^2 - a_2} \quad (4.3)$$

<sup>13</sup> Moore, 1990, página 268.

<sup>14</sup> Desarrollo de la ecuación cuadrática en <http://mathworld.wolfram.com/QuadraticEquation.html> (en inglés)

Cuando los *coeficientes del denominador* ( $a_1$  y  $a_2$ ) son reales (como se lo asume típicamente), los polos deben ser reales cuando  $(a_1/2)^2 \geq a_2$  o un par complejo conjugado cuando  $(a_1/2)^2 < a_2$ . Cuando ambos polos son reales, este filtro puede ser entendido simplemente como una cascada de dos filtros de un polo<sup>15</sup>. Mientras que cuando los polos son complejos pueden ser escritos como<sup>16</sup>

$$p1 = x_p + jy_p$$

$$p2 = x_p - jy_p$$

Como deben formar un par conjugado complejo cuando  $a_1$  y  $a_2$  son reales, son expresados en forma polar de la siguiente manera:

$$p1 = Re^{j\theta_e}$$

$$p2 = Re^{-j\theta_e}$$

Donde

$$R = \sqrt{x_p^2 + y_p^2} > 0$$

$$\theta_e = \tan^{-1} \left( \frac{y_p}{x_p} \right)$$

$R$  es el radio polar o la distancia desde el origen en el plano  $Z$ . Según Smith, 2007 (capítulo 8), el radio polar debe ser menor a 1 para asegurar la estabilidad del filtro de dos polos. Los ángulos polares  $\pm\theta_e$  son los respectivos ángulos de los polos en el plano  $Z$ . El ángulo  $\theta_e$  se corresponde con la frecuencia del polo a según la relación

$$\theta_e = \omega_e T = 2\pi f_c T$$

Donde es el intervalo de muestreo,  $y$  es la frecuencia de resonancia del filtro.

La *función de transferencia* (4.2) también puede ser expresada incluyendo sus polos en su forma polar de la siguiente manera:

<sup>15</sup> Ver "One-Pole" en Julius Smith, 2007.

<sup>16</sup> Detalle de cómo hallar los polos de una ecuación cuadrática en Smith II O. Julius, Mathematics of the discrete Fourier Transform (DFT) with audio applications, 2007 edition, <http://ccrma.stanford.edu/~jos/mdfft/>, libro online, Último acceso: Junio 2015.

$$H(z) = \frac{b_0}{(1 - Re^{j\theta_e}z^{-1})(1 - Re^{-j\theta_e}z^{-1})} \quad (4.4)$$

$$H(z) = \frac{b_0}{1 - 2R\cos(\theta_e)Z^{-1} + R^2Z^{-2}}$$

Comparando esta expresión 4.3 con la ecuación 4.2, se reconoce que:

$$a_1 = -2R\cos(\theta_e)$$

$$a_2 = R^2$$

De manera que la *ecuación de diferencia* puede ser expresada como:

$$y(n) = b_0x(n) + [2R\cos(\theta_e)]y(n - 1) - R^2y(n - 2)$$

Partiendo de esta representación de la *ecuación de diferencia*, la *ganancia* del filtro para la *frecuencia de resonancia*  $\omega$  se obtiene al remplazar  $z = e^{j\theta_e} = e^{j\omega_e T}$  en la ecuación de transferencia expresada en forma polar (4.3). De manera que

$$G(\omega_e) \hat{=} |H(e^{j\theta_e})| = \left| \frac{b_0}{(1 - R)(1 - Re^{-j2\theta_e})} \right| \quad (4.5)$$

$$= \frac{|b_0|}{(1 - R)\sqrt{1 - 2R\cos(2\theta_e) + R^2}}$$

Mientras que por su parte, la magnitud  $R$  (radio polar) determina el valor de  $B$ , que es el ancho de banda del resonador (expresado en Hz) según la siguiente relación :  $R = e^{-\pi BT}$  donde  $T$  es el intervalo de samueleo expresado en segundos.

Por otro lado, como señala Moore<sup>17</sup>, una de las dificultades con este filtro es que su ganancia en la frecuencia central varia inversamente con su ancho de banda (es decir, anchos de banda pequeños para ganancias elevadas). Un recurso para “normalizar” la ganancia de este filtro, obteniendo así una ganancia unitaria para un amplio rango de frecuencias centrales, consiste en agregar dos ceros a su función de transferencia según la siguiente ecuación:

17 Moore F. Richard, 1990, Elements of Computer Music, Prentice Hall, EE.UU., pag 268.



$$H(z) = (1 - R) \frac{1 - RZ^{-2}}{1 - 2R \cos \theta Z^{-1} + R^2 Z^{-2}} \quad (4.6)$$

El numerador muestra que las dos antiresonancias (los ceros) se agregaron en  $z = -1$  y  $z = 1$ , lo que corresponde a 0 Hz y la Frecuencia de Nyquist, respectivamente. El factor  $1-R$  se emplea para el escalamiento general de la función, entendiendo que la magnitud en la frecuencia de resonancia ( $|H(e^{j\theta})|$ ) es igual a  $1/(1 - R)$ . Esto genera que todo el filtro tenga ganancia unitaria en la frecuencia de resonancia, en tanto que la frecuencia de resonancia no sea ni 0 Hz ni esté ubicada en la frecuencia de Nyquist. De esta manera, el filtro debe ser implementado directamente con la siguiente ecuación:

$$y(n) = (1 - R)[x(n) - R_x(n - 2)] + (2R \cos \theta)y(n - 1) - R^2y(n - 2) \quad (4.7)$$

Entonces, esta última ecuación representa un filtro IIR con ganancia unitaria en la frecuencia de resonancia  $f_c = S 0/(2\pi)Hz$  y con ancho de banda  $B \approx -S \ln R/\pi Hz$ . De manera que la ecuación 4.7 puede ser expresada como:

$$y(n) = G[x(n) - R_x(n - 2)] + b_1y(n - 1) - b_2y(n - 2) \quad (4.8)$$

De esta manera, el comportamiento del filtro en el dominio de la frecuencia puede ser definido a partir del cálculo de solo cuatro valores:

$$R \approx e^{-\pi B/S}$$

$$G = 1 - R$$

$$b_1 = 2R \cos(2\pi f_c/S)$$

$$b_2 = -R^2$$

Así es como se puede construir este filtro de manera que pueda cambiar su comportamiento en el tiempo, calculando sólo estos cuatro parámetros cada vez que cambie el valor de  $B$  y  $\theta$ .

## Referencias

- Cetta, P. *Procesamiento digital de señales, Filtros Digitales*, materia didáctico de sus clases (sin publicar).
- Di Liscia, O. P. *Generación y procesamiento de sonido y música a través del programa Csound*. Argentina. Universidad Nacional de Quilmes Editorial. 2004.
- Hazarathaiyah Malepati. *Digital Media Processing: DSP Algorithms Using C*. EE. UU. Newnes. 2010.
- Moore, F. R. *Elements of Computer Music*. EE.UU. Prentice Hall. 1990.
- Pampin, J. *ATS: A System for Sound Analysis Transformation and Synthesis Based on a Sinusoidal plus Critical-Band Noise Model and Psychoacoustics*. EE.UU. Center for Digital Arts and Experimental Media (DXARTS), University of Washington. 2004.
- Peterson, G.E. y Barney, H. L. *Control Methods Used in a Study of the Vowels*, The journal of the acoustical society of America, vol 24, #2. EE.UU. Acoustical Society of America. 1952.
- Puckette, M. *The Theory and Technique of Electronic Music*. Singapur. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2007.
- Roederer, J. *Acústica y psicoacústica de la música*. Argentina. Ricordi. 1997.
- Smith, J. O. III. *Introduction to Digital Filters with Audio Applications*. EE. UU. Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA), Stanford University. 2007.
- Smith, J. O. III. *Mathematics of the discrete Fourier Transform (DFT) with audio applications*. Publicación en línea. Enlace: <http://ccrma.stanford.edu/~jos/mdft/> (último acceso: Junio, 2015).
- Smith, J. O. III. y Serra, X. *A Sound Analysis/Synthesis System Based on a Deterministic plus Stochastic Decomposition*, Computer Music Journal, Vol.14 #4. EE. UU. The MIT Press. 1990.

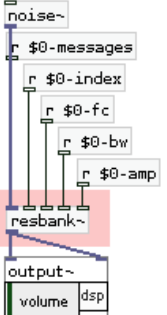
## 2.2.2 Capturas de Pantalla del Objeto Externo *resbank~*.


A continuación las capturas de pantalla de las aplicaciones de *Pure Data*.

**resbank~**  
 bank of resonator filters // banco de filtros resonadores

[EN] Each filter is a Two pole with unity gain at resonance frequency, as described in Moore, 1990, pp. 268-269. The bandwidth, center frequency and output amplitude of each filter may be changed, and *resbank~* interpolates linearly the given values at a rate that may be set by the user as well. The output of all the filters is added (parallel connection)


[ES] Cada filtro es de dos polos con ganancia unitaria en la frecuencia de resonancia, como se lo describe en Moore, 1990, pp. 268-269. El ancho de banda, la frecuencia central y el nivel de salida de cada filtro puede ser modificado, y *resbank~* interpola linealmente los valores definidos durante un tiempo definido por el usuario. La salida de todos los filtros se suman (configuración en paralelo)





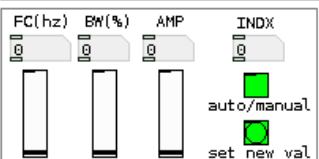
[EN] *resbank~* operates in two modes: on/off performance. Some actions only take place during performance, some in both modes, and others only off performance. This is controlled by the messages: "start" and "stop".


[ES] *resbank~* opera en dos modos: performance activa/inactiva. Algunas acciones solo se ejecutan con performance activa, otras en ambos modos y otras solo en modo inactivo. Esto se controla con los mensajes "start" y "stop".



print : Shows *resbank~* status at PD console // muestra el estado de *resbank~* en la consola de PD

print\_freq | print\_freqf : Shows only current frequency of each resonator at PD console (freq: as integers, freqf: as floats) // muestra solo las frecuencia actual de cada resonador en la consola de PD (freq: como numeros enteros, freqf: como numero real).





nres : Sets number of resonators (only works during performance mode off). Default number: 25 After changing the number of resonator all filters will be set to fc:1000 hz, bw:100, amp:0 // Define la cantidad de resonadores (solo opera en modo de performance inactiva). Cantidad predefinida: 25 Al modificar la cantidad de resonadores, todos los filtros se reinician con los siguientes valores fc:1000 hz, bw:100, amp:0.

---

**inlets**

- 0 any - incoming messages.
- signal - input source signal for processing.
- 1 float - the resonator index number. 0 >= index < nres.
- 2 float - the resonator central frequency (Hz).
- 3 float - the resonator bandwidth.
- 4 float - the resonator output gain.

---

**outlets**

- 0 signal - the sum of all filter's output

---

**arguments**

(none)

---

**more\_info**

pd more\_messages

Damian Anache, 2014, UNQ + UNA, Argentina

<http://puredata.info/autor/damiananache>

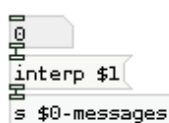
*Patch* de ayuda del objeto externo.

resbank~  
more messages



print\_freq\_index | print\_frecf\_index : shows only current frequency of an individual resonator (freq: as integer and frecf: as float) // muestra solo la frecuencia actual de un resonador individual (freq: como numero entero, frecf: como numero real)

print\_bw | print\_amp: shows only current band with or level of each resonator at PD console // muestra solo el ancho de banda o el nivel actual de cada resonador en la consola de PD



interp : sets interpolation time for reaching new values // tiempo de interpolacion para alcanzar los nuevos valores; Min = 1/SR msec; Default = 7 msec;

WARNING: updates take place only during performance //; ADVERTENCIA: las actualizaciones se realizan solo en performance



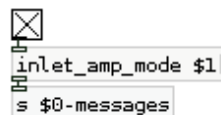
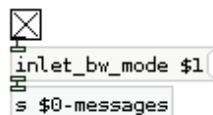
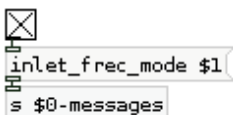
bwscal : sets band width scaler for all filters // define el escalador del ancho de banda de todos los filtros

ref: 1.5 = 150 % of current value [hz] // 0.5 = 50 % of current value [hz];

WARNING: updates take place only during performance //; ADVERTENCIA: las actualizaciones se realizan solo en performance



amp : shows filters' max amp at PD console // muestra la maxima amplitud de los filtros en la consola de PD



inlet\_freq\_mode / inlet\_bw\_mode / inlet\_amp\_mode; messages for enable or disable each inlet // mensajes para activar o desactivar cada inlet; 1 = active; 0 = inactive (or any other number != 1)



Subpatch con detalle de otros mensajes de control del objeto externo.

resbank+ATS

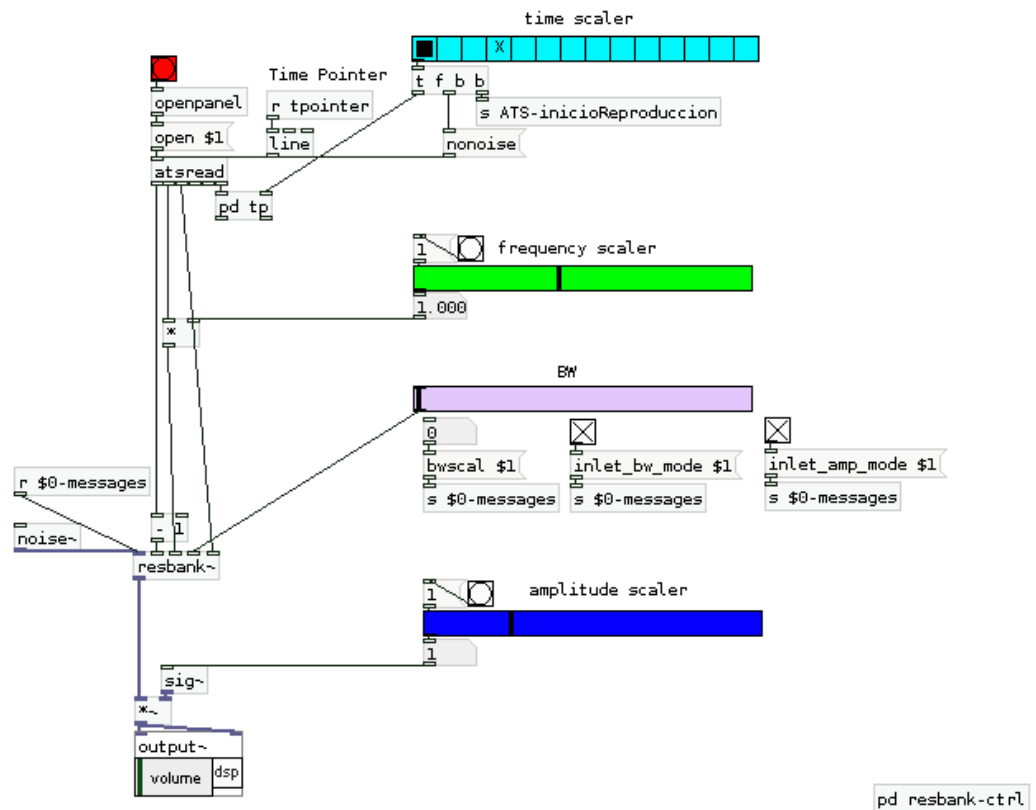
resbank~ with ATS control

[EN] This examples shows the use of ATS data for controlling resbank~; ats-pd library is needed (available at: <https://puredata.info/Members/pdiliscia/ats-pd> )

[ES] Este ejemplo muestra el uso de la información de ATS para controlar resbank~; Necesita la librería ats-pd (disponible en <https://puredata.info/Members/pdiliscia/ats-pd> )

NOTE: For correct use of this patch, it is important to load a ATS file into the atsread object (press the red button).

IMPORTANTE: Para el correcto empleo de este patch, es importante cargar un archivo ATS en el objeto atsread (presione el boton rojo).



Damian Anache, 2014, UNQ + UNA, Argentina

<http://puredata.info/author/damiananache>

Patch de ejemplo de articulación de la librería ATS con el objeto `resbank~`.

## 2.3 Matrices Combinatorias y Texturas Granulares.

Como se anticipó en el capítulo 2, este desarrollo para *Pure Data* documenta una de las primeras experiencias del autor en el trabajo con la técnica de síntesis granular en tiempo real, y se la vincula con la teoría de los *grados cromáticos* (PCS) y las *matrices combinatorias*. A continuación se presenta la documentación del desarrollo *PCSGUI* para operar con PCS y matrices, y luego la aplicación de síntesis granular propiamente dicha.

### 2.3.1 PCSGUI.

PCSGUI es un paquete de abstracciones para manipular información de *grados cromáticos* y *matrices combinatorias* en el lenguaje *Pure Data* y en tiempo real. Estas abstracciones son interfaces gráficas diseñadas para operar con la librería PCSLIB, por lo que se requiere su instalación previa. El paquete de archivos digitales se adjuntan en el soporte físico adicional y a continuación se presentan capturas de pantalla de las mismas. Se advierte que sólo se garantiza el correcto funcionamiento de PCSGUI en la distribución *PD-Extended* para Windows.

Los archivos anexos son:

<i>cm_2file.pd</i>	Abstracción de Interfaz de usuario para almacenar secuencias de matrices combinatorias
<i>cm_2file-help.pd</i>	Patch con instrucciones de uso de la abstracción <i>cm_2file.pd</i>
<i>cm_2file-position.pd</i>	Abstracción utilitaria del patch <i>cm_2files.pd</i>
<i>cm_2plot.pd</i>	Abstracción de visualización de matrices combinatorias
<i>pc_keyboard.pd</i>	Abstracción que muestra una fotografía de un teclado de piano para ingresar grados cromáticos
<i>pcs_definer.pd</i>	Abstracción de interfaz gráfica para ingresar grados cromáticos.
<i>PCSGUIS-EXAMPLE.pd</i>	Patch de ejemplo de integración de las abstracciones

psclib info and download link at  
<http://puredata.info/Members/pdiliscia/psclib>

Damian Anache - 2014  
 UNQ - UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES  
 IUNA - INSTITUTO UNIVERSITARIO NACIONAL DEL ARTE

## cm\_2file

<http://puredata.info/Members/damiananache/>

temporary storage for psclib's CM structure data with external file integration

this abstraction receives a CM structure pointer and stores it on a defined slot. slots can be added by pressing both keys: left "shift" and "a". to store a CM in a slot, first select the slot number (with "-" / "+" buttons on GUI's main frame), then press the "store" button.

once a sequence of CM have been stored on different slots, users can save the sequence to an external file (doesn't matter the file's extension, ".txt" will be fine). this way, created files can be loaded on other PD instances.

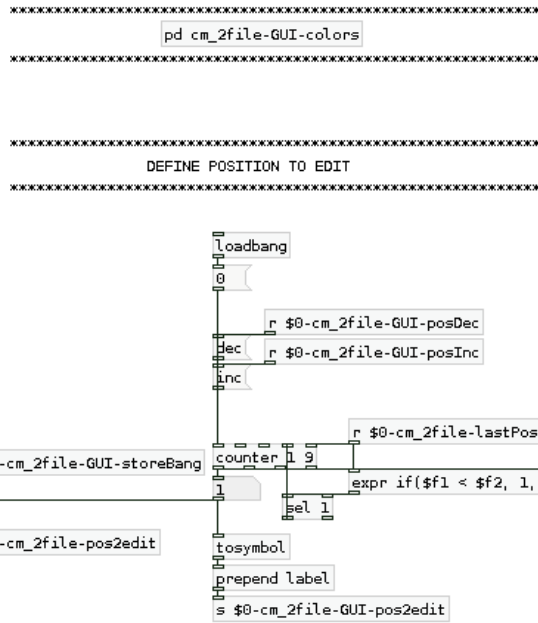
PLEASE SEE `cm_2file-help.pd`

- `pd $0-cm_2file-GUI-ctrl` some GUI operations
- `pd $0-cm_2file-positionsCtrl` each slot is an abstraction called `cm_2file-position`, this subpatch creates and controls them
- `pd $0-cm_2file-storeInput2positions` routes the input data to each position
- `pd $0-cm_2file-storeSequence` stores the sequence of positions to an external file
- `pd $0-cm_2file-readInputFile` reads a sequence from an external file (must have been created by this system)

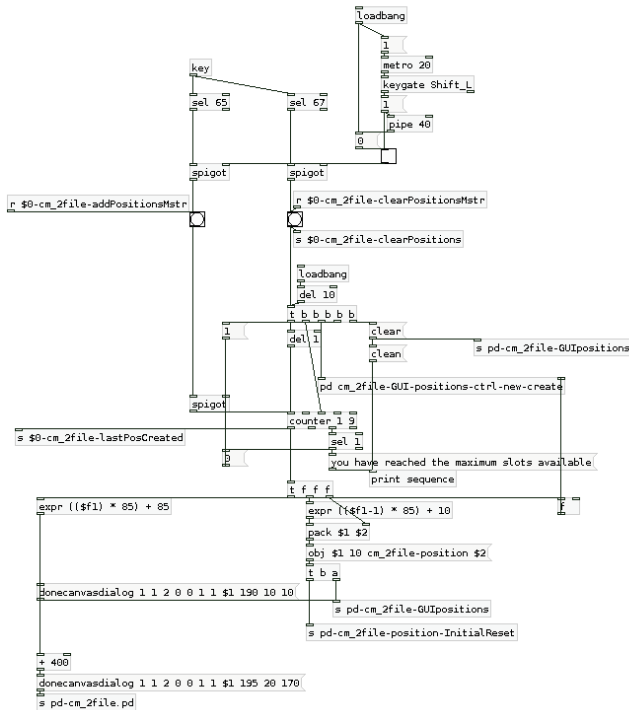
`r cm_2file-MainOutput`  
 outlet output psclib's CM structure pointer on demand

pd META

## cm\_2file.pd



Subpatch interno de cm\_2file.pd



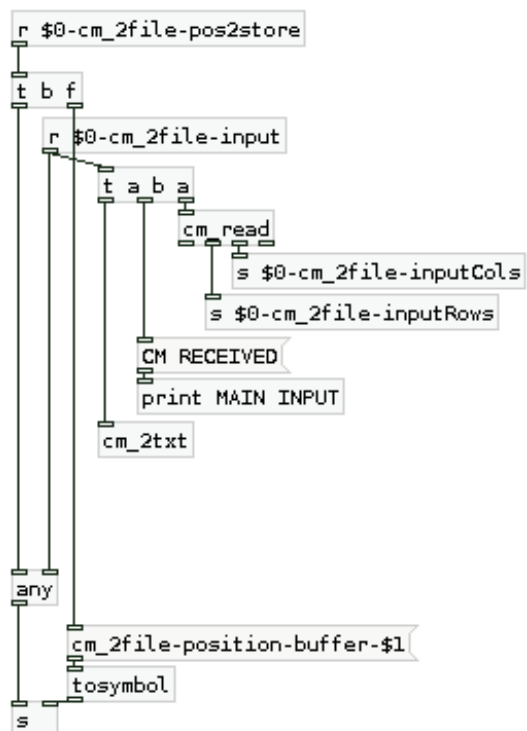
Slots's sections controlled by keyboard  
Shift\_L + A for adding new slots  
Shift\_L + C for clear all slots

Slot's sections uses the "cm\_2file-position" abstraction for each new position and dynamically generates the GUI section with keyboard control instructions  
The 9 slots limit is arbitrary and can be reprogrammed easily, just changing the "counter" object.

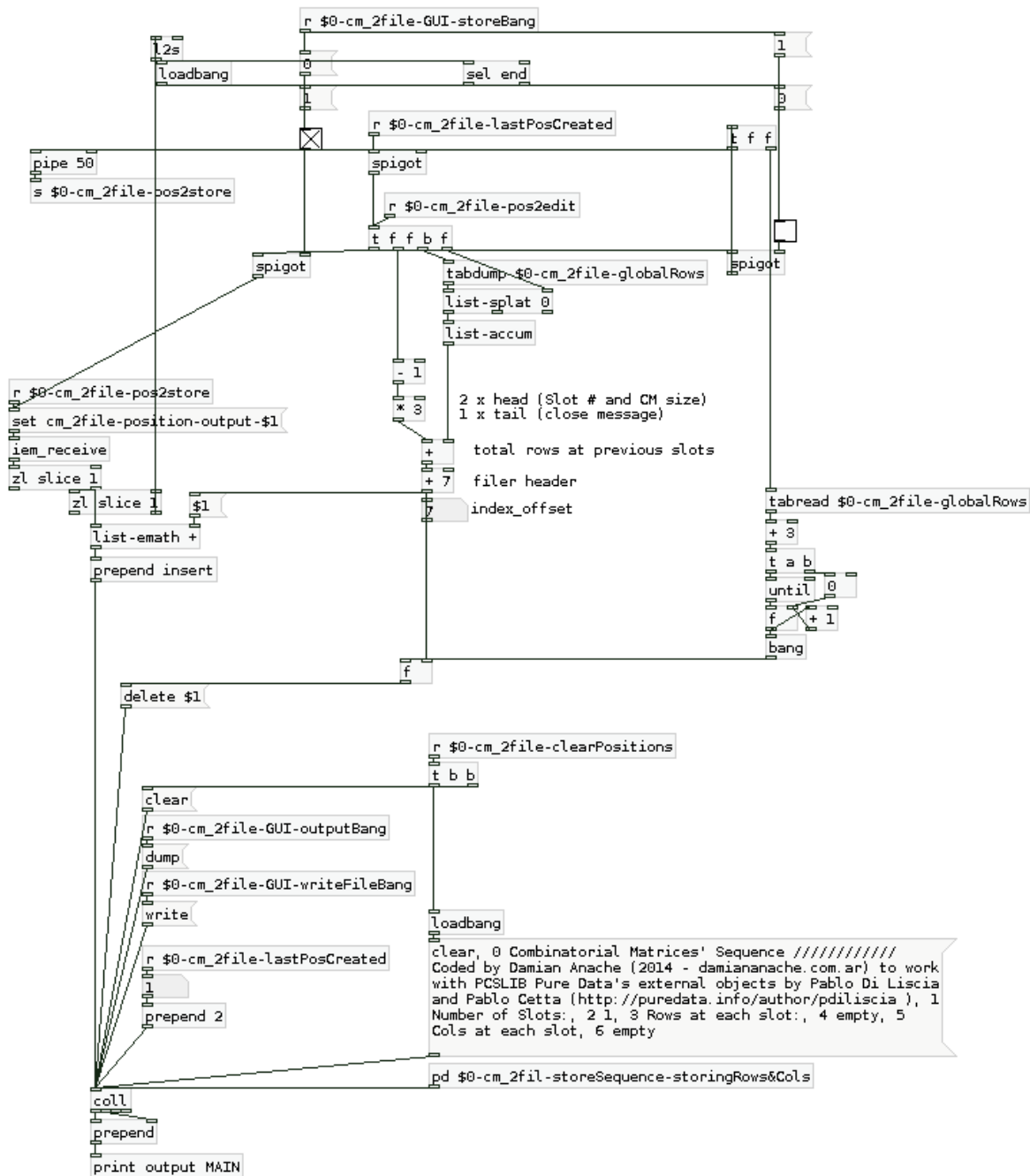
Subpatch interno de cm\_2file.pd



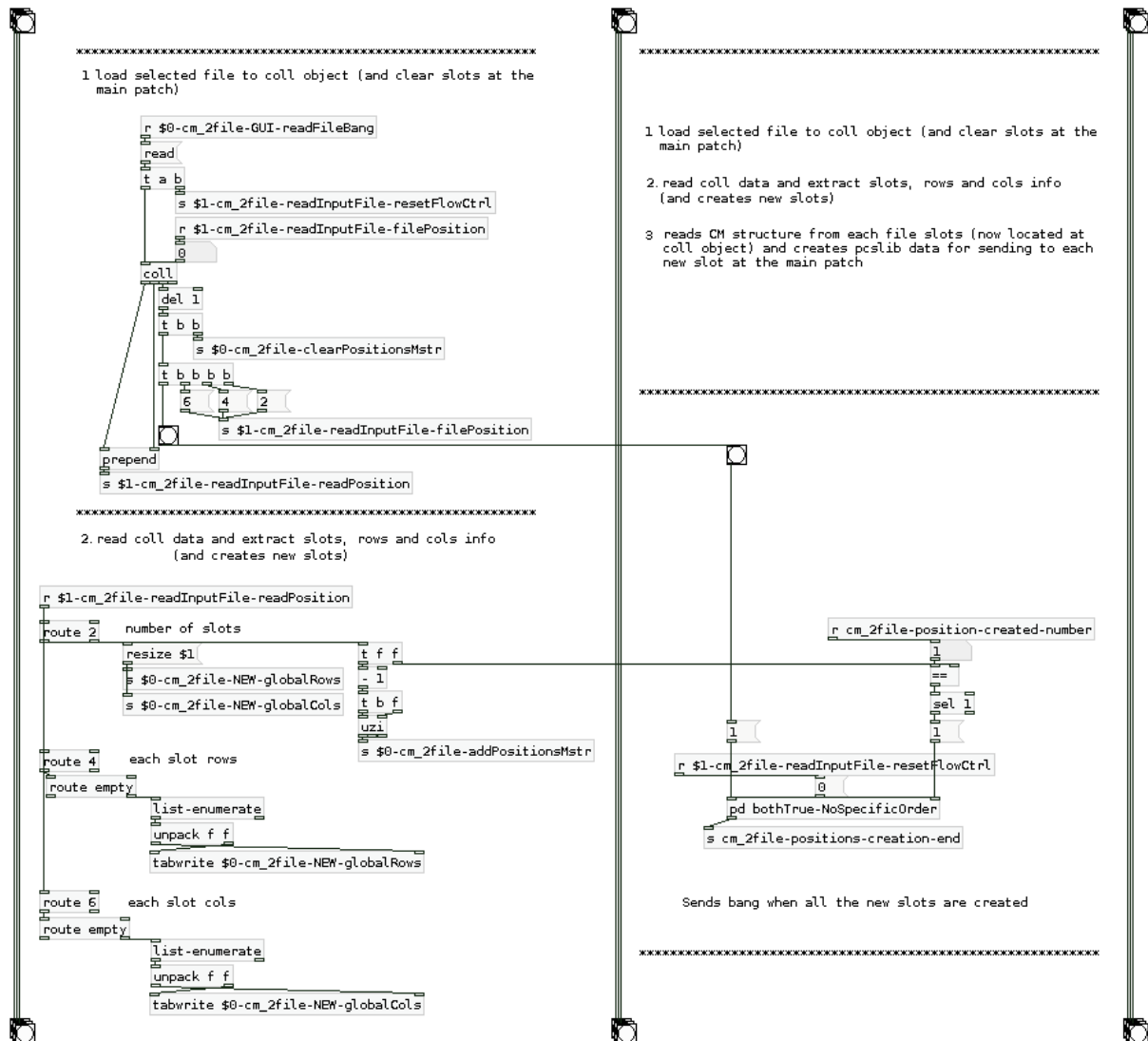
DERIVATE INPUT TO ONE POSITION



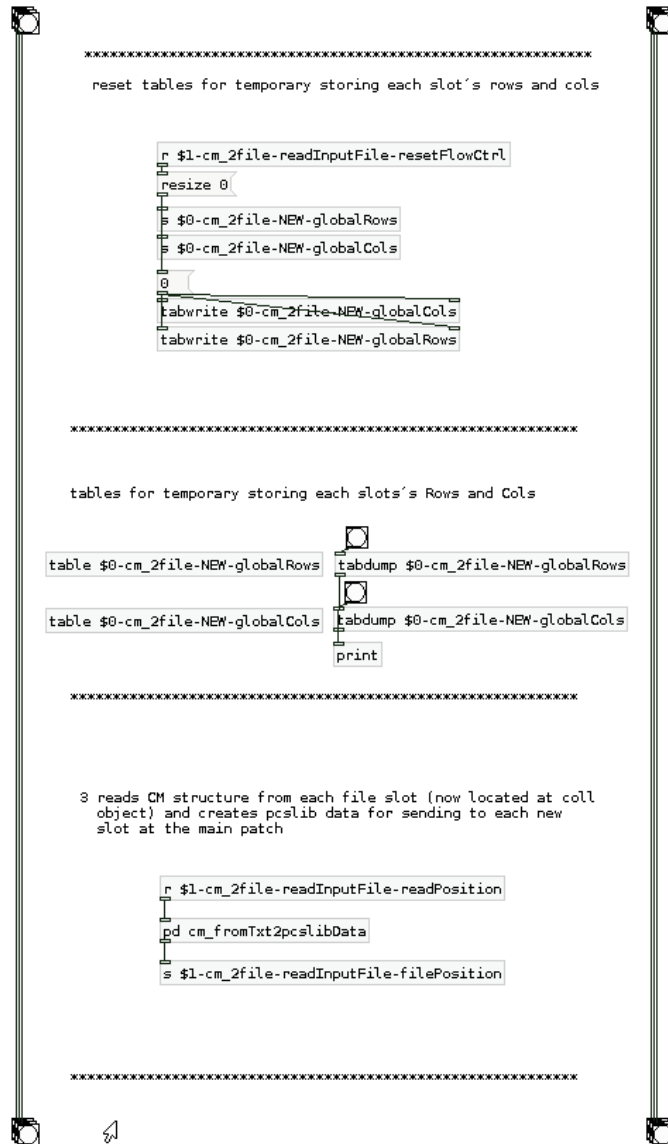
Subpatch interno de cm\_2file.pd



Subpatch interno de cm\_2file.pd



Subpatch interno de cm\_2file.pd



Subpatch interno de cm\_2file.pd

pcslib info and download link at  
<http://puredata.info/Members/pdiliscia/pcslib>

Damian Anache - 2014  
 UNQ - UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES  
 IUNA - INSTITUTO UNIVERSITARIO NACIONAL DEL ARTE

### cm\_2file

<http://puredata.info/Members/damiananache/>

temporary storage for pcslib' CM structure data with external file integration

this abstraction receives a CM structure pointer and stores it on a defined slot. slots can be added by pressing both keys: left "shift" and "a". to store a CM in a slot, first select the slot number (with "-" / "+" buttons on GUI's main frame), then press the "store" button.

once a sequence of CM have been stored on different slots, users can save the sequence to an external file (doesn't matter the file's extension, ".txt" will be fine). this way, created files can be loaded on other PD instances.

Click some messages for sending new CMs to cm\_2file's input



Note: this system works fine for CMs with empty cells  
 WARNING: This system works for symmetric CMs only.

pd META

### cm\_2file-help.pd

**cm\_2plot.pd**

a GUI for CM data / needs pcslib

shows a CM in a patch integrated interface. pcslib's similar object ( cm\_2txt ) shows a CM data at the console, so this abstraction is a more user-friendly way of display them.

pcslib info and download link at  
<http://puredata.info/Members/pdiliscia/pcslib>

inlet: a CM structure pointer

outlet: a PCS structure pointer

NOTE: patch's comments in spanish only

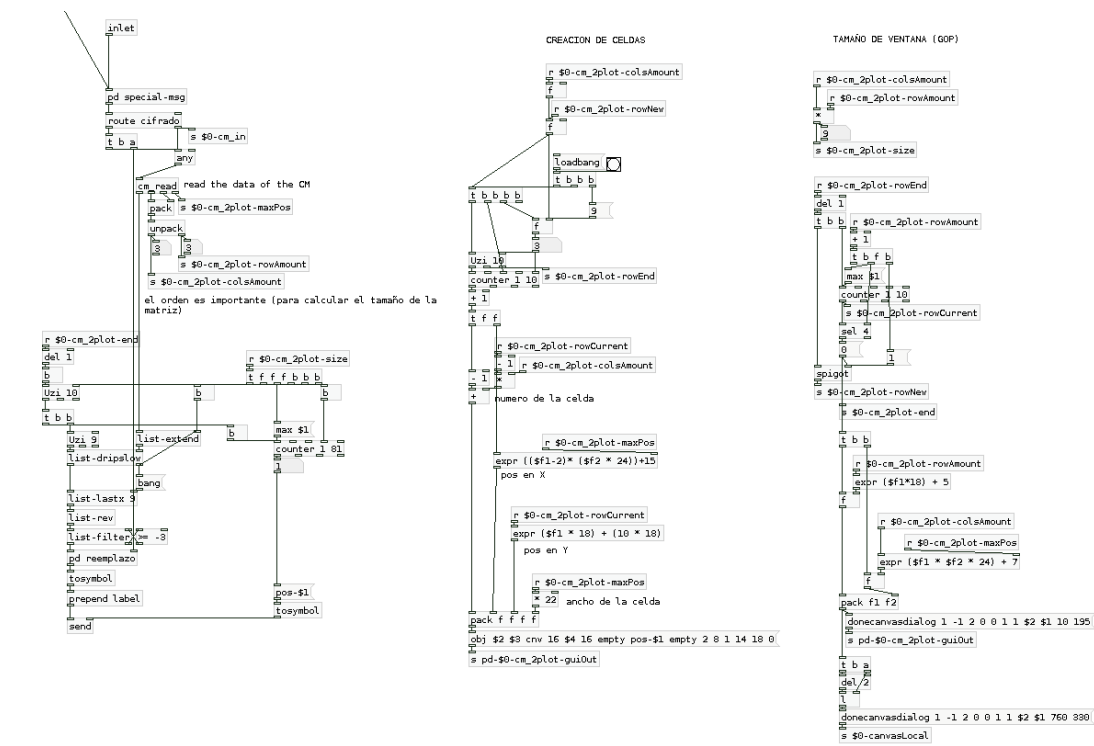
```

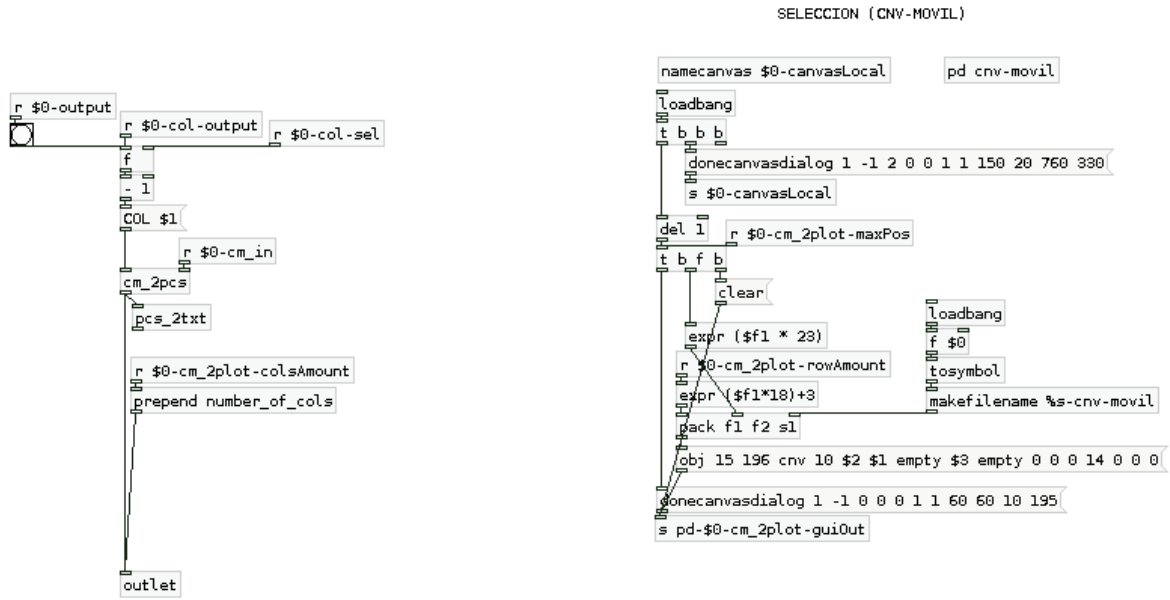
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | lo maximo que puede poner en una celda es 9
1 3 -1 6 8 | 0 -1 2 -1 11 | 0 2 -1 4 | 0 1 2 -1 2 3 4 -1 4 5 6
-----
pcs_pf create a PCS structure pointer
cm_romani create a CM type 1b with the PCS delivered
cm_2txt

Nota: Para matrices creadas con el objeto cm_maker, no
enviar el mensaje "reset" luego de crear una matriz, sino
hacerlo en el momento previo a la creacion de una nueva
matriz. En caso contrario, el mensaje que devuelve cm_maker
objeto al recibir un "reset" quedara registrado en la
entrada del visualizador de matrices pudiendo afectar su
normal funcionamiento

0 1, 2 6 8, 0 7, 1 5 11, 6 7, 0 2 8, 1 6, 5 7 11
-----
cifrado 1 | cifrado 2 | cifrado 3
any
    
```

C Cs D	D Ds E	E F Fs
D Ds E	E F Fs	C Cs D
E F Fs	C Cs D	D Ds E





### pc\_keyboard.pd

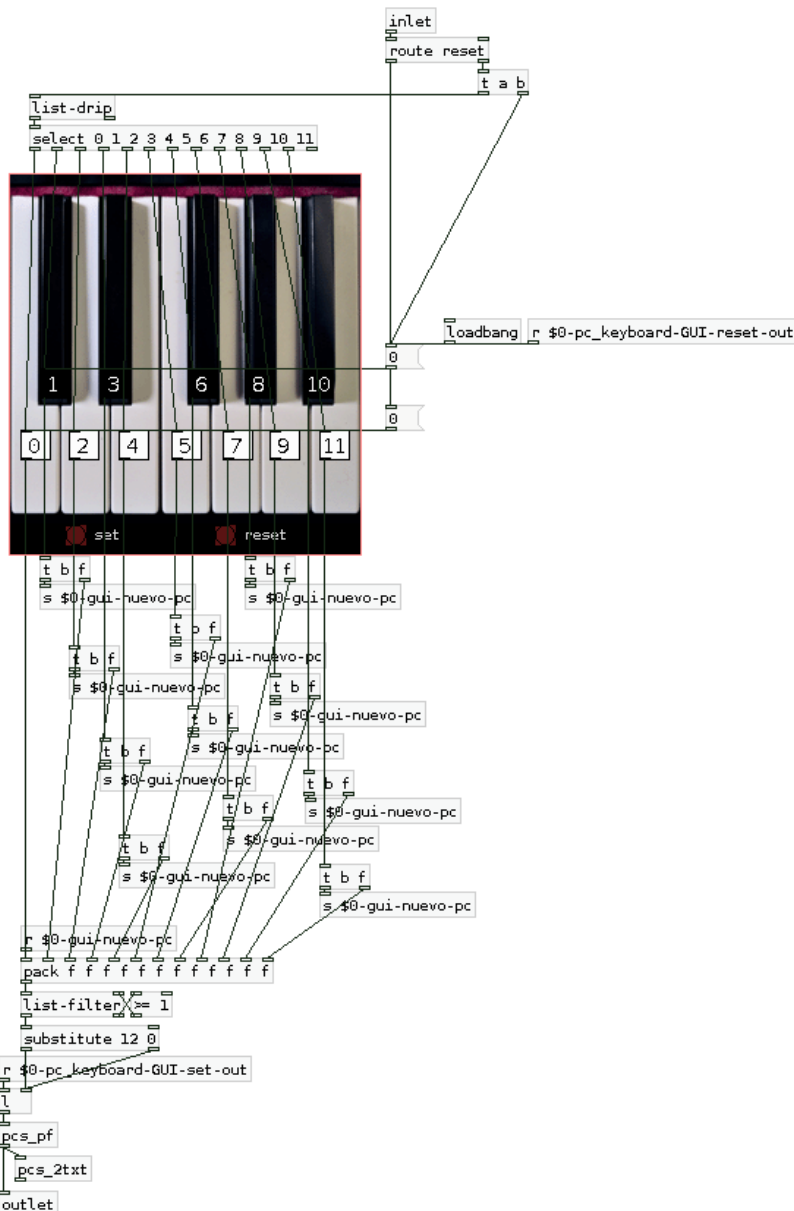
<http://puredata.info/Members/damiananache/>

a GUI for pitch class inputs / needs pcslib

offers a photo integrated GUI for a user-friendly Pitch Class data handle. designed to work with pcslib

pcslib info and download link at  
<http://puredata.info/Members/pdiliscia/pcslib>

inlet: a PCS structure pointer  
outlet: a PCS structure pointer





## pc\_keyboard.pd

### pcs\_definer.pd

Pitch Class Set definer for working with pcslib

Damian Anche - 2014  
UNQ - UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES  
IUNA - INSTITUTO UNIVERSITARIO NACIONAL DEL ARTE

<http://puredata.info/Members/damiananche/>

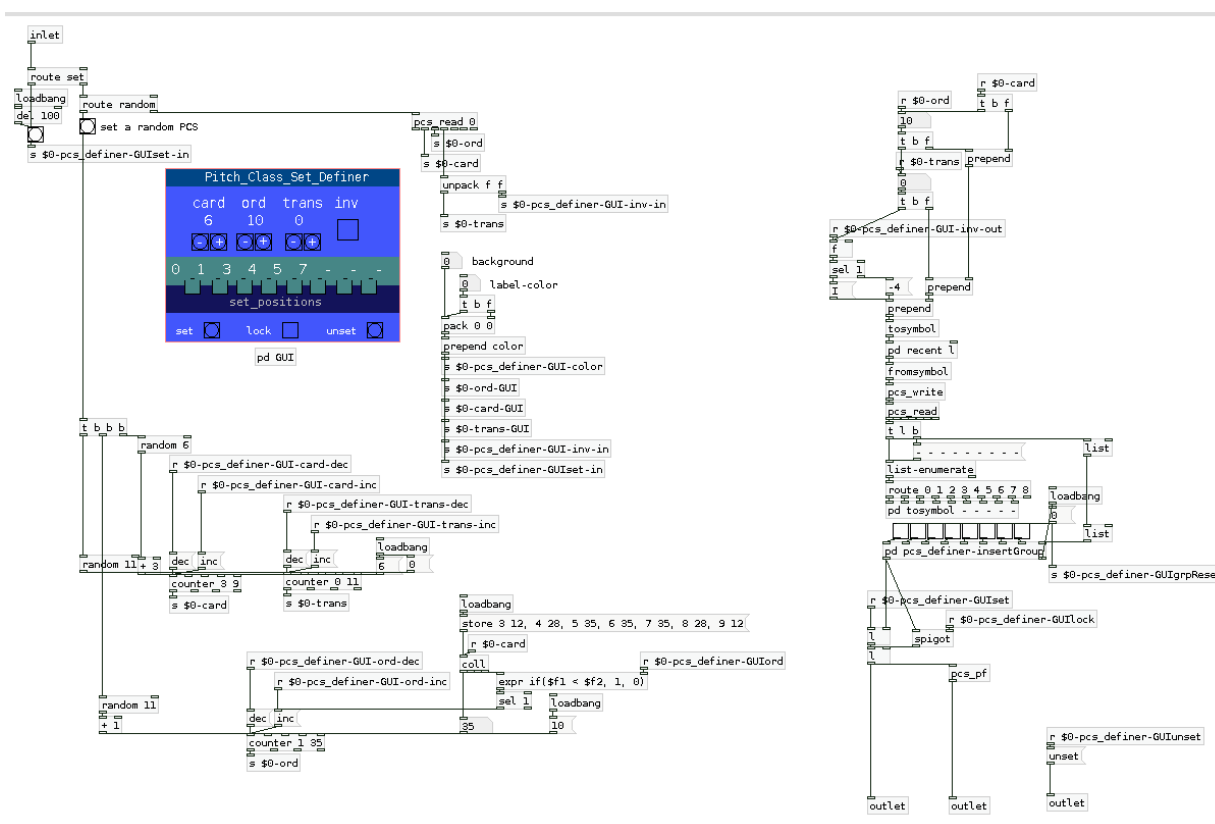
pcslib info and download link at  
<http://puredata.info/Members/pdiliscia/pcslib>

can receive a PCS structure pointer for handle it, or it can simply create a new PCS by "-" / "+" buttons. For understanding of "set positions" options see pcslib's reference documentation). "Set" button outputs the PCS generated, and "lock" toggle outputs the PCS each time it is modified.

inlet: a PCS structure pointer

outlets:

- 1 main PCS output [ a PCS structure pointer ]
- 2 PCS' primary form [ a PCS structure pointer ]
- 3 "unset" message [ symbol ]



### pcs\_definer.pd

Damian Anache - 2014  
UNQ - UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES  
IUNA - INSTITUTO UNIVERSITARIO NACIONAL DEL ARTE

**PCSGUIS - A collection of abstractions for use with PCSLIB by Damian Anache** <http://puredata.info/Members/damiananache/>

some abstractions created to manipulate pcslib data


pcslib info and download link at <http://puredata.info/Members/pdiliscia/pcslib>

this patch is created in order to show the usage of these abstractions all connected together. the first on the left is "pc\_keyboard.pd" sends Pitch Class data to the second in the chain, "pcs\_definer.pd" shows the PCS received and offers some operations of its settings.

then there are some "hide" objects to create a specific CM with the PCS data generated. this creation can be defined by the "CM creation controls". Finally the created CM is shown on the abstraction called "cm\_2plot.pd"

**pc\_keyboard.pd**


offers a photo integrated GUI for a user-friendly Pitch Class data handle



inlet: a PCS structure pointer  
outlet: a PCS structure pointer

**pcs\_definer.pd**

can receive a PCS structure pointer for handle it, or it can simply create a new PCS by "-" / "+" buttons. For understanding of "set positions" options see pcslib's reference documentation). "Set" button outputs the PCS generated, and "lock" toggle outputs the PCS each time it is modified.



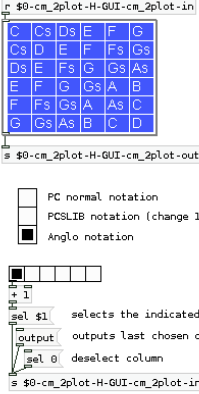
inlet: a PCS structure pointer

outlets:

- main PCS output [ a PCS structure pointer ]
- PCS' primary form [ a PCS structure pointer ]
- "unset" message [ symbol ]

**cm\_2plot.pd**

shows a CM in a patch integrated interface. pcslib's similar object ( cm\_2txt ) shows a CM data at the console, so this abstraction is a more user-friendly way of display them.



direct outputs columns (with no fixed selection)

CM\_creation\_controls

- creates a roman square type of CM
- creates a tla type of CM
- creates a tlb type of CM
- creates a test CM with empty spaces

pd globales pd cm\_2plot-Notes

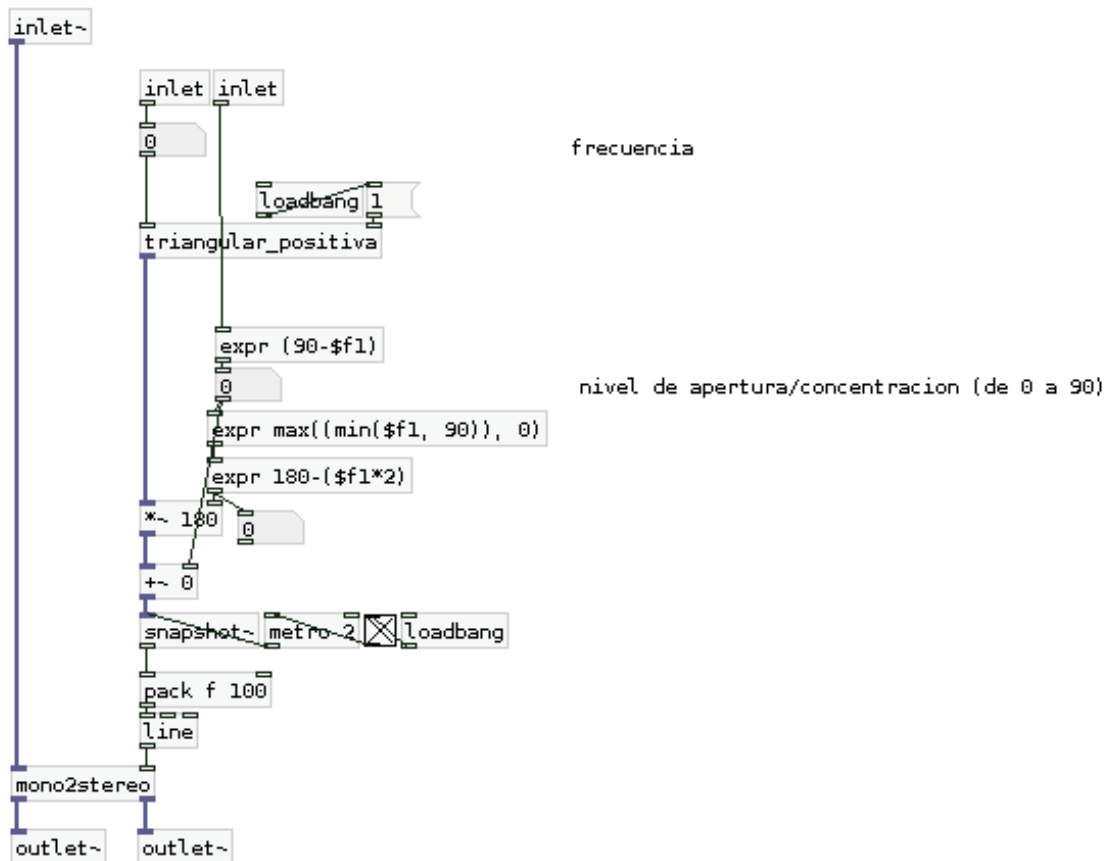
PCSGUIS-EXAMPLE.pd

### 2.3.2 Matrices Combinatorias y Texturas Granulares.

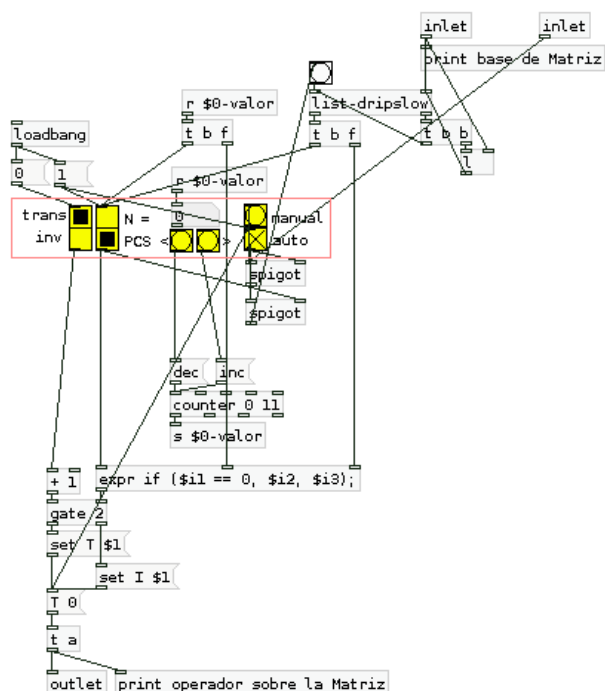
Este desarrollo consiste de un *patch* principal para *Pure Data* que incluye a su vez varias abstracciones y subpatches. Sólo se garantiza su correcto funcionamiento en la distribución *PD-Extended* bajo *Windows*. A continuación se detallan los archivos digitales incluidos en la carpeta adjunta y luego capturas de sus pantallas.

auto_pan.pd	Paneo stereo automático con graduación límites de posiciones angulares (min y max) y velocidad de trayectoria (en hz).
cm_ctrl_trans.pd	Permite enviar mensajes de operados a matrices de la librería <i>pcslib</i>
cm_granular.pd	Abstracción principal para la ejecución <i>patch</i> principal.
cm_granular-GUI.pd	<i>Patch</i> principal de ejecución del instrumento virtual.
cm_matriz_stepsec.pd	Step-Sequencer y GUI para la matriz principal de control.
cm_route.pd	Abstracción de manejo de datos recibidos desde los objetos de la librería PCSLIB.
ctrl_rnd_01.pd	Control lineal para generación de valores pseudo-aleatorios (entre 0 y 1).
grano_envolvente.pd	Envolvente de grano lineal de 3 estados.
grano_oscilador.pd	Generador de granos.
List-minimo.pd	Abstracción utilitaria para manejar datos de matrices de la librería <i>pcslib</i> . Recibe una lista de n elementos, si n es menor a "tamaño mínimo" (default: 9) completa el paquete con "relleno" (default: -4) hasta alcanzar ese valor de n. si n es igual o mayor a "tamaño mínimo" la lista no se altera.
Mono2stero.pd	Convierte señal mono en estero.
pc_2rndnote.pd	Abstracción utilitaria para manejar datos de grados cromáticos de la librería <i>pcslib</i> . Recibe un valor de "clase de nota" y genera un valor de nota MIDI aleatorio según el tamaño de ámbito y la posición en registro indicados.
pcs_sintecladonum.pd	Interfaz gráfica de ingreso de conjuntos de grados cromáticos.
Reverb.pd	Reverberador.
Rnd-multi9.pd	Genera 4 grupos de 9 valores aleatorios diferentes. Hacia cada una las 9 salidas envía un valor aleatorio de cada grupo en paquetes de floats.
triangular_positiva.pd	Generador de señal triangular positiva.

Paneo stereo automático con graduación de  
 apertura/concentración y velocidad de trayectoria (en hz)



Abstracción *auto\_pan.pd*.



permite enviar mensajes de operadores a matrices de la libreria pcklib.

inlet 1: recibe lista de PC base de la matriz

inlet 2: recibe bang de metro para disparo automatico del dato de operacion

trans: transporte  
inv: inversión

N: valor "n" para la operación, ingresado desde el number box y los botones < >

PCS: asigna de forma secuencial, los valores de base de la matriz como valor "n" de la operación

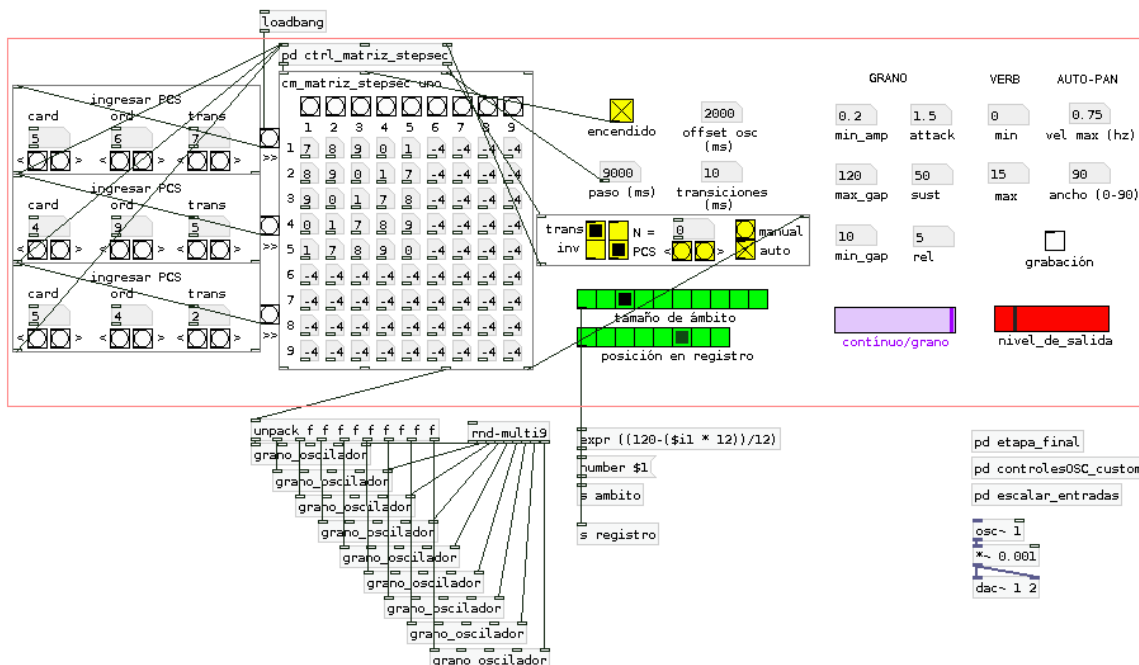
manual: envía manualmente la operación seleccionada

auto: habilita el envía automático de los operadores a partir de una entrada de metro (preparada para recibir valor de la abstraccion cm\_matriz\_stepsec outlet 4)

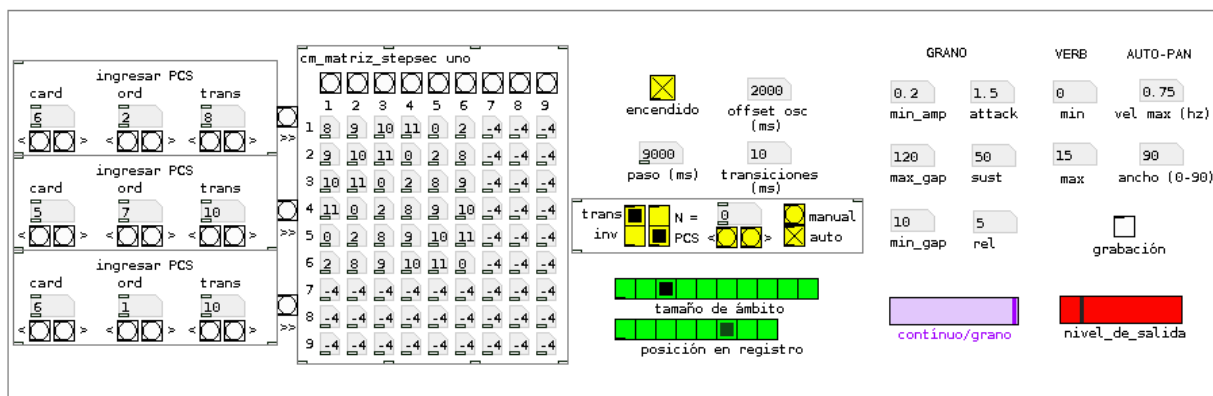
Abstracción *cm\_ctrl\_trans.pd* .

Generacion de Texturas Granulares con Alturas Definidas por Matrices Combinatorias

Damian Anache - UNQ - 2011



Abstracción *cm\_granular.pd* .



Para comprender el correcto funcionamiento de este patch se recomienda leer la documentación complementaria. Aquí, a continuación, una guía de referencia de cada parámetro.

ingresar PCS - cada uno de estos tres módulos permiten ingresar un PCS sin necesidad de emplear un teclado numérico, mediante los botones de incremento > y disminución <. estos PCS se envían a la matriz de tipo cuadrado romano mediante el botón >>.

encendido - inicia el step sequencer de la matriz.

paso - velocidad del stepsequencer, distancia entre pasos, en milisegundos (valor por defecto: 500 ms).

offset osciladores - designa un tiempo máximo de atrasado en la recepción de nuevos parámetros en cada oscilador (cada uno tendrá un valor aleatorio entre cero y el tiempo indicado). esto es útil para evitar sincronías en las transiciones, por ejemplo en el cambio de alturas.

transiciones - permite definir un tiempo máximo (ms) de transición lineal desde un valor de cada parámetro hasta alcanzar el nuevo ingresado. por ejemplo, en las alturas, se ve reflejado como un glisando. (valor por defecto: 1ms).

trans / inv - módulo de operadores - permite enviar a la matriz mensajes de transposición o inversión. el valor de cada operación puede ser determinado individualmente (N) o de modo secuencial tomando del PCS base de la matriz. cada operación puede ser enviada manualmente (bang 'manual') o automáticamente (toggle "auto") al finalizar cada del ciclo de stepsequencer.

tamaño de ámbito y posición en registro - determinan el ámbito dentro del cual se asignará la altura de cada clase de nota para cada oscilador. si el tamaño es mayor a una octava, cada oscilador elegirá una octava aleatoria dentro del tamaño de ámbito especificado.

#### GRANO

min\_amp - amplitud mínima de cada grano. si es igual a 1, todos los granos tendrá amplitud máxima. en caso contrario, la amplitud será aleatoria, para cada grano, en el rango entre 1 y el valor ingresado.

max\_gap y min\_gap - distancia de tiempo (ms) máxima y mínima entre granos. la distancia será aleatoria entre esos valores en cada generación de grano nuevo.

attack, sust y rel - valores en milisegundos de los tres estados de la envolvente de grano a generar.

continuo/grano - control de dry/wet para la modulación en amplitud granular. en un extremo se escucharán los osciladores sinusoidales sin modulación alguna y en el otro extremo, todos los osciladores serán granulados completamente.

#### VERB

min y max - definen el rango (entre 0 y 100) dentro del cual se asignará un valor aleatorio a cada oscilador.

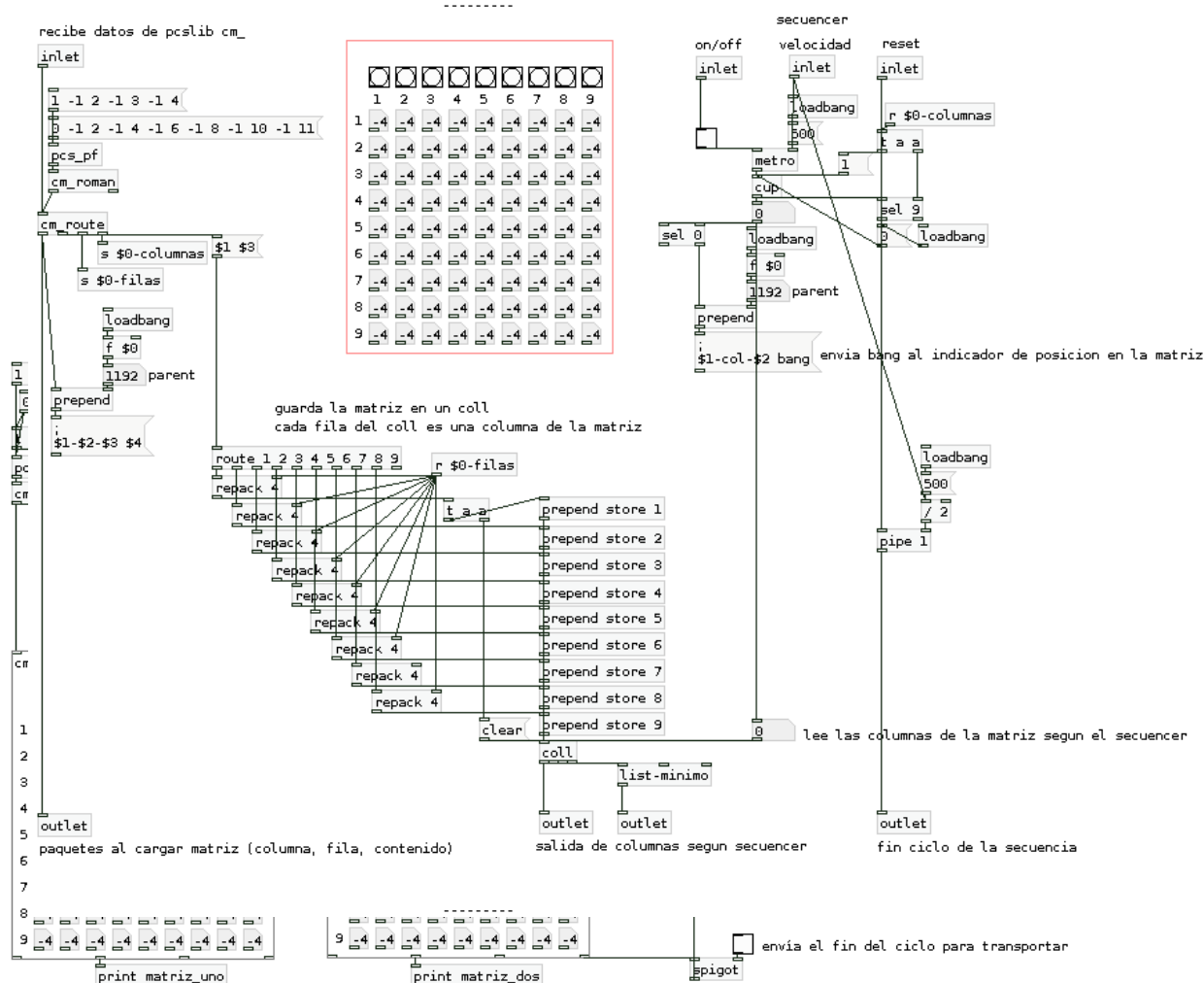
#### AUTO-PAN

vel max - define el valor máximo (en hz) de la velocidad de rotación estéreo que se asignará aleatoriamente a cada oscilador (rango entre 0 y el valor ingresado).

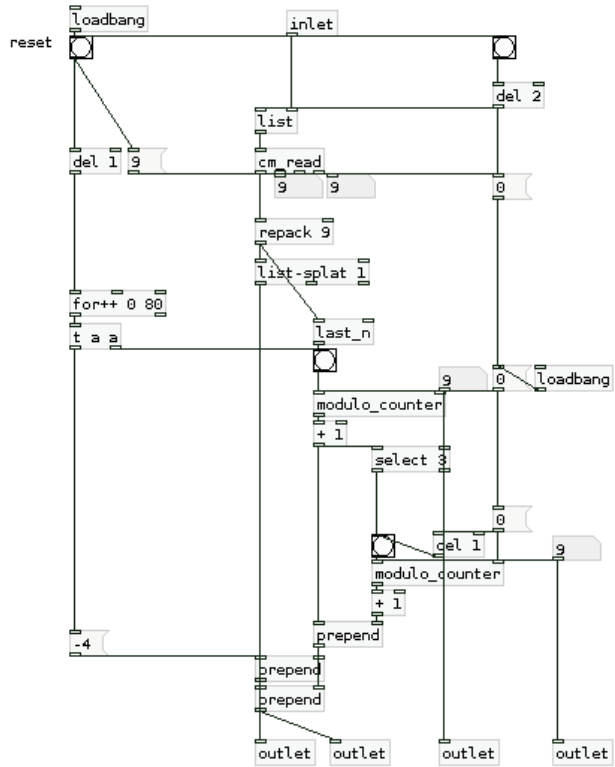
ancho max - define el valor máximo (en grados, de 0 a 90) de la apertura de la rotación estéreo que se asignará aleatoriamente a cada oscilador (0 para concentración central y 90 para máxima apertura).

grabación - genera un archivo wav con el audio generado mientras el botón este activo. su nombre será según el día y el horario de inicio de la grabación.

## Patch Principal cm\_granular-GUI.pd



Patch de ayuda de la abstracción *cm\_matriz\_stepsec.pd*.



"cm\_route" lee datos recibidos desde los objetos "cm\_" mediante "cm\_read" y los secuencia/serializa con posiciones de columna y fila.

SOLO FUNCIONA PARA CM DE 1 PC POR POSICION

retraso: primero limpia (full -4) luego carga matriz ingresada

cantidad de filas y columnas de la matriz

divide el paquetes en grupos de 9

conserva solo el primero

cuenta las filas

cuenta las columnas

outlet 1: paquetes (columna, fila, contenido)

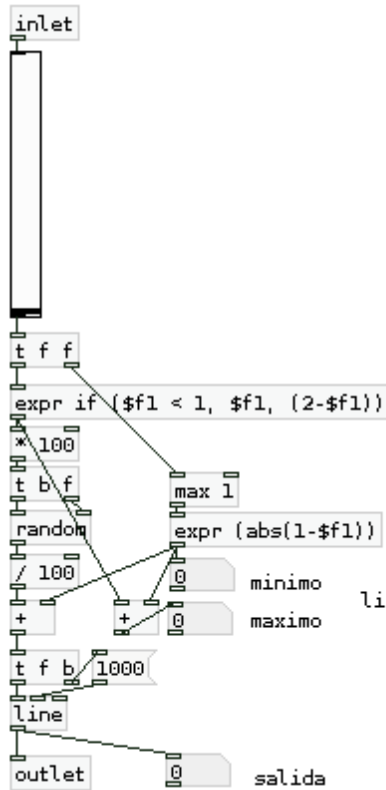
outlet 2: paquetes (excepto los paquetes "-4")

outlet 3: cantidad de filas

outlet 4: cantidad de columnas

Abstracción *cm\_route*.pd .



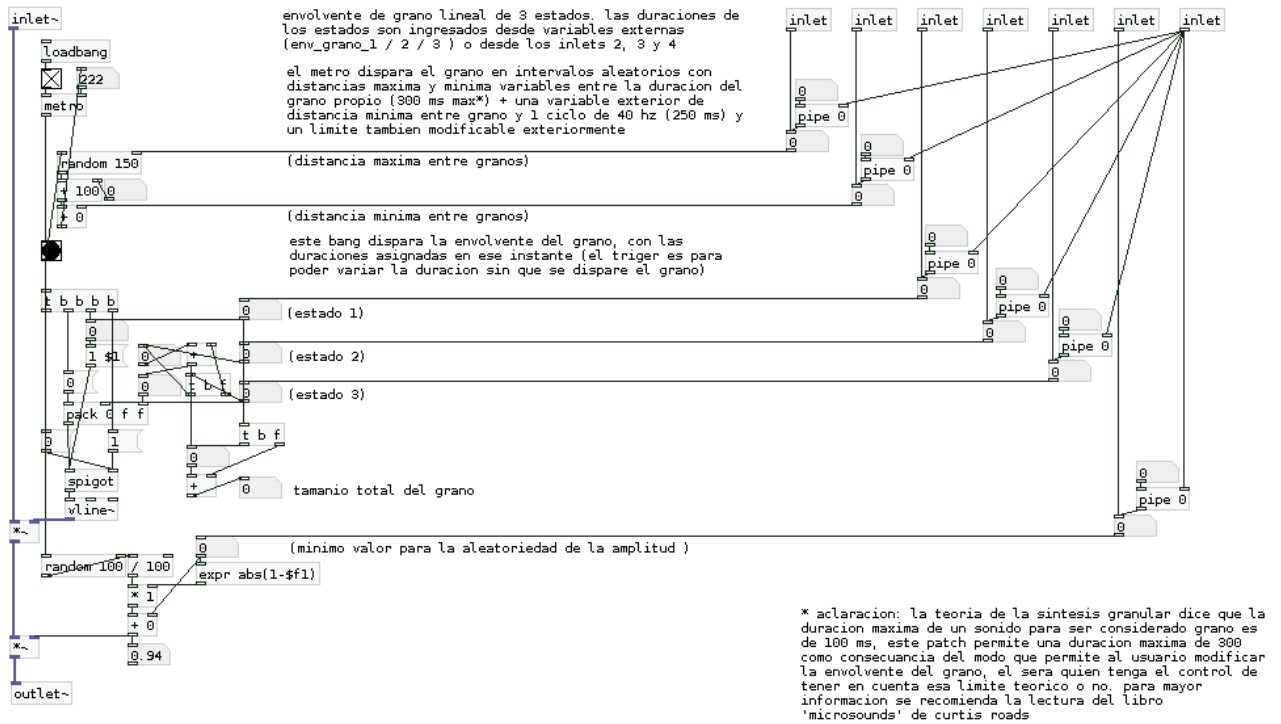


CONTROL LINEAL PARA GENERACION DE VALORES ALEATORIOS (ENTRE 0 Y 1)

con entrada variable de 0 a 2 genera valores aleatorios entre cero y uno. de las siguiente manera: entrada de 0 a 1 genera valores random desde 0 hasta el valor ingresado. a mayor valor de entrada mayor el numero maximo aleatorio a generar, siendo 0 el unico valor de salida cuando la entrada es igual a 0 entrada es entre 1 y 2, genera valores random menores o iguales a 1 a mayor valor de entrada mayor es el valor mínimo aleatorio a generar, siendo 1 el unico valor de salida cuando la entrada es igual a 2

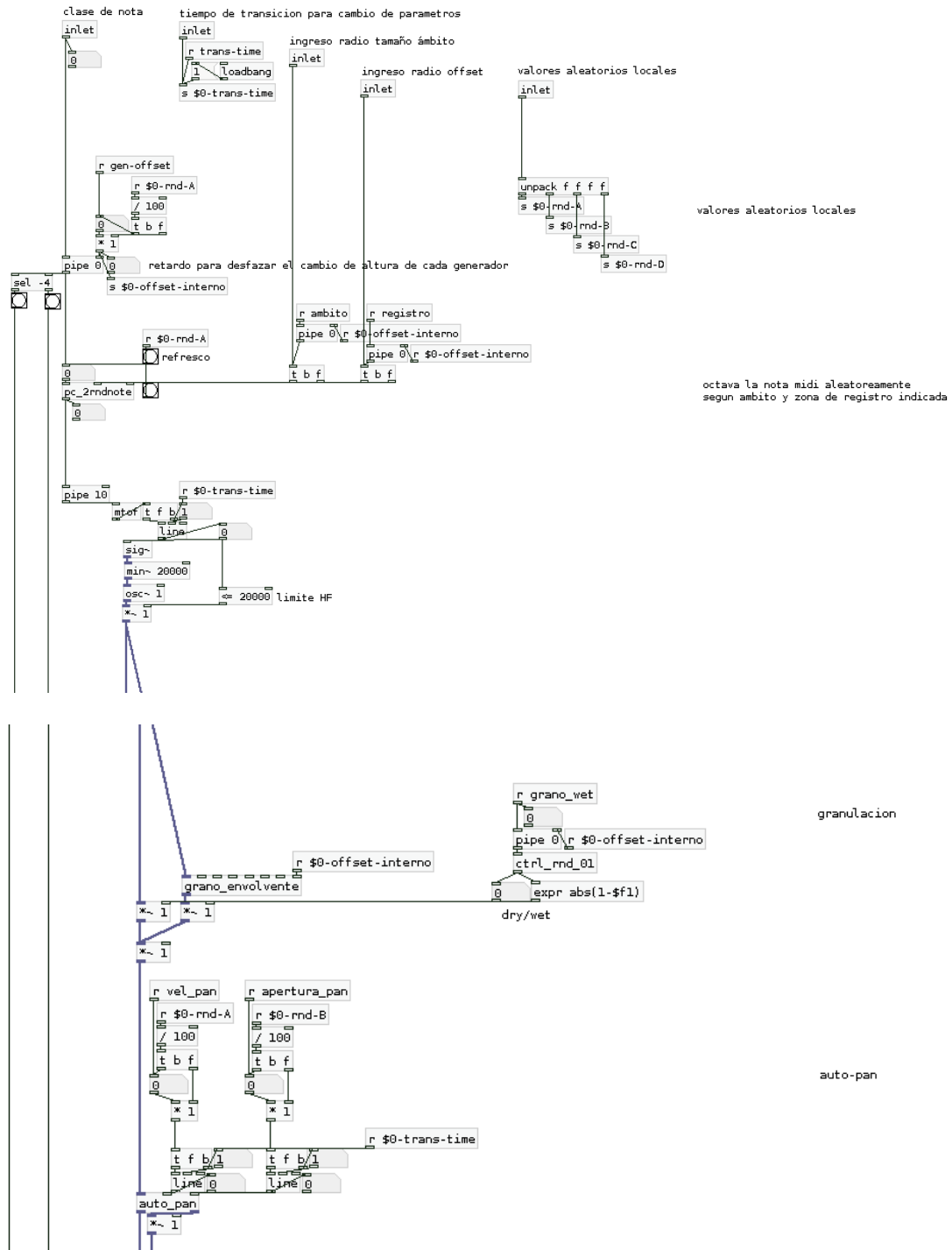
limites de la generacion aleatoria de valores

Abstracción *ctrl\_rnd\_01.pd* .

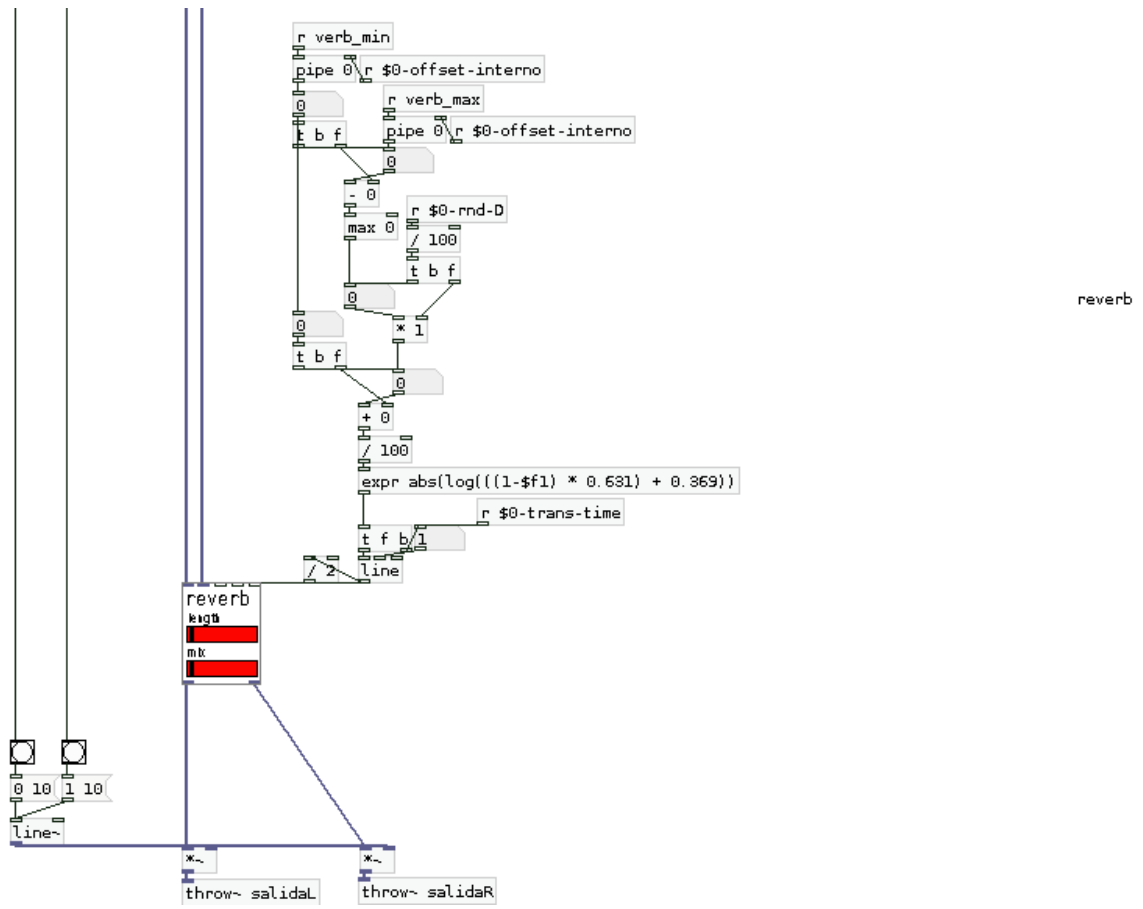


Abstracción *grano\_envolvente.pd* .

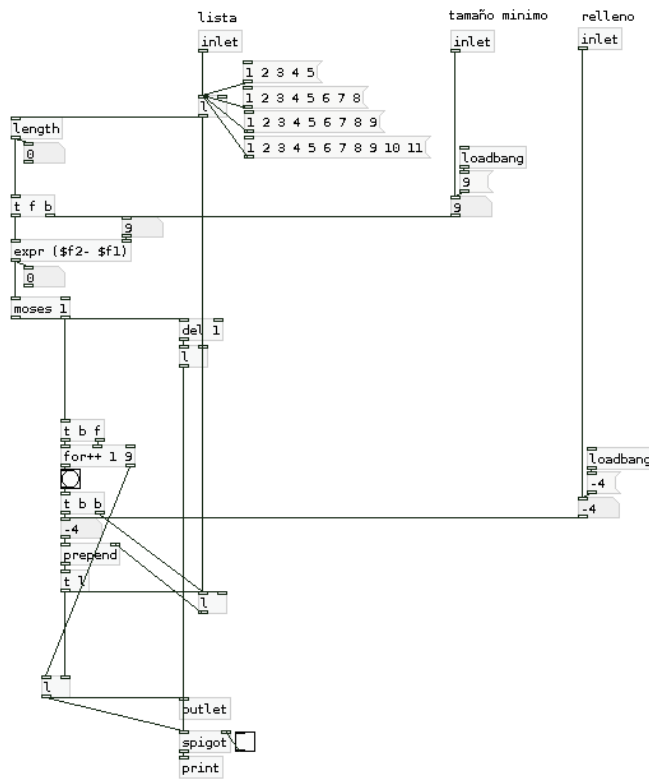
Oscilador sinusoidal, de frecuencia definida a partir de una clase de nota (PCS) (inlet 1) y un ámbito determinado (inlets 3 y 4). Con posibilidad de modulación en amplitud por una envolvente tipo grano, Auto-Pan y Reverberación.



Abstracción grano\_oscilador.pd - Página 1.



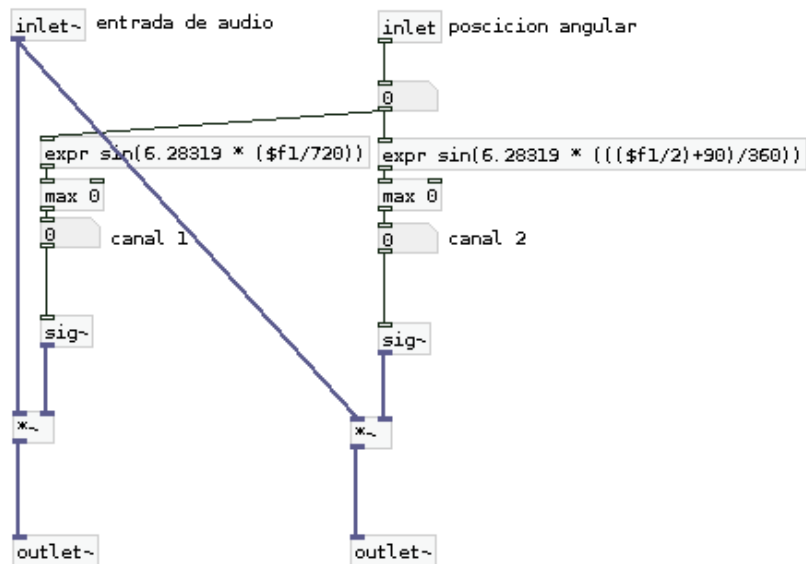
Abstracción *grano\_oscilador.pd* - Página 2.



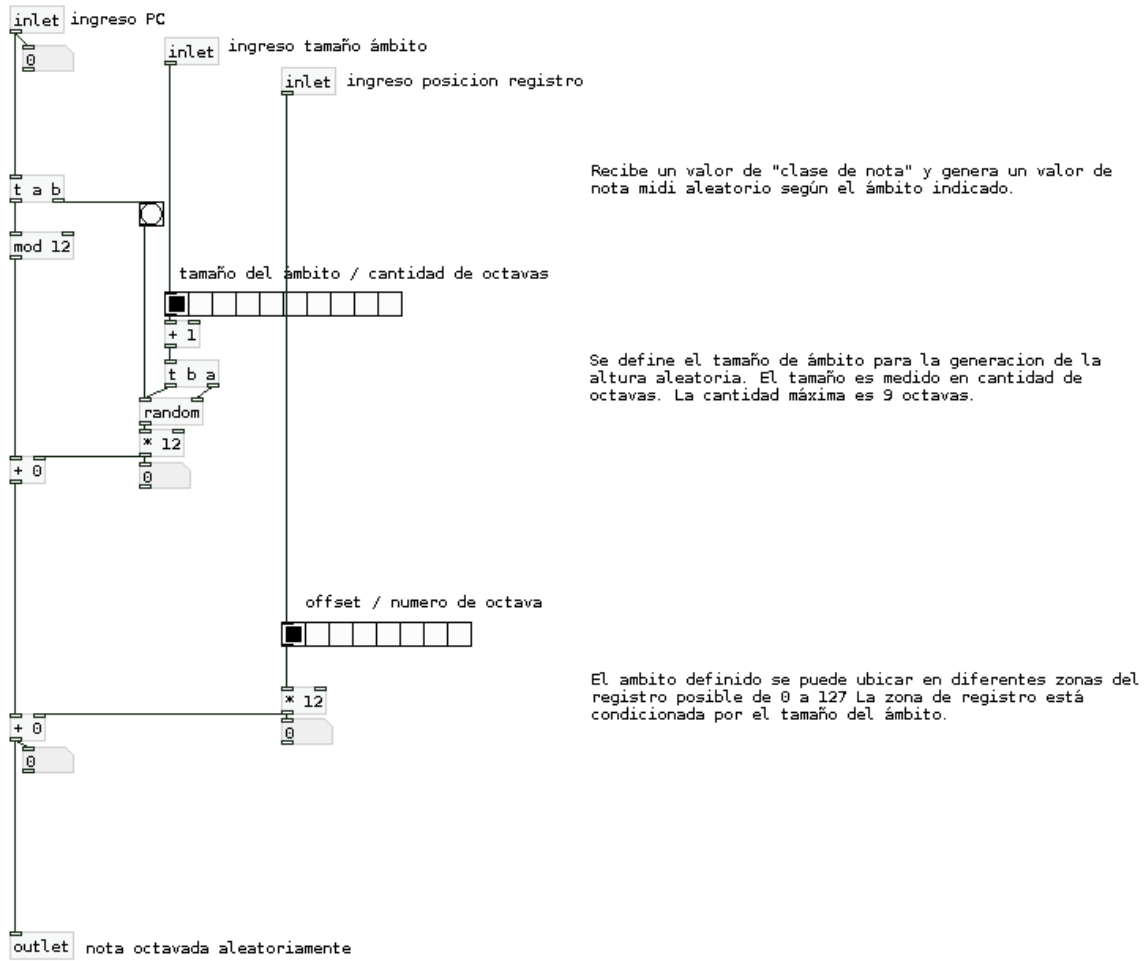
recibe una lista (inlet 1) de n elementos, si n es menor a "tamaño mínimo" (inlet 2/ default: 9) completa el paquete con "relleno" (inlet 3/default: -4) hasta alcanzar ese valor de n. si n es igual o mayor a "tamaño mínimo" la lista no se altera

Abstracción *List-minimo.pd* .

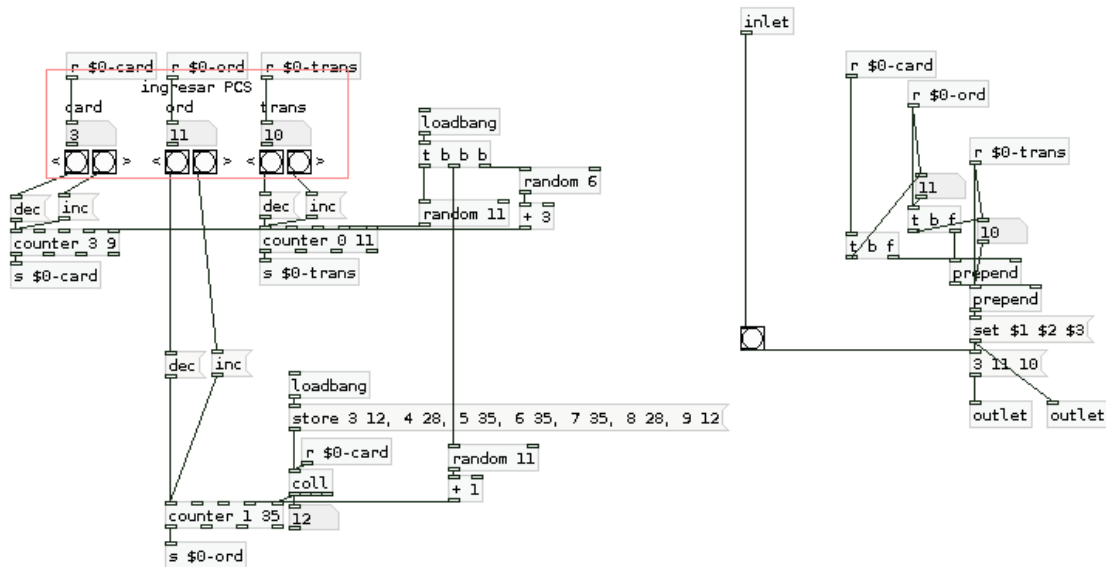
Recibe una señal de audio mono (inlet1) y convierte en stereo posicionándola según el ángulo ingresado (inlet 2)



Abstracción *Mono2stero.pd* .



Abstracción *pc\_2rndnote.pd* .

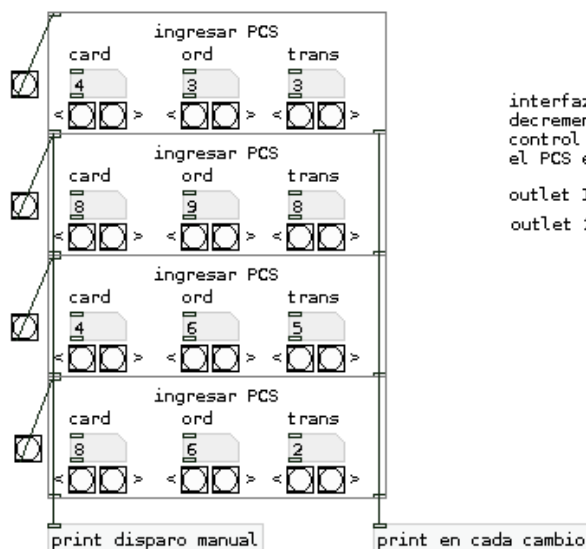


interfaz para ingresar PCS mediante botones de incremento y decremento. fue diseñado para emplear con interfaces de control que no incluyan teclado numérico. a la salida envía el PCS en formato list

outlet 1: envía el PCS cuando recibe un bang en el inlet 1

outlet 2: envía el PCS en cada cambio ingresado

### Abstracción *pcs\_sintecladonum.pd* .

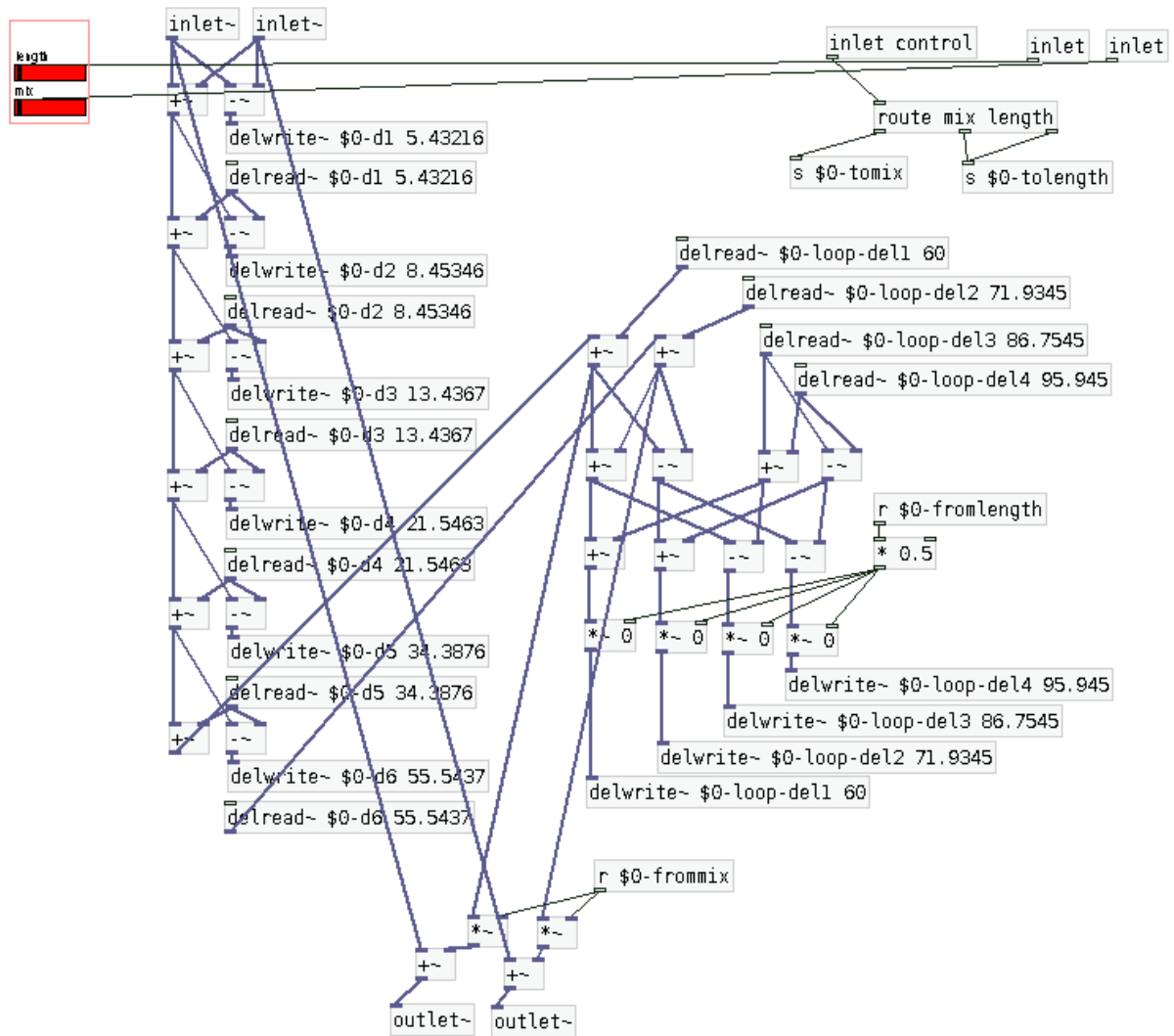


interfaz para ingresar PCS mediante botones de incremento y decremento. fue diseñado para emplear con interfaces de control que no incluyan teclado numérico. a la salida envía el PCS en formato list

outlet 1: envía el PCS cuando recibe un bang en el inlet 1

outlet 2: envía el PCS en cada cambio ingresado

### Patch de ayuda de la abstracción *pcs\_sintecladonum.pd* .

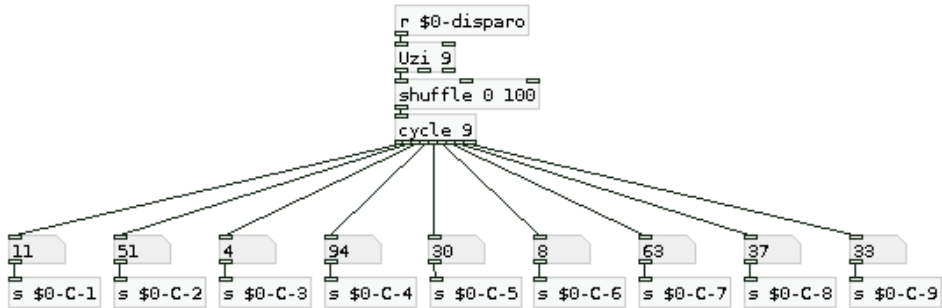
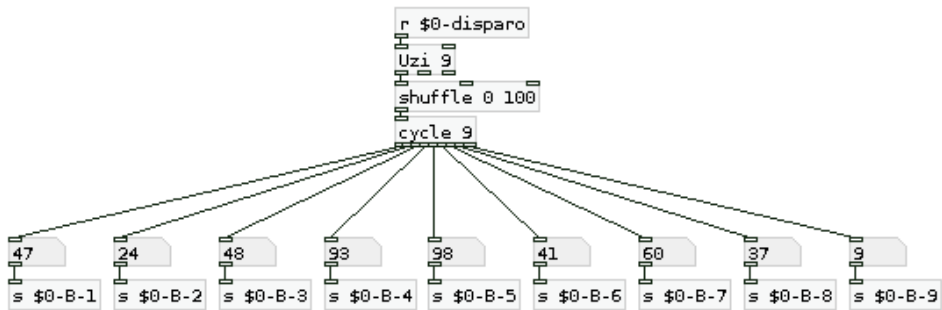
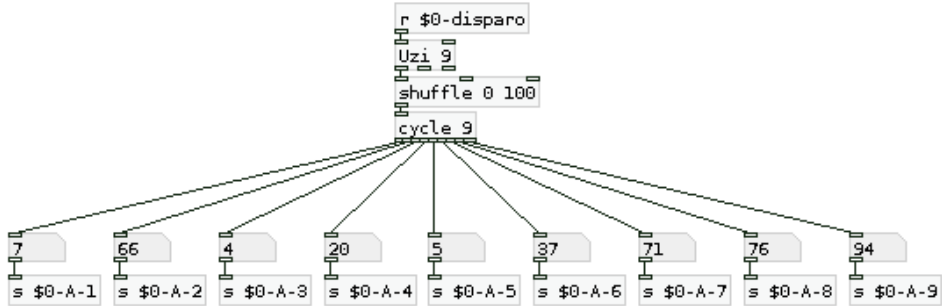


Abstracción Reverb.pd .

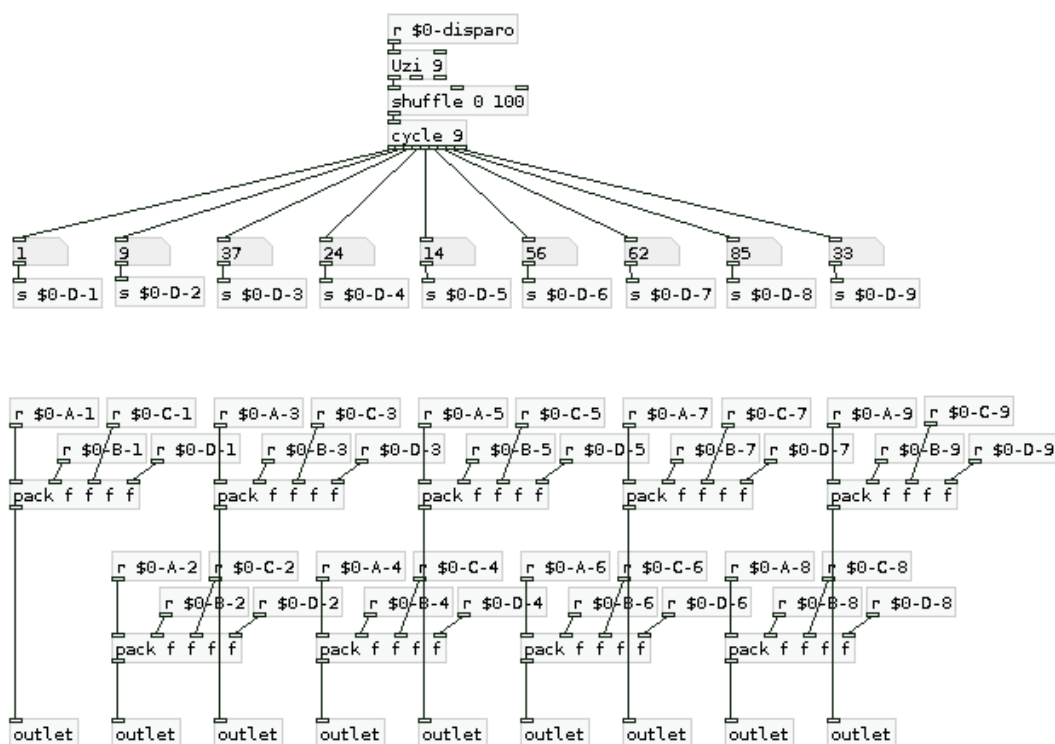


```
inlet loadbang  
bang  
s $0-disparo
```

Genera 4 grupos de 9 valores aleatorios diferentes. Hacia cada una las 9 salidas envía un valor aleatorio de cada grupo en formato "pack".

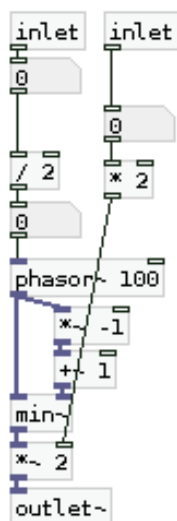


Abstracción *Rnd-multi9.pd* – Página 1.



Abstracción *Rnd-multi9.pd* – Página 2.

Generador de Señal Triangular Positiva



entrada1: frecuencia desea de la señal triangular  
 entrada2: amplitud

patch copiado del manual de Floos con la diferencia que este trabaja solo en el emiciclo positivo, genera valores de 0 a 1

Abstracción *triangular\_positiva.pd*.

## 2.4 **my\_Grainer~: Unidad de Síntesis Granular.**

Como se explicó en el capítulo 2 el autor participó de la programación de las versiones más recientes de my\_Grainer~ (Di Liscia, 2012), el objeto externo para *Pure Data* de síntesis granular. Por su extensión, no se incluye aquí el código programado en lenguaje C, tan solo se observa que los aportes puntuales del autor fueron: agregado de control de *glissando* interno en cada grano con variación aleatoria individual; control de detención de la generación de nuevos granos; control de reinicio del tiempo entre la generación de granos (gap); y control utilitario de bloqueo de impresión de mensajes en consola, además de asistir en la programación de otras etapas. Los archivos de creación del objeto externo se incluyen anexos en la carpeta digital, así como también el *patch* de ayuda creado por el autor del presente. A continuación se incluyen capturas de estos últimos.

## 2.4.1 Patch de Ayuda.

### my\_grainer~

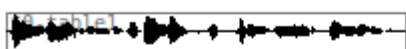
real time granular synthesis engine

[my\_grainer~] offers realtime granular synthesis with mono, stereo or ambisonics outputs using tables for the grain's envelope and waveform. Both tables can be loaded into the internally allocated memory so they can be changed dynamically, grain by grain, during performance.

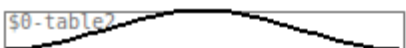
See Roads, C., *Microsound*, The MIT Press, England (2004), for Granular Synthesis references.

pd waveform\_and\_envelope\_tables

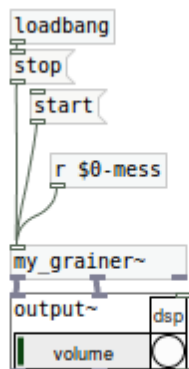
Grain waveform and envelope must be defined by tables, without them the engine doesn't work.



Grain Waveform



Grain Envelope



start / stop messages control the audio rendering.

pd basics\_messages

pd all\_messages

#### inlets

0 anything

- the inlet receives general purpose messages. Please read my\_grainer help.pdf file or take the tour with mGT ("my\_Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know all the available messages.

#### outlets

n signal

- n number of outputs will be according to the argument. n = 1 for mono mode, n = 2 for stereo (L + R), n = 4 for FOA (W, X, Y, Z), n = 9 for HOA (W, X, Y, Z, R, S, T, U, V).

n+1

signal

- righthmost outlet is always the reverberation send output.

#### arguments

1) float

- without arguments, my\_grainer~ is initialized for stereo output by default, use 1 value for mono output, 2 for stereo, 4 for FOA or 9 for HOA.

Usage Guide

pd META

Ventana principal del *Patch* de ayuda.

Please read my grainer help.pdf file or take the tour with mGT ("my Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know all the available messages.

pause \$1  
While "start" and "stop" messages controls audio rendering, "pause 0" message keeps audio active and just disable new grains creation, "pause 1" resumes.  
s \$0-mess

print Prints my\_grainer's current state on console.  
s \$0-mess

post\_ctrl \$1  
"post\_ctrl" messages enables/disables (1/0) most of grainer's console posts.  
These actions ignores the posting control: initialization messages; start, stop and print messages; table's loop mode; and most of input values errors.  
s \$0-mess

reset  
pd GUI-initialSetup

MAIN GRAIN PARAMETERS

All parameters changes will affect next generated grains. No any changes will modified a grain during its performance.

**SIZE**   
gs (float)  
grain size in secs. gs \$1

random deviation   
gsr (float)  
grain size random deviation, in secs  
The size of each grain will be: gs + birand(gsr) gsr \$1  
s \$0-mess

**GAP**   
ga (float)  
gap between grains beginings in secs. ga \$1

random deviation   
gar (float)  
gap random deviation, in secs  
The temporal gap between each grain will be: ga + birand(gar) gar \$1  
s \$0-mess

**INCR**   
gf (float)  
grain read increment of the waveform table. gf \$1

random deviation   
gfr (float)  
grain increment random deviation of the audio table  
The increment of each grain will be: gf + birand(gfr) gfr \$1  
s \$0-mess

**AMP**   
ag (float)  
grain amplitude. ag \$1

random deviation   
agr (float)  
grain amplitude random deviation  
The amplitude of each grain will be: ag + birand(agr) agr \$1  
s \$0-mess

**START**   
ag (float)  
grain starting read point in the active audio table gst \$1

random deviation   
agr (float)  
grain start random deviation  
The start time of each grain will be: gst + birand(gstr) gstr \$1  
s \$0-mess

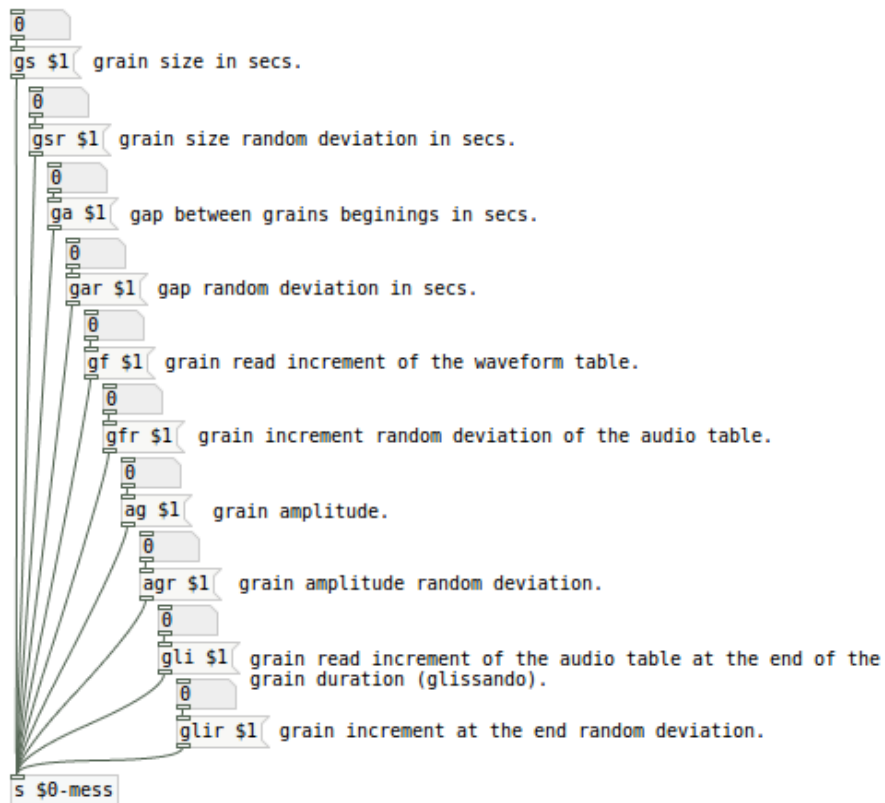
Subpatch de mensaje básicos.

Please read my\_grainer\_help.pdf file or take the tour with mGT ("my Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know full details for all the available messages.

pd GeneralPurposeMessages

pd HandlingTablesMessages

MAIN GRAIN PARAMETERS



pd WaveformLoopsMessages

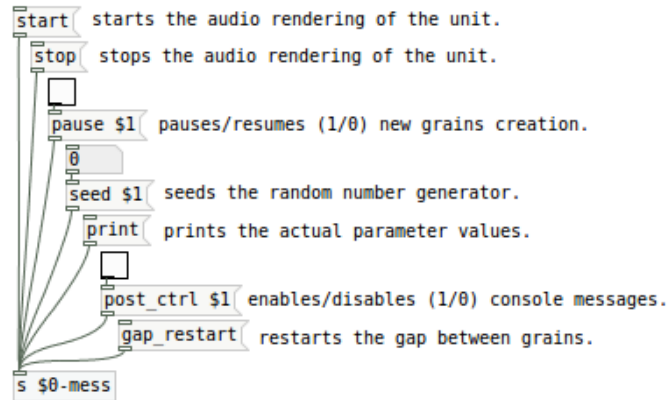
pd SpatialLocationMessages

pd ArraysOfDiscreteValuesMessages

*Subpatch* de mensaje completos.

Please read my grainer help.pdf file or take the tour with mGT ("my Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know full details for all the available messages.

#### GENERAL PURPOSE MESSAGES

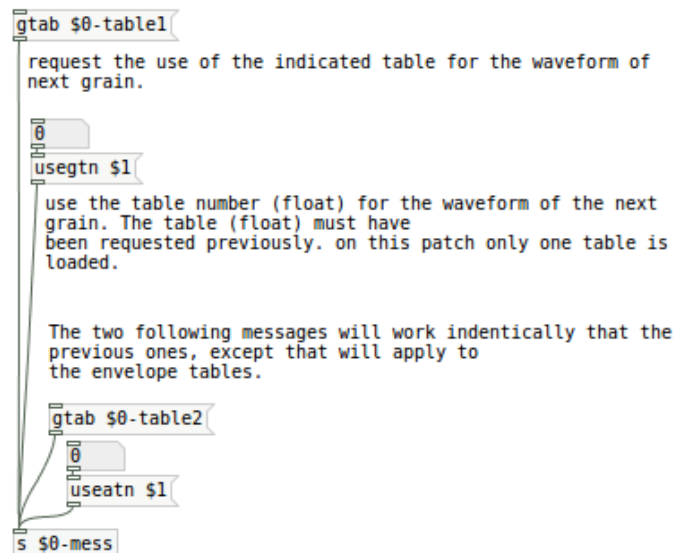


*Subpatch* de mensajes de propósito general.

Please read my\_grainer\_help.pdf file or take the tour with mGT ("my Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know full details for all the available messages.

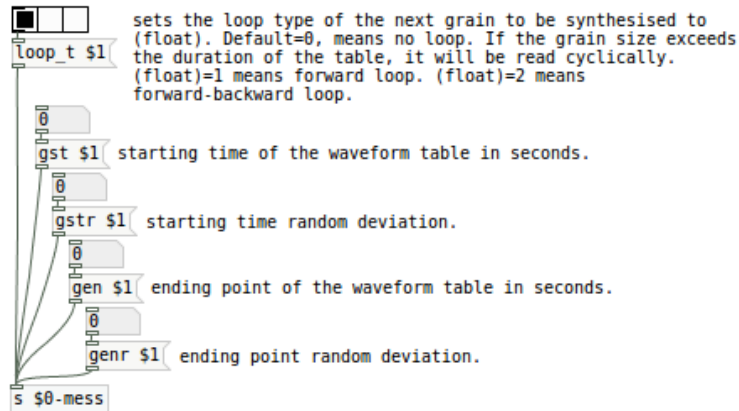
#### SYNTHESIS MESSAGES

my grainer~ uses a pool of tables (max. 24 tables for audio and 24 tables for envelopes). Please see my\_grainer\_help.pdf for full details.



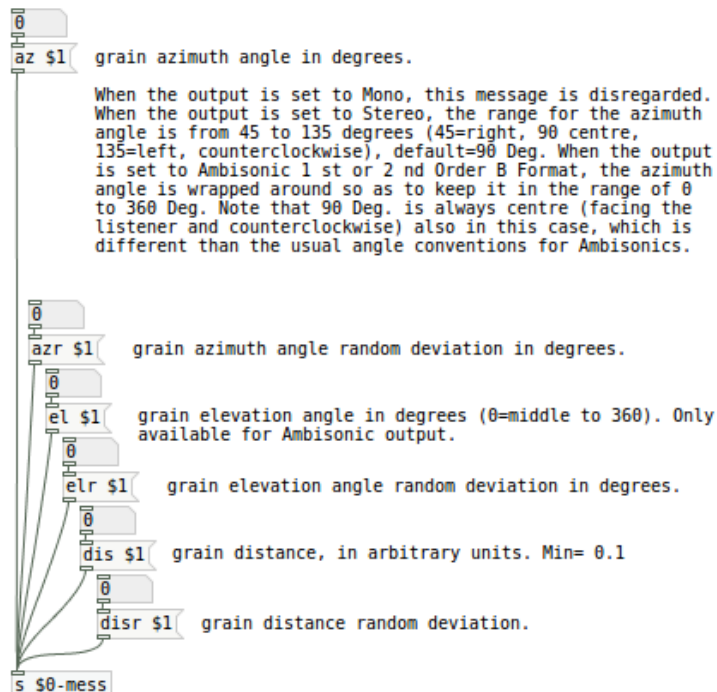
*Subpatch* de mensaje de asignación de la forma de onda y la envolvente.

Please read my `grainer_help.pdf` file or take the tour with `mGT` ("my Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know full details for all the available messages.



*Subpatch* de mensajes para el control de lectura de tablas en bucle.

Please read my `grainer_help.pdf` file or take the tour with `mGT` ("my Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know full details for all the available messages.



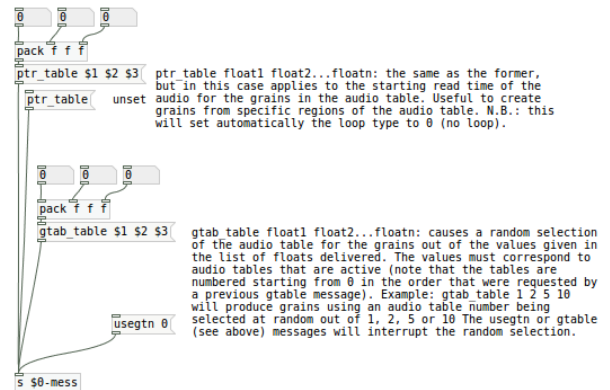
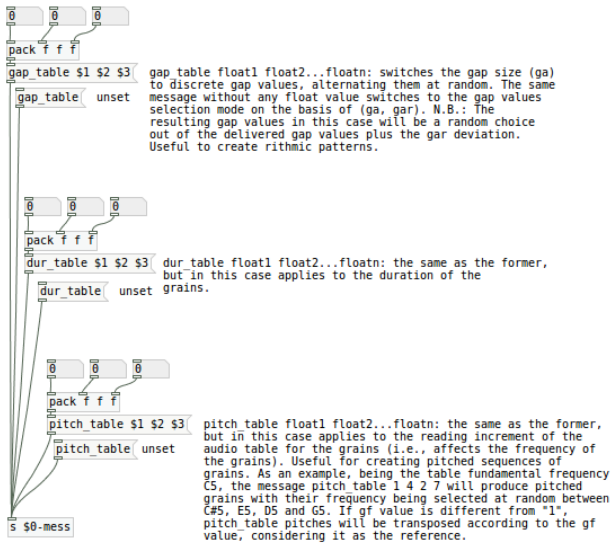
*Subpatch* de mensajes para el control de la ubicación espacial de cada grano.



Please read my `grainer help.pdf` file or take the tour with `mGT` ("my Grainer Tutorial", available at PD's website) in order to know full details for all the available messages.

ARRAYS OF DISCRETE VALUES

In addition to the former messages, `my grainer~` allows the use of arrays of discrete values that are selected randomly for each grain. The random selection probability distribution function is uniform. The size of the arrays is limited to 24 and the exceeding values (if any) will be disregarded.



Subpatch de mensajes para la definición de valores para elecciones aleatorias.

## 2.4.2 *my\_Grainer~ Tutorial.*

Como parte de esta misma producción, el autor del presente también realizó una guía didáctica sobre el manejo de la técnica de síntesis granular, llamada *my\_grainer Tutorial*. A continuación se incluyen capturas de pantalla de la guía completa, además de incluir los archivos digitales correspondientes como material anexo. Los archivos que constituyen esta guía son catorce, de los cuales diez definen los nueve pasos de la guía propiamente dicha (el cuatro paso está presentado en dos partes) y cuatro son archivos auxiliares son para generar señales de forma de onda, envolventes, etc. Aquí el listado de todos los archivos:

*mGT-01-basics.pd*  
*mGT-02-random\_deviations.pd*  
*mGT-03-grain\_envelope.pd*  
*mGT-04-grain\_waveform.pd*  
*mGT-04-grain\_waveform\_random\_select.pd*  
*mGT-05-grain\_waveform-loop\_mode.pd*  
*mGT-06-grain\_waveform-accurate\_loop.pd*  
*mGT-07-gliss.pd*  
*mGT-08-azimuth\_and\_reverb.pd*  
*mGT-09-tables.pd*

y los cuatro archivos complementarios:

*mGT-extraFiles-01-grain\_envelope\_generator.pd*  
*mGT-extraFiles-02-grain\_sinc\_envelope\_generator.pd*  
*mGT-extraFiles-03-bandlimited\_waveform\_generator.pd*  
*mGT-extraFiles-04-audio\_visualizer.pd*

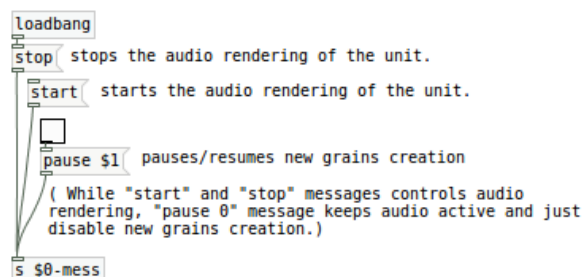
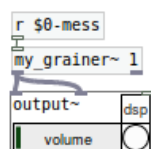
## my\_grainer~\_tutorial:\_01\_-\_basics

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (<http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

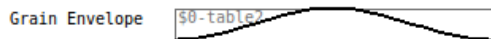
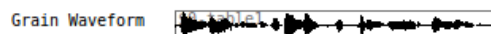
Please read my\_grainer\_help.pdf before this.

my\_grainer~ must be initialized with a value of 1 for mono output (see 08-azimuth\_and\_reverb for more details).

See Roads, C., Microsound, The MIT Press, England (2004) for granular synthesis background and details.



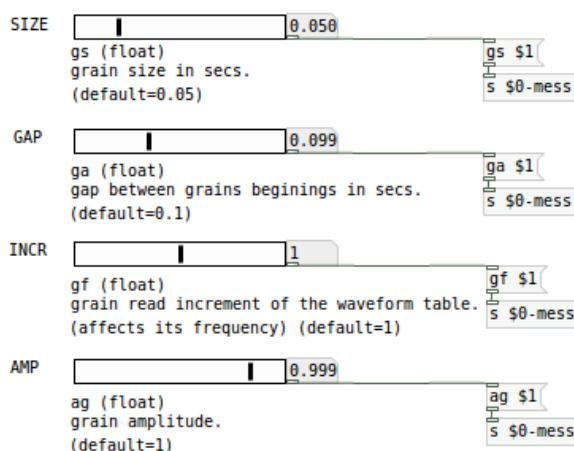
Grain waveform and envelope are defined by tables. Both tables are needed in order to generate an audio output.



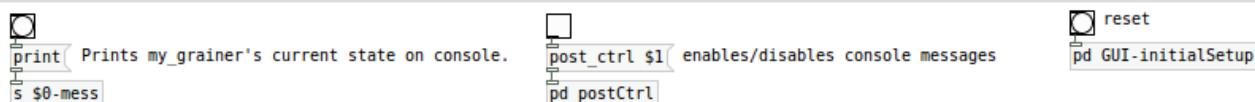
Loading tables details inside the following patch:

`pd waveform_and_envelope_tables`

### MAIN GRAIN PARAMETERS



All parameters changes will affect next generated grains. No any changes will modified a grain during its performance.



my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damián Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

*mGT-01-basics.pd*

## my\_grainer~\_tutorial:\_02\_-\_random\_deviations

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (<http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

In order to allow a stochastic control of grains, most of my grainer's parameters can be randomly deviated for the creation of each grain. Special messages are used on each case.

pd setup

my\_grainer~ 1

output~

dsp

volume

Start/Stop

Post\_Ctrl

Reset

Pause

Print

### GRAIN PARAMETERS

**SIZE**

random deviation: 0.050

gsr (float)  
grain size random deviation, in secs  
(default=0.)  
The size of each grain will be: gs + birand(gsr)

gs \$1  
gsr \$1  
s \$0-mess

**GAP**

random deviation: 0.099

gar (float)  
gap random deviation, in secs  
(default=0.)  
The temporal gap between each grain will be: ga + birand(gar)

ga \$1  
gar \$1  
s \$0-mess

**INCR**

random deviation: 1

gfr (float)  
grain increment random deviation of the audio table  
(default=0)  
The increment of each grain will be: gf + birand(gfr)

gf \$1  
gfr \$1  
s \$0-mess

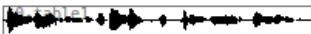
**AMP**

random deviation: 1

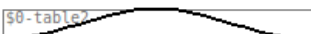
agr (float)  
grain amplitude random deviation  
(default=0)  
The amplitude of each grain will be: ag + birand(agr)

ag \$1  
agr \$1  
s \$0-mess

Grain Waveform



Grain Envelope



\$0-table?

pd waveform\_and\_envelope\_tables

Damian Anache - 2016  
 CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas  
 UNQ - Universidad Nacional de Quilmes  
<http://puredata.info/author/damiananache/>

*mGT-02-random\_deviations.pd*

## my\_grainer~ tutorial: 03 - grain envelope

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (<http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

"my grainer~ uses a "pool" of tables (max. 24 tables for audio and 24 tables for envelopes). Each table is requested by means of a special message (see below). The last table requested (either for audio or for the envelope) will be used in the next grain to be synthesized. If there are overlapping grains (i.e., that are not yet finished), these will be finished using the previous requested tables in order to avoid discontinuities. Note that if the user delete a table that is in use, audio discontinuities will happen, however.

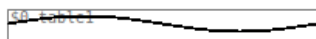
atable tablename: request the use of table tablename for the envelope of the next grain. If the same tablename was previously requested, its contains is overwritten. If the user wants to request a previously requested table with its contain unchanged, then he/she should use the useatn message.

useatn (float): use the table number (float) for the envelope of the next grain. The table (float) must have been requested previously. Tables are numbered starting from 0 in the order that were requested."

pd setup  Start/Stop  Pause  
 Post\_Ctrl  Print  
 Reset

my\_grainer~ 1  
 output~ dsp  
 volume

Grain Waveform



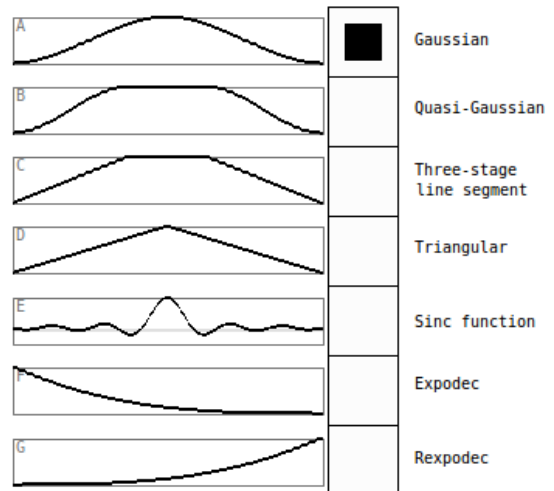
GRAIN PARAMETERS

SIZE   
 GAP   
 INCR   
 AMP

NOTE: use grain envelope generators @ "extraFiles" folder to create new audio envelopes

Grain Envelope  
 Selects the active table (by useatn)  
 (see "envelopeSetup" for more details)

Use "print" to monitor loaded envelope tables.



Grain envelope shuffle mode  
 on/off 250 time (msecs)

pd shuffleMode pd envelopeSetup pd waveformSetup

Damian Anache - 2016  
 CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
 UNQ - Universidad Nacional de Quilmes  
<http://puredata.info/author/damiananache/>

mGT-03-grain\_envelope.pd

## my\_grainer~\_tutorial: 04\_-\_grain\_waveform

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

"my grainer~ uses a "pool" of tables (max. 24 tables for audio and 24 tables for envelopes). Each table is requested by means of a special message (see below). The last table requested (either for audio or for the envelope) will be used in the next grain to be synthesized. If there are overlapping grains (i.e., that are not yet finished), these will be finished using the previous requested tables in order to avoid discontinuities. Note that if the user delete a table that is in use, audio discontinuities will happen, however.

gtable tablename: request the use of table tablename for the audio of the next grain. If the same tablename was previously requested, its content is overwritten. If the user wants to request a previously requested table with its content unchanged, then he/she should use the usegtn message.

usegtn (float): use the table number (float) for the audio of the next grain. The table (float) must have been requested previously. Tables are numbered starting from 0 in the order that were requested."

pd setup

Start/Stop  Pause  
 Post\_Ctrl  Print  
 Reset

my\_grainer~ 1

output~ dsp  
 volume

GRAIN PARAMETERS

SIZE   
 GAP   
 INCR   
 AMP

Grain Waveform

Selects the active table (by usegtn)  
 (see "waveformSetup" for more details)

EA\_klaue  
 EA\_nibos  
 SA\_klaue  
 SA\_nibos  
 AL\_kesle-4-bis

female-speech  
 female-sing

(tables' content changes during performance may produce audio drops )

Grain waveform shuffle mode  
 on/off 250 time (msecs)

Grain envelope is fixed on this patch.  
 (see setup)

activeWaveform

starting point: 00 secs

pd waveformSetup

pd shuffleMode

my grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

mGT-04-grain\_waveform.pd

## my\_grainer~\_tutorial:\_04\_-\_grain\_waveform

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

"my grainer~ uses a "pool" of tables (max. 24 tables for audio and 24 tables for envelopes). Each table is requested by means of a special message (see below). The last table requested (either for audio or for the envelope) will be used in the next grain to be synthesized. If there are overlapping grains (i.e., that are not yet finished), these will be finished using the previous requested tables in order to avoid discontinuities. Note that if the user delete a table that is in use, audio discontinuities will happen, however.

gtable tablename: request the use of table tablename for the audio of the next grain. If the same tablename was previously requested, its content is overwritten. If the user wants to request a previously requested table with its content unchanged, then he/she should use the usegtn message.

usegtn (float): use the table number (float) for the audio of the next grain. The table (float) must have been requested previously. Tables are numbered starting from 0 in the order that were requested."

pd setup  Start/Stop  Pause  
 Post\_Ctrl  Print  
 Reset

my\_grainer~ 1  
 output~ dsp  
 volume

GRAIN PARAMETERS  
 SIZE   
 GAP   
 INCR   
 AMP

Grain Waveform  
 Selects the active table (by usegtn)  
 (see "waveformSetup" for more details)

Grain waveform shuffle mode  
 on/off 250 time (msecs)

activeWaveform  
 starting point: 0.1 secs

pd waveformSetup pd shuffleMode

female-speech  
 female-sing  
 (tables' content changes during performance may produce audio drops )

my grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

mGT-04-grain\_waveform\_random\_select.pd

## my\_grainer~ tutorial: 05 - grain waveform-loop mode

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

loop t(float): sets the loop type of the next grain to be synthesised to (float). Default=0.

(float)=0 means no loop. If the grain size exceeds the duration of the table, it will be read cyclically.

(float)=1 means forward loop. (float)=2 means forward-backward loop.

N.B.: these must be used according the gst, gstr, gen and genr messages (see below) and the gs and gsr messages (see above). Any inconsistency between the resulting values will set the loop type to "0" (no loop).

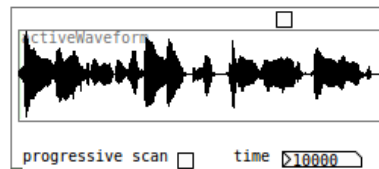
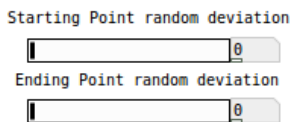
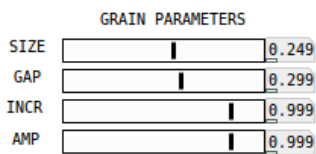
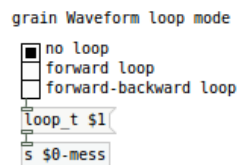
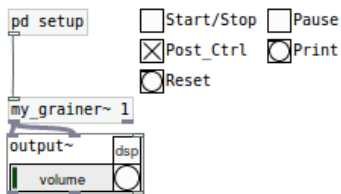
gst (float): starting time of the function table for grains in seconds, default=0. .

gstr (float): random deviation of the function table starting time, in seconds default=0.

gen (float): ending point of the function table for grains in seconds, default=0.

genr (float): random deviation of the function table ending time, in seconds default=0.

N.B: The starting and ending read time for each grain will be: gst +birand(gstr) and gen + birand(genr).



Grain envelope and waveform tables are fixed on this patch (see setup)

pd my\_grainer-GrainWaveformCtrl

my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

*mGT-05-grain\_waveform-loop\_mode.pd*



## my\_grainer~\_tutorial:\_06\_-\_grain\_waveform-accurate\_loop

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

loop t(float): sets the loop type of the next grain to be synthesised to (float). Default=0.

(float)=0 means no loop. If the grain size exceeds the duration of the table, it will be read cyclically.

(float)=1 means forward loop. (float)=2 means forward-backward loop.

N.B.: these must be used according the gst, gstr, gen and genr messages (see below) and the gs and gsr messages (see above). Any inconsistency between the resulting values will set the loop type to "0" (no loop).

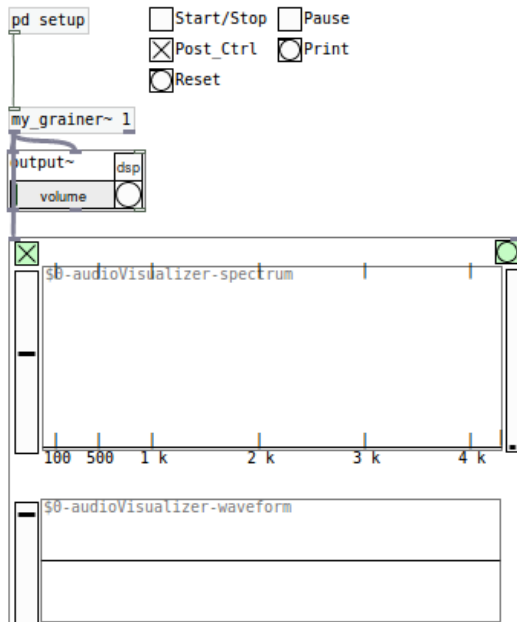
gst (float): starting time of the function table for grains in seconds, default=0. .

gstr (float): random deviation of the function table starting time, in seconds default=0.

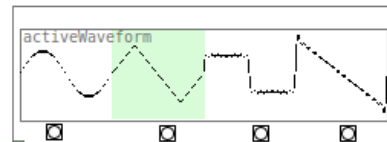
gen (float): ending point of the function table for grains in seconds, default=0.

genr (float): random deviation of the function table ending time, in seconds default=0.

N.B: The starting and ending read time for each grain will be:  $gst + \text{birand}(gstr)$  and  $gen + \text{birand}(genr)$ .



no loop  
 forward loop  
 forward-backward loop



### GRAIN PARAMETERS

SIZE	<input type="text" value="0.249"/>
GAP	<input type="text" value="0.299"/>
INCR	<input type="text" value="440"/>
AMP	<input type="text" value="0.999"/>

NOTE: use grain bandlimited waveform generator @ "extraFiles" folder to create new audio waveforms

pd my\_grainer-GrainWaveformCtrl

my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

*mGT-06-grain\_waveform-accurate\_loop.pd*

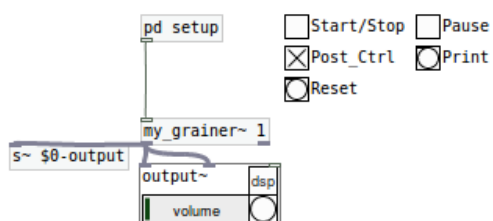
## my\_grainer~\_tutorial:\_07\_-\_glissandis

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

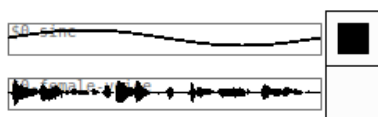
gli (float): grain read increment of the audio table at the end of the grain duration (affects the frequency of the signal in the grain as a glissando). Default=1, means no increment, higher values (float > 1) means upward glissandis, lower values (float < 1) means downward. (only positive values are allowed).

glir (float): grain increment random deviation of the audio table at the end, default=0. (only positive values are allowed)

N.B: The glissando of each grain will be: gli + birand(glir)

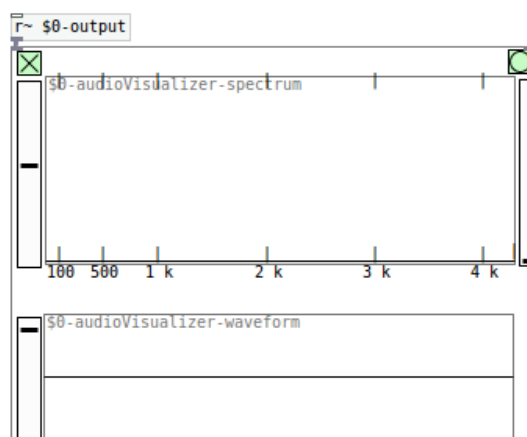


GLISSANDIS   
 Deviation (random)



GRAIN PARAMETERS

SIZE   
 GAP   
 INCR   
 AMP



pd INCRadjustment

my grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

*mGT-07-gliss.pd*

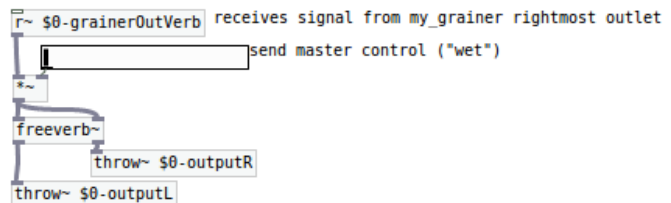
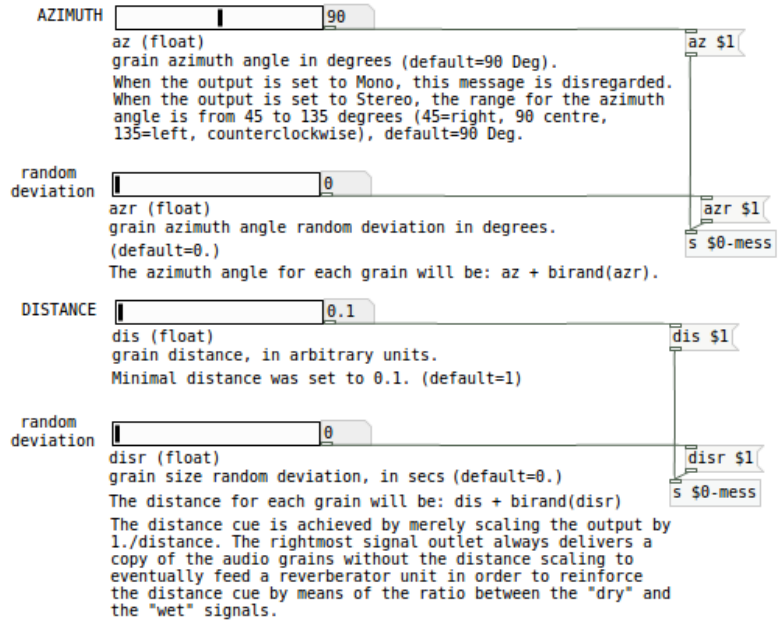
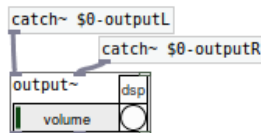
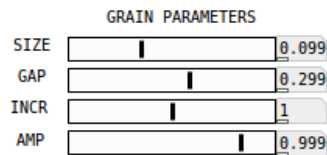
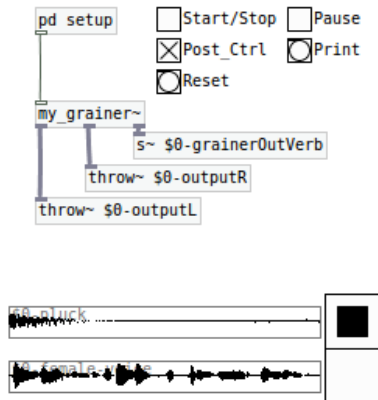
## my\_grainer~ tutorial: 08 - azimuth and reverb

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

my\_grainer~ must be initialized with a value of 1, 2 or 4. These values mean respectively mono, stereo (intensity panning), or quad (Ambisonic) output. If no initialization arguments are delivered, the default is 2 (stereo output).

An extra (rightmost) signal outlet is always created to deliver the reverberation send signal (i.e., without distance scaling, see below).

For Ambisonics output see dedicated tutorial (not available yet).



my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damián Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

mGT-08-azimuth\_and\_reverb.pd

## my\_grainer~\_tutorial:\_09\_-\_tables

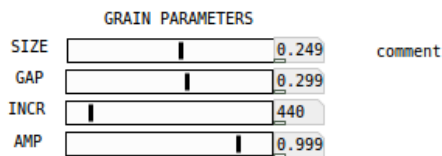
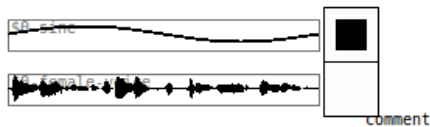
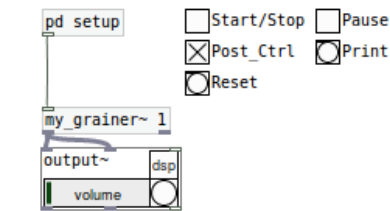
A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

Excerpt from my\_grainer\_help.doc by P. Di Liscia:

Arrays of discrete values:

In addition to the former messages, my\_grainer~ allows the use of arrays of discrete values that are selected randomly for each grain.

The random selection probability distribution function is uniform. The size of the arrays is limited to 24 and the exceeding values (if any) will be disregarded.



gap table float1 float2...floatn: switches the gap size (ga) to discrete gap values, alternating them at random. The same message without any float value switches to the gap values selection mode on the basis of (ga, gar). N.B.: The resulting gap values in this case will be a random choice out of the delivered gap values plus the gar deviation. Useful to create rhythmic patterns.

```
gap_table 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 set set grain gap selection
gap_table unset gap selection
s $0-mess
```

dur table float1 float2...floatn: the same as the former, but in this case applies to the duration of the grains.

```
dur_table 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 set grain size selection
dur_table unset size selection
s $0-mess
```

pitch table float1 float2...floatn: the same as the former, but in this case applies to the reading increment of the audio table for the grains (i.e., affects the frequency of the grains).

Useful for creating pitched sequences of grains. As an example, being the table fundamental frequency C5, the message pitch table 1 4 2 7 will produce pitched grains with their frequency being selected at random between C#5, E5, D5 and G5.

If INCR value (gf) is different from "1", pitches will be transposed (test by moving the INCR slider after loading a selection a pitch table).

```
0 12 0 3 7 11 14 1 3 6 8 10
prepend pitch_table set pitch-class selection
pitch_table unset pitch-class selection
s $0-mess
```

ptr table float1 float2...floatn: the same as the former, but in this case applies to the starting read time of the audio for the grains in the audio table. Useful to create grains from specific regions of the audio table. N.B.: this will set automatically the loop type to "0" (no loop).

```
ptr_table 0.744 0.953 1.72 1.828 2.014 2.204 2.932 3.556
set start times selection
(this values are defined for "female-voice" audio file)
ptr_table unset start grain selection
s $0-mess
```

pd INCRadjustment

my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

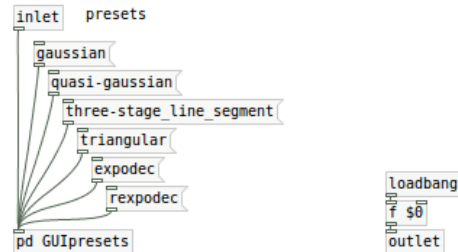
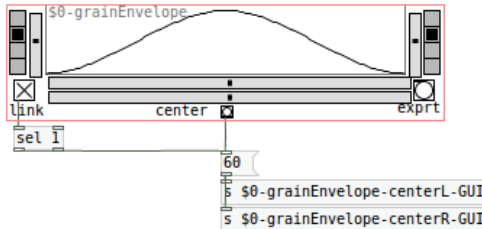
mGT-09-tables.pd

### my\_grainer~\_tutorial:\_extra\_files-01\_-\_grain\_envelope\_generator

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

This patch is a grain envelope generation tool. Its GUI allows to create all the commonly used grain envelopes (all except the sinc function, meaning: gaussian, quasi-gaussian, three-stage line segment, triangular, expodec and rexpodec) just by moving sliders.

Based on Bezier curves, many other variations can be easily generated too. The patch offers an export option for using the envelopes on any projects.



pd mainPatch | pd export

my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

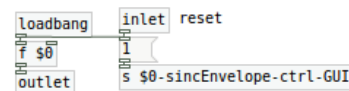
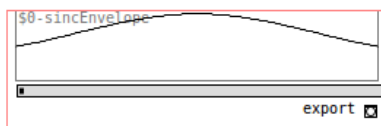
### mGT-extraFiles-01-grain\_envelope\_generator.pd

### my\_grainer~\_tutorial:\_extra\_files-02\_-\_grain\_sinc\_envelope\_generator

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

This patch is a grain sinc envelope generation tool. Its GUI allows to adjust the sinc function to many degrees maximum values, all of them ending on zero-crossing points.

The patch offers an export option for using the envelopes on any projects.



pd mainPatch | pd export

my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Síntesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

### mGT-extraFiles-02-grain\_sinc\_envelope\_generator.pd

### my\_grainer~\_tutorial: extra\_files-03 - bandlimited\_waveform\_generator

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

This patch generates commonly used audio functions (ramp, square and triangle) according to a user defined harmonics number. The generated table can be exported as an audio file for being used on external projects.

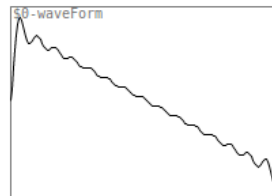
15 N max = total harmonics quantity

0.5 A = fundamental sine amplitud

- ramp
- square
- triangle
- normal
- invert
- normalize

44100 table size

export table as audio file



It is necessary to transpose the generated table in order to be used as an audible signal. This section calculates the highest possible frequency to transpose the present table without aliasing (according to the user defined sampling rate).

44100 SR = sampling rate

1470 Highest possible frequency

[pd mainpatch](#) [pd transpositions](#) [pd export](#)

my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Sintesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

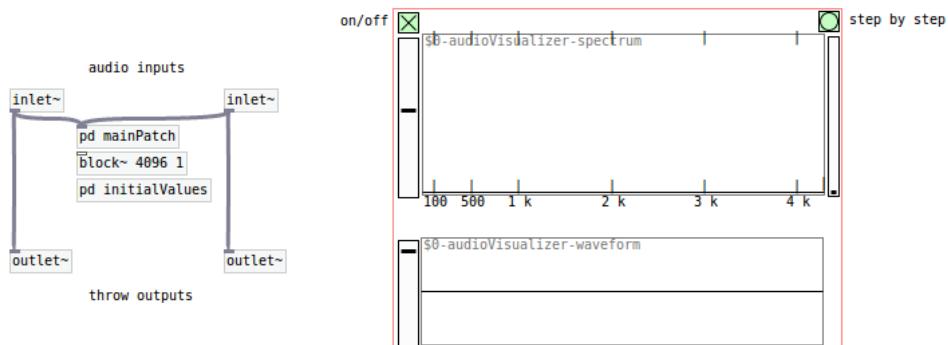
mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

### mGT-extraFiles-03-bandlimited\_waveform\_generator.pd

### my\_grainer~\_tutorial: extra\_files-04 - audio\_visualizer

A guide to manage granular synthesis through my\_grainer~ (external by O.P. Di Liscia <http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer/>)

To be used inside audio projects. Receives an audio input and shows its spectral view and waveform.



my\_grainer~ is a Pure Data external for granular synthesis that is being developed by Oscar Pablo Di Liscia with the collaboration of Damián Anache and Esteban Calcagno as part of the research program "Sistemas Temporales y de Sintesis Espacial en el Arte Sonoro" (Universidad Nacional de Quilmes, 2015-2019).

mGT (my\_grainer~ tutorial) by Damian Anache - 2016 (<http://puredata.info/author/damiananache/>)  
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) + UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)

### mGT-extraFiles-04-audio\_visualizer.pd

### **3 Documentación de los Entornos y Obras.**

A continuación se incluye documentación específica de los entornos y obras detalladas en el capítulo 3. Al mismo tiempo, se detalla los archivos digitales anexos.

#### **3.1 Capturas del Único Camino: Intérprete Autónomo.**

Aquí se presenta documentación complementaria a la presentada en el capítulo 3, sección 2 sobre el entorno y la obra *Capturas del Único Camino* (Anache, 2014). Como material anexo en soporte físico se incluyen las grabaciones de tres versiones diferentes del primer movimiento de la obra. Estas grabaciones son las publicadas en las ediciones de la obra en Argentina (Concepto Cero e Inkilino Records), Estados Unidos (Already Dead Records) e Inglaterra (Must Die Records), todas en formato *Stereo-UHJ*. Del mismo modo, se incluyen las aplicaciones realizadas para la generación de la obra. La carpeta adjunta incluye el patch principal de *Pure Data*, *CdUC-PaisajePrimero-MainPatch.pd*, creado para generación de la obra como pieza musical (solo para el primer movimiento, *Paisaje Primero*) y el banco de archivos de audio necesarios para su funcionamiento. También se incluyen otros archivos adicional necesario para la ejecución del patch: la librería externa *ambilib\_pd* ; los objetos externos *convolve~* y *vst~* ; y el plugin *vst uhjencoder*. Sólo se garantiza su debido funcionamiento de este desarrollo en la distribución *PD-Extended* bajo Windows.

A continuación se presenta la partitura de la obra y dos artículos publicado por el autor donde se detallan los criterios compositivos y el desarrollo de las aplicaciones informáticas de la obra.

##### **3.1.1 Partitura de Capturas del Único Camino.**

A continuación se incluye una versión reducida en tamaño de la partitura del primer movimiento de la obra, *Paisaje Primero*. Al mismo tiempo se anexa el archivo digital original para poder apreciar la pieza con mayor detalle.

## Capturas del Único Camino

"Paseje Primero"  
Para Piano, Guitarra, Clavelespiel y Percusión.

Damian Anache, 2014  
(revisión 2015)

**Reglas para la ejecución de la pieza**  
Esta partitura se estructura a partir de la simultaneidad temporal de 4 diferentes intervalos de tiempo que se repiten cíclicamente. A cada intérprete se le designa un ciclo de duración diferente siendo todos múltiplos de una unidad de tiempo común (negra = 27 bpm). Ese intérprete son 5, 7 y 11 negras, además de un ciclo ad libitum pero acción que puede cambiar su duración en cada ciclo. Al iniciar el ciclo designado cada intérprete debe realizar una acción. Cada acción a interpretar debe ser escogida de un grupo designado exclusivamente a cada intérprete, debiendo elegir siempre una acción diferente a la ejecutada en el ciclo anterior, evitando así la sucesión de dos acciones iguales consecutivas. No se determina un orden específico para las acciones de cada grupo y al mismo tiempo se prefiere que el intérprete evite una repetición ordenada de las mismas, alejando la elección aleatoria influenciada por la escuela de las acciones ejecutadas por los otros intérpretes. Las acciones son gestos instrumentales con una estructura rítmica definida pero con las indicaciones de alturas temporizadas en abstracto, indicando sólo direccionalidad. Las alturas específicas se deberán ejecutar según una serie de pautas descriptas en el apartado a continuación.

**Sistema de alturas**  
Cada interpretación de las diferentes acciones sólo puede realizarse con una única clase de nota. En los casos que se solicita más de una nota se deberán emplear diferentes octavas de una misma clase. Las clases de notas posibles deberán ser elegidas por todos los instrumentistas a partir de un mismo grupo entre los 4 detallados en la tabla a continuación. Al iniciar la obra, todos escogerán una clase de nota del grupo A ó del grupo C. Luego, cada 55 negras (6 en la acción siguiente a ese momento según el ciclo de tiempo propio de cada intérprete) se deberá cambiar de grupo, clases internas de ese grupo.

A	6-35 (transp 0)	Do, Re, Mi, Fa#, Sol#	La#	060603
B	5-33 (transp 0)	Do, Re, Mi, Fa#, Sol#		040402
C	4-23 (transp 1)	Do#, Re#, Fa#, Sol#		021030
D	3-12 (transp 0)	Do, Mi, Sol#		000300

### Acciones

**Piano**  
Ilustración de la acción de interpretación de la obra.

**Guitarra**  
Ilustración de la acción de interpretación de la obra.

**Clavelespiel**  
Ilustración de la acción de interpretación de la obra.

**Percusión**  
Ilustración de la acción de interpretación de la obra.

La obra inicia con todos los instrumentistas comenzando sus respectivos ciclos de manera isórona y finaliza al transcurrir 386 negras, cuando los 3 ciclos de duración fija vuelven a coincidir. Cabe aclarar que una de las acciones es sólo silencio (no incluida en los grupos de acciones a continuación, sólo anunciada en esta explicación de texto). Por este motivo, dependiendo de la arbitraria decisión de los intérpretes, la obra puede finalizar y/o comenzar en una simultaneidad de silencios. Si los intérpretes lo desearan, pueden repetir la obra de manera cíclica cualquier cantidad de veces, siempre completando ciclos de 386 negras y evitando las repeticiones consecuentes de cualquier tipo de patrón en sus elecciones.

**Adaptación para Percusión:** No se define un conjunto específico de instrumentos de percusión para emplear en la obra, siendo esa decisión del intérprete percusionista. El único requisito es incluir al menos un parche, un platillo, un objeto de madera y un objeto de metal. Se prefiere que todos sean precaritados con mazos o baquetas, de fieltro o goma blanda (excepto la acción indicada 'con arco' o 'superball').

siendo siempre un único grupo en común para todos los intérpretes. No se define una secuencia específica de grupos y se prefiere que los intérpretes no generen un patrón en la elección sucesiva de grupos. Para finalizar la obra siempre deberán utilizar el Grupo A. Una vez elegido un grupo, la elección de clases de notas para cada acción no debe ser ordenada tampoco se debe repetir una clase antes de completar todas las posibilidades de clases internas de ese grupo.

### Estructura temporal

El diagrama muestra la estructura temporal de la obra, con una línea de tiempo que avanza de izquierda a derecha. Se indican los tiempos de inicio de las acciones de los instrumentos. Hay una marca de tiempo '27' que indica el tiempo de una unidad de tiempo común. Se muestran notaciones musicales para cada instrumento, indicando las acciones que deben realizarse en cada ciclo. Se especifica 'con arco' y 'superball' para algunas acciones.

**pppp** <-> **mp**  
(todos los instrumentos)



### 3.1.2 El Planteo Compositivo de Capturas del Único Camino.

El artículo a continuación detalla el planteo compositivo de la obra y su concepción algorítmica. Este artículo fue publicado en la revista editada por Emiliano Causa, *Invasión Generativa II*, y publicada por Editorial Invasores de la Generatividad, Gonet, Argentina, 2015.

#### ***Capturas del Único Camino: El Planteo Algorítmico.***

##### Introducción.

El presente texto documenta el desarrollo de los algoritmos para la creación de *Capturas del único camino* (Anache, 2014, en adelante: la obra) y la relación entre cada uno de ellos.

Se describe la obra como transmedia al estar constituida por una pieza musical, una serie de imágenes digitales y un trabajo audiovisual. Esta creación fue realizada en el marco de las actividades del proyecto de investigación *Síntesis espacial de sonido en la música electroacústica* (Universidad Nacional de Quilmes, 2013-2015) dirigido por el Dr. Oscar Pablo Di Liscia<sup>18</sup> y Codirigido por el Lic. Mariano Cura .

La pieza musical y una colección de la serie de imágenes fueron publicadas en formato *álbum* por los sellos *Inkilino Records*<sup>19</sup> y *Concepto Cero*<sup>20</sup> en diciembre de 2014. Al mismo tiempo se publicó el mismo álbum en edición digital incluyendo el audio en formato 48 khz 24 bit *Ambisonics UHJ*<sup>21</sup> y el material visual en formato pdf. Ambas

---

18 <https://puredata.info/author/pdiliscia>

19 <http://www.inkilinorecords.net/>

20 <http://conceptocero.com/>

21 *UHJ* es un formato de codificación de la técnica de sonido envolvente *Ambisonics*, que a su vez es compatible con sistemas *stereo*. De esta manera la misma señal de audio de 2 canales puede ser reproducida tanto en sistemas *stereo* como en sistemas con decodificación *Ambisonics*. Para más detalles sobre *Ambisonics* ver Malham, Dave, 2009, *El espacio acústico tridimensional y su simulación por medio de Ambisonics*, en Di Liscia et al, 2009, *Música y espacio: ciencia, tecnología y estética*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Argentina, Capítulo V.

versiones son de libre distribución mediante licencia *Creative Commons*<sup>22</sup> y tanto su descarga como la escucha *online* están disponibles en el siguiente sitio: <http://conceptocero.com/capturasdelunicocamino/>.



*Capturas del único camino* versión álbum físico. Publicado en dos ediciones: *Simple* (300 unidades) y *De lujo* (150 unidades numeradas). La fotografía corresponde al segundo caso, incluyendo: CD de audio (*stereo/Ambisonics-UHJ*), 4 láminas a color con una selección de imágenes generadas para la obra, además de otras láminas en blanco y negro con textos sobre la obra y la partitura de *Paisaje Primero*, el primer movimiento de la obra.

Al definir la publicación como *álbum* se remarca el hecho de incluir música, imágenes y textos, todos en el mismo sentido que Erik Satie incluía escrituras poéticas en las indicaciones de sus partituras para fortalecer el vínculo y la comunicación con el intérprete<sup>23</sup>, aunque en este caso particular se realiza de manera directa con el público receptor de la obra. El mismo Satie, emplea el término *álbum musical* para la publicación de *Sports & divertissements* (1914), respecto del cuál sentenció “*Esta publicación consta de dos elementos artísticos: dibujos y música (...) Estas dos partes, reunidas en un solo volumen, forman un todo: un álbum*”<sup>23</sup>. Décadas después de aquellos trabajos y valiéndose del formato disco (de Vinilio, Compacto, sus adaptaciones de distribución digitales, etc.) muchos músicos trabajaron de algún modo similar esa comunicación complementaria que excede lo estrictamente sonoro o musical. Así es como la publicación de *Capturas del único camino* opera cuidada y delicadamente sobre esos elementos

22 Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

23 Ver Satie, Erik (2011) *Cuadernos de un mamífero* (título original: *Cabiers d'un mammifere*), Acantilado, España.

estéticos que pretenden sugerir un entorno determinado para la apreciación de la obra musical, agregando el hecho de que el desarrollo visual ocupa un lugar importante en la creación de la obra total y no es un mero complemento sino que, como se detallará a continuación, música e imágenes se desarrollaron en conjunto y de manera integral.

Por su parte, el tercer elemento de la obra transmedia, la pieza audiovisual, integra de manera sincronizada la música y las imágenes, para lo que la misma etapa de generación de imágenes estáticas incorpora la dimensión temporal. La primer presentación pública de esta pieza audiovisual fue en forma de instalación y se realizó en la ciudad de La Plata<sup>24</sup>, como proyección monocanal y sistema de amplificación de cuatro parlantes de dos vías en disposición cuadrado.



*Capturas del único camino versión instalación audiovisual.*

A continuación, el presente texto expone los detalles del desarrollo algorítmico de la obra. Para esto primero se presenta el contexto total de la obra; luego se describe la propuesta algorítmica común de todas las etapas; y finalmente se detalla cada etapa individual por separado.

---

<sup>24</sup> Evento: *Nueva Casa C Est La Vie*, Espacio de arte *C Est La Vie*, La Plata, Argentina, 15 de noviembre de 2014.

### Consideraciones generales sobre la obra.

Tanto la música como las imágenes fueron creadas mediante algoritmos desarrollados en los entornos *Pure Data*<sup>25</sup> (música) y *Processing*<sup>26</sup> (imágenes estáticas y en movimiento) e interconectados entre sí mediante el protocolo *OSC*<sup>27</sup> para la versión audiovisual. En todos los casos se diseñaron algoritmos generativos que involucraron pautas aleatorias; es por esto que tanto la publicación de la obra como música en un soporte físico, como las imágenes impresas, son solo algunos de todos los posibles resultados de la obra generativa y de allí la referencia al concepto de *capturas* en su título.

En particular, para la publicación de la obra musical en soporte fijo se realizaron varias grabaciones de la música *capturando* diferentes instancias del resultado sonoro ofrecido por el algoritmo al ponerlo en funcionamiento (opera de manera autónoma y en tiempo real). Luego se seleccionó una única *captura* como versión final. Por otro lado, y de manera análoga, las imágenes impresas son solo una selección del autor a partir de una gran cantidad de posibles resultados de imágenes generadas por el otro algoritmo (también autónomo pero en tiempo diferido). De algún modo el proceso de selección de imágenes, como el de los fragmentos musicales, sería similar al de tomar fotografías de un área determinada de un paisaje, *capturando* así solo un sector de una vista que en realidad es inabarcable. Asimismo, en la instancia audiovisual exhibida como instalación la *captura* es realizada por el espectador al decidir el momento, o recorte temporal, de contemplación de la obra, la que en realidad es de proyección continua y de duración indeterminada (al menos en términos ideales).

---

25 Miller Puckette *et al*, libre distribución, <https://puredata.info/>

26 Ben Fry y Casey Reas, libre distribución, <https://processing.org/>

27 Forma corta para *Open Sound Control*, el protocolo de comunicación. Detalles en: <http://opensoundcontrol.org/>

### Descripción de la propuesta algorítmica.

El algoritmo musical y el de imágenes digitales estáticas tienen una concepción común en términos conceptuales, ambos definidos a partir del siguiente planteo:

*Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción. En cada instancia, determinar las características de ella (las de cada unidad) a partir de un listado de posibilidades previamente definido. Esa definición (la de las características) debe ser mediada al menos por una decisión aleatoria.*

Existe una incontable cantidad de modos diferentes de interpretar esta propuesta y cada interpretación generaría pares de algoritmos tan diferentes como cantidad de obras posibles a partir de este enunciado (el par de algoritmos se refiere al musical y el de imagen). En el caso particular de *Capturas del único camino*, ese planteo se concretó interpretando cada concepto de la manera que se detalla a continuación :

A) Para la premisa “*Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción.*” se interpretó lo siguiente según el caso:

	<u>Música</u>	<u>Imagen</u>
<i>espacio de realización</i>	el tiempo	el lienzo <sup>28</sup>
<i>paso</i>	cantidad de negras	cantidad de píxeles
<i>unidad de construcción</i>	<i>sample</i> <sup>29</sup>	figura geométrica

B) En el caso de la segunda parte de la propuesta, las *características* de la *unidad de construcción* para esta obra están definidas a partir de un listado de posibilidades que se organizan en dos niveles: el primer nivel jerárquico es la clase de la *unidad de construcción*, la que además está subdividida en dos niveles o B.1) categorías; En segundo orden jerárquico, se definen las características que afectan a esa clase. El algoritmo de implementación define todos los niveles de cada

28 O sea, en términos de imagen digital: una matriz de píxeles o un *mapa de bits*.

29 Se entiende por *sample* en el contexto de este escrito a un archivo de audio que almacena un único *objeto sonoro*. El concepto *objeto sonoro* se desarrolla en: Schaeffer, Pierre (2003), *Tratado de los objetos musicales*, Alianza Editorial, España.

*unidad* específica de manera aleatoria, según las posibilidades de las tablas a continuación:

B.1) Primer nivel jerárquico, clase:

<b>Música</b>		
Clase de <i>la unidad</i> ( <i>Sample</i> / Material sonoro)	Categoría Principal	Categoría secundaria
	- Instrumento Acústico	- Piano
		- Guitarra
		- Glockenspiel
		- Percusión
	- Sonido vocal	- Silbado
		- Cantado Largo
		- Cantado Breve
		- Sonido no tónico
	- Sonido generado por síntesis	- Sonido puro
		- Evolución breve ( percusivo / rítmico)
		- Evolución media
		- Evolución larga ( textural )
	- Grabación de campo (Fuente: Agua)	- Puntual ( gota / brazada)
		- Caudal leve
		- Caudal medio
- Caudal grande		

<b>Imagen</b>		
Clase de <i>la unidad</i> (Figura Geométrica)	Categoría Principal	Categoría secundaria
	- Triángulo	Grande
		Chico
	- Cuadrado	Grande
		Chico
	- Círculo	Grande
		Chico

B.2) Segundo nivel jerárquico, características de cada unidad:

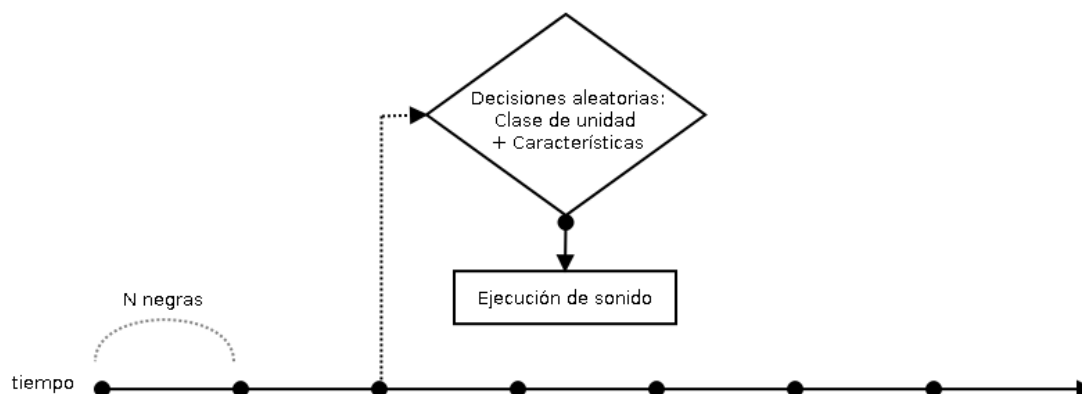
<b>Música</b>
Grupo de Alturas ( PCS <sup>30</sup> ) + Altura ( PC <sup>30</sup> )
Duración
Intensidad (Volumen)
Posición angular y distancia

<b>Imagen</b>
Distribución global de color ( foto de referencia ) + Color de cada figura
Tamaño
Intensidad (Composición alfa)
Posición angular (ángulo de rotación, solo válido para la figura triángulo)

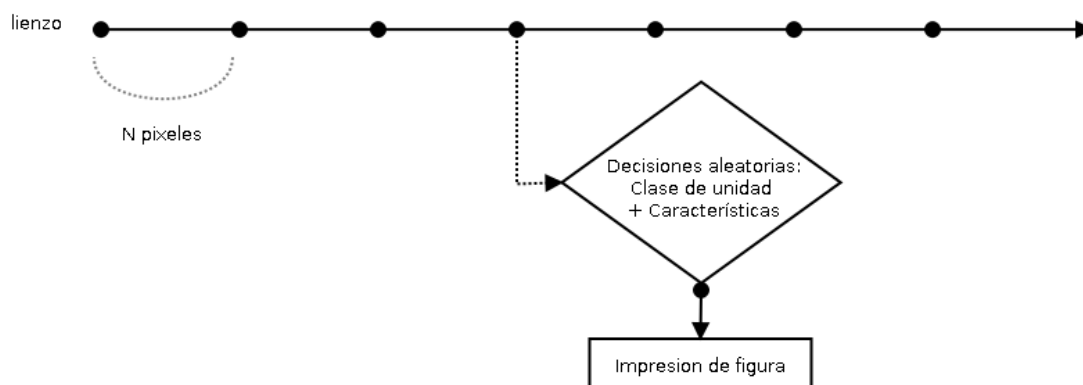
Partiendo de la interpretación de las premisas iniciales según lo detallado en los puntos A y B, la propuesta algorítmica de la realización musical y de imagen estática se las puede representar mediante los siguientes diagramas:

- Música:



<sup>30</sup> PCS, siglas para *Pitch Class Set*; PC, siglas para *Pitch Class*. Más detalles el punto 4.1 – *El algoritmo musical*.

- Imagen:

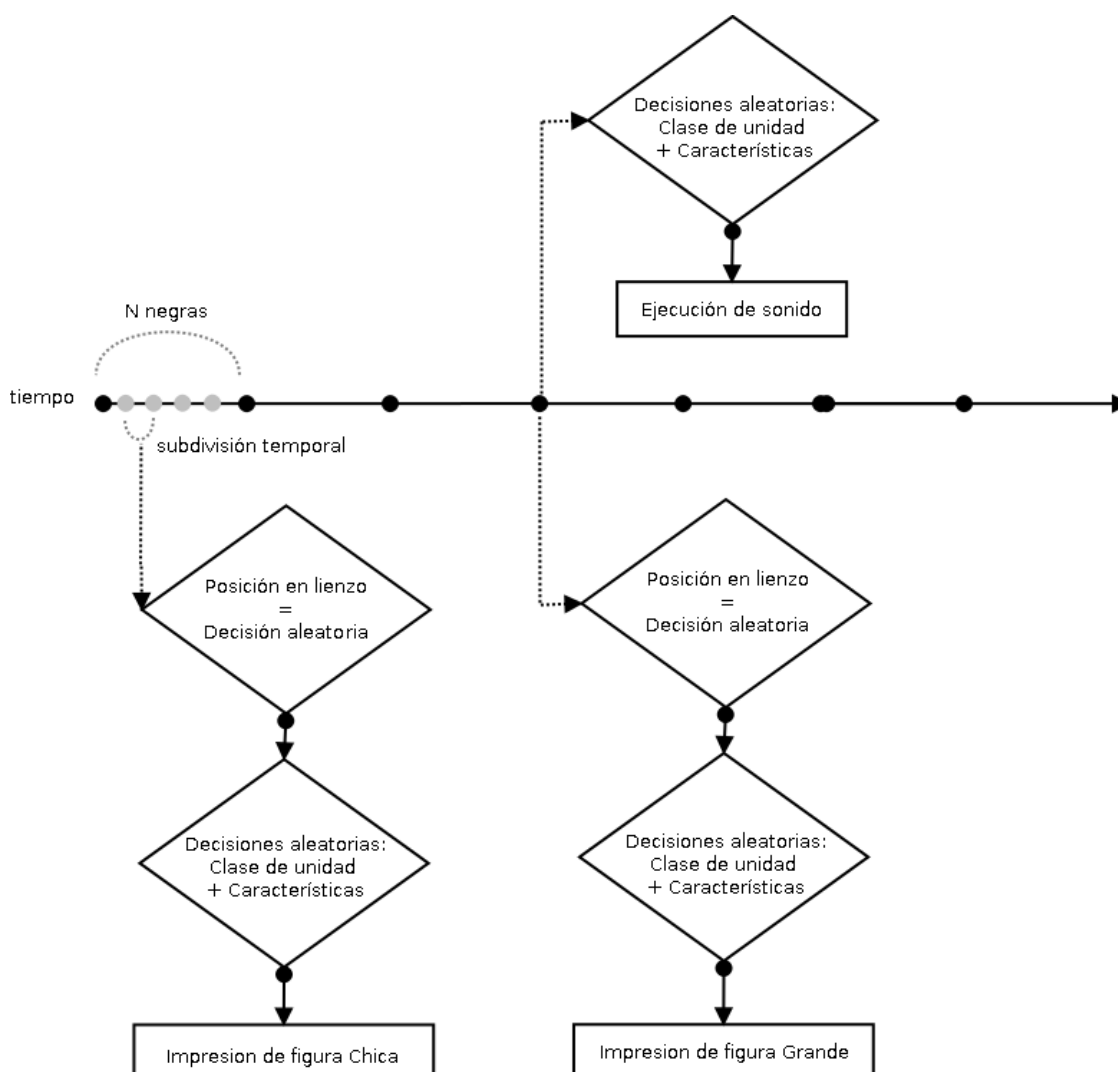


Por su parte, el algoritmo audiovisual toma como punto de partida los dos anteriores, el musical y el de imagen, y los integra de manera que el segundo ya no opera en tiempo diferido sino que su desarrollo está supeditado a la conducción temporal impartida desde el primero. Es entonces que el algoritmo musical no presenta alteraciones estructurales en la realización audiovisual mientras que sí presenta modificaciones el de generación de imagen; principalmente al incorporar la dimensión temporal por lo que su “*espacio de realización*” en este caso es un híbrido entre *el lienzo*<sup>31</sup> y *el tiempo*. El recorrido de *el lienzo* en este caso es de manera aleatoria por lo que el orden de generación de figuras geométricas no es lineal y los momentos de generación de cada figura son organizados a partir de la indicación de *tempo* recibido desde el algoritmo musical. Otro de los cambios radica en que las figuras geométricas, osea la *unidades de construcción*, se reagrupan en dos: las Figuras de tamaño grande y las de tamaño chico, invirtiendo el orden de las categorías detalladas en la tabla B.1. Entonces, las figuras de tamaño chico están en constante generación según una unidad de tiempo proporcional a la que opera la etapa musical, y las de tamaño grande se generan en sincronía con el *paso* de creación del algoritmo musical. De esta manera, la sincronía en la obra final queda evidenciada de manera explícita gracias a la creación simultánea de

<sup>31</sup> Ahora, la pantalla de la realización audiovisual digital.



figuras geométricas grandes y las acciones musicales. Esta propuesta algorítmica de la realización audiovisual se la puede representar mediante el siguiente diagrama:



### Precisiones sobre los algoritmos individuales

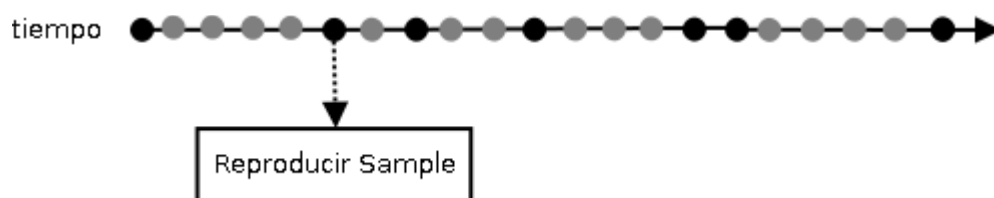
#### - El algoritmo musical

Antes de exponer las precisiones sobre este algoritmo es importante aclarar que el mismo opera a modo de intérprete automático de una partitura compuesta en términos musicales tradicionales (o mejor dicho, contemporáneos), la que también puede ser ejecutada por músicos. Aquí se expondrá solo el desarrollo del algoritmo que interpreta la obra en términos musicales, sin profundizar sobre la programación en el lenguaje particular elegido para su realización (el que como se anticipo fue desarrollado en el

entorno *Pure Data*); entendiendo por esto que el mismo resultado de obra puede alcanzarse con precisión mediante el uso de otros entornos similares. Esto infiere que la entidad de la obra tratada no se fundamenta en un lenguaje específico de programación sino en la interpretación del planteo algorítmico, la que inclusive puede ser ejecutada más allá de los entornos de programación (por ejemplo por músicos como se señaló al inicio de este párrafo).

A continuación se detalla cómo se concretó en términos musicales el planteo algorítmico descrito en el punto 3 - *Descripción de la propuesta algorítmica*. Cabe señalar que como criterio general se buscó que esta implementación del algoritmo alcance una constante variación (dentro de las posibilidades que ofrecen sus límites) para evitar que se evidencie el/los patrón/es de repetición en el resultado sonoro final.

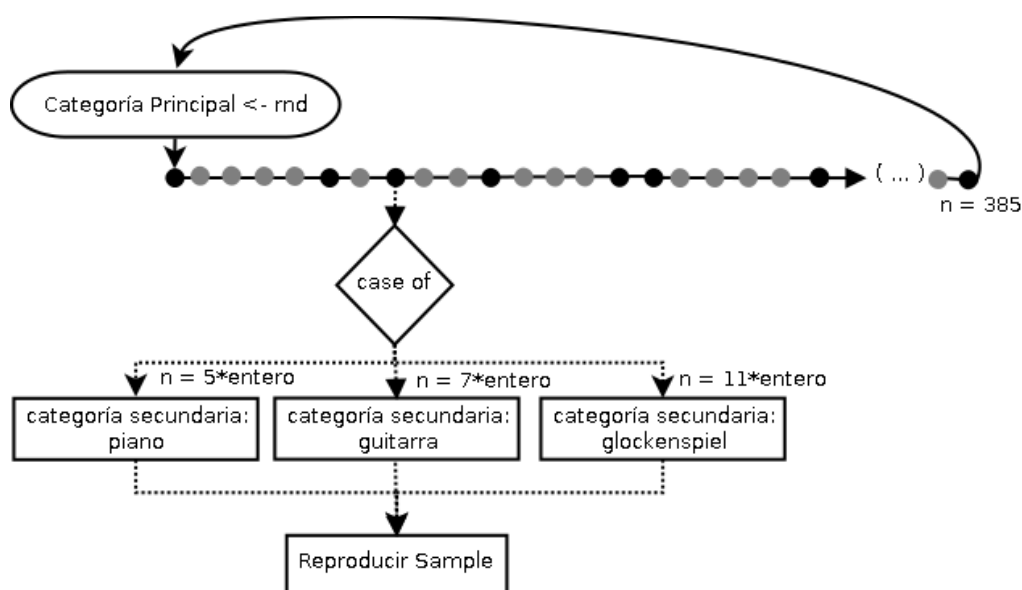
La primer oración del planteo algorítmico expone: “*Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción*”. Como se aclaró en el punto 3.A, esta obra considera al tiempo como el *espacio de realización*, el *paso* está definido en cantidad de negras y la *unidad de construcción* es el *sample*. Entonces, el *paso* fue definido de manera irregular y según una secuencia de intervalos (cantidad de negras) obtenidos a partir de los múltiplos de 5, 7 y 11. De manera que la secuencia de intervalos se corresponde con el modelo: 5, 7, 10, 11, 14, 15, 20, 21, 22, 25, 28, 30, 33, 35, etc. Una vez definida esta secuencia de intervalos se constituye un patrón de hasta alcanzar el valor 385. Este patrón es tomado como estructura cíclica de *pasos* para el algoritmo, que la recorre (la secuencia) a velocidad de negra = 27 bpm. A partir de esto, se entiende que el algoritmo *recorre el espacio de realización de la obra* “contando” la cantidad de negras y en los valores de negras múltiplos de 5, 7 y 11, *coloca una unidad de construcción*, osea reproduce un *sample*. Lo planteado en este párrafo se puede representar de la siguiente manera:



La elección del *sample* específico a reproducir está mediada por una decisión de tres niveles, primero entre los dos niveles de posibilidades detalladas en la tabla del punto 3.B-1 y luego el *sample* concretamente (sobre lo que se detallará mas adelante). Por lo tanto, la primer decisión define la categoría principal del material sonoro. Esto se realiza de manera aleatoria al iniciar cada ciclo de 385 negras, constituyendo así la organización formal de la obra en cuatro movimientos, cada uno correspondiente a las cuatro posibilidades de la categoría principal. Sus nombres son: *Paisaje Primero* (instrumentos acústicos); *Paisaje Propio* (sonidos vocales); *Paisaje Artificial* (sonidos generados por síntesis); y *Paisaje Natural* (grabaciones de campo, fuente: agua en movimiento). Para cada uno de esos cuatro movimientos, el patrón de *pasos* (o la secuencia de intervalos medidos en cantidad de negras) sufre pequeñas variaciones o adaptaciones a partir del modelo definido en el párrafo anterior, el que se corresponde para *Paisaje Primero*. Esas variaciones son las necesarias para ajustar con criterio estético el algoritmo general según las características propias de cada material sonoro. No se profundizará aquí esos pormenores, simplemente se ejemplifican señalando que las variaciones se realizaron para evitar superposiciones de *samples*. Por ejemplo, para el caso particular de *Paisaje Natural* la mayoría de las grabaciones de campo exceden la duración de 5 negras (a 27 bpm), de modo que se implementó un paso escalado al doble, usando solo los múltiplos de 5 que a su vez son pares (10, 20, 30, etc) y continuando con ese criterio se realizaron otras variaciones similares.

El segundo nivel de la decisión del *sample* a reproducir en cada paso, define la categoría secundaria, o sea “¿cuál instrumento?” para el caso de *Paisaje Primero*. Esa decisión no es aleatoria sino que está vinculada con la cantidad de *pasos* o la cantidad de negras. Cuando la cantidad de negras sea múltiplo de 5 el algoritmo reproduce un *sample* de la categoría secundaria *piano*; para múltiplos de 7, *guitarra*; y para múltiplos de 11, *glockenspiel*. Cuando la cantidad de negras sea un múltiplo más de uno de estos valores, se reproducirán más de un instrumento en simultáneo. La categoría secundaria de *sample percusión*, en el único caso (entre todos los cuatro movimientos) que por criterios estéticos y arbitrarios opera con un *paso* aleatorio, alejándose así del planteo inicial. Los otros movimientos tiene asignaciones que respetan el mismo criterio de división de la categoría principal en estratos por intervalos de tiempo múltiplos de un valor específico. Esta organización permite generar una estructura rítmica procesual, articulada con la

organización tímbrica y evitando la simultaneidad de todos los materiales sonoros más allá de una instancia por cada patrón o ciclo.



El último nivel de la decisión es el *sample* concreto a reproducir. Esta decisión es aleatoria y define el gesto musical ejecutado por el instrumento elegido. El listado de posibilidades de gestos musicales no se exponen aquí (pero sí se los documenta en la partitura, al menos para *Paisaje Primero*) ya que es extenso y propio para cada fuente individual, por ejemplo, el piano ofrece un amplio repertorio de gestos como acordes, arpeggios, etc, mientras que en el caso del sonido vocal silbado, son simplemente diferentes grabaciones de una misma nota silbada. Por otro lado, resulta inapropiado el concepto de gesto musical para las grabaciones de campo de agua en movimiento, por lo que en ese caso de la decisión final del *sample* (cuando ya se optó por un nivel de caudal de agua, por ejemplo *leve*) simplemente se escoge entre diferentes grabaciones de campo que se corresponden con la clase. Cabe señalar que más allá del grado de aleatoriedad algorítmica para la elección de los *samples*, la cuidada colección ofrecida como banco para el algoritmo ocupó una etapa importantísima del proceso de creación y son estos materiales lo que garantizan el efectivo resultado de la obra.

La segunda etapa del algoritmo de ejecución de la obra decide las características de la reproducción de cada *sample*. Esas características, según la tabla del punto 3.B.2 son: altura (definida a partir de diferentes grupos de posibilidades), duración, intensidad

y posición espacial (definida por una posición angular y una simulación de distancia emulada solo a partir de un nivel de reverberancia ).

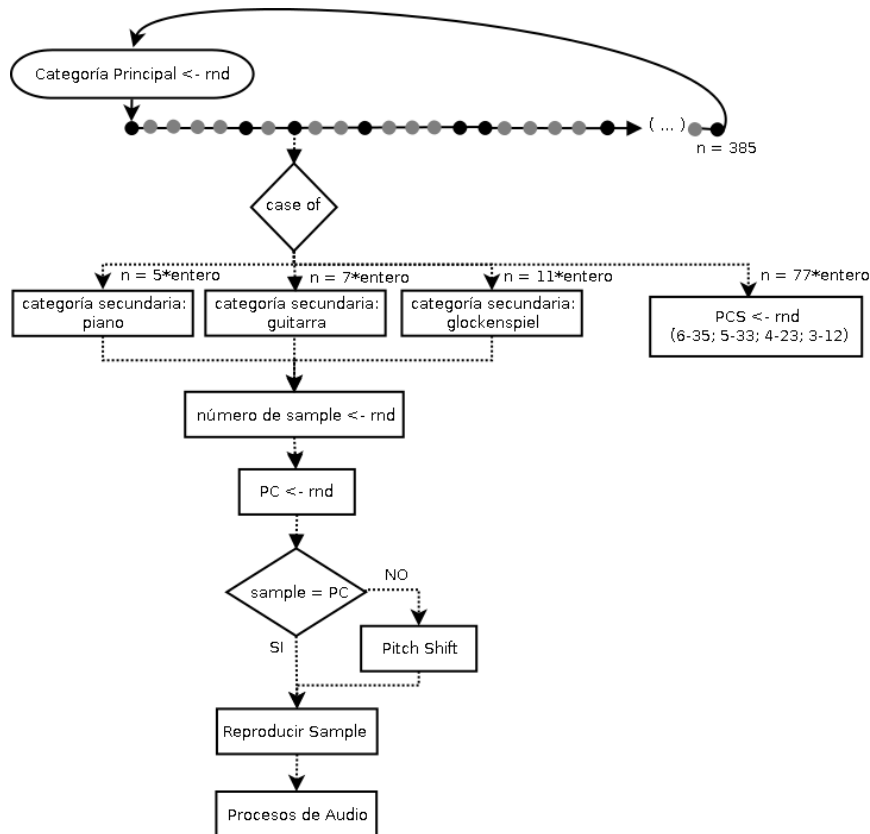
En cuanto al manejo de altura se desarrolló un trabajo atonal basado en la teoría de los *conjuntos de grados cromáticos*<sup>32</sup>. Para esto se definieron cuatro PCS: 6-35; 5-33; 4-23 (transp. 1) y 3-12. Cada 77 negras el algoritmo elige aleatoriamente uno de esos grupos y luego, al momento de ejecutar cada *sample*, elige un PC determinado dentro de las posibilidades del grupo en vigencia. Para esto, cada *sample* tiene la información de PC propio, de manera que si el *sample* elegido no corresponde con el PC a ejecutar en ese momento el algoritmo varía la velocidad de reproducción (*pitch scaling /pitch shifting*), transponiéndolo para lograr la correspondencia. Claramente este planteo de manejo de alturas solo es válido para los sonidos tónicos, sin embargo para los sonidos no-tónicos (por ejemplo, las grabaciones de campo de agua en movimiento) se definió arbitrariamente el PC propio de cada *sample*, de manera de capitalizar estéticamente el proceso de variación de la velocidad de lectura que altera tanto el timbre como la duración de los *samples*, aportando así constantes variaciones para cada ejecución de *sample*. De esta manera, en un mismo proceso se altera tanto la altura de los *samples* como su duración y timbre, en todos las categorías de *samples*.

El control de la intensidad, por su parte, está supeditado principalmente al contenido sonoro original que almacena cada *sample*. De manera que más allá de esas variaciones de intensidad que se generan a partir de las propias características de los *samples*, el algoritmo incorpora modulaciones de amplitud mediante varias *LFO* (*Low frequency oscillation*) que operan en diferentes estratos, divididos por cada categoría de *sample* (categoría secundaria, osea el tipo de instrumento en *Paisaje Primero*). También mediante varias *LFO* se definen las posiciones espaciales de cada uno de esos estratos. En todos los casos, las modulaciones son articuladas para que operen de manera asincrónica evitando patrones de convergencia de los valores extremos entre ellas. Con respecto a la posición espacial se refiere a la posición angular en la esfera unidad del campo *surround 3D* según la técnica de codificación *Ambisonics*. En cuanto al uso de reverberación, el valor modulado mediante una *LFO* es el nivel de *dry/wet* entre el sonido directo y el sonido reverberado.

32 Más información sobre la teoría en: Cetta, Pablo y Di Liscia, Oscar Pablo, 2010, *Elementos de contrapunto atonal*, Educa, Argentina.

convolución entre cada *sample* y una respuesta a impulso. Cabe aclarar que la implementación de la reverberación se empleó principalmente por un interés estético de alteración tímbrica de los sonidos y no se pretendió recrear con precisión un espacio acústico real.

Incorporando todos los niveles de acción del algoritmo, su esquema completo se representa de la siguiente manera:



### El algoritmo de imagen

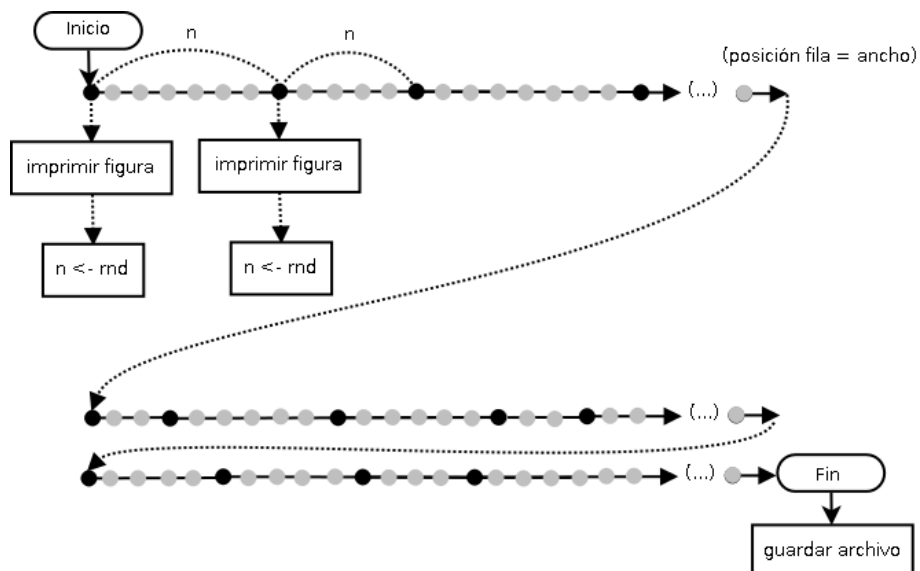
Continuando con el criterio expuesto en el primer párrafo del punto 4.1 – *El algoritmo musical*, a continuación se desarrolla la interpretación algorítmica de la obra sin profundizar en su manifestación en un lenguaje de programación específico. Solo se menciona que la obra se concretó con el código desarrollado en el entorno *Processing* (como se anticipó en 2 – *Consideraciones generales sobre la obra*). Este algoritmo funciona en tiempo diferido y requiere de un conjunto de valores de inicialización definido por el usuario (en adelante: el autor) que determinan su comportamiento según las

características de la imagen o serie de imágenes a generar en cada instancia de ejecución ( adelante se detalla el listado de parámetros de inicialización). En términos generales, el algoritmo alcanzado analiza la distribución de color de un banco de fotografías de paisajes reales (tomadas por el autor) y a partir de esa información genera nuevas imágenes de paisajes abstractos, construidos a partir de la superposición de figuras geométricas simples. Como gran parte de las decisiones del algoritmo son medidas por valores aleatorios, el mismo puede generar una cantidad indeterminada de imágenes diferentes. En la imagen de referencia que se incluye a continuación, se puede observar que las figuras están definidas por un color pleno y un contorno en contraste, por diferencia de intensidad del mismo color. Cabe aclarar que algunas de las imágenes impresas publicadas en la versión álbum de *Capturas del único camino*, fueron generadas mediante versiones preliminares del algoritmo y de allí que el resultado alcanzado no se corresponda con precisión con el planteo que aquí se desarrolla como versión final del algoritmo.



Imagen generada por el algoritmo de *Capturas del único camino* especialmente para la publicación en la revista *Invasión Generativa*.

A continuación se detalla cómo se concretó en términos visuales el planteo algorítmico descrito en el punto 3 - *Descripción de la propuesta algorítmica*. La primer oración del planteo expone: “*Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción*”. Como se aclaró en el punto 3.A, esta obra considera al *lienzo* (mapa de bits) como el *espacio de realización*, el *paso* está definido en cantidad de píxeles y la *unidad de construcción* son figuras geométricas. Para esto el algoritmo recorre el mapa de bits a crear desde la posición superior izquierda hasta el extremo opuesto (inferior derecho). Si se piensa al mapa de bits como una matriz, primero se recorre todas las posiciones (píxeles) de una fila completa (desde 0 en el extremo izquierdo, hasta el valor máximo en el extremo derecho) y recién luego avanza a la fila siguiente, empezando en la fila superior. Ese recorrido no es píxel a píxel (ni el recorrido interno de una fila, ni en el salto de una fila a otra) sino que se realiza según un paso (una cantidad determinada de píxeles) definido aleatoriamente y que además cambia paso a paso (en cada paso dentro de una fila, como en el paso de fila a fila). Esa definición aleatoria del paso se realiza en función del tamaño de la imagen a generar y el tamaño mínimo posible de cada figura (más adelante se profundizará sobre el tamaño de las figuras). De esta manera, el algoritmo imprime en el *lienzo* una figura geométrica a cada *paso*, como se lo representa en el esquema a continuación:





La elección de la *unidad de construcción* específica, o sea la figura geométrica con la que el algoritmo opera en cada generación de imagen nueva, es definida por el autor al ejecutar el algoritmo como parámetro de inicialización. Como se indicó en la tabla 3.B.1, además de la clase de figura geométrica específica existe una categoría secundaria para la *unidad de construcción* y en este caso agrupa los tamaños de las figuras en dos categorías: chico y grande. Este aspecto es definido aleatoriamente por el algoritmo, paso a paso, al imprimir cada figura. La distribución de la cantidad de figuras grandes en relación a las chicas es definida a partir de un porcentaje ingresado como parámetro de inicialización por el autor al ejecutar el algoritmo.

La segunda etapa de decisiones del algoritmo define las características específicas de cada figura, las que se plantearon en la tabla del punto 3.B.2 : tamaño específico, color ( definido a partir de diferentes grupos de posibilidades), intensidad y en el caso particular de la figura triángulo: su ángulo de rotación.

El tamaño específico de cada figura particular se decide aleatoriamente en cada paso a partir de márgenes mínimos y máximos, tanto para la categoría de tamaño grande como la de chico. Estos márgenes son definidos por el autor como valores de inicialización al ejecutar el algoritmo.

El color de las figuras está definido en dos etapas. En la primer etapa, el algoritmo escoge aleatoriamente una o más imágenes de referencia, a partir de una colección de imágenes ofrecida por el autor como banco. Dicho en otras palabras reduce el banco de referencia a una cantidad menor de imágenes. A continuación se incluyen ejemplos de algunas de ellas.



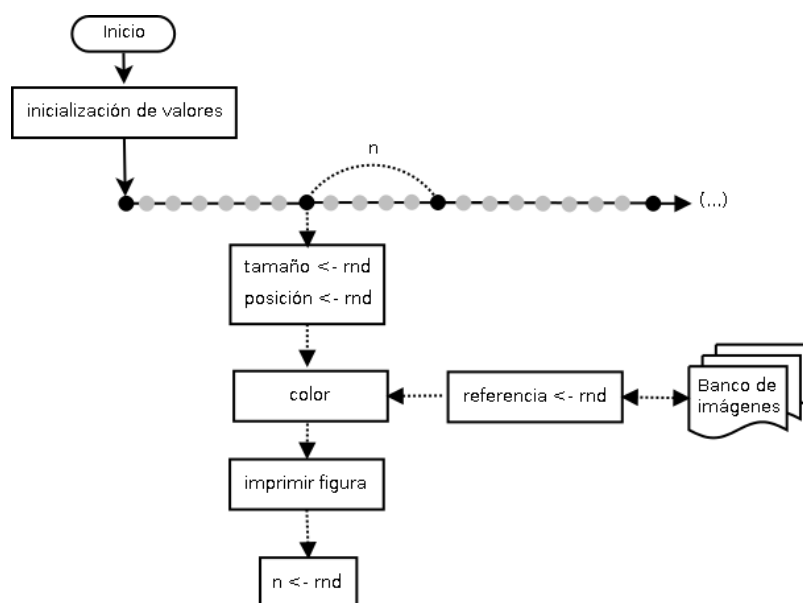
Algunas de las imágenes del banco de referencia para la distribución del color.

En una segunda etapa, una vez seleccionadas las imágenes a emplear, el algoritmo toma (aleatoriamente) solo una de ellas a cada paso para evaluar la información de color en la misma posición a imprimir (posición porcentual relativa al tamaño de cada imagen) y así construir la nueva figura geométrica según ese color. Es decir, el algoritmo consulta el color que contiene alguna de las imágenes de referencia en la misma posición (fila/columna) en la que generará una nueva figura geométrica. Como consecuencia de este planteo, la nueva imagen generada mezcla y traslada a un mismo lienzo la distribución de color de varias de las imágenes de referencia. Las imágenes del banco ofrecido al algoritmo son fotografías de paisajes reales de manera que en la zona inferior de las referencias predominan los colores oscuros y en la parte superior colores claros. Gracias al mecanismo desarrollado, esa tendencia (zona inferior oscura, superior clara) se conserva en las imágenes generadas. Como se anticipó, el margen o contorno de las figuras y el relleno de las mismas se corresponden con un mismo color pero en contraste a partir de diferentes niveles de intensidad, o valor de composición alfa. El nivel del contorno es siempre el máximo y el de relleno es aleatorio, mayor al 25% y menor al 50%. Otra de las características aleatorias que define el algoritmo es la posición de rotación de

la figura triángulo. En ese caso, paso a paso, el algoritmo define la posición en cuatro posibilidades angulares: 0°, 90°, -90° o 180°.

A continuación se expone el listado de parámetros definido por el usuario/autor al momento de ejecutar el algoritmo y posteriormente un esquema general de su funcionamiento.

Valores de iniciación
Tamaño de imagen de salida (ancho y alto).
Cantidad de imágenes que se analizan para obtener la distribución de color (cant. max = tamaño del banco)
Cantidad de imágenes a generar
Figura geométrica a emplear (circulo, cuadrado o triángulo)
Relación porcentual entre la cantidad de figuras de tamaño grande y chicas
Margenes de tamaño para las dos clases de figuras ( tamaño máximo y mínimo para las figuras grandes y chicas, en pixeles)



### El algoritmo audiovisual

Como los anteriores, el algoritmo audiovisual se describió en términos generales en el punto 3 - *Descripción de la propuesta algorítmica* y es el que integra al musical con el

de generación de imágenes estáticas. Esto es así, más allá del hecho de que la programación del código de implementación del primero (el musical) sufra pequeñas modificaciones, las que no por esta condición afecten la interpretación algorítmica de la obra. Un ejemplo de esas modificaciones del código es la incorporación de la etapa de envío de datos OSC hacia el código de generación de imágenes.

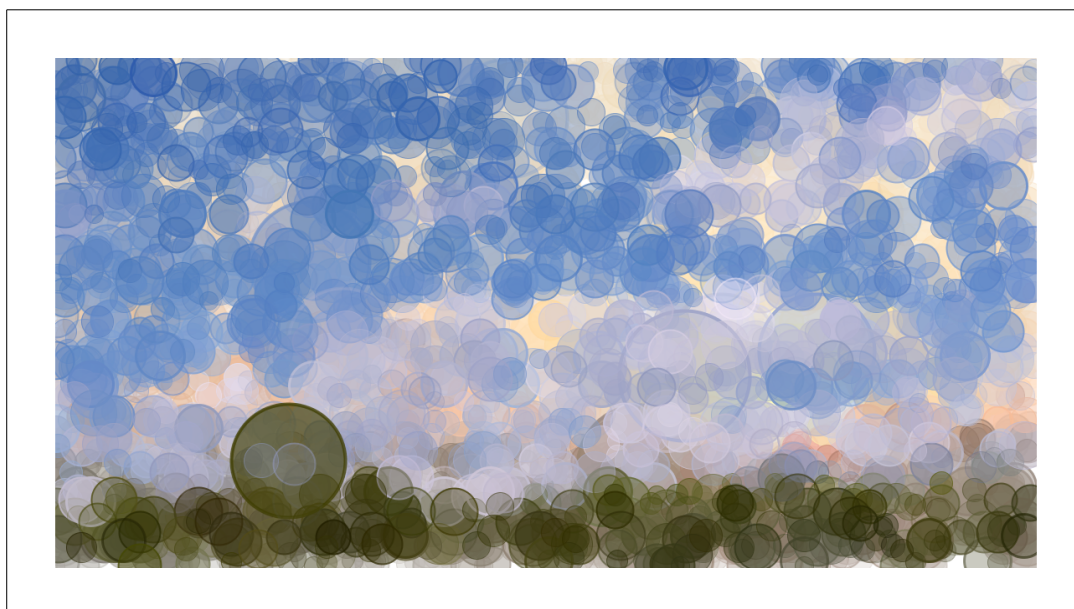
Como se anticipa también en el punto 3, el algoritmo de generación de imagen de la obra audiovisual (desarrollado en *Processing*) toma como punto de partida el algoritmo de generación de imágenes estáticas modificando las categorías de las figuras (al dividir los grupos de figuras chicas y grandes) y mediante la incorporación de la dimensión temporal. Esta última característica impacta en la manera en que se imprimen las figuras. Por un lado, las figuras en este caso no son impresas en tiempo de proceso (o tiempo diferido / *offline* ) sino que la aparición de cada figura es una acción capitalizada estéticamente mediante un simple fundido de entrada o *fade in*. Otro de los aspectos que capitaliza la dimensión temporal de manera estética es el orden en que el algoritmo recorre la pantalla. En el desarrollo de imagen estática el algoritmo recorre *el lienzo* linealmente desde el ángulo superior izquierdo hasta el inferior derecho, mientras que en el audiovisual el orden es aleatorio. Para esto, la etapa musical envía una señal de sincronía por cada negra, momento al que se imprimen 100<sup>33</sup> figuras chicas simultáneamente, distribuidas de manera aleatoria y mediante el fundido de entrada. Cada fundido de entrada tiene su propio tiempo de duración, definido aleatoriamente por el algoritmo al momento de iniciar la creación de cada figura. Planteada esta metodología, se define un límite de 500<sup>33</sup> figuras de creación en simultáneo (este parámetro puede ser modificado teniendo en cuenta que a mayor cantidad de figuras en proceso de fundido, mayor requerimiento de procesamiento de la plataforma de trabajo / computadora). Una vez que cada figura alcanzó su intensidad máxima (también definida aleatoriamente, de igual manera que el algoritmo de generación de imágenes estáticas) las figuras pasan a ocupar de manera estática una capa de fondo de la pantalla, acumulando estratos pero sin requerir la misma capacidad de procesamiento que requieren al estar en transición. Al mismo tiempo, como se explicó en el punto 3, las figuras grandes son impresas de

---

33 Esta es el valor por defecto del algoritmo y puede ser modificada por el usuario/autor según el potencial de proceso de la plataforma en la que se ejecute el código.

manera análoga a las chicas pero cada una lo hará al recibir una señal de ejecución de acción sonora vía *OSC* y su distribución espacial también es aleatoria.

La forma de las figuras (cuadrado, círculo o triángulo) es definida aleatoriamente al inicio de cada movimiento (ver 4.1 – *El algoritmo musical* ) mientras que el banco de imágenes de referencia para la distribución de color se decide al mismo tiempo que el algoritmo musical cambia de PCS, o sea cada 77 negras (ver 4.1). De esta manera, al estar el desarrollo visual supeditado al musical, la duración también es indeterminada. A continuación se muestra una captura de pantalla de la realización audiovisual. Como se puede observar las dimensiones y la cantidad de las figuras geométricas difiere a las de imágenes estáticas. Esto radica en que el potencial de proceso requerido para realizar la generación de imágenes en tiempo real es superior al necesario para el tiempo diferido. Por tal motivo, esos parámetros son alterados en vistas de reducir la demanda de recursos durante la ejecución del algoritmo audiovisual. Asimismo, la cantidad de figuras grandes es menor, ya en este algoritmo su creación no es relativa a la cantidad total de figuras sino que depende de la cantidad de sonidos que se estén reproduciendo en la etapa musical.



Captura de pantalla de la realización audiovisual.

## Bibliografía sugerida

Cage, J. *Indeterminacy*. en *Silence: Lectures and Writings*. EE. UU. Wesleyan University Press. 1961.

Cage, J. et al. *Every Day is a Good Day - The Visual art of John Cage*. Inglaterra. Hayward Publishing. 2010.

Eno, B. *Composers as gardeners*. Lectura en *The Serpentine Gallery Garden Marathon, Serpentine Gallery, Edge Foundation*. Inglaterra. 2011. Disponible online: <http://edge.org/conversation/composers-as-gardeners> (último acceso: agosto, 2015).

Essl, K. *Algorithmic composition*. En Collins, N. y d'Esquivan, J. (editores) *The Cambridge Companion to Electronic Music*. Inglaterra. Cambridge University Press. 2007

Galanter, P. *What is Generative Art? Complexity Theory as Context for Art Theory*. en GA2003, 6th Generative Art Conference, Italia. 2003. Disponible online. Enlace <http://www.generativeart.com/on/cic/papersGA2003/a22.pdf> (último acceso: agosto, 2015).

Scoates, C. *Brian Eno: Visual Music*. EE.UU. Chronicle Books.2013.

Solaas, L. *Generatividad y molde interno - Los sistemas de reglas en el desarrollo de la forma artística*. 2010. en Causa, E. (compilador) *Invasión Generativa*, Año 1 N° 1. Argentina. Editorial Invasores de la Generatividad. 2014.

### 3.1.3 Aplicación informática de Capturas del Único Camino.

El artículo a continuación profundiza los criterios de composición del primer movimiento de la obra y las aplicaciones informáticas creadas para su ejecución. Este artículo fue publicado en Cetta P. (editor). *Actas de la duodécima Semana de la música y la musicología - Jornadas Interdisciplinarias de Investigación : "Música actual y tecnología aplicadas"*. Argentina. Educa Educa, Universidad Católica Argentina. 2015.

#### **Aplicaciones informáticas en la ejecución de una composición algorítmica: Precisiones sobre la realización de Capturas del Único camino.**

#### Abstract.

Las obras de composición algorítmica pueden ser ejecutadas por máquinas o músicos en vivo según las características específicas de cada pieza. *Paisaje Primero*, el primer movimiento de *Capturas del único camino* (Anache, 2014)<sup>34</sup> es un caso particular que contempla ambas posibilidades de ejecución. Esta obra es a su vez un caso de composición algorítmica y generativa a partir del modo en que involucra pautas aleatorias. La obra fue publicada en CD de audio (*Inkilino Records y Concepto Cero*, 2014) y esa versión está codificada en *Stereo-Ambisonics-UHJ* (Michael Gerzon et al<sup>35</sup>). El disco registra una versión de la obra interpretada por aplicaciones que fueron creadas por el compositor en el entorno *Pure Data* (Miller Puckette et al<sup>36</sup>, aka *PD*). La documentación que aquí se presenta expone los detalles del planteo compositivo y las aplicaciones desarrolladas para su ejecución.

---

34 Más información de la obra en: <http://conceptocero.com/capturasdelunicocamino/> (último acceso: septiembre 2015).

35 Para más detalles sobre *Ambisonics* ver Malham, Dave (2009) *El espacio acústico tridimensional y su simulación por medio de Ambisonics*, en Di Liscia et al (2009) *Música y espacio: ciencia, tecnología y estética*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Argentina, Capítulo V.

36 Entorno de libre distribución, disponible en: <http://puredata.info/> (último acceso: septiembre 2015).

### Marco teórico.

Tomando como referencia la definición de algoritmo planteada por Essl<sup>37</sup>, la *composición algorítmica* es aquella que emplea un conjunto predeterminado de instrucciones o reglas para alcanzar una obra a partir de una cantidad limitada de pasos. Según él, el algoritmo constituye un modelo abstracto que define y controla alguno o todos los aspectos estructurales de la música compuesta en estos términos. En su artículo *Algorithmic composition*<sup>4</sup>, Essl señala antecedentes del pensamiento algorítmico en composiciones del siglo IX hasta en la actualidad, destacando a los compositores que profundizaron la propuesta durante el siglo XX, entre ellos Karlheinz Stockhausen, Iannis Xenakis, Gottfried Michael Koenig, John Cage y Lejaren Hiller. Este último fue uno de los pioneros en involucrar las herramientas informáticas en la composición algorítmica, documentando detalladamente varias de esas composiciones en textos como *Composing with Computers: A Progress Report* (1981)<sup>38</sup>. Como bien señala Essl, debido a su naturaleza basada en reglas, todo algoritmo puede ser expresado como un programa de computadora. Sin embargo, esta condición no es exclusiva ya que el uso de algoritmos no está restringido solo al ámbito de las computadoras; afirmación argumentada y ejemplificada por el autor con casos de obras previas a su existencia.

El planteo algorítmico de una obra puede ocupar solo la instancia de composición de manera independiente a su ejecución. Dicho en otras palabras, una partitura puede ser concebida con recursos algorítmicos mientras que su ejecución puede no involucrar nada algorítmico. Al mismo tiempo existen obras para las que sí se requiere de una ejecución especial diferente a la tradicional. Las partituras tradicionales ofrecen instrucciones para que el intérprete ejecute *acciones específicas* de una *manera específica*, mientras que las partituras algorítmicas solo ofrecen al intérprete un conjunto de *reglas*; en algunos casos, estas reglas se articulan con acciones específicas y en otros carecen de ese grado de especificidad, como por ejemplo en algunos casos de *música indeterminada*<sup>39</sup>.

---

37 Essl, Karlheinz (2007) *Algorithmic composition*, Publicado en Collins, Nick y d'Esquivan, Julio editores (2007) *The Cambridge Companion to Electronic Music*, Cambridge University Press, Inglaterra.

38 Hiller, Lejaren (1981) *Composing with Computers: A Progress Report*, Computer Music Journal, Vol. 5, No. 4 (Winter, 1981), pp. 7-21, The MIT Press, EE. UU.

39 Cage, John (1961) *Indeterminacy*, en *Silence: Lectures and Writings*, Wesleyan University Press, EE.UU.



Existen diferentes maneras de abordar la composición musical con algoritmos (ver Nierhaus, 2009<sup>40</sup>) y una de ellas es mediante los algoritmos generativos<sup>41</sup>. La música generativa es aquella ejecutada por medio de un algoritmo que ofrece un proceso con cierto grado de autonomía; y es por esta misma condición que suele presentarse sin un final predefinido. Algunos ejemplos de música generativa son los trabajos realizados por el compositor inglés Brian Eno, como ser *Discreet Music* (1975), *Music for Airports* (1978) y *I Dormienti* (1999) entre otras. Una de sus obras más destacadas es *Generative Music 1* (1996), su primer publicación de obra en forma de *software*<sup>42</sup> (publicada y distribuida en soporte *floppy disk*). Esta obra se corresponde con el modelo que Lejaren Hiller<sup>1</sup> define como *computer-realized music* (música realizada por computadora). Por este concepto se entiende a una obra cuyo medio de ejecución es la computadora de manera totalmente exclusiva, a diferencia de los casos en los que la computadora interviene solo en una etapa del proceso de creación y es vista como una herramienta de producción, edición o procesamiento de señales (todo procedimientos que en términos generales podrían ser realizados por otros medios).

### Introducción: Sobre *Capturas del único camino*.

El presente escrito documenta la técnica de realización de *Capturas del único camino* (Anache, 2014)<sup>43</sup>, una obra de música algorítmica y generativa. Si bien aquí solo se profundizará en la versión musical de la obra cabe señalar que *Capturas del único camino* es en realidad una obra transmedia que involucra también creaciones realizadas a través de otros medios (visual y audiovisual<sup>44</sup>). En términos generales, la composición musical de esta pieza implementa lo algorítmico articulado con las ideas sobre el uso del

---

40 Nierhaus, Gerhard (2009) *Algorithmic Composition, Paradigms of Automated Music Generation*, Springer, EEUU.

41 Precisiones sobre el concepto de *generatividad* en Galanter, Philip (2003) *What is Generative Art? Complexity Theory as Context for Art Theory*, En GA2003, 6th Generative Art Conference.

42 Desarrollada sobre la plataforma de composición algorítmica *Koan*, de la empresa SSEYO, hoy Intermorphic <http://www.intermorphic.com/> (ultimo acceso : septiembre, 2015)

43 La obra fue realizada en el marco de las actividades del proyecto de investigación *Síntesis espacial de sonido en la música electroacústica* (Universidad Nacional de Quilmes, 2013-2015) dirigido por el Dr. Oscar Pablo Di Liscia (<https://puredata.info/author/pdiliscia> , ultimo acceso : septiembre, 2015 ) y Codirigido por el Lic. Mariano Cura .

proceso en la música desarrolladas por Steve Reich<sup>45</sup>, Morton Feldman<sup>46</sup> y Alvin Lucier<sup>47</sup>, además de las de los mencionados John Cage<sup>48</sup> y Brian Eno<sup>49</sup>.

Con fines operativos, aquí solo se detallará el primero de los cuatro movimientos de la pieza, titulado *Paisaje Primero*. Este movimiento ofrece dos posibilidades de realización por lo cual existen dos versiones de la misma pieza: la versión del tipo *computer-realized music* ejecutada mediante una aplicación informática (o *software*) *ad hoc* de manera autónoma; y la versión performática ejecutada por músicos mediante una partitura de interpretación algorítmica. Dicha partitura está definida por un conjunto de acciones con cierto grado de especificidad y mediadas por una serie de reglas y decisiones aleatorias. *Paisaje Primero*, plantea la base compositiva de toda la obra, de manera que los otros 3 movimientos se presentan como variaciones o proyecciones de este primero. Cabe aclarar que las aplicaciones implementadas para esos otros tres movimientos no presentan variaciones algorítmicas sino que tan solo emplean diferentes definiciones de sus parámetros de funcionamiento además de operar con diferentes materiales sonoros. *Paisaje Primero* está compuesta para instrumentos acústicos y los otros movimientos para voces, sonidos generados por síntesis y grabaciones de sonidos generados por agua en movimiento, respectivamente.

En vistas de profundizar sobre el desarrollo de la aplicación, es imprescindible detallar antes la versión performática y su partitura, ya que la aplicación funciona a modo de intérprete informático de la misma (con algunas variaciones realizadas para la adaptación al medio y la capitalización de sus posibilidades).

---

44 Para más información consultar: <http://www.conceptocero.com/capturasdelunicocamino/> ( último acceso: septiembre, 2015).

45 Reich, Steve (2002) *Writings on Music: 1965-2000*, Oxford University Press, EE. UU.

46 Feldman, Morton (2012) *Pensamientos verticales*, Traducción de: Ezequiel Fanego, Caja Negra Editora, Argentina.

47 Lucier, Alvin (1995) *Reflections – Interviews, Scores, Writings, 1965-1994*, MusikTexte, Alemania.

48 Cage, John (1961) *Silence: Lectures and Writings*, Wesleyan University Press, EE.UU.

49 Eno, Brian (2011) *Composers as gardeners*, Lectura en The Serpentine Gallery Garden Marathon, Serpentine Gallery, Edge Foundation, Inglaterra. Disponible online: <http://edge.org/conversation/composers-as-gardeners> (último acceso: septiembre, 2015).

### Paisaje Primero: Versión performática.

El primer movimiento de *Capturas del único camino* está compuesto para 4 instrumentos: piano, guitarra, glockenspiel y percusión. Su partitura, de constante y obligatoria alusión en este escrito, se anexa en este escrito y como archivo digital. En ella se puede ver un bloque de texto que contiene una serie de pautas para la ejecución de la obra. Estas pautas que hacen referencia a: un grupo de acciones o gestos musicales específicos para cada instrumento (del tipo arpeggio, acordes, etc); una estructura de intervalos temporales; y el planteo del manejo de altura. Todos estos aspectos se encuentran detallados a continuación del bloque de texto principal de la misma partitura.

Según se detalla, la obra se basa en una unidad de *tempo* común para los cuatro instrumentos, negra = 27. Partiendo de esta indicación, cada instrumento tiene asignado un único intervalo de tiempo que se debe repetir cíclicamente durante toda la obra. Cada instrumento tiene un ciclo diferente. Al iniciar su ciclo cada instrumento debe realizar una de las acciones definidas para sí mismo. Esos ciclos son: piano, 5 negras; guitarra, 7; glockenspiel, 11 y percusión, *Ad libitum* pero mayor a 11 negras (y puede variar o no en cada repetición). Esto significa que al iniciarse la obra cada instrumento debe ejecutar una acción y al cada vez que se inicie un nuevo ciclo propio debe ejecutar una nueva acción. Estas acciones deben ser elegidas aleatoriamente desde el grupo de posibilidades definidas para cada instrumento. De esta manera, el piano ejecutará una acción cada 5 negras, la guitarra una cada 7, y así el resto. Este comportamiento se debe repetir hasta alcanzar 386 negras contabilizadas desde el inicio isócrono de todos los instrumentos (entre 14 y 15 minutos aproximadamente) o en múltiplos enteros de  $7 * 5 * 11$  y luego sumando 1 o sea, si  $7 * 5 * 11 = 385$ , la duración de obra puede ser  $(385 * \mathbb{N}) + 1$ , siendo  $\mathbb{N}$  natural y positivo según la arbitraria decisión de los intérpretes en cada instancia de ejecución.

Por su parte, el listado de acciones incluidas en la partitura está definido sin alturas absolutas sino que están indicadas solo de manera relativa a las notas propias de cada gesto o acción, organizadas convencionalmente de más grave a más aguda, desde abajo hacia arriba. Por esto al momento de ejecutar cada acción el intérprete debe designar arbitrariamente una altura específica para cada nota. Las instrucciones para la designación de alturas definen que cada vez que se ejecute una acción todas las notas de

la misma deben corresponderse con un único grado cromático o *PC*<sup>50</sup>. Esto no quiere decir que cada vez que se ejecute la misma acción se debe realizar siempre con el mismo grado cromático ( de hecho se alienta a su constante variación) sino que cada acción no puede tener intervalos internos diferentes a los saltos de una o varias octavas, excepto para los obvios casos de una única nota o de algunos instrumentos de percusión no temperados. La elección de ese grado cromático para cada instancia de acción se realiza a partir de los grupos definidos en la tabla incluida en la partitura en la sección *Sistema de alturas*. El grupo de posibilidades de grados cromáticos esta subdividido a su vez en 4 grupos de *PCS*<sup>17</sup>: A, B, C y D, referidos según la nomenclatura de Allen Forte<sup>51</sup>: 6-35, 5-33, 4-23 (transposición 1) y 3-12 respectivamente<sup>52</sup>. Al mismo tiempo se encuentran detallados los grados cromáticos específicos de cada caso. Al iniciar la obra los instrumentistas deben ponerse de acuerdo para ejecutar notas del grupo A ó C, y luego, cada 55 negras deben alternar aleatoriamente de grupo, manteniendo una decisión de *PCS* común para todos los instrumentos. De manera que siempre, durante toda la obra, los cuatro instrumentos deben ejecutar grados cromáticos correspondientes a un mismo *PCS* en común, alternándolos cada múltiplos de 55 negras. El último grupo definido para concluir la obra debe ser A, o sea que a partir de las 330 negras contabilizadas desde el inicio (o según la cantidad múltiplos enteros por lo que se multiplique la duración total de la obra) todos los instrumentos deben escoger grados cromáticos del grupo A para realizar todas las acciones que ejecuten hasta finalizar la obra.

La partitura incluye además indicaciones dinámicas (o *de intensidad* ) para la ejecución de todos los instrumentos, pudiendo oscilar solo entre *lo más piano posible* y *mezzopiano*.

En resumidas palabras la obra parte de una estructura temporal predefinida sobre la que los intérpretes deben ejecutar diferentes acciones musicales; las características de esas acciones deben ser decididas durante la ejecución de la pieza según una serie de

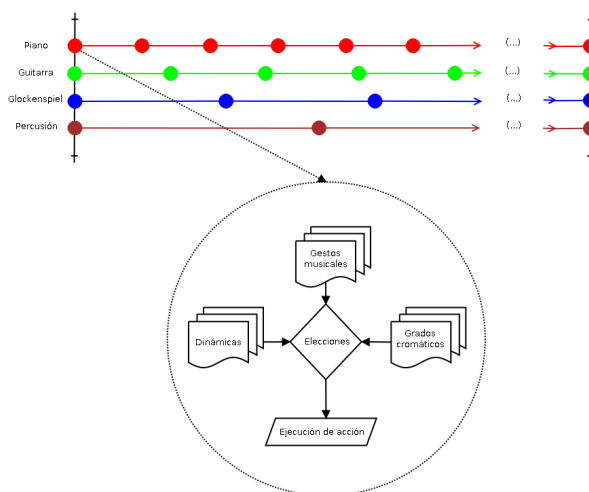
---

50 Para los conceptos de *Grado cromático* ó *PC* (forma corta para *Pitch Class*) y *Conjunto de grados cromáticos* ó *PCS* ( *Pitch Class Set*), ver: Cetta, Pablo; Di Liscia, Oscar (2010), *Elementos de Contrapunto atonal*, Editorial EDUCA, Argentina.

51 Forte, Allen (1974), *The Structure of Atonal Music*, Yale University Press, Londres.

52 Los que no se indican su transposición es porque están empleados en su *forma prima*.

reglas. El esquema a continuación, representa el planteo de la obra en términos generales.

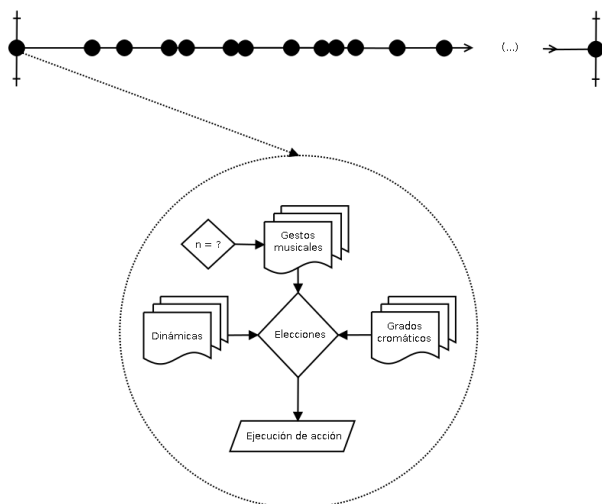


### *Paisaje Primero: Versión realizada por computadora.*

Considerando la explicación detallada en la sección anterior ( 5 ) , la aplicación informática de realización de la pieza parte de la misma estructura temporal para ejecutar las acciones de cada instrumento. Para esto se emplea un banco de *samples*<sup>53</sup> que registra las grabaciones de cada una de las acciones posibles para cada uno de los instrumentos. Al mismo tiempo, la aplicación modifica aleatoriamente y en tiempo real las características de reproducción de esos *samples*, este procedimiento es análogo a cómo los músicos infieren en las características de cada acción escrita durante su ejecución. Esas variables que controlan los intérpretes, y en este caso la aplicación informática, son: la elección de la acción musical en sí misma, su altura y su intensidad. En esta versión, esas variables son complementadas con otro parámetro de constante cambio que no está presente en la versión performática y es la ubicación espacial del sonido en tres dimensiones, implementada mediante la técnica *Ambisonics*.

<sup>53</sup> Se entiende por *sample* a un archivo de audio breve que registra un único *objeto sonoro*. El concepto de *objeto sonoro* se desarrolla en: Schaeffer, Pierre (2003) *Tratado de los objetos musicales*, Alianza Editorial, España. En el contexto de este escrito, se considera a cada acción o gesto musical de la obra como un objeto sonoro indivisible.

A continuación se propone un esquema que representa el principio de funcionamiento de la aplicación informática. La única diferencia con el esquema de la versión performática es que aquí la línea de tiempo está unificada ya que el nuevo intérprete es solo uno: la aplicación en sí misma. Como se señaló, esta versión además incorpora la ubicación espacial del sonido pero la misma no se la considera dentro de la etapa de decisiones, por lo que ese aspecto no se vé reflejado en esquema.



En el esquema, la elección de la acción musical está condicionada por la posición temporal. De manera que en cada uno de los momentos representados con puntos, el algoritmo seleccionará un banco de *samples* diferente según la misma estructura de intervalos temporales explicados en la sección anterior (5). De esta manera en algunos momentos opera sobre un único banco de *samples* y en algunos otros casos opera con más de un banco en simultáneo, por ejemplo en los momentos múltiplos de  $5 * 7$  trabaja con el banco de *samples* de piano y el de guitarra. Con esta aclaración se advierte que el banco de *samples* está organizado en cuatro sub bancos, correspondientes a cada uno de los instrumentos. En términos generales, el banco registra todas las acciones de cada instrumento pero solo ejecutadas para los grados cromáticos del grupo D: Do, Mi y Sol#. Considerando que la obra propone el uso de 8 grados cromáticos en total (Do, Do#, Re, Re#, Mi, Fa#, Sol#, La#) la aplicación emplea la técnica de *Pitch scaling* / *pitch shifting* para alcanzar los grados cromáticos que no se registran en los *samples*. Cabe aclarar que este proceso también se lo utiliza con el fin de modificar las cualidades tímbricas de las grabaciones. Otro recurso empleado para modificar el timbre de los *samples* se obtiene

mediante la inclusión de un proceso de convolución con respuestas a impulso de espacios acústicos con un largo tiempo de reverberación. Tanto este último proceso como la posterior ubicación espacial, están en variación constante durante el desarrollo de la pieza (mediante envolventes de tipo LFO a velocidades muy bajas).

Valiéndose del planteo compositivo que no define una duración finita de la obra, la aplicación está diseñada para poder ejecutarla *ad æternum*. Por lo tanto, para la publicación de la obra musical en soporte fijo se realizaron varias grabaciones del resultado musical producido por la aplicación, “capturando” diferentes instancias para luego seleccionar una única captura como versión pública final.

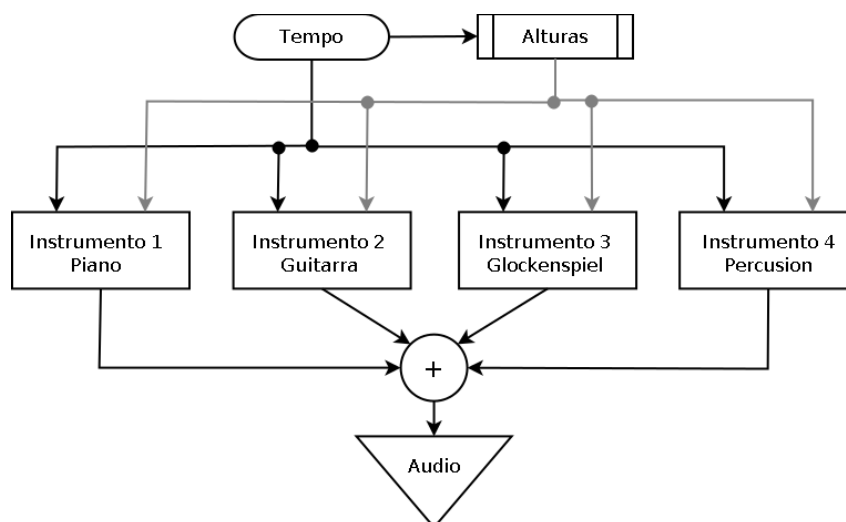
Como se anticipó, esta aplicación fue realizada en el entorno *Pure Data*. Por lo que partiendo del modo en que se estructura esta plataforma de programación *la aplicación* descrita hasta aquí es en realidad un conjunto de varias aplicaciones. Todas esas aplicaciones están desarrolladas con diferentes grados de autonomía y niveles jerárquicos. Al mismo tiempo, fueron diseñadas para ser integradas en un algoritmo o *patch* general, el que se describe a continuación al igual que cada una de esas aplicaciones o *patches* que lo constituyen.

### Aplicaciones desarrolladas.

#### Patch principal.

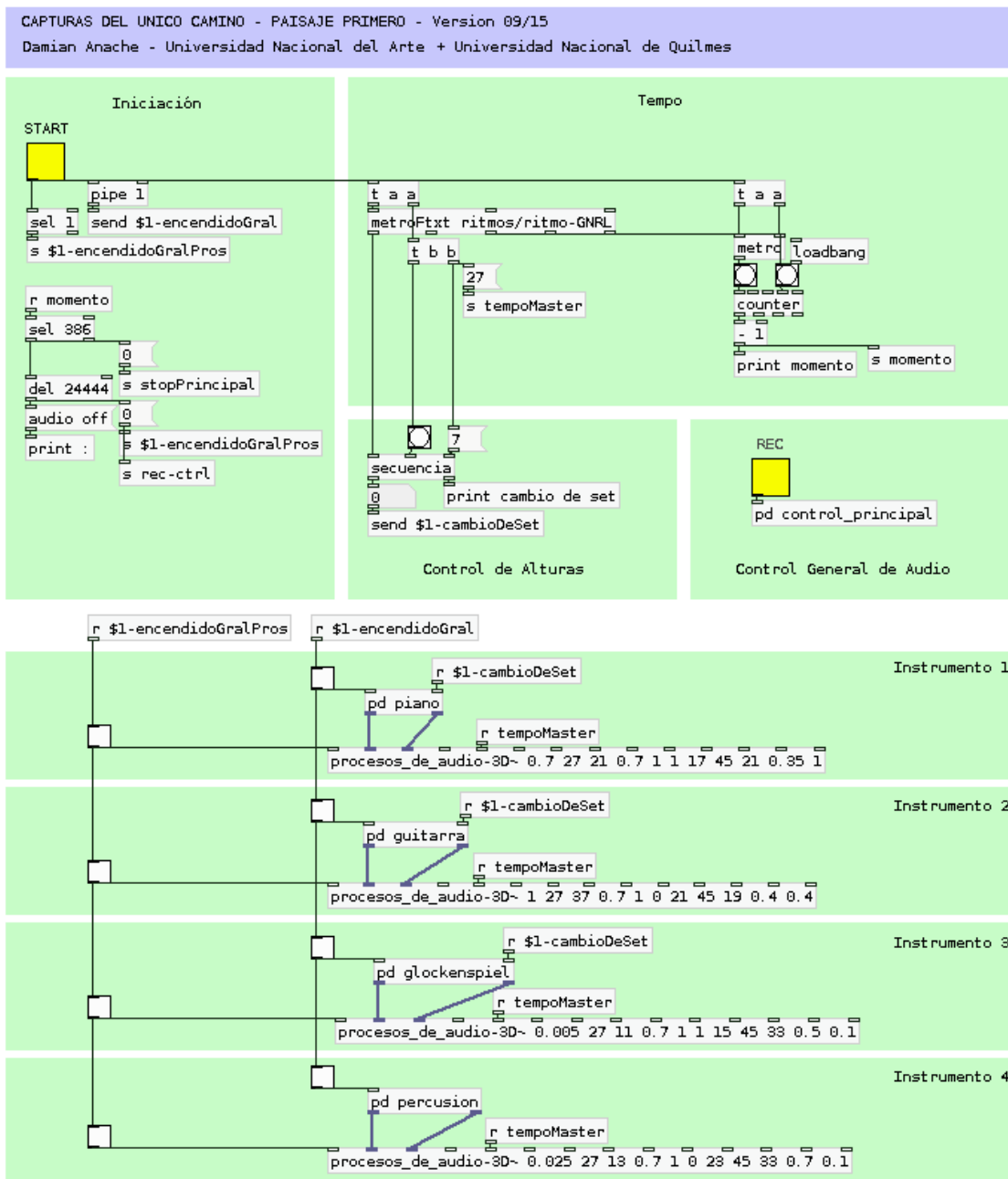
A continuación se presenta un diagrama esquemático del funcionamiento del algoritmo principal. Como puede verse, el diseño está organizado a partir de los cuatro instrumentos de la pieza. En este caso los instrumentos son virtuales y funcionan como reproductores de *samples* que generan una salida individual de audio a partir de los bancos propios de cada instrumento. Sus cuatro salidas son sumadas generando una salida común de audio: la obra. Estos instrumentos virtuales son idénticos en su funcionamiento interno, excepto que cada uno está ajustado a las condiciones de cada banco de *samples*. Cada uno está programado para responder a las indicaciones de la partitura por lo que ante todo necesitan una indicación externa de *tempo* musical, de manera análoga a la indicación que puede ofrecer un director para coordinar un ensamble de instrumentistas. Por esto, en el diagrama se puede observar el módulo *Tempo*,

encargado de generar esa indicación de sincronía, el que a su vez alimenta al módulo *Alturas* que estructura la secuencia de los *PCS* y envía esa información a cada instrumento virtual.



La imagen a continuación muestra la realización en *Pure Data* del esquema integral descrito en el párrafo anterior. Luego se detalla cada etapa por separado.





- Iniciación.

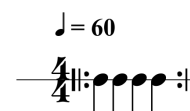
Esta primer etapa simplemente controla la salida principal de audio de *Pure Data* (`dac~`), las etapas de audio de cada instrumento virtual, e inicia (o detiene) la etapa de *tempo*.

- Tempo.

La etapa de *tempo* se construye al rededor de la abstracción<sup>54</sup> *metroFtxt* (planteada como abstracción ya que también se la emplea en la configuración interna de cada instrumento virtual). Esta abstracción permite generar una secuencia rítmica de *bangs*<sup>55</sup> según las indicaciones recibidas mediante un archivo externo (en formato de texto *txt*). En ese archivo se debe indicar un célula rítmica y la abstracción la repetirá cíclicamente. Para esto, el archivo debe indicar : el *tempo* (en BPM), la cantidad de figuras de la célula rítmica, y luego la duración de figura. Las duraciones de las figuras se representan como valores proporcionales a negra=1 , de manera que redonda = 4, corchea= 0,5, etc.

Por ejemplo...

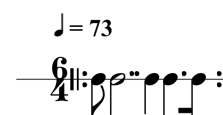
para que *metroFtxt* genere una célula de 4 negras a negra = 60



el archivo *txt* debe contener las siguientes líneas:

```
cuatro_negras_x_60BPM.txt
60
4
1
1
1
1
1
```

En el caso de una célula rítmica mas elaborada como la siguiente:



el archivo *txt* debe ser:

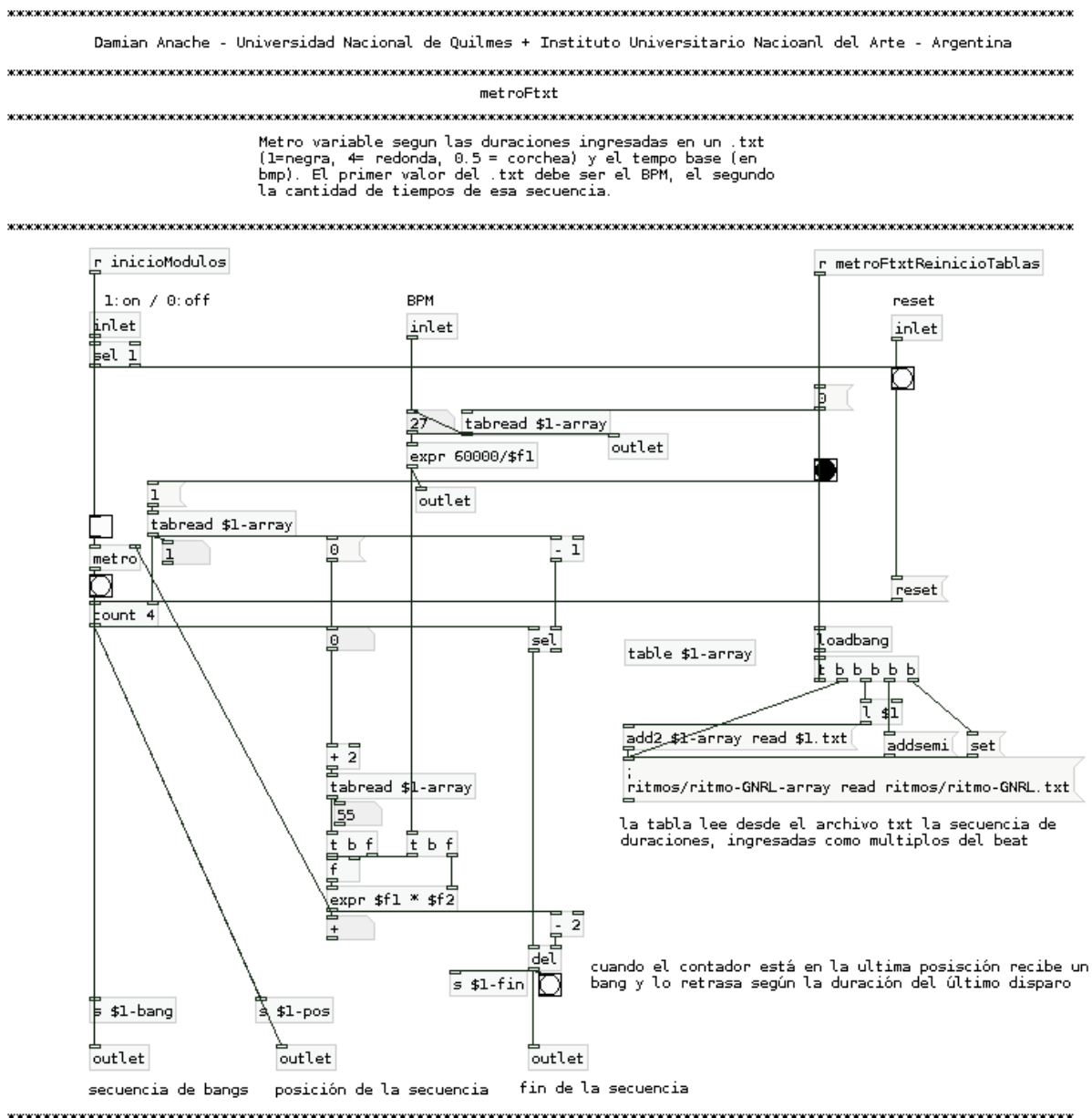
```
celula_x_73BPM.txt
73
5
0,5
3,5
1
0,75
0,25
```

De esta manera, *metroFtxt* genera una secuencia de *bangs* según la célula rítmica leída desde un archivo externo que dese ser indicado como argumento de inicialización. En el *patch* general de la obra, ese archivo externo está indicado como *ritmos/ritmo-*

54 Las abstracciones en el entorno *Pure Data* son subprogramas almacenados en archivos externos. De esta manera un mismo subprograma (o *subpatch*) puede ser empleado en varias instancias un mismo mismo *patch* general, y cada una de ellas es independiente de manera individual.

55 *Bang* es un tipo de mensaje de control del entorno *Pure Data*, utilizado para activar eventos.

GNRL , ya que todos los archivos *txt* de la obra se encuentran en la carpeta denominada *ritmos*. Por otro lado, el valor de *tempo* puede ser modificado mediante uno de los *inlets* . En el contexto de esta obra y el de esta etapa en particular, no se explora todo el potencial de la abstracción ya que se la emplea para implementar ciclos con intervalos de tiempo regulares, no obstante, sí son aprovechadas en otros movimientos de la obra. A continuación una captura de pantalla de la abstracción:



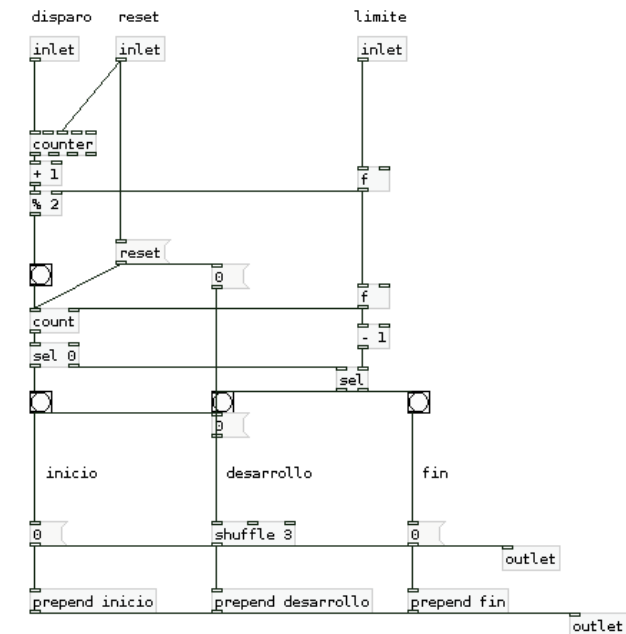
- Alturas.

El control de alturas se realiza mediante otra abstracción, denominada *secuencia*. Ésta recibe un *bang* cada 55 negras desde la etapa de *tempo* y por cada uno de ellos ofrece a su salida valores enteros entre 0 y 3 organizados en una secuencia de tres tramos según la siguiente condición: al iniciarse envía a su salida el valor 0, luego envía aleatoriamente (*shuffle*) una secuencia de valores enteros entre 0 y 3, y luego finaliza enviando el valor 0 nuevamente. La cantidad de valores aleatorios generados en el tramo intermedio debe ser definida mediante un argumento de inicialización. En el contexto de esta obra, los valores del 0 a 3 se corresponden con los grupos de *PCS* definidos en la partitura como A, B, C, y D (respectivamente), y el planteo secuencial de esta abstracción se corresponden con las pautas definidas en la obra para de elección de esos grupos de alturas. A continuación, una captura de pantalla del código de la abstracción:

```

*****
Damian Anache - 2014
Universidad Nacional del Arte + Universidad Nacional de Quilmes
Argentina
*****
secuencia - Generación de una secuencia de valores en tres
segmentos, alternando valores predefinidos y aleatorios.
*****

inicio, primer bang recibido envía 0
desarrollo, hasta alcanzar el límite envía shuffle de 0 a 3
fin, al alcanzar el límite envía 0
    
```



### Control general de audio.

Esta etapa controla la salida de audio mediante el *subpatch ctrl\_prncipal*. En él se suman todas las señales de audio generadas por cada instrumento virtual, definiendo así una única salida en común. Esa señal final está codificada en *Ambisonics B-Format* y es enviada a tres destinos internos: a un decodificador *Ambisonics*; a un transcodificador *UHJ* y hacia la abstracción *grabar~*. El decodificador<sup>56</sup> *Ambisonics* está configurado por defecto con la salida hacia un sistema de parlantes en distribución cuadrado pero también puede configurarse fácilmente para otras distribuciones de parlantes (ver documentación propia del objeto). El transcodificador *UHJ*<sup>57</sup> empleado es el *plug-ing VST* desarrollado por Peter Stitt<sup>58</sup>, cuya salida es enviada a su vez a la salida principal de *PD* (*dac~ 1 2*). Por último, la abstracción *grabar~* está diseñada para registrar la señal recibida en un archivo, más adelante se profundiza sobre esta última abstracción. A continuación una imagen de este *subpatch*.

---

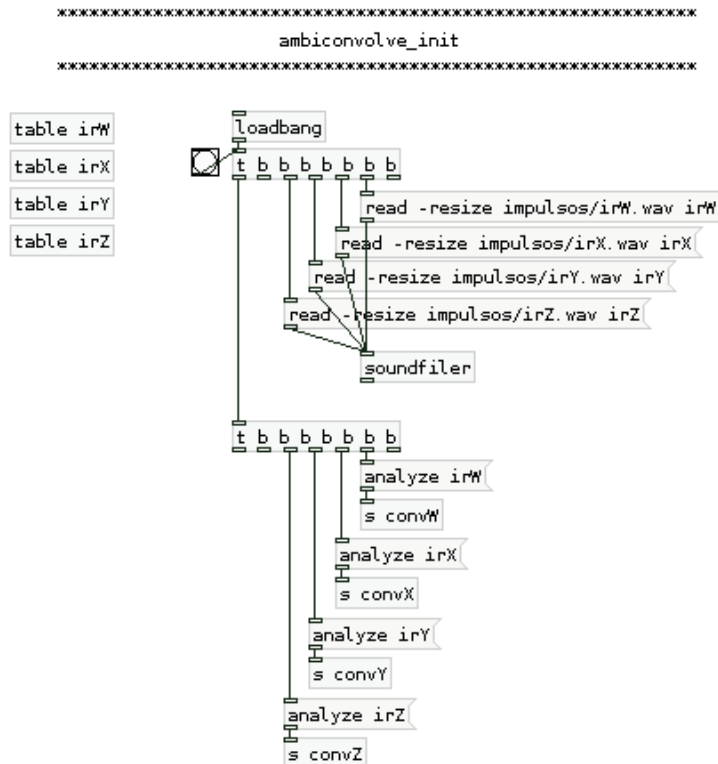
56 Mediante la implementación del objeto externo *Ambidec* incluido en librería *Ambilib* desarrollada por Dave Malham. Disponible online en: <http://www.york.ac.uk/music/mrc/software/objects/> (último acceso: septiembre, 2015)

57 *UHJ* es un formato de codificación de la técnica de sonido envolvente *Ambisonics*, que a su vez es compatible con sistemas *stereo*. De esta manera la misma señal de audio de 2 canales puede ser reproducida tanto en sistemas *stereo* como en sistemas con decodificación *Ambisonics*. Para más detalles ver [ 243 ].

58 Más información sobre el *plug-ing* y su creador en <https://circlesounds.wordpress.com/> (último acceso: septiembre, 2015)



es *convolve~*<sup>59</sup>, y requiere que las respuestas a impulso (o las señales de audio con las que se desee convolucionar) sean cargadas en tablas. Para esto, el *subpatch* *ambiconvolve\_init* , carga en cuatro tablas las cuatro respuestas a impulso correspondientes a las canales W, X, Y, Z de una respuesta a impulso registrada como señal *B-Format*<sup>60</sup>. Luego de cargar los archivo en las tablas, el objeto *convolve~* requiere una inicialización mediante el mensaje *analyze*.



59 Pertenciente a la librería *mjlib* desarrollada por Mark Williamson, disponible online en: <http://sourceforge.net/p/pure-data/svn/17183/tree/trunk/externals/mjlib/> (último acceso: septiembre de 2015)

60 La respuesta fue tomada de la librería *Open Air* ( <http://openairlib.net> , último acceso: septiembre de 2015 ) y corresponde a un registro realizado en el Hamilton Mausoleum. Este es un espacio reconocido mundialmente por su particular arquitectura y consecuente reverberancia, al punto de figurar en el libro de Record Guinness (1994) por su duración. Sus paredes tienen forma de octógono redondeado y el techo es una cúpula semiesférica por lo cual se consideró sumamente adecuada el uso de una respuesta a impulso del recinto con la técnica Ambisonics. El registro disponible en *Open Air* está registrado con un micrófono *Soundfiled* y codificado en *B-format*. Enlace directo: <http://www.openairlib.net/auralizationdb/content/hamilton-mausoleum> (último acceso. Septiembre 2015)

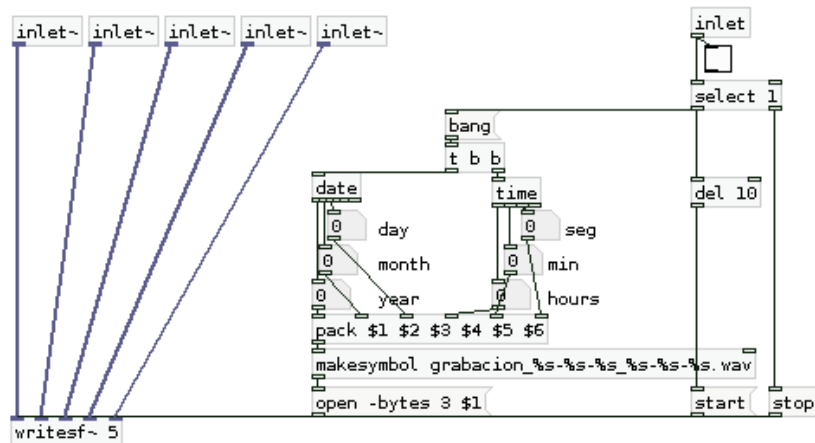
Por su parte, la abstracción *grabar~* registra en disco un archivo de cinco canales de audio, con extensión wav y de 24 bits. El nombre del archivo generado se corresponde con la fecha y el horario del inicio del proceso de registro. Si bien para registrar señales *B-Format* es suficiente hacerlo en un archivo de cuatro canales, el quinto canal de *grabar~* es empleado para registrar una señal de sincronía generada *a tempo*. La misma se genera mediante un breve tono puro que se reproduce a cada negra mediante la abstracción *sampler~* y el archivo *pulso.wav*. Más adelante se detalla el funcionamiento de esta abstracción *sampler~*. Este registro de un quinto canal con un registro sonoro del *tempo* habilita la posterior sincronía de diferentes grabaciones, y una referencia para realizar evaluaciones de control o análisis de la obra, útiles durante el proceso de composición y desarrollo de las aplicaciones.

```

*****
                        Damian Anache - IUNA - UNQ - 2012
*****

Esta abstracción genera un archivo de audio de 5 canales.
El archivo de audio generado es de formato .wav y su nombre
se corresponde con el siguiente modelo:
grabacion_year_month_day_hour_min.wav. el inlet 6 es para
activar su funcionamiento.
*****

```



```

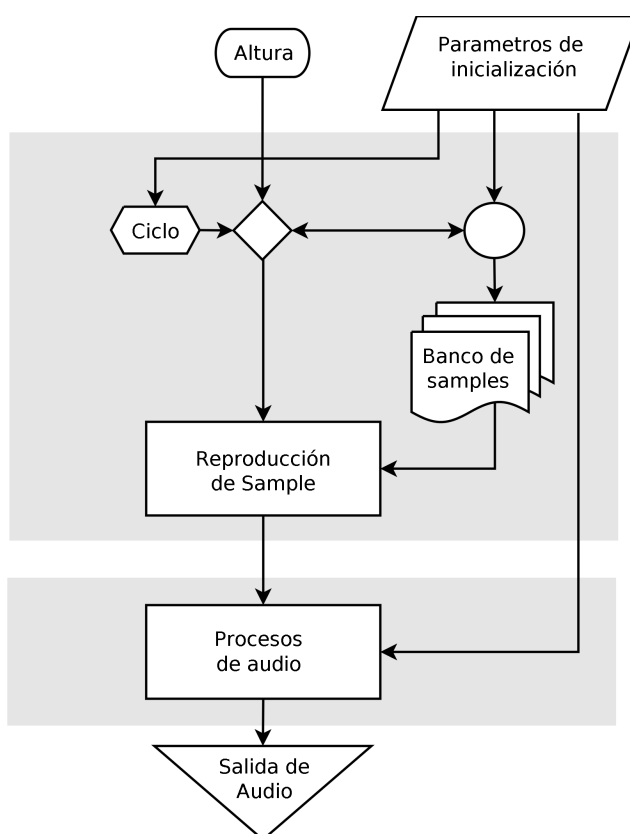
*****
NOTA: para que la grabacion funcione adecuadamente primero
se debe encender el audio, luego iniciar la grabacion
*****

```



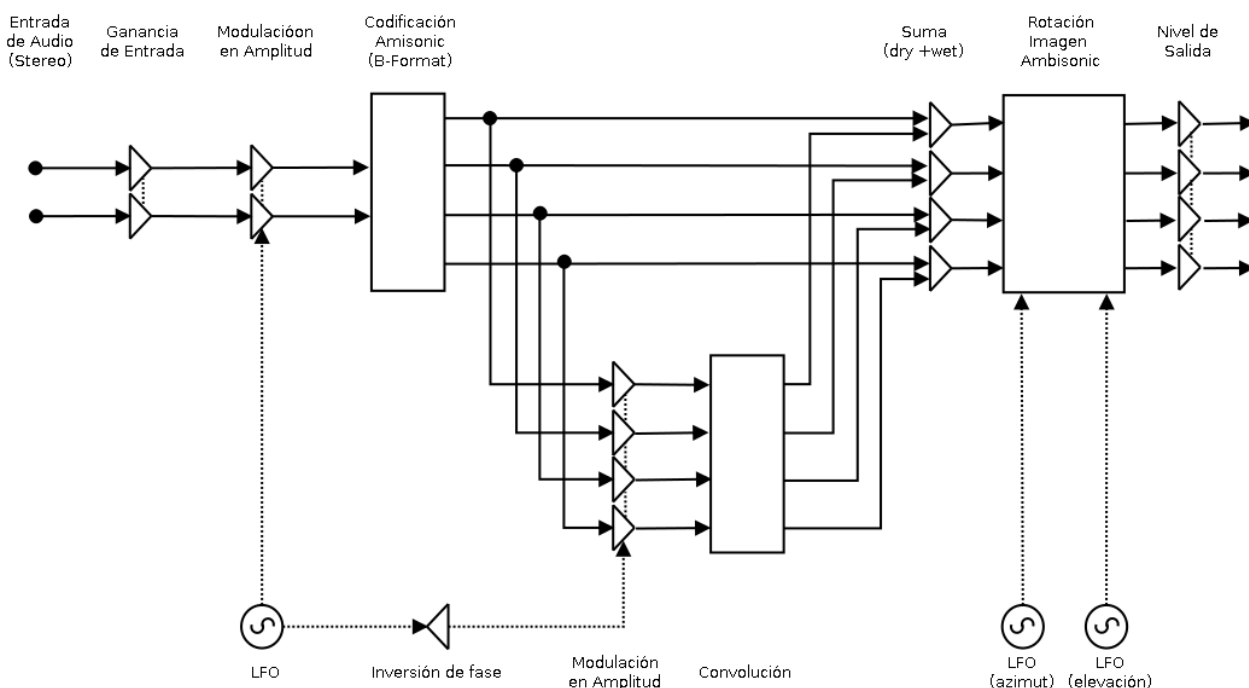
## Instrumentos.

El algoritmo de cada instrumento está organizado en dos etapas, por un lado la reproducción de *samples* y por otro lado una etapa de procesos de audio que afectan a ese *sample* reproducido. La etapa de reproducción de *samples* responde a partir de los datos externos recibidos desde la etapa interna de generación de ciclo y la externa de *Altura*, además del banco de *samples* correspondiente a cada instrumento. Los argumentos de inicialización de cada instrumento definen la duración del ciclo para ejecutar cada acción (cada cuantas negras se debe reproducir un *sample*); la selección de altura de nota específica para ejecutar cada *sample*.



Por otro lado, la etapa de procesos de audio de cada instrumento incluye controles de nivel de señal, *convolución con respuestas a impulso* y *ubicación espacial 3D* (mediante *Ambisonic*), todos con *parámetros variables en el tiempo* mediante *modulación por osciladores de muy baja frecuencia*. La *convolución con respuestas a impulso* generan un efecto de *sonido reverberado*. En el caso particular de *mezclas codificadas en*

*Ambisonics* existen diferentes técnicas para operar con procesos de reverberación. Una de ellas es la de utilizar algoritmos que modelan espacios virtuales de tres dimensiones desarrollados específicamente para este sistema<sup>61</sup>. Otra técnica<sup>62</sup> es la que consiste en localizar espacialmente el sonido directo de una señal y enviar una copia (mono) reverberada de manera directa al canal W de la salida de audio en Formato B (aprovechando su característica omnidireccional). Una tercera alternativa es la de operar con convolución a partir de respuestas a impulso codificadas en *Ambisonics*, como por ejemplo las registradas mediante micrófonos *Soundfield*<sup>63</sup>. En este caso, existen varias maneras de implementar la convolución a partir de la cantidad y posición espacial de el o los estímulos (impulso/s), y si el sonido fuente a reverberar ya está codificado en *Ambisonics* o no. La técnica que emplea esta aplicación se la definió según el criterio estético propio del artista, luego de realizar varias pruebas con diferentes algoritmos. A continuación un esquema completo de la etapa de procesos de audio de los instrumentos.



61 Un modelo posible para el desarrollo de reverberadores en *Ambisonics* es el descrito en: Anderson, Joseph y Costello, Sean (2009) *Adapting artificial reverberation architectures for B-Format signal processing*, *Ambisonics Symposium 2009*, Austria.

62 Quizás no tan adecuada dado que produce reverberación mono (i.e. igual en todos los canales).

63 Micrófono de 4 cápsulas tipo cardioide en posición tetraedro diseñado por Michael Gerzon y Peter Craven para la captura de señales *Ambisonics*.

En el diagrama se puede ver que la señal que recibe la etapa de procesos es del tipo *stereo* y que su salida es *Ambisonics B-Format*, y además de este cambio de formato la señal atraviesan las siguientes etapas:

- 1) Control de nivel de ganancia de entrada.
- 2) Modulación en amplitud mediante un oscilador sinusoidal de baja frecuencia.
- 3) Codificación en *Ambisonics B-Format*. Esta codificación se realiza según un ángulo de apertura angular para la distribución *stereo* definida como parámetro de inicialización y con centro en la posición en azimut y altitud en cero grados.
- 4) Convolución de la señal codificada con una respuesta a impulso cuyo estímulo de generación fue realizado en la posición 0° azimut, 0° altitud. En control del nivel de señal enviada a la convolución está modulado en amplitud mediante el mismo oscilador del punto 2, pero con inversión de fase.
- 5) Suma de la señal directa (3) con la señal convolucionada (4).
- 6) Alteración de la posición angular 3D de la señal *Ambisonic B-Format* mediante dos osciladores de baja frecuencia (uno para azimut y otro para altitud).
- 7) Control de nivel de ganancia de salida

Una vez explicadas las dos etapas internas de cada instrumento, a continuación se detalla la programación de cada una de ellas. La etapa de procesos de audio está desarrollada como abstracción ya que es implementada de igual manera para todos los instrumentos y los parámetros que de configuración individual según las características de cada instrumentos (por ejemplo, diferentes velocidades para los osciladores de baja frecuencia, apertura angular de Reproducción de *samples* - *subpatch* específico de cada instrumento. la imagen *stereo*, etc) son definidas como argumentos de inicialización de esta abstracción. Mientras que la etapa de reproducción de *samples* está planteada como *subpatch* ya que su estructura sufre varias modificaciones para cada instrumento.

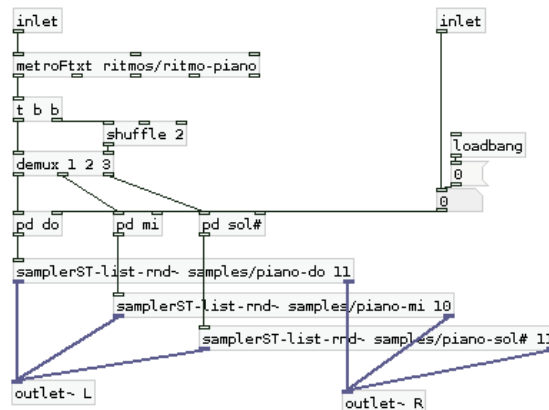
Reproducción de *samples* - *subpatch* específico de cada instrumento.

El control de tiempo interno de cada instrumento está generado mediante la abstracción *metroFtxt* explicada anteriormente. Ésta es inicializada desde el *patch* principal. La señal de control que esta abstracción genera es enviada aleatoriamente a uno de los tres *subpatch* que definen la altura de reproducción de cada *sample*, en conjunto con la instrucción de *PCS* recibida desde la etapa de altura del *patch* principal. Estos tres *subpatches* responden cada uno a las tres alturas posibles de los *samples*. Como se anticipó el banco de *samples* registra grabaciones de las diferentes acciones de cada instrumento ejecutadas en las tres alturas básicas de la obra: Do, Mi, Sol#, de manera que dependiendo de el *PCS* activo, en cada momento esos *samples* podrán (o deberán) ser transpuestos a un determinado grupos de opciones, entre las cuales la decisión final será aleatoria. Esto es así excepto para el caso del instrumento percusión, para el que los *samples* nunca son transpuestos. Una vez generada la señal de disparo de *samples* (mediante *metroFtxt*) y definida la posibilidad de transposición, la reproducción del *sample* es realizada por la abstracción *samplerST-list-rnd~*. A continuación las capturas de pantalla de los cuatro instrumentos y luego la explicación de la abstracción de reproducción de *samples*.

```

*****
Control de Instrumento 1: Piano
*****
- Lectura de secuencia temporal para el instrumento
- Definición de altura a ejecutar en cada instancia
- Reproduccion de sample (según la altura definida, con
  tecnica de Pitch scaling /pitch shifting)
*****

```



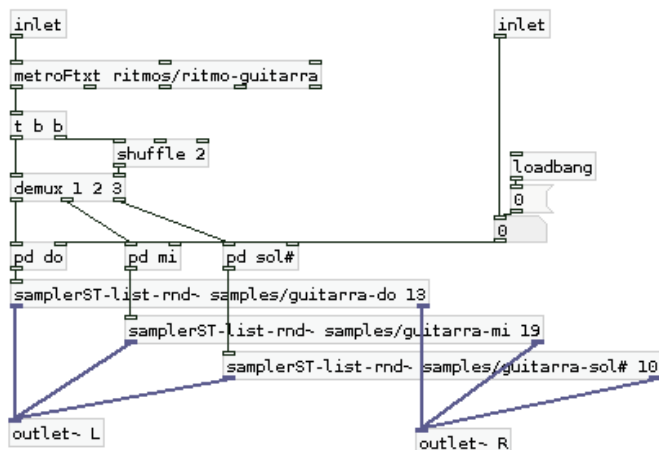
\*\*\*\*\*

Control de Instrumento 2: Guitarra

\*\*\*\*\*

- Lectura de secuencia temporal para el instrumento
- Definición de altura a ejecutar en cada instancia
- Reproduccion de sample (según la altura definida, con tecnica de Pitch scaling /pitch shifting)

\*\*\*\*\*



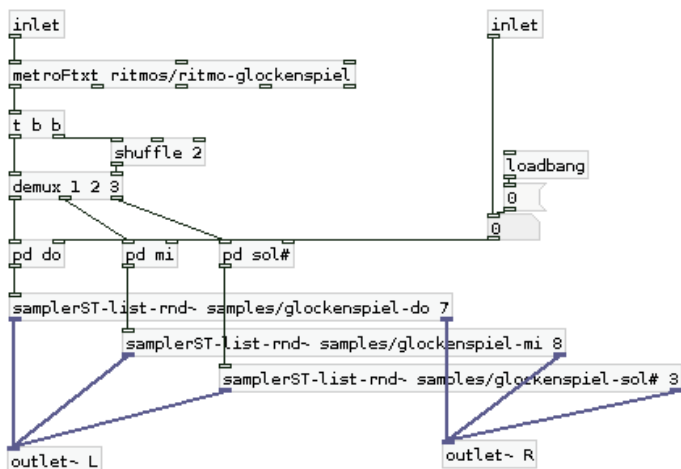
\*\*\*\*\*

Control de Instrumento 3: Glockenspiel

\*\*\*\*\*

- Lectura de secuencia temporal para el instrumento
- Definición de altura a ejecutar en cada instancia
- Reproduccion de sample (según la altura definida, con tecnica de Pitch scaling /pitch shifting)

\*\*\*\*\*



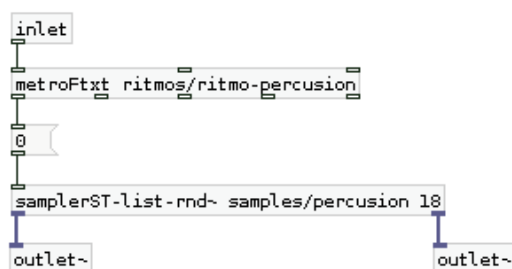
\*\*\*\*\*

Control de Instrumento 4: Percusion

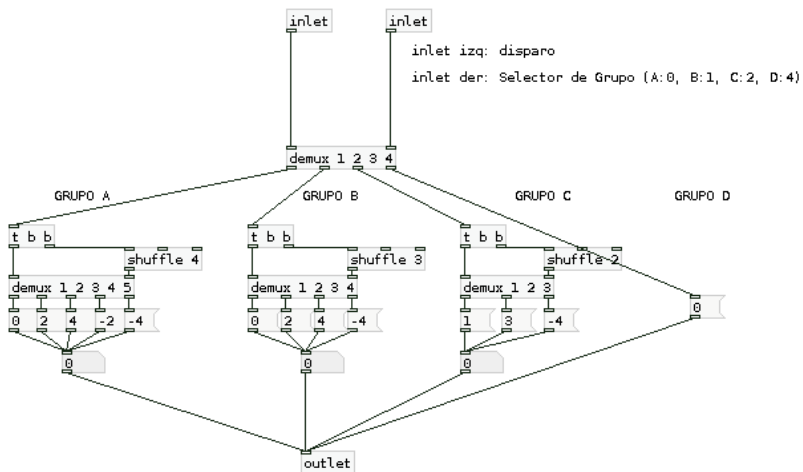
\*\*\*\*\*

- Lectura de secuencia temporal para el instrumento
- Definición de altura a ejecutar en cada instancia
- Reproducción de sample (según la altura definida, con técnica de Pitch scaling /pitch shifting)

\*\*\*\*\*



Aquí, un modelo de *subpatch* de decisión de transposición:



GRUPO A son las transposiciones de esta nota (D0) para que junto a las otras dos (MI y SOL#), las tres en su conjunto generen un grupo 6-35

GRUPO B son las transposiciones de esta nota (D0) para que junto a las otras dos (MI y SOL#), las tres en su conjunto generen un grupo 5-33

GRUPO C son las transposiciones de esta nota (D0) para que junto a las otras dos (MI y SOL#), las tres en su conjunto generen un grupo 4-23

GRUPO D es para que esta nota (D0) junto a las otras dos (MI y SOL#), las tres en su conjunto generen un grupo 3-11

La abstracción *samplerST-list-rnd~* es un reproductor de archivos *stereo* elegidos aleatoriamente desde una ruta específica, definida como argumento de inicialización. Allí, en esa ruta o directorio, los archivos deben estar divididos por canales rotulados según el modelo: *n-L.wav* y *n-R.wav*, donde *n* es un valor numérico. La cantidad de pares de archivos disponibles en la ruta definida también debe ser definida como argumento de inicialización, y todos los nombres deben ser correlativos. De esta manera, al recibir un valor 0 en su *inlet*, la abstracción escogerá un número aleatorio entre 0 y el máximo indicado y reproducirá el par de archivos *L* y *R* correspondientes a ese valor *n*.

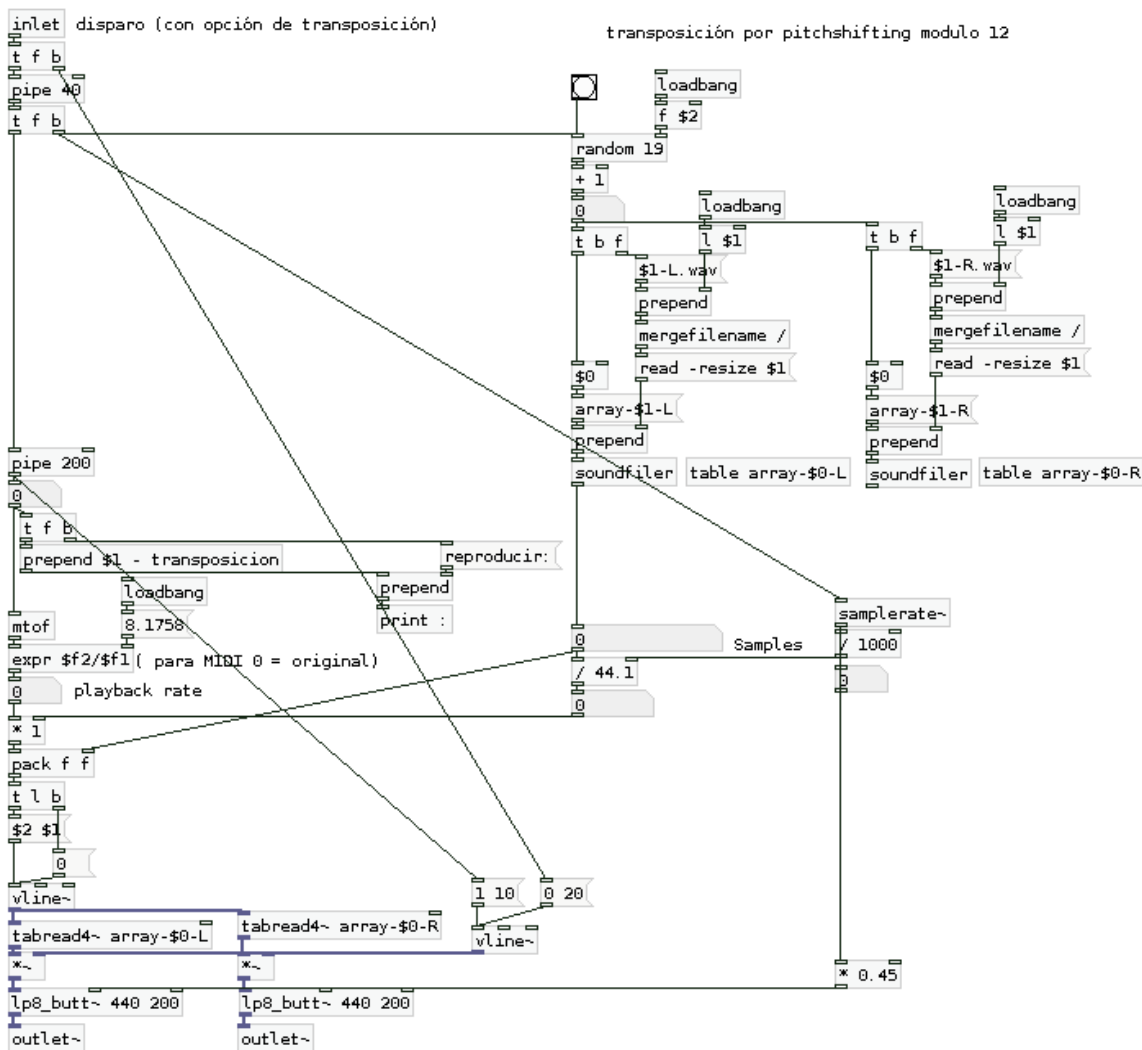
Cuando el valor recibido es diferente de 0, se alterará la velocidad de reproducción del archivo elegido aleatoriamente, según la denominada técnica de *pitch shifting*. De manera que 0 reproduce el archivo a su velocidad de reproducción normal, mientras que 2 y -2, al doble y a la mitad correspondientemente; y cualquier otro valor representará una velocidad de reproducción proporcional. Al mismo tiempo, el valor de reproducción/transposición es módulo 12, siendo lo mismo ingresar el valor 13 como el 1.

Damian Anache - 2014 - Universidad Nacional del Arte + Universidad Nacional de Quilmes- Argentina

samplerST-list-rnd

Reproductor stereo de archivos de audio elegidos aleatoriamente de una lista con control de pitch shifting. Para su funcionamiento es importante que los archivos sigan el modelo: nombrearchivo-numerodeorden-letradecanal.wav, por ejemplo audio-05-L.wav. Si recibe un valor "1" en su entrada, el archivo se reproduce sin alterar la velocidad de lectura del buffer, otros valores varian la velocidad de lectura/reproduccion según proporciones tempradas de semitonos (modulo 12).

De manera que si el archivo a reproducir corresponde a una nota Do y el valor ingresado para reproducirlo es 2, se reproduciría a la velocidad proporcional para que alcance la altura Re.





La segunda etapa de cada instrumento virtual es llevada a cabo por la abstracción de procesos de audio llamada *procesos\_de\_audio\_3D*. Ésta recibe la señal *stereo* de audio desde la abstracción *samplerST-list-rnd~* y envía la señal procesada *Ambisonics B-Format* a la etapa de control general de audio. Las velocidades de las modulaciones en baja frecuencia son todas definidas como argumento de inicialización de la abstracción y son definidas en valores musicales, ingresados como cantidad de negras (dependientes al *tempo* general definido en el *patch* principal). Para esto, la abstracción *TempBeatDurFrec* convierte ese argumento de cantidad de negras en un valor de frecuencia que alimenta a cada oscilador sinusoidal para las diferentes modulaciones.

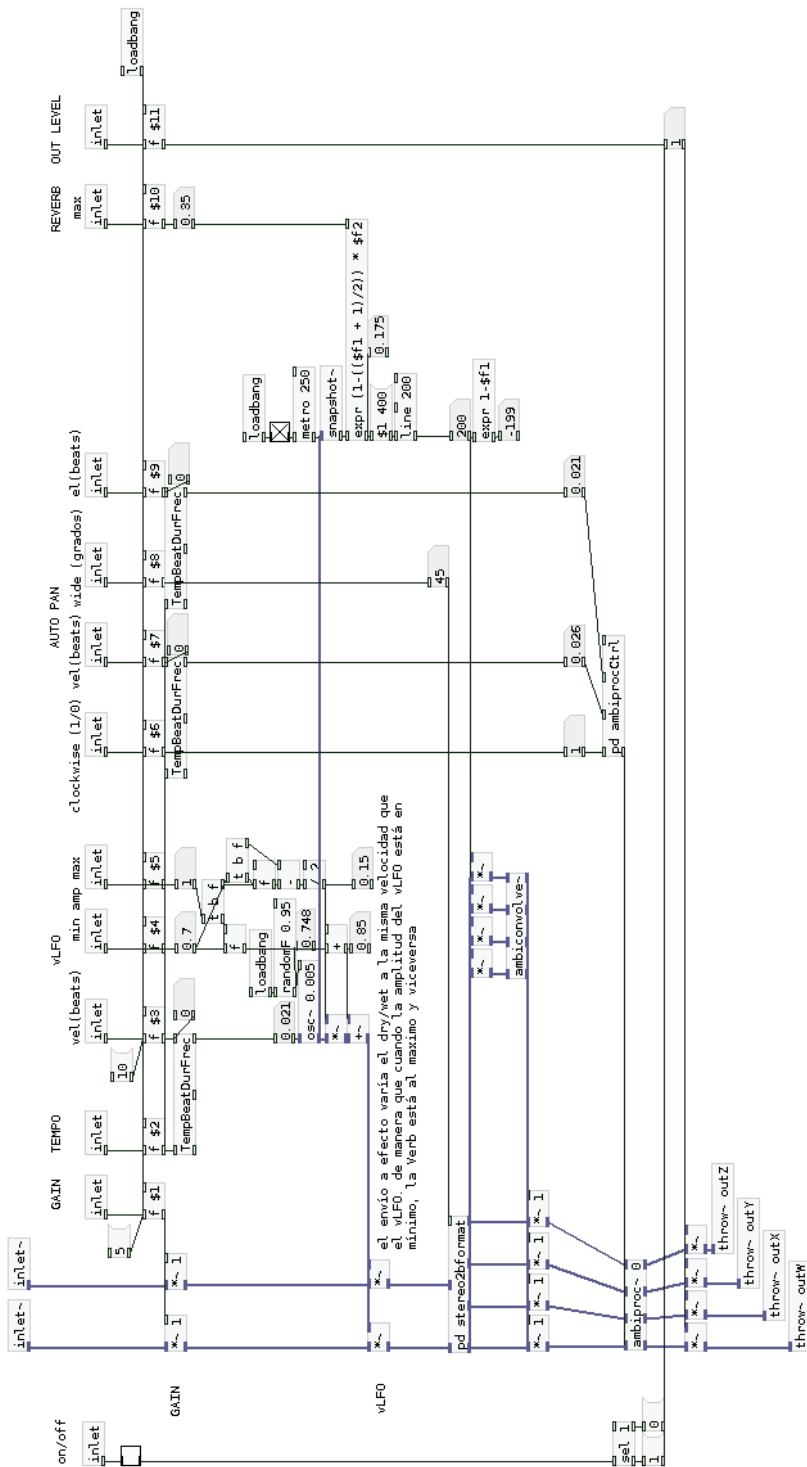
Para los diferentes procesos que se detallaron previamente (ver 7.3.) se emplean los siguiente objetos externos: *ambipan~* (codificación en *Ambisonics B-Format* según coordenadas polares a definir por usuario) y *ambiproc~* (rotación de la imagen *Ambisonics B-Format* ) ambos pertenecientes a la librería *Ambilib*<sup>64</sup>. También se emplea otro objeto externo, *convolve~*<sup>26</sup> que realiza el proceso de convolución en tiempo real. La etapa de conversión de *stereo* a *B-Format* se realizada dentro de la abstracción *stereo2bformat* que simplemente ajusta los valores para el uso del objeto *ambipan~*., de manera similar que la abstracción *ambi-convolve~* simplemente unifica e inicializa cuatro objetos *convolve~*.

A continuación capturas de pantalla de las abstracciones *procesos\_de\_audio\_3D*, *TempBeatDurFrec*, *stereo2bformat* y *ambi-convolve~*.

---

64 desarrollada por Dave Malham. Disponible online en: <http://www.york.ac.uk/music/mrc/software/objects/> (último acceso: septiembre, 2015)

\*\*\*\*\*  
Damian Anache - UNA - UNQ - 2012-2014  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
Esta abstracción es una cadena de procesos de audio que  
recibe sus parámetros de control mediante argumentos o  
inlets. Los dos primeros inlets reciben una señal de audio  
de dos canales, y luego esa señal atraviesa las siguientes  
etapas:  
otro control de nivel de señal y envío externo hacia bus de  
FX con nivel variable x LFO  
\*\*\*\*\*

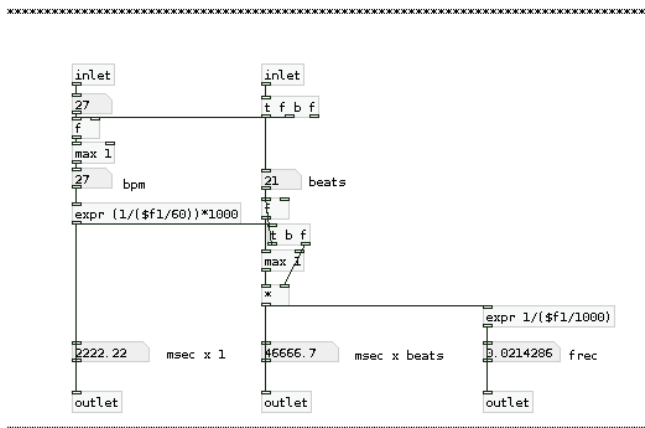


\*\*\*\*\*  
 Damian Anache - 2013

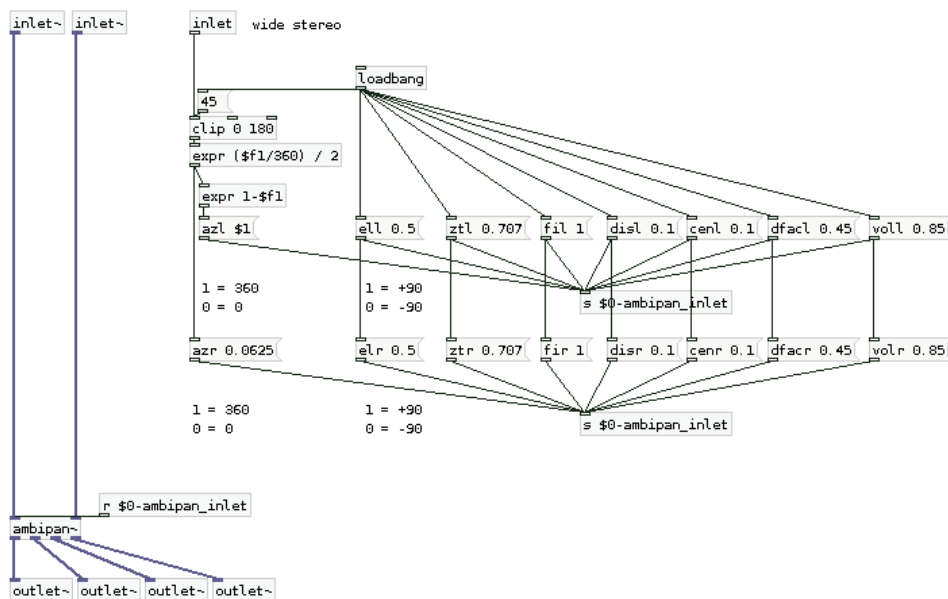
UNQ (Universidad Nacional de Quilmes)  
 IUNA (Instituto Universitario Nacional del Arte)

\*\*\*\*\*  
 Tempo x Beats = Duración y Frecuencia  
 \*\*\*\*\*

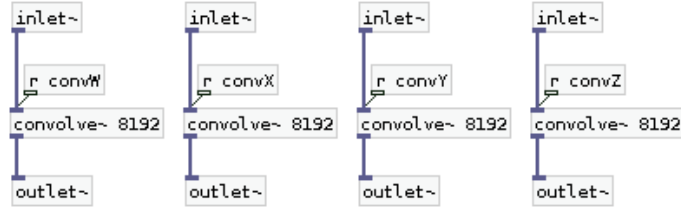
Recibe un valor de tempo y un valor de cantidad de pulsos,  
 con los que calcula cuanto dura cada pulso, la duración de  
 la cantidad de pulso ingresados y convierte esa ultima  
 duración en valor de frecuencia



\*\*\*\*\*  
 Damian Anache - UNA - UNQ - 2012-2014  
 \*\*\*\*\*  
 stereo2bformat  
 \*\*\*\*\*



```
*****  
Damian Anache - 2014  
Universidad Nacional del Arte + Universidad Nacional de Quilmes  
Argentina  
*****  
ambi-convolve~ - variacion del objeto convolve~ para poder  
operar con una señal Ambisonic B-format  
*****
```





A continuación el listado de los todos los archivos ( *patch* principal y *abstracciones* ) empleados en la obra y una breve descripción de cada uno.

CdUC-PaisajePrimero-MainPatch.pd	Control principal de ejecución de obra.
Ambiconvolve~.pd	Variación del objeto <i>convolve~</i> para operar con una señal <i>Ambisonic B-format</i> de primer orden.
Aprocctrl-CdUC.pd	Abstracción para el uso específico del objeto <i>ambiproc~</i> en este desarrollo, se lo utiliza para automatizar parámetros de control.
Grabar~.pd	Grabación en archivo de formato wav con generación automática de nombre.
MetroFtxt.pd	Generador de secuencia de bang según una célula rítmica definida en archivo externo (.txt)
procesos_de_audio-3D~.pd	Cadena de procesos de audio. Señal de entrada: <i>stereo</i> , salida: <i>Ambisonic B-format</i> de primer orden. Procesos: Controles de nivel, Modulación en amplitud (tremolo lento), convolución con respuesta a impulso y ubicación espacial a partir del objeto externo <i>ambipan~</i> .
Sampler~.pd	Reproductor mono de archivos de audio con control de <i>pitch shifting</i> .
SamplerST-list-rnd~.pd	Reproductor estéreo de archivos de audio elegidos aleatoriamente de una lista y con control de <i>pitch shifting</i> .
Secuencia.pd	Generación de secuencia de valores en tres segmentos, alternando valores predefinidos y aleatorios.
TempBeatDurFrec.pd	Conversión de cantidad de negras en velocidad de frecuencia, a partir de un valor de <i>tempo</i> definido por el usuario.

Aclaración: El desarrollo fue realizado y probado en *Microsoft Windows*, sólo se garantiza su debido funcionamiento en ese sistema operativo.

### **3.2 RTGS - Estudio 1.**

En la carpeta de material anexo se incluyen las grabaciones de esta obra realizadas por Ezequiel Abregú (Intérprete A) y Fabián Sguiglia (Intérprete B), en Ambisonics Formato B y en Stereo. Estos últimos (los archivos en formato Stereo) incluyen marcadores (*cue points*) de manera de facilitar la ubicación de las indicaciones referidas en la sección de evaluación de las experiencias o simplemente para poder leer la partitura con mayor comodidad. Los archivos digitales de dicha partitura y las aplicaciones informáticas programadas para este trabajo se encuentran también en la carpeta adjunta. A continuación se incluye una versión reducida en tamaño de la partitura y capturas de pantalla de las aplicaciones.

#### **3.2.1 Partitura de RTGS – Estudio 1.**

La presente partitura incluye las indicaciones de las secciones referidas en la evaluación del trabajo. Al mismo tiempo, aquí se reduce el tamaño de las imágenes para que se corresponda con el formato del presente escrito. En la carpeta adjunta se incluye la partitura en su versión completa, con y sin indicaciones de secciones.

## RTGS – Estudio 1




Damián Anache

2016


### Referencias

Esta pieza está compuesta para un entorno *ad hoc*, entendido como una combinación específica de interfaz de control, aplicación informática y codificación de notación musical. Para lo relativo a la aplicación y la interfaz consultar la documentación relativa, a continuación se detalla la simbología empleada en la presente partitura.





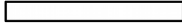
En el desarrollo de la obra se utilizan tres categorías de objetos sonoros, denominados y representados de la siguiente manera:

Vocales	Consonantes	Iterados
		
Vowels	Consonants	Iterated




Al mismo tiempo, la categoría *Iterados* presenta tres variaciones de velocidad para su desarrollo interno. Esta variación es controlada por el intérprete y las indicaciones se presentan de la siguiente manera:

Lento	Medio	Rápido
		
Slow	Mid	Fast

La duración de ejecución de estos objetos es definida por el largo de su representación gráfica, según las siguientes opciones:

Muy Breve	Breve	Medio	Largo	Muy Largo
				
Very Short	Short	Mid	Long	Very Long

Esta simbología presenta hasta aquí, es ubicada en una pauta de siete líneas, en reemplazo al tradicional pentagrama. Cada espacio es empleado para referir a una de las seis alturas posibles de cada categoría de objeto sonoro. A continuación se detallan las alturas de cada categoría y las vocales o fonemas sobre los que se generan cada objeto sonoro.

Altura de referencia			
700 hz	" 0 "	" f "	" fo "
570 hz	" u "	" l "	" lui "
450 hz	" a "	" ft "	" diaft "
350 hz	" ia "	" m "	" biam "
250 hz	" e "	" sk "	" presk "
150 hz	" i "	" t "	" it "



# RTGS - Estudio 1

## Sec\_1

Damián Anache, 2016.

Tempo lento

< *f* >      sempre < *p* >      *mf*      *p*

*mp p*      *p mp*      *p*      *mp*

## Sec\_2-A

## Sec\_2-B

*mf*      no >      *p*      no <      *f mp f mf*      *p*

## Sec\_3

Free Impro  
(dur. libre)

*f*      (*f*)      *mp*      < *mp*

Sost. Ped.      *p*      *mp*      *f*      < *mp*      *f*      < *mp*

*accel.*

(*f*) < *mp* (*f*) (*f*) (*f*) (*f*) (*f*) *mf*

This musical system features a grand staff with piano and forte dynamics. It includes a series of chords and melodic lines with various articulations such as accents and slurs. The dynamics range from forte (f) to mezzo-piano (mp) and mezzo-forte (mf). An 'accel.' marking is present at the beginning of the system.

**Sec\_4**

a tempo  
♩ = 110

(*mf*) *f*

This section begins with a tempo marking of 'a tempo' and a metronome setting of 110. It features a grand staff with a 6/4 time signature. The notation includes chords and melodic lines with various articulations. Dynamics include mezzo-forte (mf) and forte (f).

sim.

This musical system shows a grand staff with piano and forte dynamics. It includes a series of chords and melodic lines with various articulations such as accents and slurs. The dynamics range from mezzo-forte (mf) to forte (f). The marking 'sim.' is present below the staff.

*mf*

This musical system shows a grand staff with piano and forte dynamics. It includes a series of chords and melodic lines with various articulations such as accents and slurs. The dynamics range from mezzo-forte (mf) to forte (f).

**Sec\_5**

Tempo lento

*mp* *p* *mp* *mf* < *p* >

This section begins with a tempo marking of 'Tempo lento'. It features a grand staff with piano and forte dynamics. The notation includes chords and melodic lines with various articulations. Dynamics include mezzo-piano (mp), piano (p), mezzo-forte (mf), and piano (p). The marking 'Tempo lento' is present above the staff.

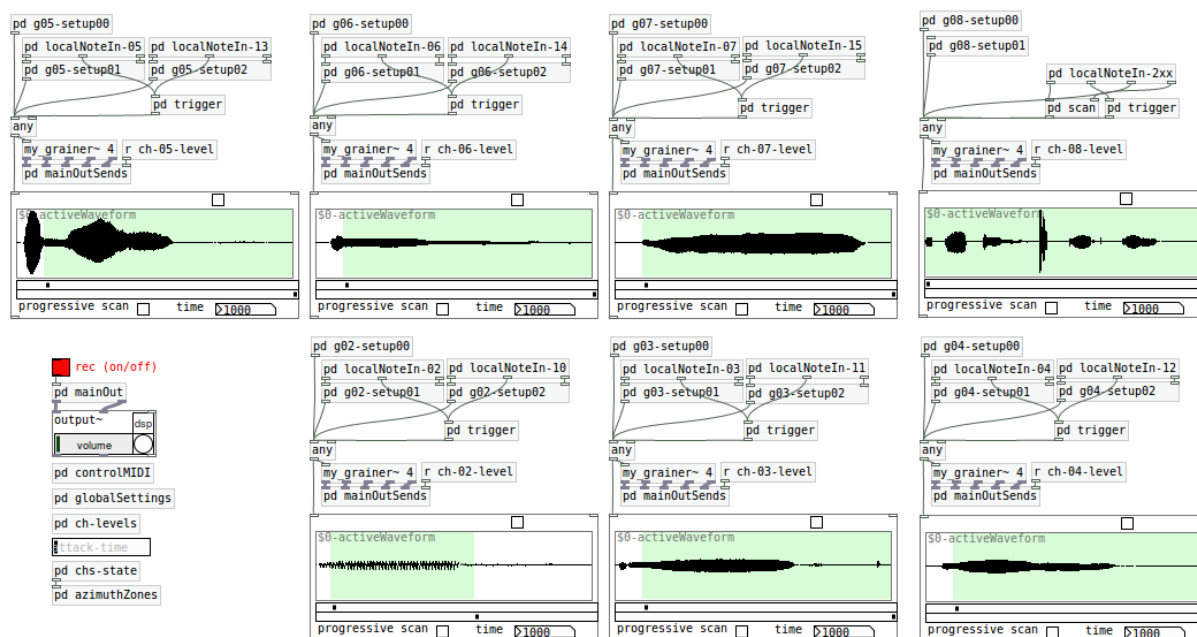
### 3.2.2 Aplicación Informática de RTGS – Estudio 1.

La aplicación incluida en la carpeta adjunta es una serie de archivos de los que depende el *patch* principal. Para su ejecución se sugiere primero conectar el controlador USB, luego iniciar *Pure Data* con frecuencia de muestreo definida a 48 khz.

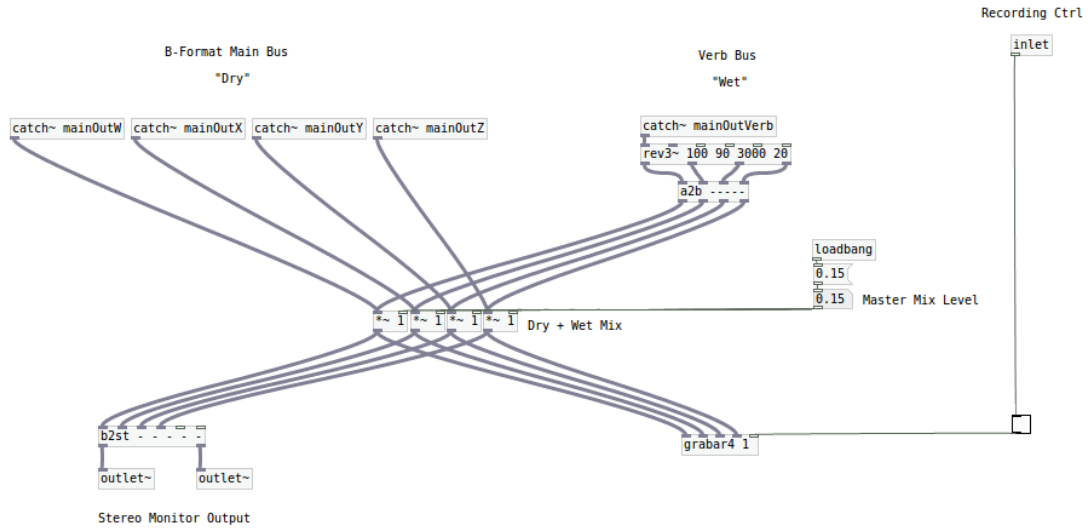
Los archivos incluidos son los siguientes:

<i>RTGS-Estudio1.pd</i>	Patch principal de ejecución de la aplicación.
<i>a2b.pd</i>	Abstracción para la conversión Ambisonics de Formato A hacia Formato B.
<i>activeWaveform.pd</i>	Abstracción para selección de punteros de lectura para la tabla definida como señal base para la forma de onda de la unidad de síntesis granular.
<i>b2st.pd</i>	Abstracción para la conversión de Ambisonics Formato B hacia Stereo.
<i>grabar4.pd</i>	Abstracción para realizar grabaciones en formato wav de cuatro canales.

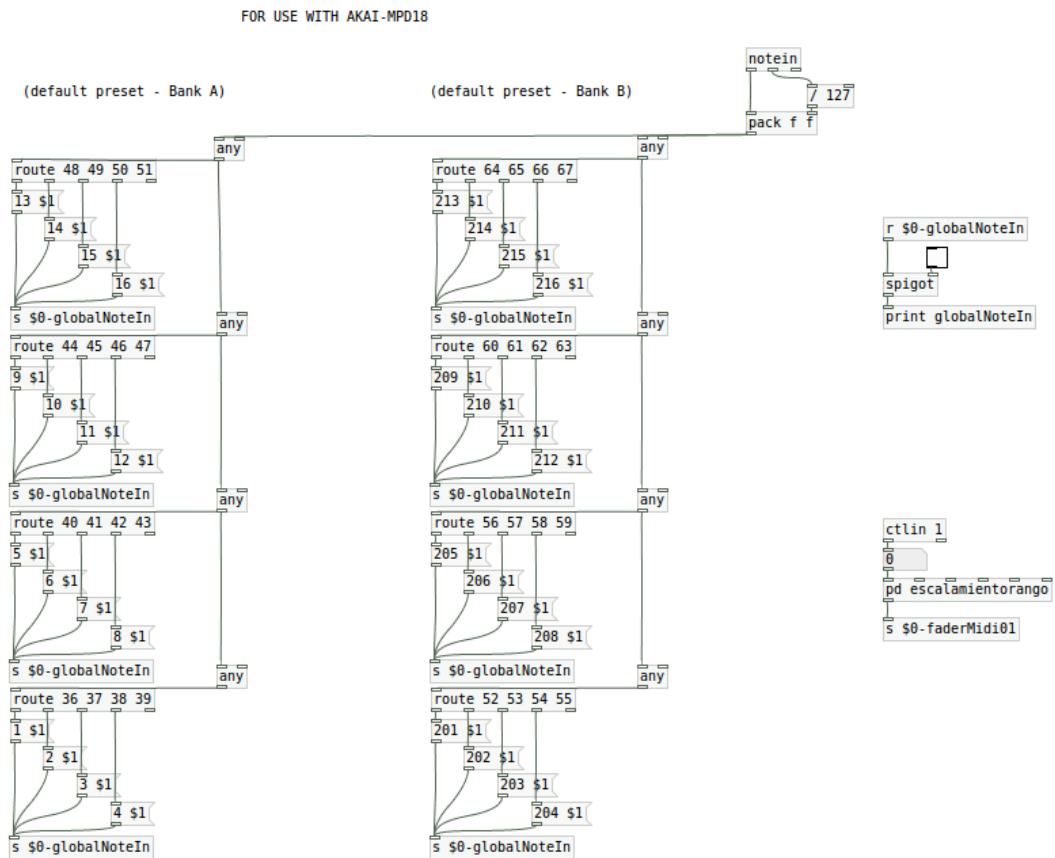
Ademas se incluyen dos subcarpetas, *audiofiles* y *envelopes*, que incluyen los archivos de audio utilizados para las formas de onda y las envolventes de las unidades de síntesis granular. A continuación se incluyen capturas de pantalla de los *patches*, *subpatches* y abstracciones.



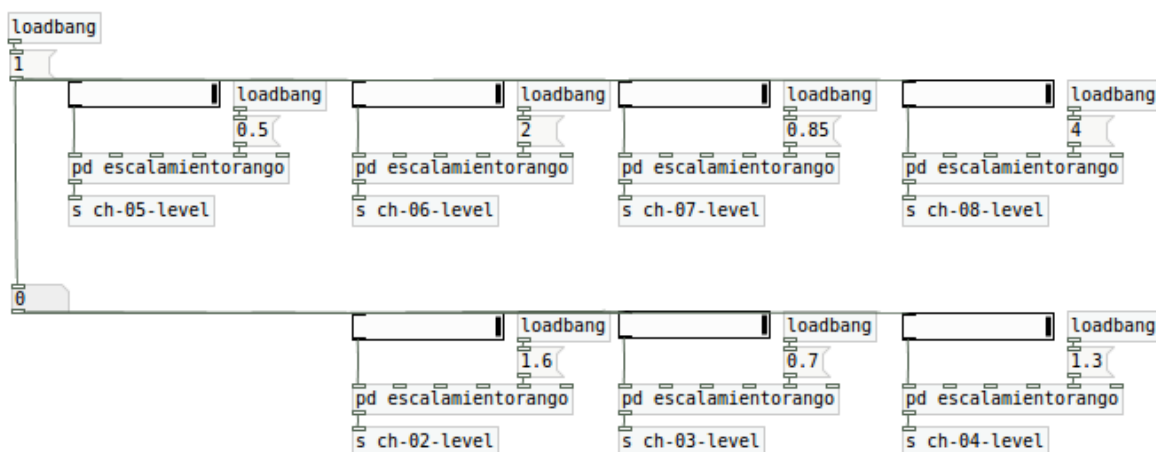
Patch principal



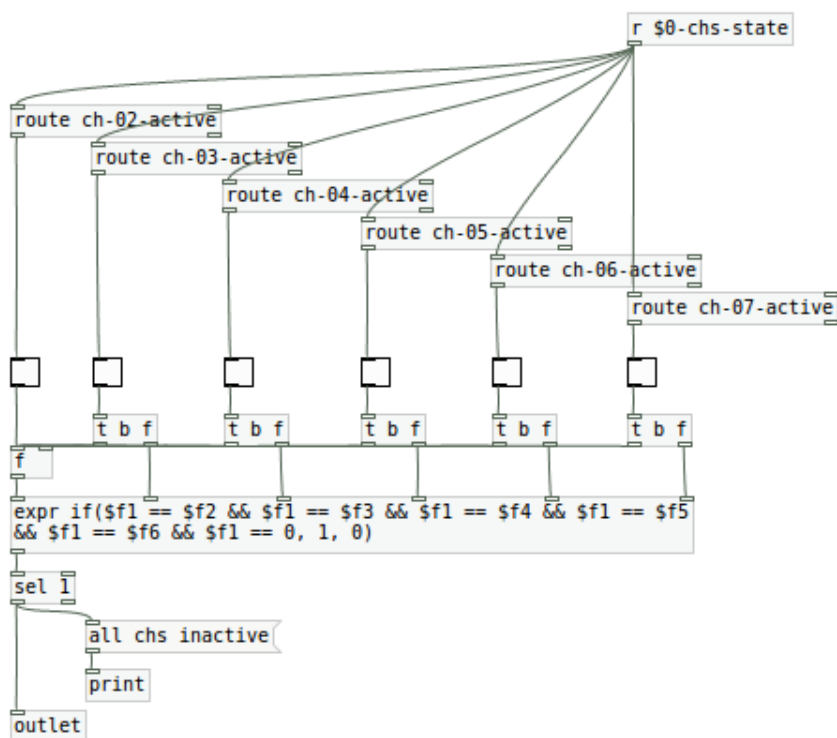
Subpatch *mainOut* del patch principal.



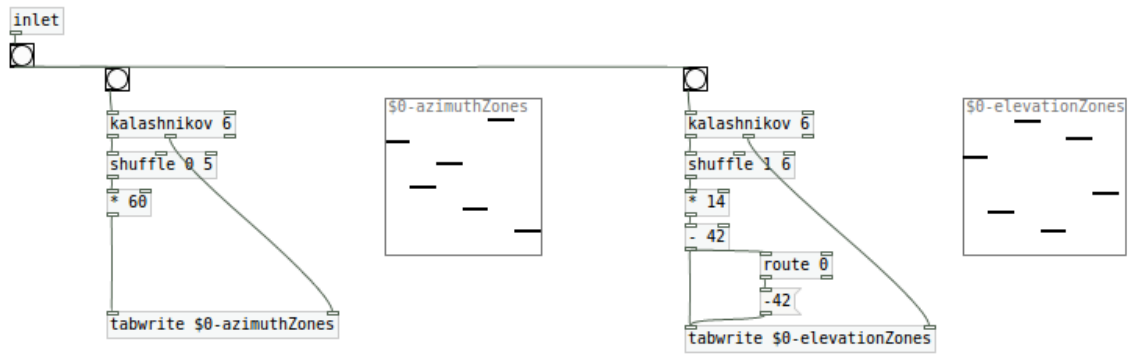
Subpatch *controlMIDI* del patch principal.



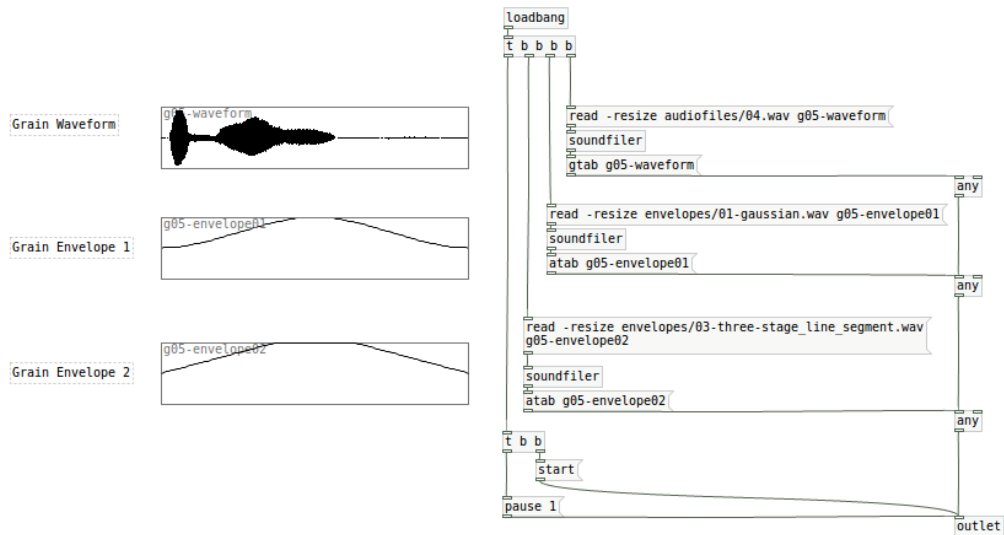
Subpatch *ch-levels* del patch principal.



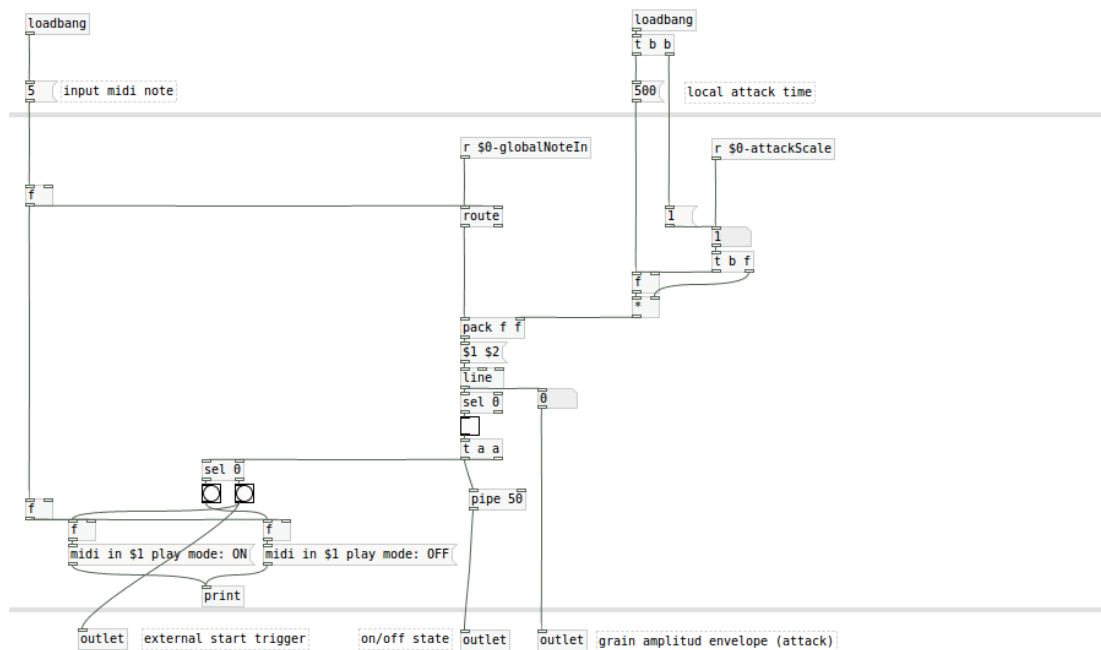
Subpatch *chs-state* del patch principal.



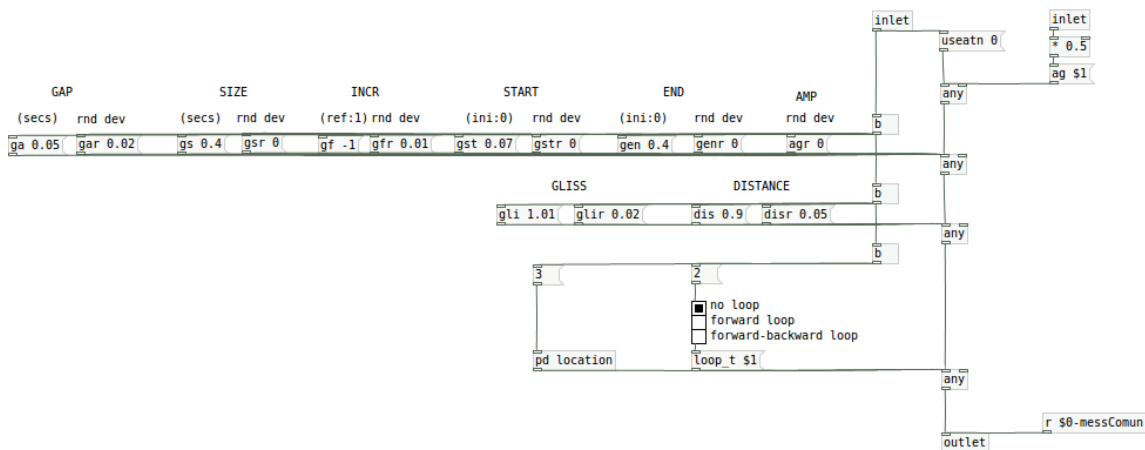
Subpatch *azimuthZones* del patch principal.



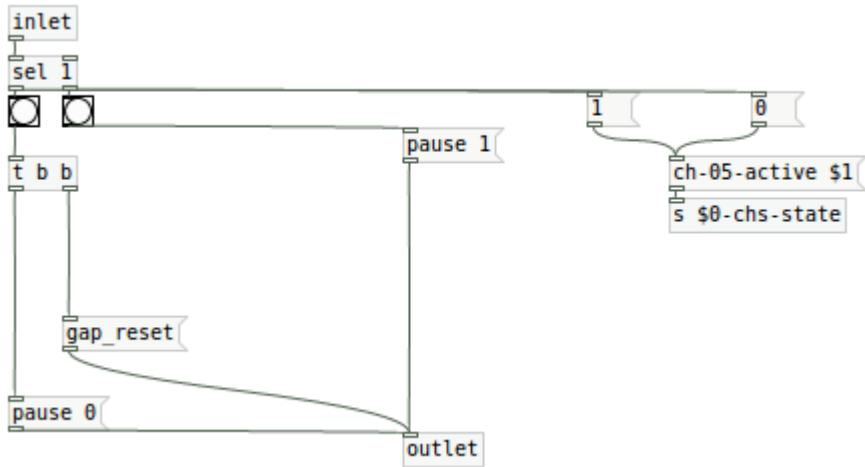
Ejemplo de subpatches *gXX-setup00* del patch principal.



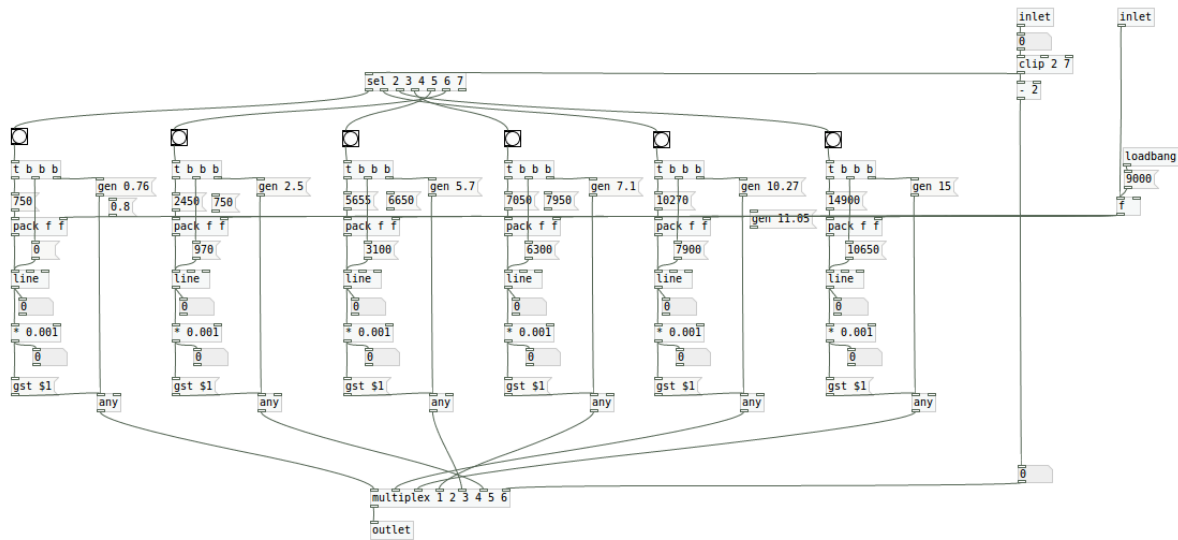
Ejemplo de subpatches *localNoteIn-XX* del patch principal.



Ejemplo de subpatches *gXX-setup0X* del patch principal.

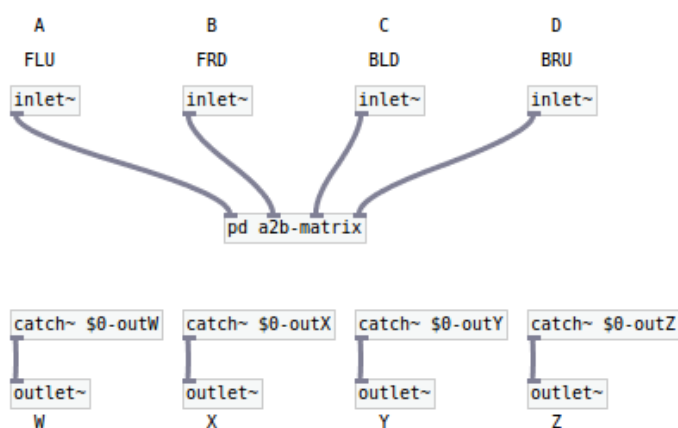


Ejemplo de subpatches *trigger* del patch principal.



Subpatch *scan* del patch principal.





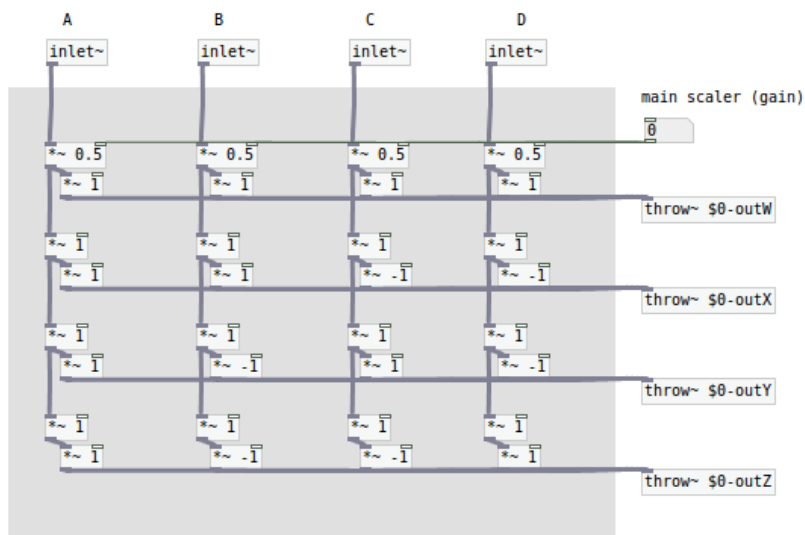
W = la suma de todos  
 X = la suma de los front menos los back  
 Y = la suma de los left menos los right  
 Z = la suma de los up menos los down

Coefficientes fijos para la disposición ortogonal: Front left up [FLU, FRD, BLD, BRU]

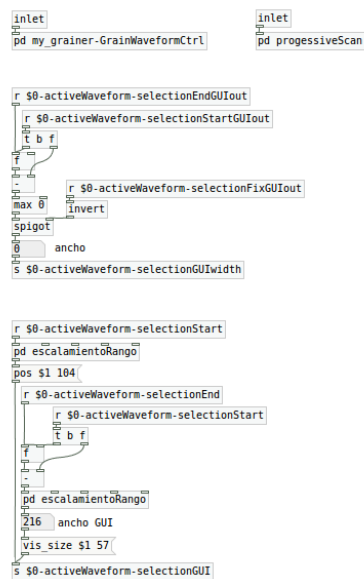
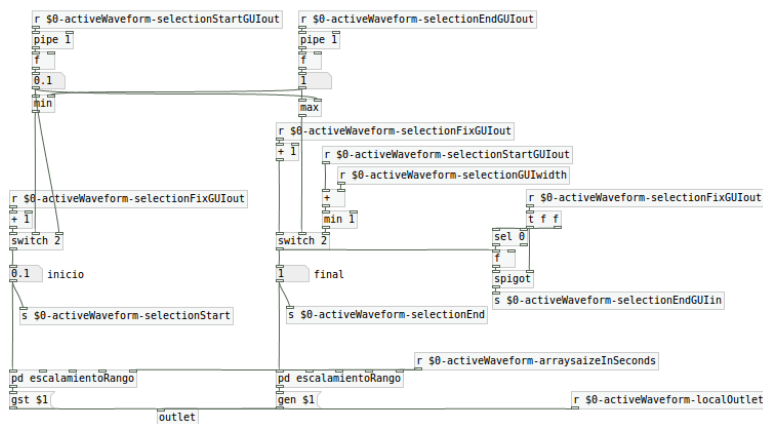
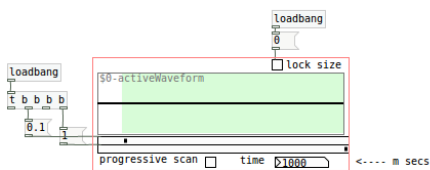
formulas extraidas de Adriaensen, F. "A tetrahedral Microphone Processor for Ambisonic Recording"

y de Angelo Farina, "A-format to B-format conversion", disponible online en: <http://pcfarina.eng.unipr.it/Public/B-format/A2B-conversion/A2B.htm>

### Abstracción *a2b.pd* .

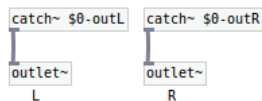


Subpatch *a2b-matrix* de la abstracción *a2b.pd* .



IMPORTANT: DO NOT CONNECT OUTLET TO INLET - INFINITE LOOP MAY BE CAUSED BY gst & gen MESSAGES

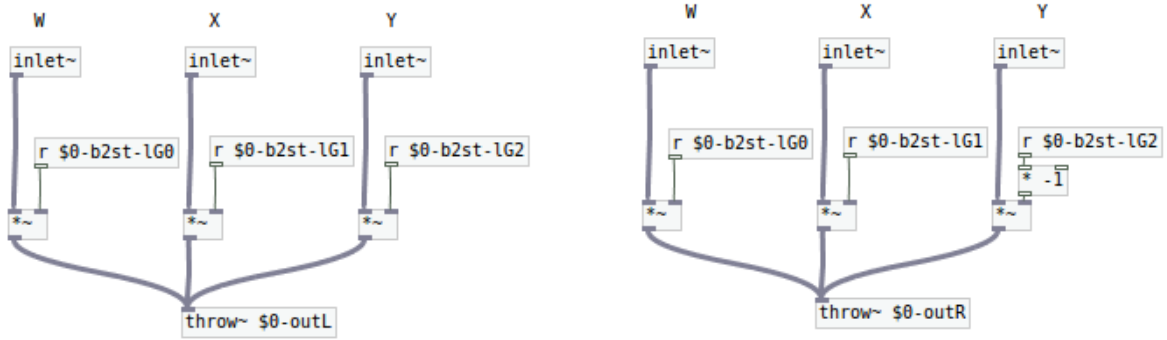
### Abstracción *activeWaveform.pd*.



formulas extraidas de ATK for REAPER, ATL Community Joseph Anderson, Josh Parmenter, Trond Lossius, 2013 disponible online en: ambisonictoolkit.net



### Abstracción *b2st.pd*.

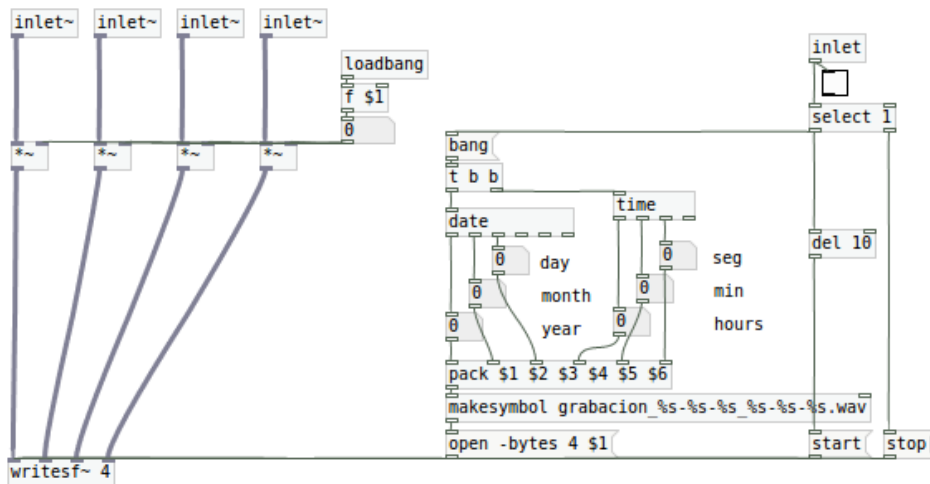


Subpatches *OutL* y *OutR* de la abstracción *b2st.pd* .

```

*****
Damian Anache - IUNA - UNQ - 2012
(last update: 10/16)
*****
Esta abstracción genera un archivo de audio de 4 canales @
32 Bit, grabando en él las entradas de audio de sus cuatro
primeros inlets. El archivo de audio generado es en formato
.wav y su nombre se corresponde con el siguiente modelo:
grabacion year month day hour min.wav. El ultimo es para
iniciar/detner el registro de audio. Como argumento se
define el nivel de "ganancia" o el control de nivel de la
señal de entrada.
*****

```



```

*****
NOTA: para que la grabacion funcione adecuadamente primero
se debe encender el DSP, luego iniciar la grabacion
*****

```

Abstracción *grabar4.pd* .

### **3.3 RTGS - Estudio 2.**

Al igual que para *RTGS - Estudio 1*, en la carpeta de material anexo se incluyen las grabaciones de este segundo estudio realizadas por Ezequiel Abregú (Intérprete A) y Fabián Sguiglia (Intérprete B), en Ambisonics Formato B y en Stereo. Estos últimos (los archivos en formato Stereo) incluyen marcadores (*cue points*) de manera de facilitar la ubicación de las indicaciones de la sección de evaluación de las experiencias o simplemente para poder leer la partitura con mayor comodidad. En este caso, los marcadores indican el número de sistema de la partitura. Dicha partitura de la obra y las aplicaciones informáticas del entorno programado para este trabajo se encuentran también entre los archivos de la carpeta adjunta. A continuación se incluye una versión reducida en tamaño de la partitura y capturas de pantalla de las aplicaciones programadas. A antes de eso se incluye el artículo que se presentó en el evento CMMR (International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research), San Pablo, Brasil, del día 5 al 8 de Julio de 2016. Este artículo presenta una de las primeras versiones del instrumento utilizado en la versión final del entorno.

#### **3.3.1 Antecedentes para RTGS – Estudio 2.**

El artículo a continuación está publicado en Aramaki, M., Kronland-Martinet, R., y Ystad S. 2016, Proceedings of the 12th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research, Marseille Cedex, Francia: The Laboratory of Mechanics and Acoustics. ISBN 978-2-909669-25-0 , ISSN 1159-0947. Páginas: de 139 a 146. Total de páginas: 8.

## Using *Pure Data* for real-time Granular Synthesis control through *Leap Motion*.

### Abstract.

This paper documents the development of a granular synthesis instrument programmed on PD (*Pure Data*, Miller Puckette *et al*<sup>65</sup>) for being controlled by *Leap Motion*<sup>66</sup>, a computer hardware sensor that converts hands and fingers motion into simple data, ready for end-user software inputs. The instrument named *mGIL* (*my\_Grainer's Instrument for Leap*) uses the *my\_grainer*<sup>67</sup> PD's external object as its GS (granular synthesis) engine and *leapmotion*<sup>68</sup> external object as its local interface. This connection between software and hardware intends to reach expressive computer music sounds, with the performer's body imprints. The present status of that interplay (software + hardware) is a work-in-progress advance of the author doctoral thesis.

### 1 - Introduction.

After Isaac Beekman [1], Dennis Gabor [2], Iannis Xenakis [3], Barry Truax [4] and Curtis Roads [1] himself, GS (granular synthesis) is fully documented by Roads on his book *Microsound* [1]. Nevertheless computer technologies are constantly improving and so are new approaches to this synthesis technique as *mGIL* (*my\_Grainer's Instrument for Leap*) is an example of this nowadays. This instrument, *mGIL*, was developed on *Pure Data*<sup>1</sup> to handle real time GS controlled by *LeapMotion*<sup>2</sup>. In this development, GS focuses the timbral organization level in order to generate individual sound objects, instead of granular clouds. The aim is to create a group of grains as a sonic entity where the individual grains are integrated in a unique sound unit. Each grain has a meaning only

---

65 [puredata.info](http://puredata.info) .

66 [leapmotion.com](http://leapmotion.com) .

67 Developed by Pablo Di Liscia, is available at: [puredata.info/Members/pdiliscia/grainer](http://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer).

68 *leapmotion* external developed by Chikashi Miyama for Linux available at: <http://musa.poperbu.net/index.php/tecnologia-seccions-30/-puredata-seccions-45/129-installing-leapmotion-puredata-external-on-linux>  
for Windows at: <http://jakubvaltar.blogspot.com.ar/2013/10/leap-motion-pure-data-external-for.html>.

inside that object. This can be described as a *short time granular sound* generated between a *packed* and a *covered* fill factor as Roads describe it<sup>69</sup>.

In the context of the author's doctoral thesis, the main motivation of using granular synthesis on this development was its capacity to allow a huge amount of parameters modifications in a short time scale, with a manifest spectral consequence. This aspect is of special interest in order to reach expressive sounds generated by synthesis.

The author's research is centered on the incidence of the interpreter/performer in computer music generated by synthesis means only. A first approach to the problem [5] suggests that granular synthesis could be an appropriate technique in order to imprint the performer bodily trace actions on every sound generated by a digital instrument. The reason of this is the huge amount of control data that it involves, which could exceed the thousand parameters in just one second<sup>70</sup>.

According to the author's standpoint, if this feature is properly combined with the right device control, highly expressive synthesis sounds may be produced. Therefore, the lack of physical imprint<sup>71</sup> in computer music may be overcome. At this stage of research, the chosen device was *Leap Motion*. This device was considered an appropriate choice for the aim of this work, because it can acquire the position values for each finger of each hand (at least 36 outputs) with great accuracy at a user defined rate (among other useful data from movements and gesture analysis).

## 2 - Framework

Many of the most important developments for GS can be found on Roads [1], from where the highlights are *CG – Cloud Generator* (by C. Roads), and the early real time developments by Barry Truax. On the other hand, if we focus on developments for the free and open source platform *Pure Data*, we find five synthesis units available as external objects. Some of the features of the mentioned externals is discussed in the next summary (Table 1) as well as in the following descriptions.

---

69 See [1], pag 105

70 See [1], page 87.

71 This lack is marked by Anache himself [5] and is present on several authors of [6].

**Table 1.** *Pure Data's* externals for GS.

Name	Developer	Release	Output	G.Wf <sup>72</sup>	G.Env <sup>73</sup>
<i>syncgrain~</i> <sup>74</sup>	Barknecht, F.	n.d.	Mono	Table	fix
<i>mill~</i> <sup>75</sup>	Keskinen, O.	n.d.	Stereo	Table	Hann
<i>disis_munger1~</i> <sup>76</sup>	Ji-Sun K., et al	2007	Multichannel	Audio	fix
<i>granule~</i> <sup>77</sup>	Lyon, E.	2012	Stereo	Table	Table
<i>my_grainer~</i> <sup>78</sup>	Di Liscia, O. P.	2012	Ambisonics	Tables	Tables

All of these objects implement the GS technique in a different way, offering advantages and disadvantages, different control parameters, possibilities and limitations. *syncgrain~* works only with synchronous GS and is a direct port of the *SndObject SyncGrain* by Victor Lazzarini. The grain waveform is obtained by reading a function table, meanwhile the grain envelope cannot be defined by the user. For *mill~* the grain waveform is also defined by user through a function table but the grain envelope is based on a *hanning* window with expanded sides possibilities. *disis\_munger1~* is based on Dan Trueman's *munger~* (Computer Music Center, Columbia University). It doesn't generate grains by its own and needs an external audio input for working. Its grains envelope function is fix and the user can only change its duration. The output offers up to 64 intensity panning channels. *granule~* was developed at Department of Music and Sonic Arts Queen's University Belfast and it's included on the *LyonPotpourri* collection of externals together with other GS external object: *granulesf~*. Both, the grain waveform and envelope are defined by function tables but it only offers stereo output. Finally, *my\_grainer~*'s latest version was released on 03/2016 and it can work with up to 24 different function tables at the same time for both the grain waveform and the grain envelope. Moreover it outputs an Ambisonics B-format signal (making 3D sound with full control feasible) and offers very detailed parameters in order to control the GS technique as its main reference literature explains: grain duration; gap between grains; pitch; amplitude level; spatial position; and

---

72 G.Wf = Grain Waveform

73 G.Env = Grain Envelope

74 <https://puredata.info/Members/fbar> (Last access: 02/2016)

75 <http://rickygraham.net/?p=130474333> (Last access: 02/2016)

76 <http://l2ork.music.vt.edu/main/make-your-own-l2ork/software/> (Last access: 02/2016)

77 <http://www.somasa.qub.ac.uk/~elyon/LyonSoftware/Pd/> (Last access: 02/2016)

78 <https://puredata.info/author/pdiliscia> (Last access: 03/2016)

auxiliary output level for external processing of each grain (like reverberation send.) The external also offers controls for a random deviation of each one of its parameters, different looping capacities for the audio tables read and may receive lists for specific random values choices.

### 3 - Instrument Description

The instrument started as an improved version of Esteban Calcagno's patch called *Grainer\_Dinamics*<sup>79</sup> but during the improvement process the patch achieved its own identity giving birth to *mGIL*. This new instrument keeps the original idea of being a programmable function-based controller for *my\_grainer~* with the addition of being triggered and further controlled through an external device. Nowadays the instrument is specially designed to operate with *LeapMotion* but it could be easily adapted to be used with other devices as well. Figure 1 below shows the instrument's main interface.

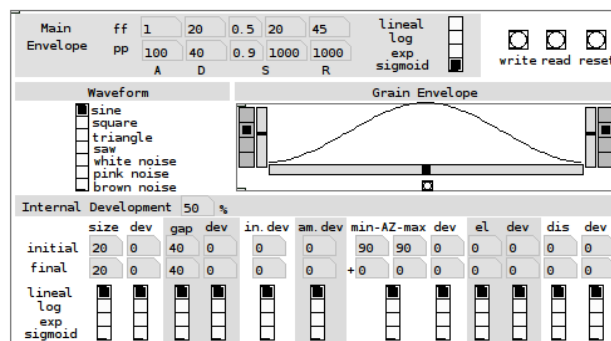


Fig. 1. *mGIL*'s GUI.

As explained before in *1.Introduction*, *mGIL* generates short time scale granular sounds, so its control function values are arbitrary limited in order to achieve this special kind of GS. For example, grains duration values are limited to 1-100 msec. and *gap* (elapsed time between consecutive grains) values are limited to 1-500 msec. Also, as the synthesis engine allows it, *mGIL*'s parameter names are strongly related to Roads terminology [1], so it is designed for users who know the theory in advance. The user must handle carefully this interface, because some especial configurations may lead to

<sup>79</sup> Available at the following link, and soon to be published on [8]

[http://www.mediafire.com/download/852o9e2kf7bdc7u/GRAINER\\_DINAMICS.zip](http://www.mediafire.com/download/852o9e2kf7bdc7u/GRAINER_DINAMICS.zip)



undesired results. For example, a *gap* time smaller than the grain duration may produce overlapped grains, and therefore the audio output may be overloaded.

Each control function takes a starting value and an ending value, and a choice for the interpolation method to perform between these values. The interpolation methods must be chosen from the following options: linear, logarithmic, exponential and *S-shaped* sigmoid function.

The grain waveform is chosen from seven presets, divided in two groups: functions and noises; functions: sine, triangle, square and saw; noises: white, pink and brown. When using the functions waveforms, *mGIL* receives pitch values for transposing the original waveform, meanwhile noises ignores that input value (pitch control is explained on 3.1 *Pitch and Dynamics*). The grain envelope is defined by a Bezier-based GUI, consisting of a sequence of two variable curves with an adjustable joint point. This offers many options for regular and custom envelopes, among them: bell-shaped, triangular, *expodec*<sup>80</sup>, *rexpodec*<sup>81</sup>, or any other two segment type shape.

Finally, the audio generated by the GS engine is controlled by the main ADSR<sup>82</sup> audio envelope, also defined by keyboard input values for a more precise control. This is different than the main envelope of most digital instruments, because in this case there must be two ADSR defined envelopes. One is for the higher intensity level and the other for the lower (normalized from 0 to 1, where 0 is *pp* and 1 is *ff*). So, the intermediate intensity values are generated by interpolation of the ones of the defined envelopes, according to four interpolation types: lineal, logarithmic, exponential and *S-shaped* sigmoid function. The main ADSR envelope also defines the total sound's duration. Because of this, the lengths of the transitions of all the *mGIL*'s control functions are defined proportionally to the length of the ADSR envelope (by *Internal Development* parameter on GUI).

As shown in Figure 2, in order to generate two outputs, *mGIL* needs two input values: pitch and intensity. The outputs are: one control-rate data package to control the

---

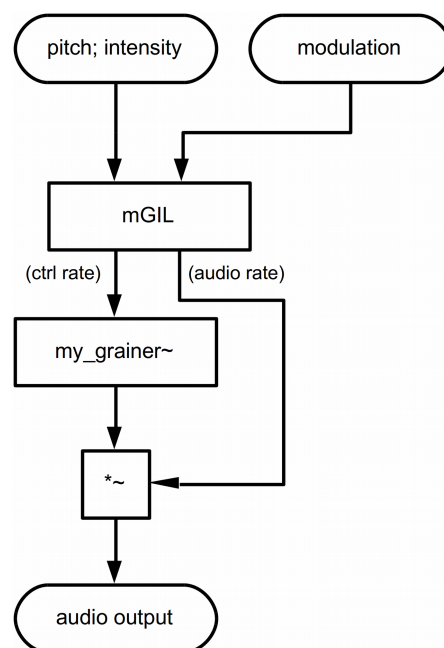
80 Exponentially decaying envelope, see [1], page 88.

81 Reverse *expodec*, see [1], page 88.

82 Acronym for *Attack, Decay, Sustain, Release*.

GS of *my\_grainer~* and an audio-rate output to control the main amplitude envelope of *my\_grainer~* (the main ADSR envelope).

The remaining feature of *mGIL* is the modulation control. At this stage it just receives a value from 0 to 1 for scaling both the gap time and the bandwidth of the pitch variation (the later will only be taking in account if the defined GS configuration uses a random deviation of the main pitch). This will be the first feature to be improved in future *mGIL*'s versions, by adding more modulation inputs in order to achieve a more significant spectral influence.



**Fig. 2.** *mGIL*'s connections scheme.

### 3.1 - Pitch and Dynamics

The design of *mGIL* offers two ways of pitch control: A) specific frequency input (in hertz) with the option of normalized mode (from 0 to 1 for 20hz to 20khz); and B) Bark Scale index input. For this last feature, *barkScale* was developed as a *PD*'s abstraction. It just allocates a table that receives a Bark Scale index as input and offers central frequency, bandwidth, low and high limits as outputs values. The input can also be normalized from 0 to 1 float values. On both cases, the received frequency values define the amount of transposition of the chosen grain waveform. In case that the chosen

waveform is any kind of noise, the whole frequency input become meaningless and has no influence on the grain waveform.

In order to offer a balanced level audio output based on psychoacoustic data, an abstraction (*iso2262003*) was created based on the ISO 226:2003 international standard which documents the normal equal-loudness-level contours. The abstraction receives a frequency value (in hertz) and a loudness level contour (from 20 to 80 phon or normalize from 0 to 1) to compute the corresponding sound pressure level (from 0 to 120 dB SPL, or normalized from 0 to 1). It is important to notice that, as the digital domain cannot be related to specific psychoacoustic values, *mGIL*'s design assigned its internal values just to keep a relative balance of intensity across the spectrum, regardless of a strict implementation of the standard.

### 3.2 - External Control

*LeapMotion*'s operation is detailed documented by its developers team at its official website<sup>83</sup> and as anticipated on *Abstract*, it runs on *Pure Data* platform thanks to an external object developed by Chikashi Miyama<sup>4</sup>. The first analysis stage of this project detects active hands on each half of the interaction zone, left and right. Then, the following analysis stage is the detection of the closing/opening hands gesture inside each of these zones, done by comparison of the *sphereRadius*<sup>84</sup> method output data. This gesture detection sends data for *mGIL*, where pitch and dynamics are determined by hands' elevation positions and open gesture's velocity, respectively. The whole analysis scheme offers data outputs from each one of the two hands and is connected to two *mGIL* instances. Thanks to this design, two independent streams sound synthesis can be performed simultaneously.

---

<sup>83</sup> <https://developer.leapmotion.com/documentation/>

<sup>84</sup> See *Leap Motion* documentation.

### 3.3 - Package Description

*mGIL* consists of a set of *PD*'s patches and abstractions, some of them are flexible enough for being used in other instruments or even in general purpose projects. They all are listed below.

**Table 2.** *mGIL*'s patches and abstractions .

Name	Description
autopack2; autopack3	Packs two or three floats numbers in one list regardless of the order of receiving values.
barkScale	Offers Bark Scale's values on demand, explained on 3.1 <i>Pitch and dynamics</i> .
iso2262003	Offers ISO 226:2003 data on demand, explained on 3.1 <i>Pitch and dynamics</i> .
leapmotion-ctrl	Custom <i>Leap Motion</i> analysis for <i>mGIL</i> , needs <i>leapmotion</i> <sup>4</sup> external object, explained on 3.2 <i>External control</i> .
mGILabstraction	<i>mGIL</i> 's core, GUI shown on Fig. 1.
mGILmainPatch	Main patch.
mGILmy_grainerParameters	GUI for <i>my_grainer</i> 's parameters.
onebangTime	Bangs redundancy filter.

### 4 - Conclusions, Final Observations and Future Development

This first version of *mGIL* only works with audio functions and noisy grain waveforms, leaving behind any other kind of audio signals like acoustic sources recordings. It was designed this way in order to completely avoid the generation of sounds that may resemble the ones produced by acoustic sources. However, conscientiously explorations with acoustic sources recordings will be tested on next instrument's versions. The control of the *my\_grainer* external 3D spatialisation capacities by performing gestures is also one of the areas to be further explored.

This work also involved several suggestions of new features to Pablo Di Liscia (*my\_grainer*'s developer). Some of them (for example, different looping capacities for grain waveform tables reading) are available in its last release (March, 2016) and some others maybe available on next versions.

One of the most important subject which was researched through this development is the influence of corporal gestures into the morphology of the generated sound in live

performance. The actual state of this project allows the author to start his first studio compositions, performances and analysis in order to developed his doctoral thesis. At the same time, the source code, documentation and examples are freely shared on-line, so as other artists and programmers can be able to explore this research area.

### References

1. Roads, C., Microsound, The MIT Press, England (2004).
2. Gabor, D., Acoustical Quanta and the Theory of Hearing, Nature 159 (4044): 591-594 (1947).
3. Xenakis, I., Formalized Music, United States (1992).
4. Truax, B., Real-Time Granular Synthesis with the DMX-1000, in P. Berg (ed.), Proceedings of the International Computer Music Conference, The Hague, Computer Music Association (1986).
5. Anache, D., El Rol del Intérprete en la Música Electrónica - Estado de la Cuestión, In Actas de la Décima Semana de la Música y la Musicología, UCA, Argentina (2013).
6. Peters, D., Eckel, G., Dorschel, A., Bodily Expression in Electronic Music – Perspectives on Reclaiming Performativity, Routledge, United States (2012).
7. Paine, G., Gesture and Morphology in Laptop Music. In: Dean, R.T., (ed) The Oxford Handbook of Computer Music, Oxford University Press, United states of America (2009).
8. Di Liscia, O.P. (ed), Síntesis Espacial de Sonido, CMMAS Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, Mexico, ebook with additional files (2016).

### **3.3.2 Partitura de RTGS – Estudio 2.**

A continuación se incluye una versión reducida en tamaño de la partitura de la obra. Se advierte que esta versión es una superposición de las dos capas impresas en papel blanco (fondo) y en papel de transparencia (frente). Al mismo tiempo se incluyen anexos los archivos digitales originales para poder apreciarla con mayor detalle. Los archivos son tres, la versión completa, y la versión dividida en fondo y transparencia.

## **RTGS – Estudio 2**

Damián Anache

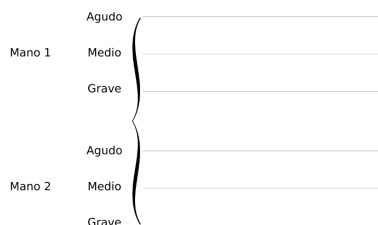
2016

### **Referencias**

Esta pieza está compuesta para un entorno *ad hoc*, entendido como una combinación específica de interfaz de control, aplicación informática y codificación de notación musical. Para lo relativo a la aplicación y la interfaz consultar la documentación correspondiente, a continuación se detalla la simbología utilizada en la notación y los criterios para su interpretación.

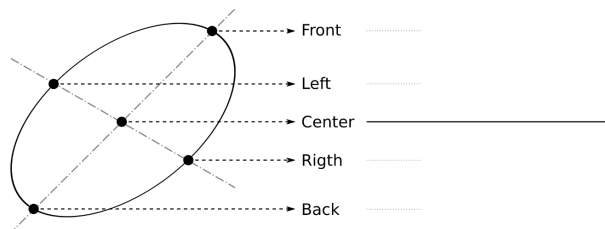
En términos generales la escritura está basada en la notación gráfica o analógica, y ofrece cierto grado de ambigüedad entre el resultado del sonido a alcanzar y la acción que debe realizar el intérprete. Frente a esto, el intérprete evaluará cada caso según su propio criterio.

La obra es para ser ejecutada mediante la interacción de las dos manos del intérprete frente a un dispositivo de captura de sus movimientos, por lo que la notación está planteada en un sistema de pautas de tres líneas (en reemplazo al tradicional pentagrama). Cada pauta es para cada una de las dos manos, indiferentemente cual sea cada una de ellas pero en toda la obra se deberá mantener la asociación decidida al inicio de la obra, es decir, no se puede alterar la asociación mano (izq. o der.) - pauta (superior o inferior). Al mismo tiempo, cada línea de la pauta es empleada para referir a una de las tres zonas de alturas posibles para cada mano, las zonas de graves, medios o agudos. Cada altura específica dentro de cada zona será definida por el intérprete, al igual que los límites de las zonas. Se sugiere al intérprete que realice la mayor cantidad de variaciones posibles cada vez que repita una zona de altura. Es decir, que trate de evitar la repetición de una misma altura.



Por otro lado, la notación incluye información para la ubicación espacial del sonido generado. Para controlar esta característica del sonido, el entorno permite desplazar el sonido en los 360° de la esfera unidad mediante el desplazamiento de la mano en los límites de la zona de captura de cada mano, a acercarse al centro de la zona de captura la ubicación del sonido generado se torna difusa, al alejarse su ubicación respecto de la esfera unidad, al mismo tiempo que se incrementa la relación sonido directo/sonido reverberado.

La notación de las indicaciones sobre la ubicación del sonido se basan en una circunferencia que representa el Azimut de la esfera unidad de Ambisonics, pero la misma está rotada gráficamente y deviene en una elipse. Esta elipse está ubicada sobre cada línea de la pauta, de manera que indica la ubicación espacial para cada una de las zona de alturas, según la siguiente referencia:



A continuación se presentan ejemplos de notación y la descripción de su posible interpretación:



Con una de las manos se debe generar un sonido grave, que se ubica inicialmente en la izquierda y luego se desplaza hacia la derecha.

Con la otra mano, se debe generar un sonido de altra media que se inicia en el centro, luego se desplaza hacia el frente y por último regresa al centro.

# RTGS - Estudio 2

Damián Anache, 2016.

The image displays a musical score for "RTGS - Estudio 2" by Damián Anache (2016). The score is presented on a grand staff with five systems of staves. Each system includes a musical staff with notes and rests, and a corresponding RTGS (Real-time Gross Spectrogram) spectrogram. The RTGS spectrograms are black ink-like traces on a white background, showing the frequency content of the sound over time. The score includes various performance instructions such as "Lento", "Libre", "más rápido", "p", "mf", and "sub.". Dynamic markings include *ppp*, *sfz*, *f*, *p*, *mf*, and *sub.*. There are also markings for articulation like accents and slurs. The RTGS spectrograms show complex patterns of energy, with some sections showing sustained tones and others showing more rhythmic or percussive attacks. The overall structure of the piece appears to be a study in timbre and dynamics, with the RTGS providing a visual analysis of the sound's spectral characteristics.



### 3.3.3 Aplicación Informática de RTGS – Estudio 2.

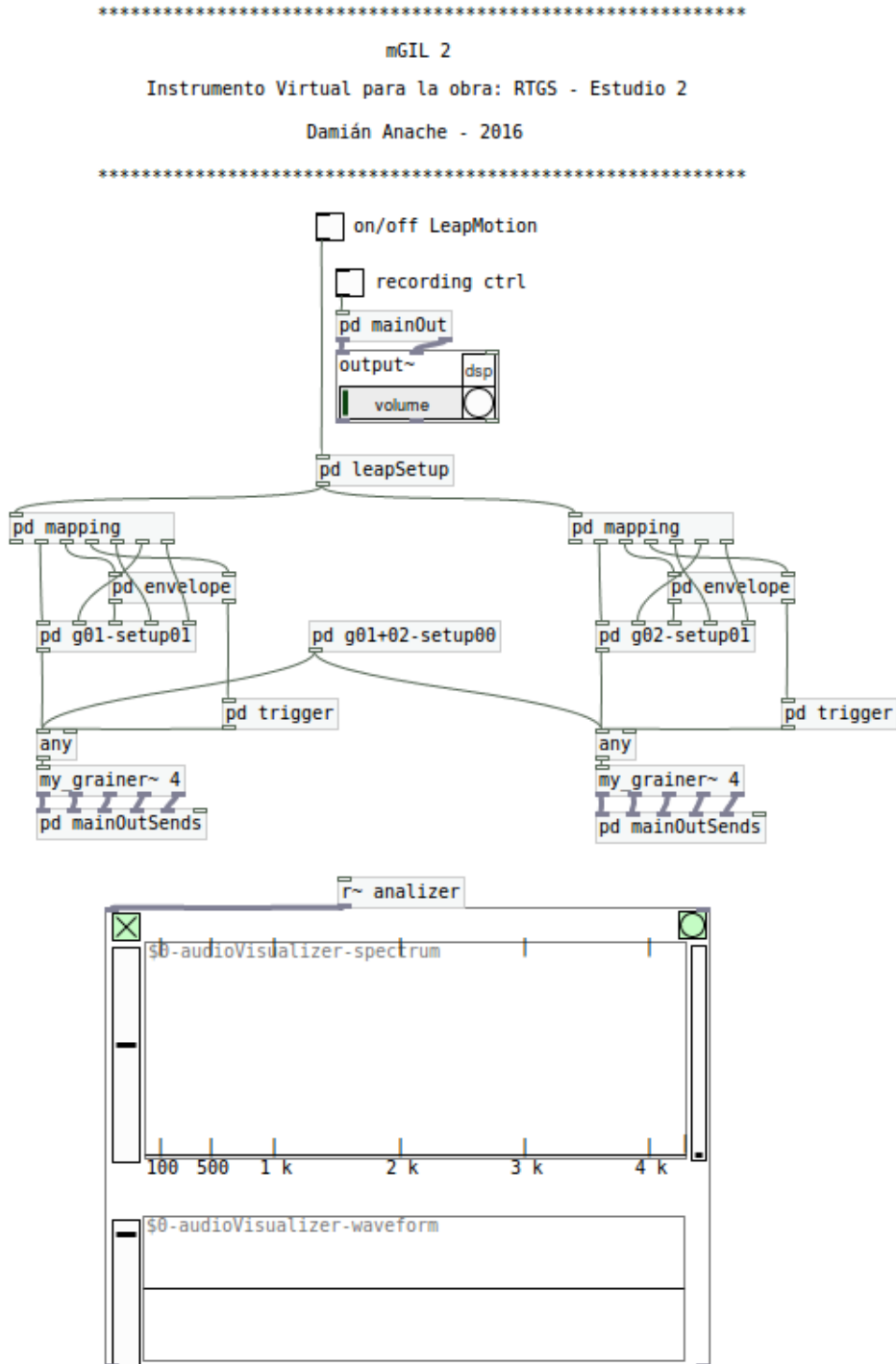
Al igual que para *RTGS – Estudio 1*, la aplicación incluida en la carpeta adjunta es una serie de archivos de los que depende el *patch* principal. Para su ejecución se sugiere primero conectar el dispositivo de captura LeapMotion, luego iniciar *Pure Data* con frecuencia de muestreo definida a 48 khz.

Los archivos incluidos son los siguientes:

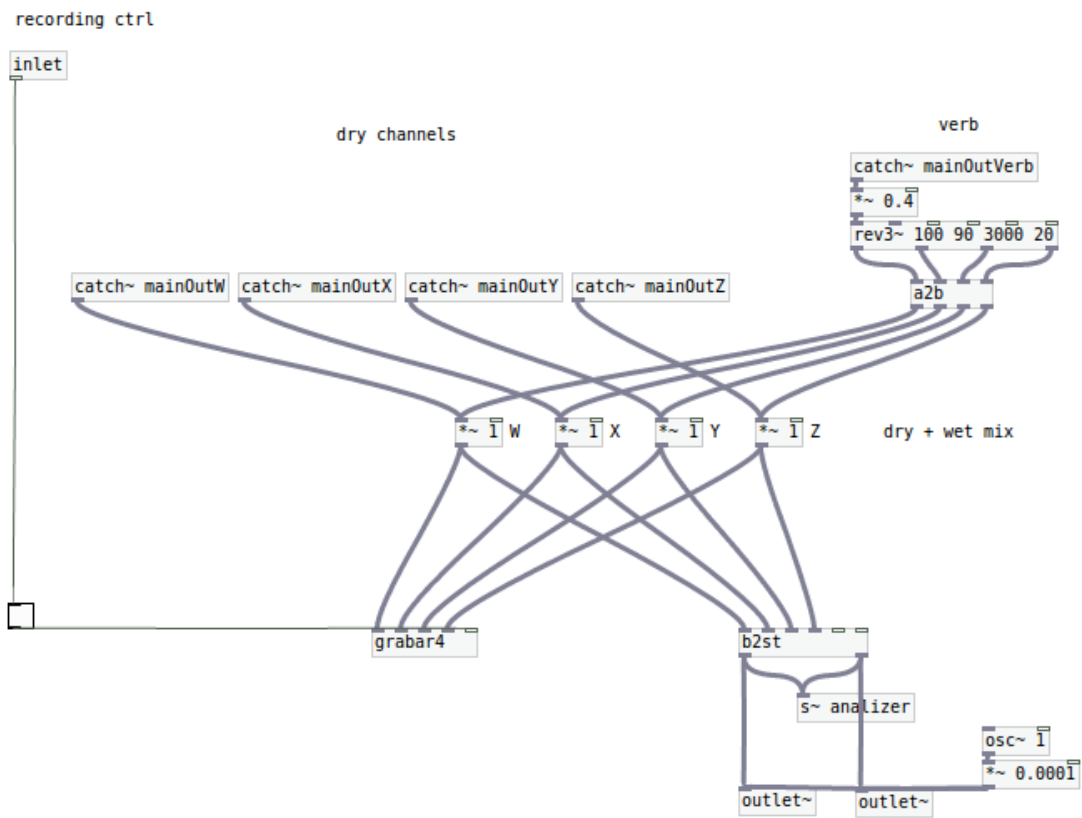
<i>RTGS-Estudio2.pd</i> <i>a2b.pd</i>	<i>Patch</i> principal de ejecución de la aplicación. Abstracción para la conversión Ambisonics de Formato A hacia Formato B. [ ver captura de pantalla en 3.2.2 - Aplicación Informática de RTGS – Estudio 1.]
<i>audioVisualizer.pd</i>	Abstracción que ofrece una GUI para la visualización de la forma de onda y un análisis espectral, en tiempo real, de la señal conectada en su entrada. [ ver captura de pantalla en 2.4.2 - my_Grainer~ Tutorial.]
<i>autopack2.pd</i>	Abstracción para “empaquetar” dos <i>float</i> en un mismo mensaje. Sin depender del ingreso en el <i>hot-inlet</i> , al ingresar un valor por cualquier de los dos <i>inlet</i> se envía el mensaje de salida.
<i>b2st.pd</i>	Abstracción para la conversión de Ambisonics Formato B hacia Stereo. [ ver captura de pantalla en 3.2.2 - Aplicación Informática de RTGS – Estudio 1.]
<i>barkScale.pd</i>	Abstracción que almacena tablas con los valores de a escala Bark y los envía a su salida a demanda según el número de índice.
<i>escalamientRango.pd</i>	Abstracción que reemplaza el objeto <i>Range</i> , eliminado e las recientes versiones de PureData. Ofrece un escalamiento lineal según valor mínimos y máximos de entrada y salida.
<i>escalamientRangoMulti.pd</i>	Abstracción similar a la anterior ( <i>escalamientoRango.pd</i> ) pero con opciones varias de interpolación: lineal, logarítmica, exponencial y curva doble “S” ( sigmoid).
<i>grabar4.pd</i>	Abstracción para realizar grabaciones en formato wav de cuatro canales. [ ver captura de pantalla en 3.2.2 - Aplicación Informática de RTGS – Estudio 1.]
<i>iso2262003.pd</i>	Abstracción que almacena en tablas los valores de las curva isofónicas publicadas en la norma ISO 226:2003 y los envía a su salida a demanda según un valor e frecuencia y phon.

Ademas se incluyen tres subcarpetas, *adicionales*, *audiofiles* y *envelopes*. La primera, *adicionales*, incluye el objeto externo para *PD* de la interfaz Leap Motion para los sistemas operativos Windows y Linux. Las otras dos carpetas, *audiofiles* y *envelopes*, incluyen los archivos de audio utilizados para las formas de onda y las envolventes de las unidades de síntesis granular.

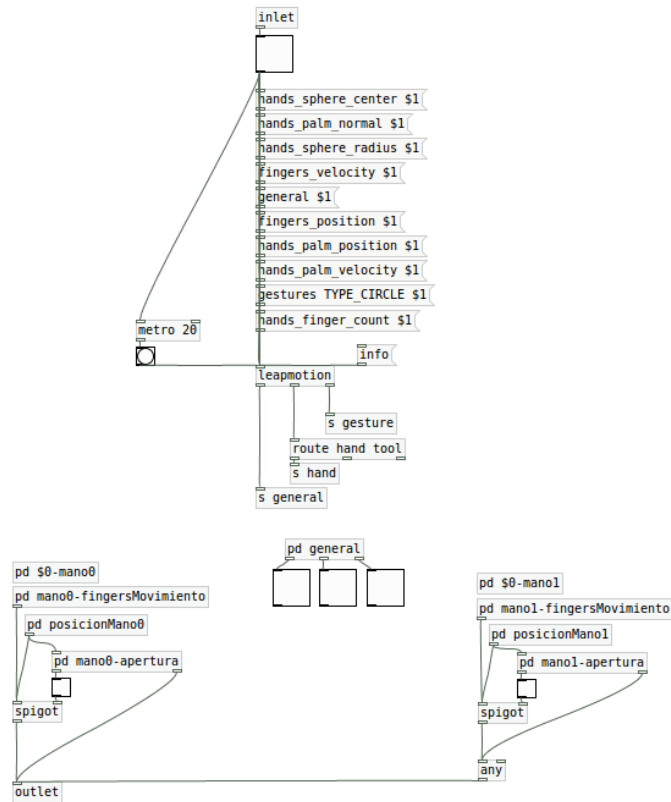
A continuación se incluyen capturas de pantalla de los *patches*, *subpatches* y abstracciones.



Patch principal.

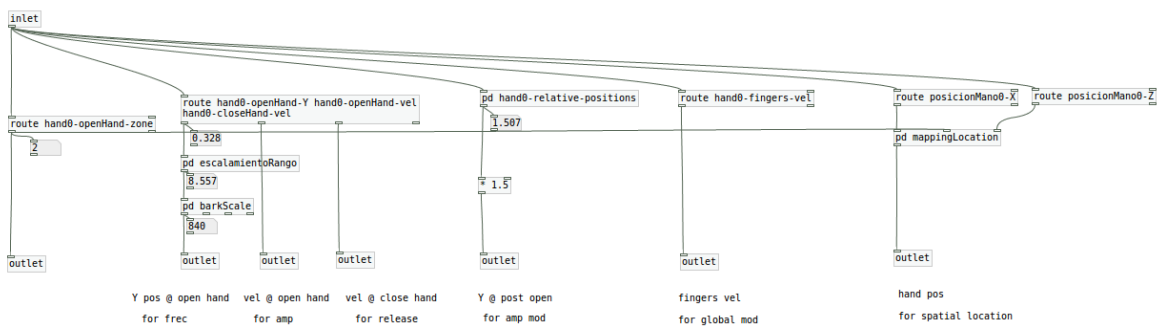


Subpatch *mainOut* incluido en el *Patch principal*.

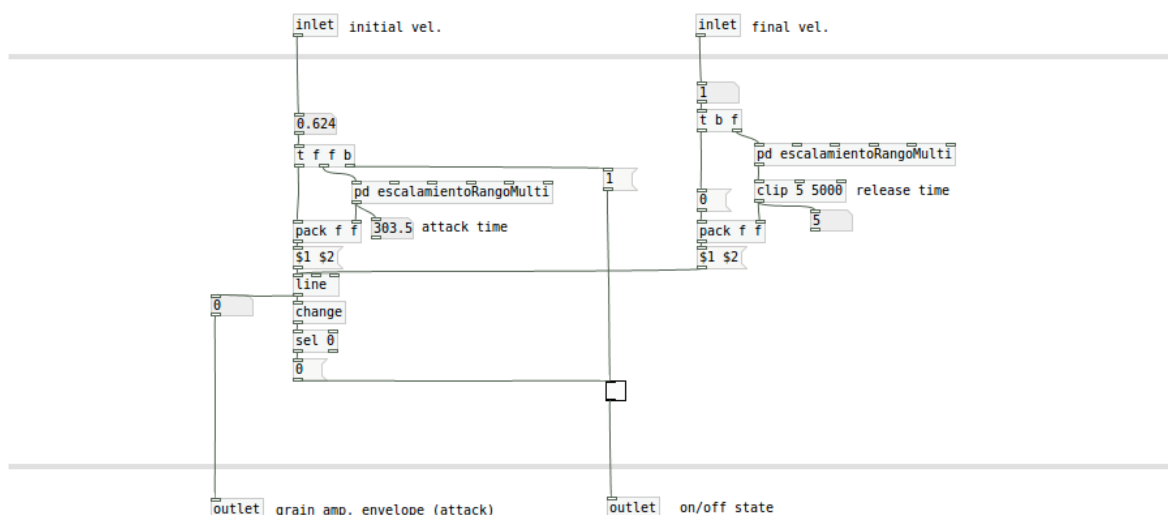


Subpatch *leapSetup* incluido en el *Patch principal*.

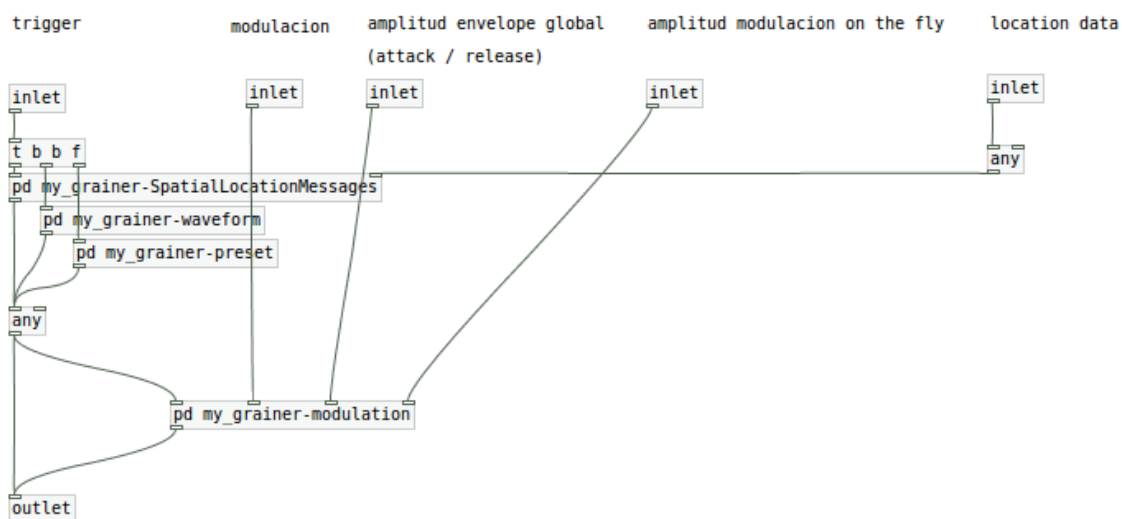
Este subpatch contiene a su vez varios subpatches de importante tamaño por lo que no se lo incluye en este documento. Para mas información acceder a los archivos originales.



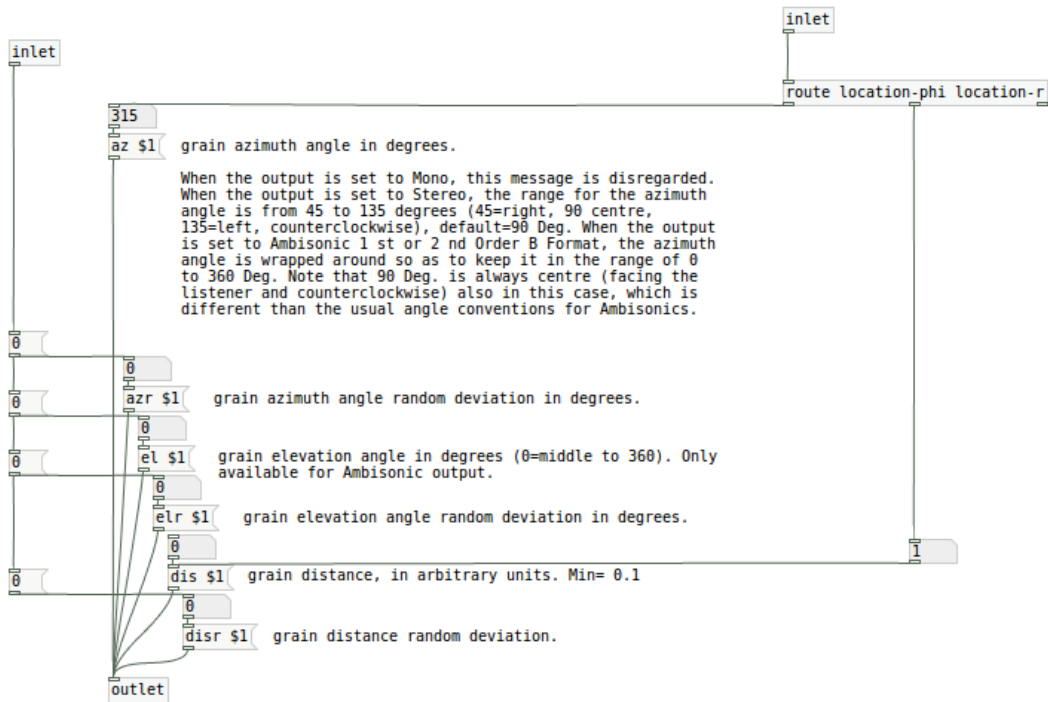
Subpatch *mapping* del cual se incluyen dos instancias en el *Patch principal*.



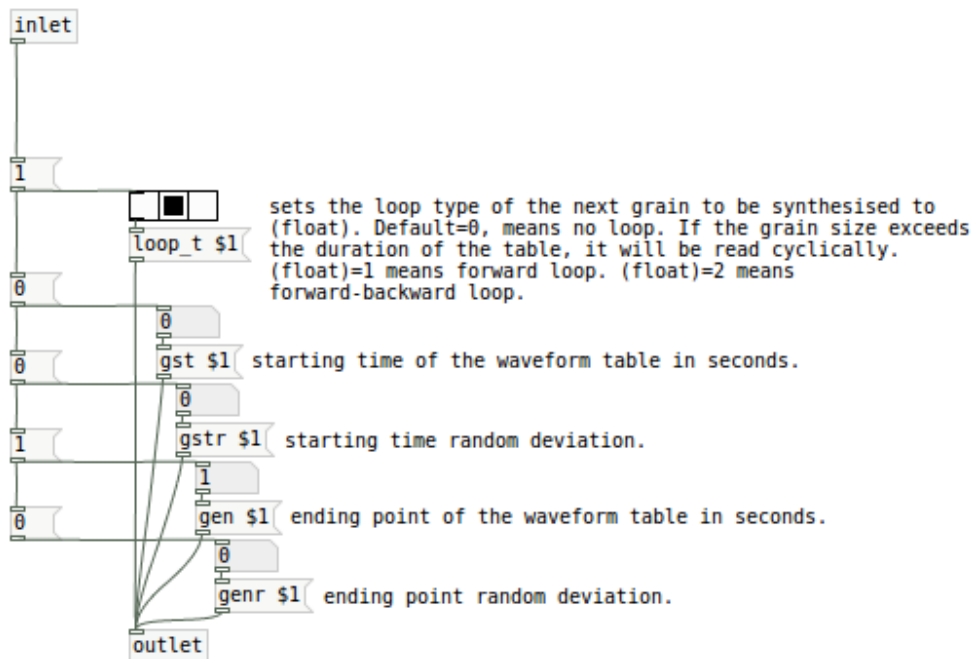
Subpatch *envelope* del cual se incluyen dos instancias en el *Patch principal*.



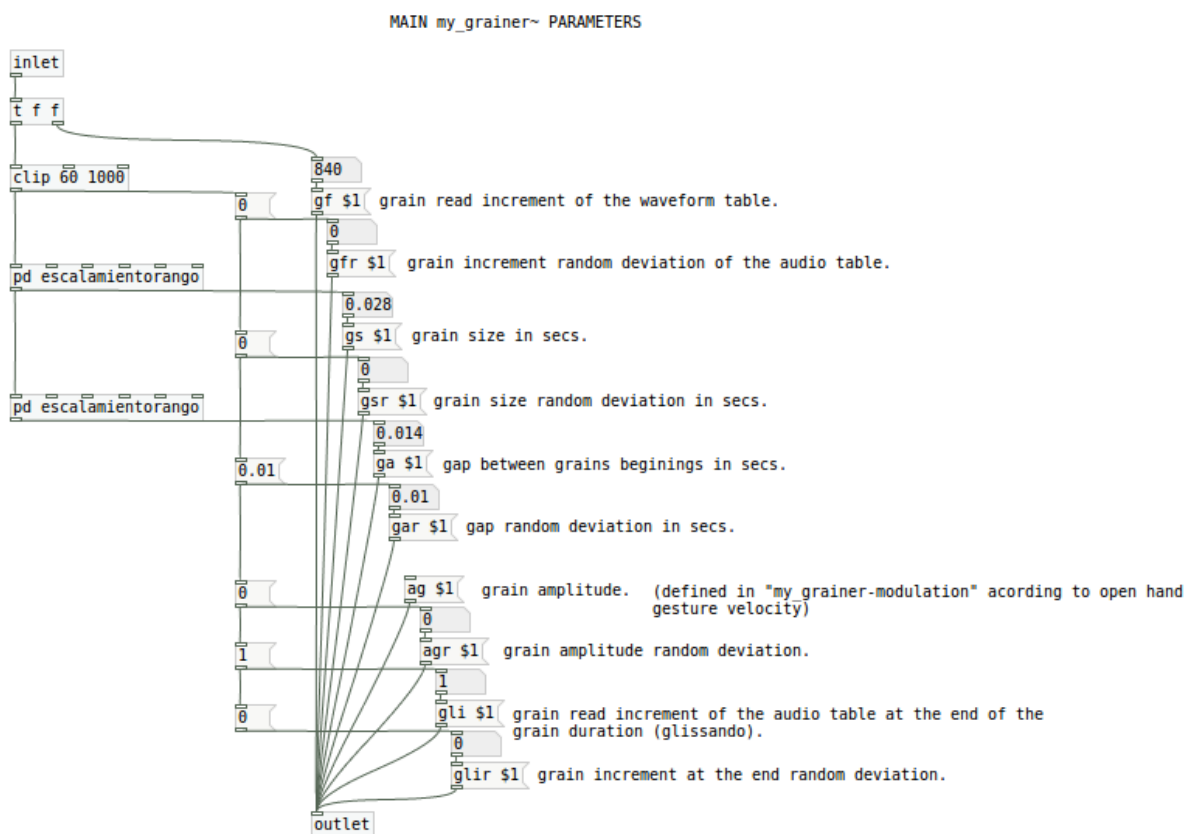
Subpatch *g0X-setup01* del cual se incluyen dos instancias en el *Patch principal*.



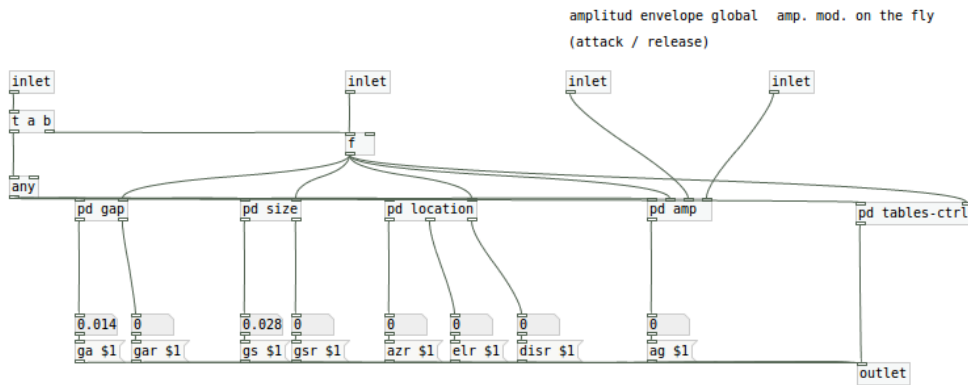
Subpatch *myGrainer-SpatialLocationMessages* incluido en el subpatch *g0X-setup01*.



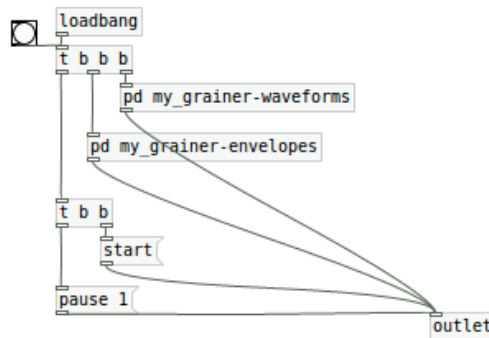
Subpatch *myGrainer-waveform* incluido en el subpatch *g0X-setup01*.



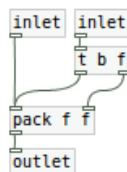
Subpatch *myGrainer-preset* incluido en el subpatch *g0X-setup01*.



Subpatch *myGrainer-modulation* incluido en el subpatch *g0X-setup01*.  
 Este subpatch contiene a su vez varios subpatches de importante tamaño por lo que no se lo incluye en este documento.  
 Para mas información acceder a los archivos originales.

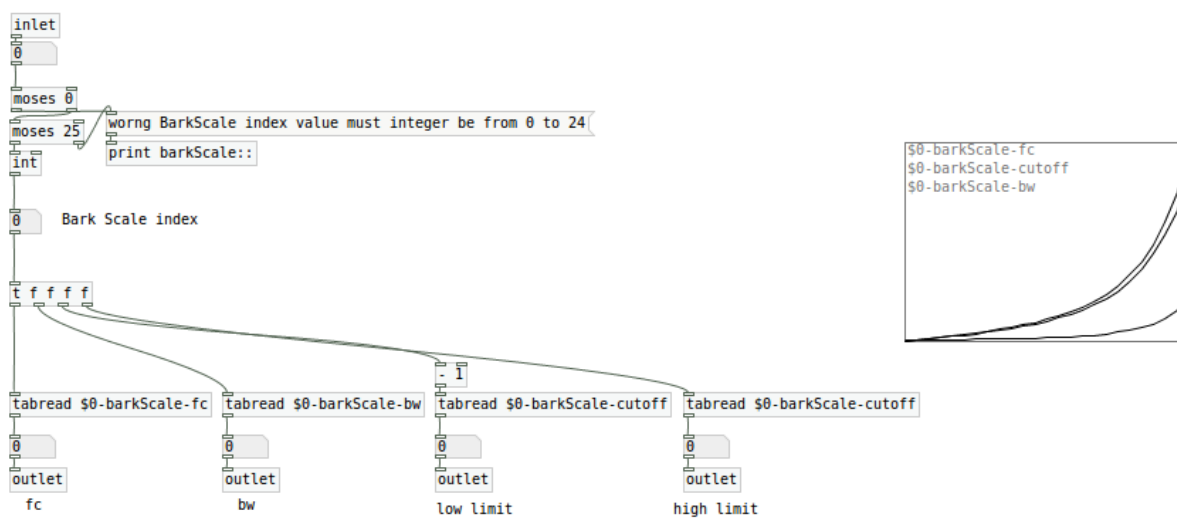


Subpatch *myGrainer-waveform* incluido en el subpatch *g0X-setup01*.  
 Este subpatch contiene a su vez varios subpatches de importante tamaño por lo que no se lo incluye en este documento.  
 Para mas información acceder a los archivos originales.

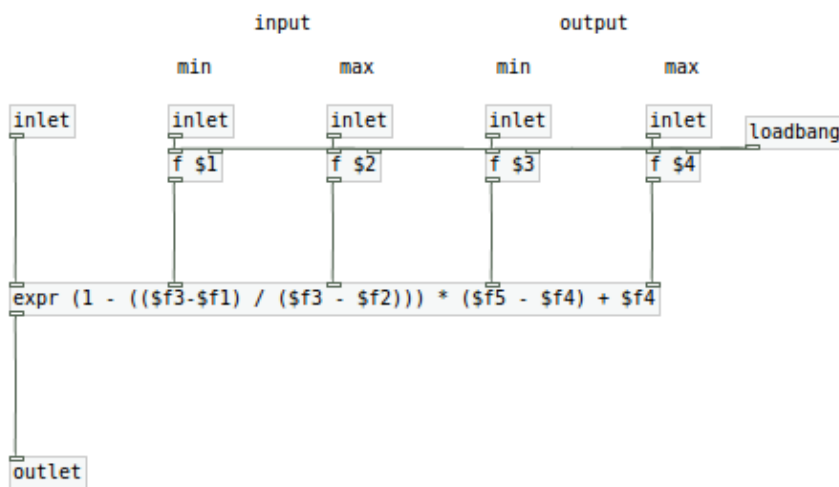


Abstracción *autopack2.pd* .

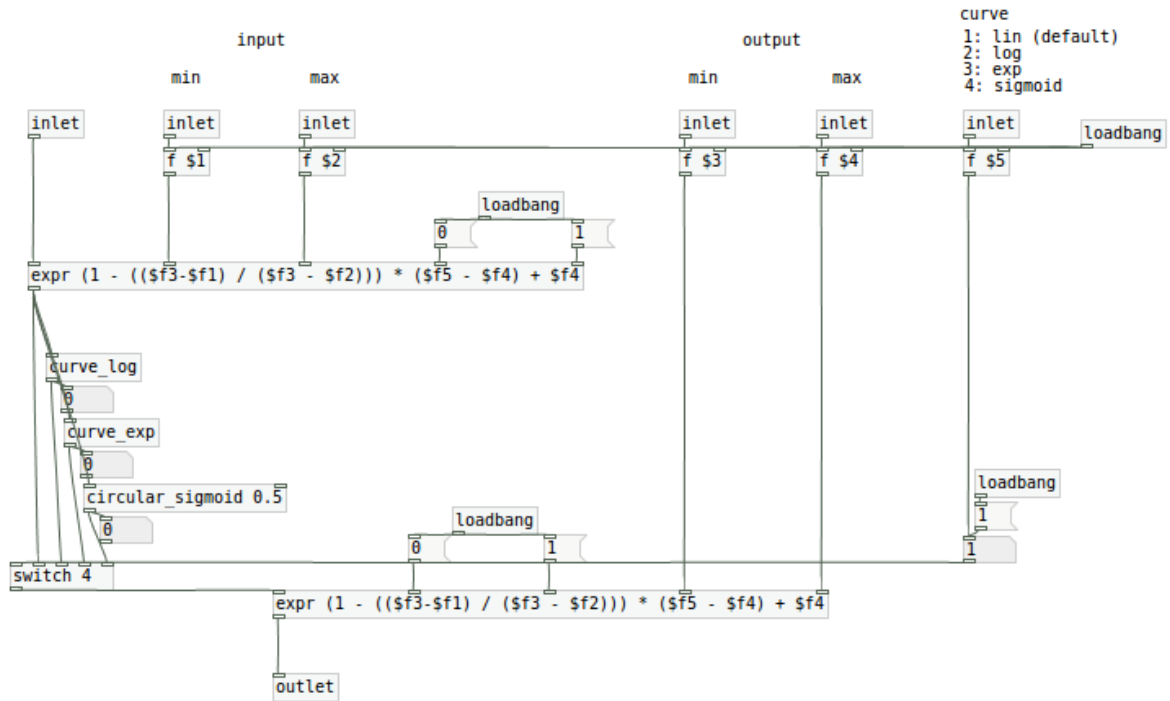




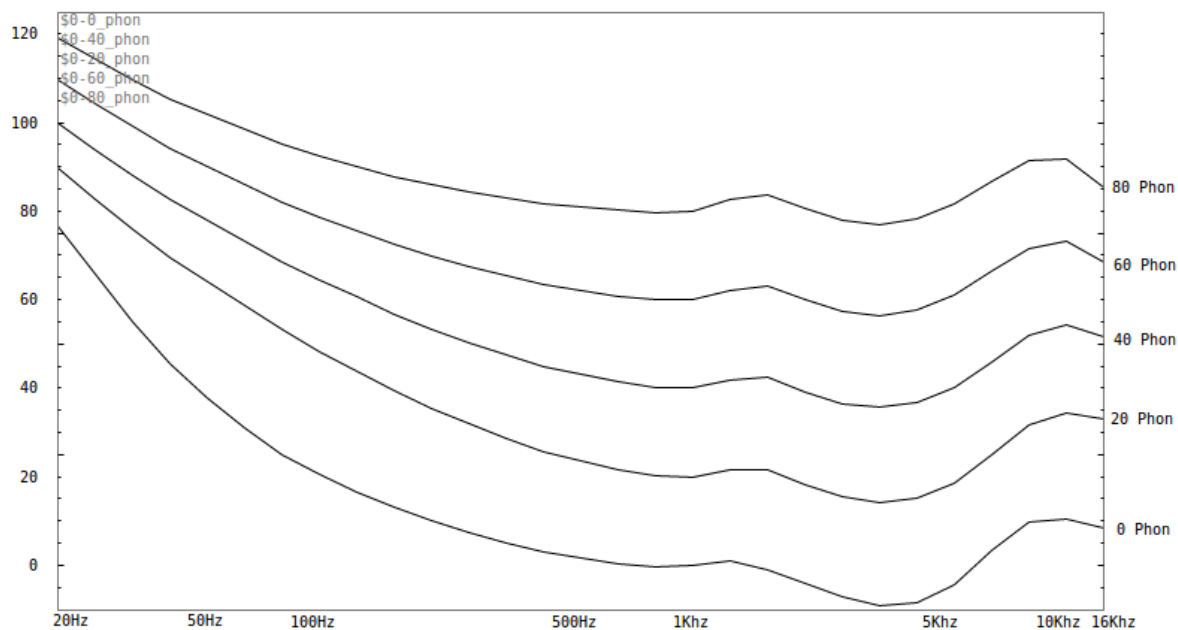
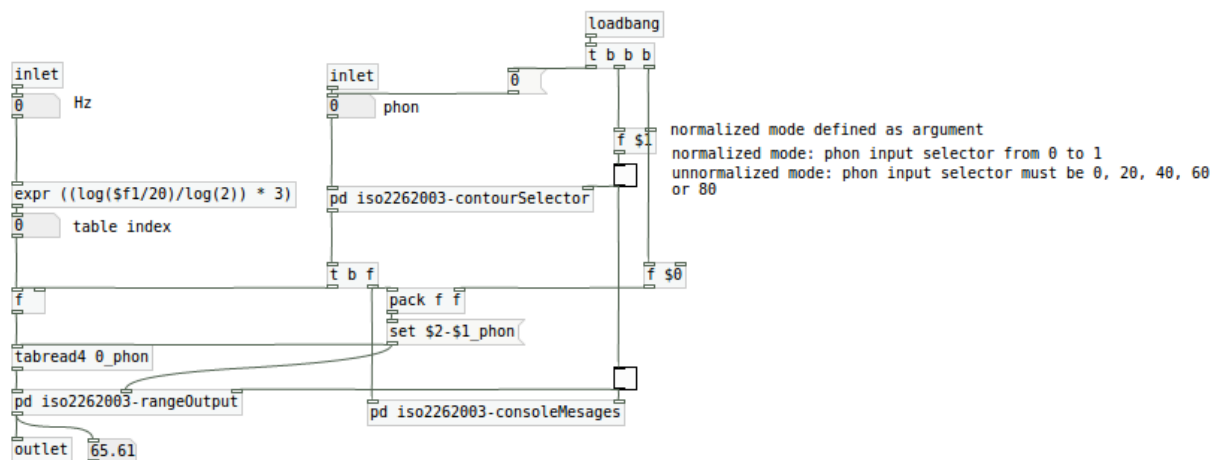
Abstracción *barkScale.pd* .



Abstracción *escalamientoRango.pd* .



Abstracción *escalamientoRangoMulti.pd* .



pd setup Based on André Pires & Alexandre Porres 2009 original patch.

Abstracción *iso2262003.pd*.

## **4 Otros Artículos Publicados.**

Como se explicó en el Capítulo 1 el estado del arte que allí se presenta está basado en un artículo publicado durante la realización de este trabajo y aquí fue corregido y expandido, e incluso algunas observaciones o citas fueron dejadas de lado. Sólo a los fines de documentar esa instancia de trabajo y esas primeras reflexiones, se incluye en la carpeta adjunta la versión digital del documento. A continuación los detalles de esa publicación:

### **El Rol del Intérprete en la Música Electrónica – Estado de la cuestión.**

Anache D., 2013. Publicado en *Investigación, creación, recreación y performance : Actas de la Décima Semana de la Música y la Musicología*. Argentina: Educa (Universidad Católica Argentina). ISBN: 978-950-44-0091-2. Páginas 3 a 21. Total de paginas: 19. Actas del evento: *Décima Semana de la Música y la Musicología*, Argentina: UCA (Universidad Católica Argentina), Septiembre de 2013. Palabras clave: Música Electrónica, Performance, Interpretación, Síntesis de sonido.

## **5 Encuesta Sobre el Uso de las Técnicas de Síntesis.**

A continuación se presentan los resultados de una encuesta realizada a 23 músicos internacionales de habla hispana, en su mayoría argentinos. Los músicos presentan diferentes tipos y niveles de formación, además de que algunos de ellos se desarrollan en el ámbito académico y otros en la música popular. En todos los casos, los encuestados tienen experiencia con el manejo de las técnicas de síntesis de sonido.

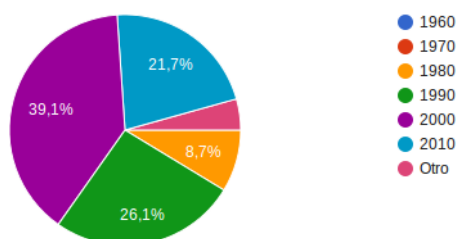
Primero, el listado a continuación documenta el nombre de los entrevistados en orden alfabético según sus apellidos. Luego, los resultados no se asocian con cada entrevistado para mantener el anonimato de sus respuestas. El criterio de selección de ellos fue sencillamente por el conocimiento previo de que trabajan o han trabajado con técnicas de síntesis de sonido. La encuesta fue enviada a una cantidad considerablemente mayor de músicos pero sólo estos fueron los únicos que dispusieron del tiempo para completarla en plazo y de manera voluntaria:

Mauro Aramburu, Cecilia Castro, Pablo Cetta, Pablo Chimenti, Francisco Colasanto, Jorge Crowe, Ricardo de Armas, Gustavo Adolfo Delgado, Ezequiel Esquenazi, Luciano Giambastiani, Sandra Elizabeth González, Hernán Kerlleñevich, Fabian Kesler, Alma Laprida, Nicolás Melmann, Raúl Minsburg, Sergio Pérez, Pablo Reche, Sergio Sánchez, Rodrigo Sigal, Lautaro Martín Vieyra, Hernani Villaseñor Ramírez, y Leonardo Zimmerman.

En primer instancia se presenta en forma de gráficos los resultados que pueden ser evaluados de esa manera y luego, a continuación, se ofrece el detalle completo de todas las respuestas individuales.

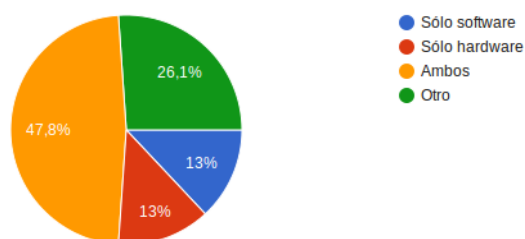
¿En qué período comenzó a emplear técnicas de síntesis de sonido en sus composiciones?

(23 respuestas)



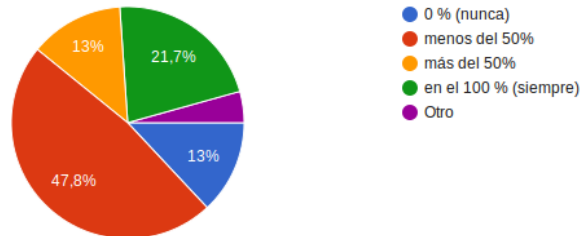
¿Ha empleado técnicas de síntesis implementadas por software (PC), hardware (sintetizadores) o ambos?

(23 respuestas)



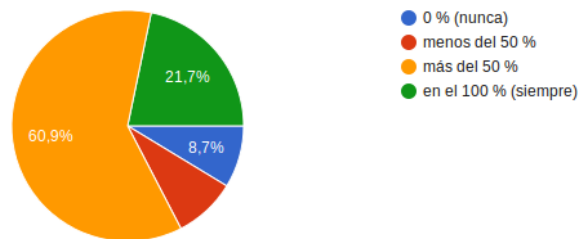
¿ En qué cantidad de sus composiciones estima que ha empleado técnicas de "síntesis pura" (leer nota previa)? (Esta pregunta hace referencia a obras en la que haya empleado técnicas de síntesis pura en al menos un momento de la obra )

(23 respuestas)



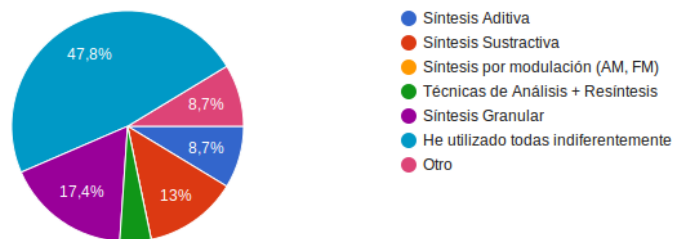
¿En qué porcentaje de sus composiciones estima que ha empleado técnicas de síntesis "no puras" (o sea, que utilizan samples) ?

(23 respuestas)



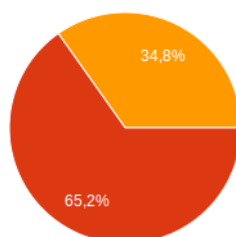
¿Qué técnica de síntesis ha utilizado con mayor frecuencia? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)

(23 respuestas)



¿En las obras en las que ha utilizado técnicas de síntesis, ha empleado además otras fuentes de sonido? ¿Cuáles? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)

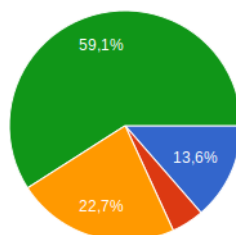
(23 respuestas)



- No, en ninguna. En todos los casos que utilicé síntesis no utilicé ninguna otra fuente ni ningún instrumento acústico.
- Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- Otro

Entre sus obras en las que ha utilizado técnicas de síntesis ¿Alguna de ellas está compuesta para ser ejecutada "en vivo" ? ¿Cómo se presenta esa condición de realización ? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)

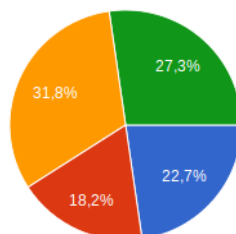
(22 respuestas)



- Sí, en los casos en que compuse obras mixtas que utilizan técnicas de síntesis e instrumentos acústicos, I...
- Sí, las obras presentan partituras tanto para instrumentistas tradicionales como para instrument...
- No, siempre que trabajé con síntesis las obras fueron difundidas en soporte fijo (y en todo caso han par...
- Otro

¿Ha articulado las técnicas de síntesis con dispositivos físicos de control? ¿Cuáles? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)

(22 respuestas)



- No, siempre he controlado las técnicas de síntesis en computadoras, sólo con mouse y t...
- Sí, siempre he controlado las técnicas de síntesis con instrumentos electrónicos analógicos.
- Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- Otro

A continuación, todas las respuestas detalladas y asociadas a un índice que corresponde a cada entrevistado, de manera que todas las respuestas relativas a un mismo número de índice corresponde a un mismo entrevistado. Se aclara que el orden de los índices no se corresponde con el orden en que el nombre de los entrevistados están en la lista anterior, como se señaló, esta estrategia pretende mantener el anonimato de las respuestas.

<b>Índice</b>	<b>Edad</b>	<b>¿En qué período comenzó a emplear técnicas de síntesis de sonido en sus composiciones?</b>	<b>¿Ha empleado técnicas de síntesis implementadas por software (PC), hardware (sintetizadores) o ambos?</b>
1	56	1980	Ambos
2	36	2000	Sólo medios digitales
3	35	2000	Ambos
4	30	2010	Sólo hardware
5	39	2010	Sólo hardware
6	29	2010	Sólo medios digitales
7	51	1990	Sólo hardware
8	39	2000	Ambos
9	38	1990	Ambos
10	44	2000	Ambos
11	46	1988	Ambos
12	43	1990	Ambos
13	45	2000	Ambos
14	45	1990	Ambos
15	36	1980	Ambos
16	36	2000	Sólo hardware
17	26	2010	Sólo software
18	40	1990	Ambos
19	41	2000	Field Recordings
20	45	1990	Sólo hardware
21	36	2000	Ambos
22	45	2010	Sólo software
23	58	2000	Sólo software



**Índice**

**¿En qué radica esa condición? ¿Por decisión estética, Por limitaciones de acceso a alguna de esas tecnologías, u otro motivo? ( Por favor expláyese).**

- 1 Porque viví profesionalmente el fin de la era de los medios analógicos y el comienzo de los medios digitales.
- 2 por decisión estética
- 3 Decisión estética, empleamiento de herramientas que están a la mano, experimentar con diferentes fuentes. Desde mi experiencia me resultan más interesantes las herramientas digitales, son más versátiles, sin una tímbrica anclada en una época o estética y por supuesto mucho más prácticas tanto desde su portabilidad como desde su uso operativo.
- 4 Decisión estética
- 5 Por una tendencia natural hacia el uso de hardware (cierta inmediatez física en la manipulación) y por la decisión de tener restricciones autoimpuestas en cuanto a las posibilidades sonoras.
- 6 En parte por decisión estética, también for ser de fácil acceso. Permiten realizar creaciones y exploraciones bastante amplias con pocos recursos, tanto económicos como "humanos", uno no necesita de instrumentistas, estudios de grabación, etc
- 7 Por limitaciones tecnológicas de esos años
- 8 Por decisión estética
- 9 por ser las herramientas con las que dispuse y dispongo al momento... sin sentirme condicionado estéticamente, ya que considero la síntesis de sonido como una herramienta o un timbre más dentro de mi pensamiento musical... en ese sentido mi planteo musical, artístico y estético pasa más por el concepto de obra, por la combinación y la construcción de la obra, que por los medios con los que se concretará. En ese sentido suelo utilizar instrumentos acústicos, procesamiento, electroacústica, síntesis, música concreta, ruidismo, objetos, etc. enfocando mis intereses en aspectos más poéticos y conceptuales que matéricos del sonido en sí.

- 10 Tal vez esta respuesta contradiga el periodo en que comencé a usar técnicas de síntesis. Entonces quizá sirva como una aclaración. El acercamiento a la síntesis la hice a partir de cajas de ritmo y samplers alrededor de 1996, en el caso de las cajas de ritmo solo programé secuencias, en el caso del sampler solo grabé sonido, lo corte y usé procesamiento (si eso cuenta como técnica de síntesis entonces comencé en el periodo de 1990). Tal vez esto aclare algo de la pregunta anterior. Mi acercamiento y uso de la síntesis la veo como una evolución en mi educación por la aparición de los primeros cursos de Max/Msp en México (2001) y por el acceso a computadoras que podían procesar (Mac PowerPC) y no solo secuenciar (Atari), así que primero por acceso, segundo por una decisión estética y de experimentación, esto sucedió a la par de explorar sintetizadores (juno 60, Kawai k5000s), trataba de emular lo que hacia en los sintetizadores en la computadora y viceversa, y también trataba de mezclarlos, algo que también comencé a explorar fueron los sintetizadores virtuales que se podía usar en el programa Cubase y después Reason y Ableton Live. Al final me gustó más y me es más conveniente el uso de síntesis en programas de código textual como Supercollider, me da mayor movilidad y me expreso mejor a través de la escritura y tengo acceso a la tecnología a través de herramientas de uso libre. Yo lo veo como una combinación de acceso a la educación, acceso a computadoras baratas y software sin costo (FLOSS, Linux) y esto va de la mano con la estética, también es una postura política.
- 11 Cuando comencé aún no era de fácil acceso sintetizar sonidos en una computadora.
- 12 Por curiosidad
- 13 Decisión estética
- 14 Porque ambas técnicas permiten crear sonidos de manera diferente. La analógica posee mejor calidad de sonido (más riqueza espectral) pero la de software posee muchas más posibilidades de manipulación y expansión.
- 15 Inicialmente por hardware con órganos Casio VL-Tone, Casio SA10, Casio MT750 y luego un sintetizador Korg N364. Al comenzar la carrera de Composición Musical con Medios Electroacústicos en la UNQ tuve mi primera computadora y comencé a trabajar con síntesis por software también.
- 16 Por decisión estética, porque me gusta el sonido de los sintetizadores analógicos. Si bien existen emulaciones, creo que éstas no permiten llevar el sonido a extremos que con el hardware si, sobre todo con los sistemas modulares e interaccionando con otros dispositivos como efectos. También es muy importante el contacto directo con el instrumento, con un knob por función sin menus ni opciones ocultas. La única excepción sería la síntesis digital FM o Wavetable, aunque sigo prefiriendo el hardware, tal vez por los convertidores o amplificadores que tiene.

- 17 Transportabilidad, accesibilidad (económica) y la posibilidad de tener todas estas herramientas a mano, todas juntas, en un sólo lugar (la PC).
- 18 Prefiero trabajar mediante software. Las limitaciones han sido siempre los costos de venta de ciertos hardware y no por decisiones estéticas aunque si reconozco que el hardware comporta toda una modalidad de trabajo que para mi no justifica la inversión económica. Por ejemplo el tener que hacer los pasajes de printing en el DAW de las salidas audio de cada hardware de procesamiento comporta tiempo y si este hardware no es de alta calidad esto lleva al aumento del noise e disminución de la relación señal ruido. Las limitaciones en el uso de automatizaciones con el hardware analógico son notables, esto lleva a tener que realizar placas con arduino para crear control voltaje to MIDI, es decir, hay que estar bien enamorado de un cierto hardware analógico para justificar su utilizo y que su modesta simulación virtual no esté al nivel de lo que uno se espera para justificar la elección. Por otro lado el hardware digital especifico, tiene también sus aspectos interesantes. Pero en mi caso que no estoy interesado en hacer el performer live, los hardware me interesan mas desde el punto de vista de verdaderos controllers para ampliar la expresividad de los materiales electrónicos en fase de síntesis, elaboración y mezcla. No sería mal poder manipular verdaderamente a la Minority Report los objetos sonoros o el montaje de una composición acusmática o mixta. El controller Leap Motion fue una propuesta al inicio interesante pero que se ha demostrado después bastante escarza. La VR está ya desde hace años recorriendo estos desafíos.
- Pienso que el contacto físico entre maquina/instrumento y hombre tenga grandes ventajas en la creación artística mas allá que estos sean después conectados a generadores de sonido virtuales o de tipo hardware. Mas allá de todo, prefiero apostar al software controlado externamente pero usando como centro de producción y mezcla on the box. No tengo que acativar clientes con hardwares llenos de polvo que hay que limpiar para hacer creer solo que se los usa y que el estudio es super completo...
- 19 Por decisión estética. Siempre me interesaron desde niño el mundo de los sonidos, de los ruidos, de la acusmática social, un término que me gusta bastante y que sirve para desarrollar otra faceta sónica que es la de reflejar y dar a conocer la Historia presente (no confundan con documentar) y que me interesa simplemente por defecto profesional (licenciado en Historia). La utilización de los objetos sonoros la concibo como una búsqueda de la realidad más profunda de la naturaleza, humana o no, que se desarrolla en perpetuo movimiento; indistintamente de la percepción subjetiva que el oyente pueda recibir al escuchar. Partiendo de fragmentos de realidades sónicas que directamente dependen del tiempo histórico al que pertenecen para presentar, a posteriori y tras la experimentación con esos retazos, otra verdad sonora.
- Mi práctica social en lo "musical" y desde niño fue siempre la investigación y la

escucha de otros tipos de sonidos. La música de vanguardia y la menos usual. Por eso, con 12 años, y de premeditación, me inclinaba por las músicas arriesgadas. No sabría explicar en profundidad qué es lo que realmente me impulsó por el año 2005 a crear este tipo de obras de forma constante. Tal vez por una aversión subconsciente hacia todo el peso de la tradición que había tenido que soportar desde los 7 años.

Durante años grabé todo lo que me rodeaba, interactuando con cualquier objeto para modificar los sonidos, el hecho de grabar, me permitía reproducir esos sonidos siempre que quisiera, y para más inri podía manipularlos recortando, mezclando, etc con el equipo de música.

- 20 por decision estetica
- 21 Siempre use lo que tenia a disposición en el momento
- 22 Por decisión estética, ya que no creo empleo sonido digital para crear los bancos de sonido.
- 23 Para mis necesidades creativas y estéticas me alcanza con utilizar síntesis por software.

**¿ En qué cantidad de sus composiciones estima que ha empleado técnicas de "síntesis pura" (leer nota previa)? (Esta pregunta hace referencia a obras en la que haya empleado técnicas de síntesis pura en al menos un momento de la obra )**

Índice

- 1 menos del 50%
- 2 menos del 50%
- 3 menos del 50%
- 4 menos del 50%
- 5 en el 100 % (siempre)
- 6 menos del 50%
- 7 menos del 50%
- 8 en el 100 % (siempre)
- 9 menos del 50%
- 10 menos del 50%
- 11 más del 50%
- 12 más del 50%
- 13 menos del 50%
- 14 en el 100 % (siempre)
- 15 más del 50%
- 16 en el 100 % (siempre)

- 17 en el 100 % (siempre)
- 18 El uso de la síntesis tal como has definido en el párrafo introductorio ha sido fuerte parte de mi obra durante el período de estudio universitario en la UNQUI desde el 1994 hasta el 2001. Ya desde el 1999 comencé a trabajar con los samples y a descubrir empíricamente el trabajo del montaje a fragmentos microscópicos gracias a algunos inputs recibidos durante las lecciones de Pablo Di Liscia pero sin dejar de lado la síntesis por completo. A partir del 2003 en mi traslado a Italia, la síntesis de material sintético from scratch en mi caso empezó a ser subordinada a la elaboración de samples y por varios años la dejé de lado por estar interesado al utilizo de la síntesis granular con samples y transformación de estos a través de otras técnicas. A partir del 2014 decidí comenzar a generar materiales híbridos entre síntesis pura y elaboración. Reconozco que sentir en la radio el sonido de sintetizadores híbridos en la música electrónica comercial de hoy me hizo elaborar la idea de volver a pensar a la creación paramétrica de sonidos sintéticos como hacia tiempo atrás pero buscando de evadir el sound evocador de un época, adaptándolo, incorporándolo y renovándolo en su orquestación. Entonces desde el 1994 hasta el 2001 mas del 50%, desde el 2001 hasta el 2014 menos del 50% y desde el 2014 hacia el presente más del 50%.
- 19 menos del 50%
- 20 0 % (nunca)
- 21 menos del 50%
- 22 0 % (nunca)
- 23 0 % (nunca)

**Índice      ¿En qué porcentaje de sus composiciones estima que ha empleado técnicas de síntesis "no puras" (o sea, que utilizan samples) ?**

- 1      más del 50 %
- 2      más del 50 %
- 3      más del 50 %
- 4      0 % (nunca)
- 5      más del 50 %
- 6      más del 50 %
- 7      más del 50 %
- 8      más del 50 %
- 9      menos del 50 %

- 10 más del 50 %
- 11 menos del 50 %
- 12 en el 100 % (siempre)
- 13 más del 50 %
- 14 en el 100 % (siempre)
- 15 más del 50 %
- 16 0 % (nunca)
- 17 más del 50 %
- 18 más del 50 %
- 19 más del 50 %
- 20 en el 100 % (siempre)
- 21 más del 50 %
- 22 en el 100 % (siempre)
- 23 en el 100 % (siempre)

**¿Cuál ha sido el motivo de esa condición? ¿Fue una decisión estética, una limitación de acceso a medios tecnológicos o por otro motivo? (Por favor expláyese.)**

- 1 Una decisión estética, en algunos casos, la naturaleza de los materiales requeridos para la composición en otros.
- 2 decisión estética
- 3 Decisión estética, en mi caso mezclo mucho samples y sintetizadores por software , también sintetizadores por hardware ( digitales ) como son las cajas de ritmos o el Kaoss pad. Me resulta interesante el resultado a nivel estético y en mi caso siempre es una búsqueda sonora, un tanto intuitiva, el medio no es determinante, si no más bien el resultado sonoro . No utilizo lenguaje de programación.
- 4 Decisión estética
- 5 Encuentro que las posibilidades de afectación en tiempo real del sonido (envolvente, frecuencias de corte, modulaciones) son infinitamente más ricas en la síntesis que en los samples.
- 6 El motivo fue principalmente estético, al momento me siento más a gusto trabajando con y a partir de grabaciones o fuentes acústicas reales.
- 7 Por decisión estética
- 8 Al principio por limitaciones técnicas, tenía dificultades para conseguir muestras (samples) con buena calidad de audio. Luego fue una decisión estética.

- 9 mi trabajo compositivo abarca música de cámara, instrumentos solos, música sinfónica, coral, medios mixtos, electroacústica, paisajes sonoros, instalaciones, audiovisuales, en ese sentido consideré a la síntesis de sonido, como a las diferentes posibilidades de procesamiento de la señal sonora, como una herramienta más dentro de las posibilidades técnicas disponibles. En líneas generales el tipo de síntesis que suelo utilizar me permite crear un espacio tímbrico intermedio, una zona híbrida donde la electrónica, electroacústica o los objetos sonoros concretos son concebidos con un pensamiento "instrumental" y en muchos casos los instrumentos son tratados de forma "electrónica/electroacústica" como generadores, procesadores, resonadores, modificadores de sonido, etc.
- 10 En la composición ha sido una decisión meramente estética (usar más fuentes acústicas que síntesis), aunque en la improvisación con computadoras diría que uso más síntesis que fuentes reales. Cabe mencionar que tiene que ver también con un cambio de paradigma en mi creación musical. He pasado de un periodo dedicado a la composición electroacústica y música electrónica de baile, en el que prácticamente he compuesto mi trabajo a partir de fuentes acústicas, en su mayoría, y algo de síntesis; a un periodo de expresión a través de la improvisación con código (live coding), primero de forma solista y actualmente de forma colectiva, actualmente mi práctica creativa musical es mayormente realizada con síntesis, la cual va de la mano con la improvisación. El motivo entonces es un cambio de paradigma en la creación musical.
- 11 Tuve más tardíamente acceso a samplers, además tengo especial interés en crear desde la no referencia evocativa. A modo mixto también utilicé samples pero en situación de oscilador.
- 12 Decisión estética
- 13 Decisión estética
- 14 Bueno, utilizo todo lo que tengo a la mano para mi música. A veces creo sonidos sintéticos pero los doblo con samples por ejemplo
- 15 Es siempre una decisión estética, depende de cada proyecto.
- 16 Por decisión estética, por interés en la síntesis sustractiva. El uso de samples para sintetizar sonidos hasta este momento no me ha interesado. Sí que he usado abundantemente técnicas de "muestreo" con magnetófonos y samples hardware pero de una forma más arcaica.

- 17 La síntesis pura es el instrumento más común en mis composiciones principalmente por motivos estéticos (me gusta como se escucha), secundariamente porque muchas veces mi proceso creativo comienza inevitablemente interactuando con un software de síntesis para lograr una tímbrica específica que luego empleo en una composición. "Layering" de samples, más que nada para la cuestión percusiva, y granulación de material pregrabado son otros dos procesos frecuentes en mis obras.
- 18 Estética y ética. En parte la respuesta la doy en primera respuesta de esta página. Por otro lado, el compositor debe ponerse a la prueba y no dejar de estudiar y explorar nuevas fórmulas y colores aunque esto pueda comportar procesos no "bellos" inicialmente. El trabajo con samples a primer impacto da notables resultados mas expresivos que aquellos hechos con la síntesis (cuando de esta no se tiene un gran control) pero justamente hablando de control, el trabajo con los samples para mi debe estar al mismo nivel que la síntesis. Todo al microscopio, a este punto, el nivel de precisión y parametrización que otorga la síntesis lo tengo que encontrar también en el trabajo realizado con los samples.
- 19 Puramente ideológico.
- 20 decision estetica
- 21 Estética. Encuentro los sonidos acústicos mas ricos en frecuencias; ademas de que los materiales sintetizados comenzaron a hacerme referencias no buscadas a obras electroacústicas de lo 80, 90 !
- 22 Decisión estética, considero que a través del empleo de síntesis "no puras" obtengo bancos de sonidos más ricos que se mezclan más fácilmente con los instrumentos acústicos.
- 23 Es una necesidad estética. Necesito partir del sonido concreto.

**Índice      ¿Qué técnica de síntesis ha utilizado con mayor frecuencia? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)**

- 1      Síntesis cruzada y FM
- 2      Técnicas de Análisis + Resíntesis
- 3      Síntesis Granular
- 4      Síntesis Aditiva
- 5      sustractiva
- 6      He utilizado todas indiferentemente
- 7      Síntesis Aditiva
- 8      Síntesis Sustractiva



- 9 He utilizado todas indiferentemente
- 10 He utilizado todas indiferentemente
- 11 He utilizado todas indiferentemente
- 12 He utilizado todas indiferentemente
- 13 Síntesis Granular
- 14 He utilizado todas indiferentemente
- 15 He utilizado todas indiferentemente
- 16 Síntesis Sustractiva
- 17 Síntesis Sustractiva
- 18 He utilizado todas indiferentemente
- 19 He utilizado todas indiferentemente
- 20 Síntesis Granular
- 21 He utilizado todas indiferentemente
- 22 Síntesis Granular
- 23 He utilizado todas indiferentemente

**¿Cuál ha sido el motivo de esa condición? ¿Fue una decisión estética, una limitación de acceso a medios tecnológicos o por otro motivo? (Por favor expláyese.)**

- 1 En el caso de la FM ha sido generacional, en el otro caso una elección estética.
- 2 decisión estética
- 3 elección estética
- 4 Desconocimiento técnico de otras técnicas de síntesis
- 5 mis primeros sintes desktop fueron sustractivos. Fue una decisión ingenua al principio, basada en la atracción hacia ciertos tipos de filtro de corte, modulación vía LFO, etc.. Luego supe que a eso se lo denominaba síntesis sustractiva. Actualmente me interesan mucho las cualidades tímbricas de la Sintesis FM pero no cuento con módulos para experimentarla y no uso software hasta el momento...
- 6
- 7 Era la posibilidad que tenía en ese momento
- 8 Más que limitación sucedió que con la técnica seleccionada, más aditiva y fm (elegí una porque así está planteada la encuesta) conseguí materiales satisfactorios. Consecuentemente insistí con ese camino.

- 9 generalmente suelo utilizar síntesis desde software específico. En ese sentido intento utilizar las herramientas y las posibilidades que ofrece el software en función de la concreción de una idea sonora general.
- 10 Creo que tiene que ver con cosas, con educación y con una búsqueda estética. La educación que he recibido y la que imparto acerca de programas con código textual me ha llevado a aprender y a investigar como son estas técnicas; en cuanto a una búsqueda personal en el sonido de síntesis con el que improviso y compongo, me gusta probar diferentes técnicas de síntesis, aunque a veces no aplico todas.
- 11 Me ofrece mayores posibilidades compositivas manejar varios tipos de síntesis aunque en las obras suelo enfatizar un sólo método para que ésta le otorgue su personalidad.
- 12 La necesidad de encontrar nuevos materiales probando diferentes posibilidades de generación de sonidos
- 13 D estética
- 14 El motivo es porque he tenido a mi disposición todas estas técnicas y las he utilizado en mayor o menor medida
- 15 Depende del proyecto y del repertorio de recursos que ofrece cada sintetizador.
- 16 Por decisión estética.
- 17 Uno de los sintetizadores que uso que más me gusta cómo suena es substractivo. Además me resulta muy natural configurar un síntesis substractivo para lograr timbres que vaya necesitando durante el proceso creativo.
- 18 La variedad.
- 19 Ambos casos.
- 20 decisión estética
- 21 Utilicé lo que tenía a disposición
- 22 Decisión estética que me permite lograr originalidad en los sonidos electrónicos.
- 23 Decisión estética puramente

**¿En las obras en las que ha utilizado técnicas de síntesis, ha empleado además otras fuentes de sonido? ¿Cuáles? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)**

- 1 No todo es si o no. En algún caso usé solo síntesis, en otros no y en otros ambas.
- 2 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.

- 3 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 4 La mayoría de las veces que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 5 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 6 No, en ninguna. En todos los casos que utilicé síntesis no utilicé ninguna otra fuente ni ningún instrumento musical.
- 7 No, en ninguna. En todos los casos que utilicé síntesis no utilicé ninguna otra fuente ni ningún instrumento musical.
- 8 Hice piezas totalmente construidas con materiales producidos por síntesis, que combinan éste último tipo de producción con material concreto y 'mixtas'.
- 9 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 10 Algunas veces he utilizado solo síntesis, otras una combinación de síntesis y fuentes acústicas.
- 11 Prefiero explotar un método con sus colores y posibilidades a armar "pastiches".
- 12 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 13 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 14 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 15 En algunas sí, en otras no.
- 16 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 17 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 18 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 19 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.

- 20 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 21 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 22 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.
- 23 Sí, siempre que utilicé síntesis en mis obras he utilizado además otras fuentes como instrumentos acústicos, field recordings, etc.

**Entre sus obras en las que ha utilizado técnicas de síntesis ¿Alguna de ellas está compuesta para ser ejecutada "en vivo" ? ¿Cómo se presenta esa condición de realización ? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)**

- Índice
- 1 Otra vez lo mismo. Los tres casos.
- 2 Sí, en los casos en que compuse obras mixtas que utilizan técnicas de síntesis e instrumentos acústicos, los sonidos por síntesis son reproducidos en vivo mediante una grabación mientras los instrumentistas ejecutan sus partes.
- 3 Trabajo en vivo con loops, sintetizadores, instrumentos acústicos ( lira, arpa, ukelele, melódica, sets de percusión etc ) grabaciones de campo y texto, intento integrar estos mundos sonoros construyendo una especie de collage.
- 4 Sí, he realizado obras con partitura para el intérprete pero no he utilizado notación tradicional. Con frecuencia utilizo el sintetizador para improvisar en conciertos, también.
- 5 gran parte de los sonidos de síntesis se ejecutan en tiempo real, permitiéndome modificar sus parámetros constantemente como recurso expresivo
- 6 No, siempre que trabajé con síntesis las obras fueron difundidas en soporte fijo (y en todo caso han participado de audiciones públicas o conciertos de parlantes).
- 7 No, siempre que trabajé con síntesis las obras fueron difundidas en soporte fijo (y en todo caso han participado de audiciones públicas o conciertos de parlantes).
- 8 La mayoría de mis piezas mixtas son para instrumentos acústico más soporte fijo. También compuse una pieza para orquesta de noteboks y suelo improvisar tocando síntesis en vivo

- 9 he utilizado síntesis en soporte fijo (mediante grabación), también he compuesto partituras para intérpretes de electrónica en tiempo real, partituras para medios mixtos, uno de mis proyectos, FRVSNT, aborda la improvisación libre con medios mixtos, instrumentos y procesamiento en tiempo real y pure data.
- 10 No he compuesto obras mixtas. Improviso obras mixtas, la síntesis es ejecutada desde su código fuente y es preparada previo a la improvisación. La síntesis tiene elementos que me permiten interactuar con ella y elementos que me permiten modificarla en vivo, la improvisación acústica la hago con pequeñas percusiones a la par de lo que suena.
- 11 Me especializo en la programación y armado de interfaces en MAX MSP para el vivo. Tengo especial interés en lo performático.
- 12 Sí, en las obras en las que trabajé con instrumentos acústicos la parte que utilizaba técnicas de síntesis estaba fijada en un soporte
- 13 No, siempre que trabajé con síntesis las obras fueron difundidas en soporte fijo (y en todo caso han participado de audiciones públicas o conciertos de parlantes).
- 14 Sí, las obras presentan partituras tanto para instrumentistas tradicionales como para instrumentistas que operan sobre las técnicas de síntesis en vivo.
- 15 Cada proyecto presenta un desafío un requerimiento técnico diferente. En general la síntesis es controlada en tiempo real mediante MIDI u OSC.
- 16 En los casos en que compuse obras mixtas que utilizan técnicas de síntesis e instrumentos acústicos, los sonidos por síntesis son ejecutados en vivo por los instrumentistas mientras los instrumentos acústicos son reproducidos mediante una grabación.
- 17 No, siempre que trabajé con síntesis las obras fueron difundidas en soporte fijo (y en todo caso han participado de audiciones públicas o conciertos de parlantes).
- 18 Siempre que trabajé con síntesis las obras fueron difundidas en soporte fijo ya sea como tape para obras mixtas que como obras acústicas (y en todo caso han participado de audiciones públicas o conciertos de parlantes).
- 19 No, siempre que trabajé con síntesis las obras fueron difundidas en soporte fijo (y en todo caso han participado de audiciones públicas o conciertos de parlantes).
- 20
- 21 Sí, en los casos en que compuse obras mixtas que utilizan técnicas de síntesis e instrumentos acústicos, los sonidos por síntesis son reproducidos en vivo mediante una grabación mientras los instrumentistas ejecutan sus partes.
- 22 He utilizado técnicas de síntesis tanto en obras mixtas, como en obras electroacústicas.

- 23 Sí, en los casos en que compuse obras mixtas que utilizan técnicas de síntesis e instrumentos acústicos, los sonidos por síntesis son reproducidos en vivo mediante una grabación mientras los instrumentistas ejecutan sus partes.

**¿Ha articulado las técnicas de síntesis con dispositivos físicos de control?**

**Índice      ¿ Cuáles? (puede utilizar el campo "otro" si ninguna de las opciones se corresponde con su experiencia)**

- 1 Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- 2 Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- 3 Utilizo beat box, kaoss pad y sintetizadores por software controlados con controladores MIDI de varias clases ( mixer, teclados, pedaleras, como fotosensible )
- 4 Sí, siempre he controlado las técnicas de síntesis con instrumentos electrónicos analógicos.
- 5 Sí, siempre he controlado las técnicas de síntesis con instrumentos electrónicos analógicos.
- 6 No, siempre he controlado las técnicas de síntesis en computadoras, sólo con mouse y teclado.
- 7
- 8 Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- 9 en algunos casos he utilizado síntesis mediante software, en otros casos la parte de síntesis fue fijada mediante "partituras" y generada por intérpretes en diferentes dispositivos e instrumentos electrónicos analógicos, incluyendo el hackeo de dispositivos, glitch y diferentes posibilidades ruidistas.
- 10 Depende: si hago live coding, solo mouse y teclado. Si improviso de manera mixta, arduino y algunos componentes como perillas, botones, resistores. Cuando compongo uso a veces controladores MIDI.
- 11 Mi interés principal es resignificar dispositivos cotidianos y económicos en instrumentos-controladores para la escena.

- 12 Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- 13 No, siempre he controlado las técnicas de síntesis en computadoras, sólo con mouse y teclado.
- 14 Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- 15 uso diferentes sensores y controladores para modificar parámetros de síntesis y procesamiento en tiempo real
- 16 Sí, siempre he controlado las técnicas de síntesis con instrumentos electrónicos analógicos.
- 17 Teclados e instrumentos MIDI y OSC
- 18 Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- 19 Sí, he controlado técnicas de síntesis en computadores mediante teclados o instrumentos MIDI.
- 20 Sí, siempre he controlado las técnicas de síntesis con instrumentos electrónicos analógicos.
- 21 No, siempre he controlado las técnicas de síntesis en computadoras, sólo con mouse y teclado.
- 22 No, siempre he controlado las técnicas de síntesis en computadoras, sólo con mouse y teclado.
- 23 No, siempre he controlado las técnicas de síntesis en computadoras, sólo con mouse y teclado.

**Índice**      **¿Cuál ha sido el motivo de esa condición? ¿Fue una decisión estética, una limitación de acceso a medios tecnológicos o por otro motivo?**

- 1 Una decisión de práctica profesional, dado que un teclado MIDI es una interfaz natural y efectiva para un músico.
- 2 decisión estética
- 3 Una continua búsqueda, siempre cambiante pero con tendencia a lo digital, sobre todo por cuestiones prácticas, de portabilidad.
- 4 Decisión estética

- 5 Desde la performance, me ha interesado explorar la creación de mis propios controladores, para buscar otros recursos expresivos distintos a las perillas y los botones.
- 6 Hasta ahora mi experimentación con síntesis de audio se limita al trabajo en soporte fijo, por cuestiones estéticas
- 7
- 8 Limitación
- 9 sin duda es una decisión estética, que tiene que ver con mi imaginario sonoro, en ese sentido el potencial expresivo que encuentro en los materiales sonoros generados mediante el cruce de diferentes fuentes sonoras (instrumentos, objetos, síntesis, paisajes sonoros, glitch, máquinas mecánicas, etc).
- 10 Más que una condición estética o limitante, lo veo como una posibilidad en la gestualidad y también creo que el material condiciona en cierta forma su forma de interactuar con el, pro ejemplo, al escribir código en vivo la mejor forma de interacción es el teclado de la computadora. Pero si la síntesis ya está programada, me parece que los controladores MIDI dan mas posibilidades, aunque los gestos son minimos; si se quiere explorar la gestualidad usar sensores es una aproximación mas adecuada.
- 11 La decisión de que un concierto en vivo realmente sea eso y no solamente una sesión de "playback".
- 12 La búsqueda de una gestualidad efectiva en la manipulación de alguna/s variable
- 13 Limitación de acceso
- 14 Creo que la computadora no es un instrumento musical (o por lo menos no en el sentido que a mi me interesa) ya que un instrumento debe poseer ciertas características: posibilidad de virtuosismo, posibilidad de error, atractivo en el escenario. etc. Por eso utilizo el eigenharp porque creo que reúne todas estas características
- 15 Lo consideraría una decisión estética y práctica
- 16 Los instrumentos que uso son analógicos y sólo se pueden controlar manualmente o mediante CV.
- 17 Los instrumentos MIDI me parecen una buena herramienta de control para el tipo de controles que se encuentran usualmente en los softwares de audio, y para control de parámetros numéricos en general
- 18 Ya explicado en pagina 1
- 19 Por limitación económica
- 20 decision estetica



- 21 Nunca he tenido la necesidad, por ninguna razón estética o técnica, de utilizar mas que mi computadora para lograra lo que buscaba.
- 22 Aún no he necesitado emplear dispositivos físicos de control.
- 23 Decisión estética