

SISTEMA “MAZACOTE” VERSIÓN 0.1 MEDICIONES Y DETECCIÓN DE PROBLEMAS

Anzil, Iván / ojosdemosca@hotmail.com

Lagunas, Federico / lagunas@fba.unlp.edu.ar

Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Resumen

Detectada la posibilidad de existencia de un nuevo método acústico para la generación de sonido, se organizó el proyecto de investigación en el cual se enmarca el presente trabajo; proyecto orientado a la fabricación de un primer prototipo que probara el concepto base. Comprobada su eficacia en tanto prueba de concepto, se procedió a la realización de una serie de experiencias, cuyo objetivo fue la detección y refinamiento de posibles problemas. De dicho ensayo resultó que los principales inconvenientes detectados son: a) Disminución de la frecuencia sonora al procurar mayor intensidad por incremento en la potencia de impacto sobre el cuerpo vibrante. b) Variaciones no buscadas de la intensidad al cambiar la frecuencia de impacto. c) Control de la potencia de impacto deficiente en general. d) Rango de frecuencias posibles de producir relativamente estrecho, al menos para ciertos contextos musicales con aplicabilidad para el dispositivo. e) Asordinado del cuerpo vibrante, originado en el peso del excitador descansando sobre aquel. f) Vibración no deseada del sistema como conjunto -con transferencia no controlable al cuerpo vibrante-, inducida por la pieza percutora y derivada de su diseño.

El presente trabajo describe las pruebas mencionadas y los resultados obtenidos a partir de las mismas.

Palabras Clave: Generación sonora, nuevo instrumento musical, instrumento electroacústico, acústica musical

Antecedentes

Los trabajos previos (i.e.: doctorales y de investigación) del co-director del proyecto de investigación en que este trabajo se inscribe permitieron detectar la posibilidad de aprovechar la existencia de tecnología de (relativa) baja complejidad para el desarrollo de un método de excitación sonora que -al día de hoy- no ha sido aplicado en ningún dispositivo musical del que se tenga noticia. Si bien el principio de funcionamiento se utiliza desde hace décadas, ninguna de las muy diversas herramientas y dispositivos que lo incluyen posee finalidad artística. Como consecuencia, los sonidos que derivan de dichos dispositivos se consideran “ruidos parásitos” y se procura su reducción al mínimo.

Sistema Mazacote Versión 0.1

Resumen

El sistema Mazacote versión 0.1 consiste en dos módulos: un módulo de control electrónico y un módulo excitador. El primero consiste en un sencillo circuito que toma voltaje de un transformador y lo atenúa en una etapa de atenuación variable. El módulo excitador se configura como un electro-percutor de velocidad variable, fabricado a partir de un motor eléctrico continuo y un peso metálico descentrado montados en un soporte que, además de protección, posibilita modificar ciertas

variables del sonido resultante. Dependiendo del voltaje que el módulo de control le entrega, el motor gira a mayor o menor velocidad.

Síntesis del Principio de Funcionamiento

Por percusión reiterada y dependiendo de la velocidad a la que se lo configure, el dispositivo permite entregar energía y excitar en un amplio rango de frecuencias a objetos de muy diversas cualidades (i.e.: formas, tamaños, dimensiones relativas, materiales, tensiones, etc.). Dichos objetos se constituyen así en lo que la acústica denomina “cuerpos vibrantes”.

La novedad que presenta este método de excitación consiste en el desacople entre la frecuencia de vibración principal (i.e.: equivalente de la frecuencia fundamental) y las cualidades propias del cuerpo vibrante. En otras palabras, a diferencia de casi todas las fuentes sonoras de naturaleza acústica existentes (i.e.: incluidos todos los instrumentos musicales no-electrónicos), en el sistema acústico que resulta de la aplicación de este método de excitación la frecuencia principal del sonido resultante ya no depende de las propiedades físicas de los diferentes cuerpos vibrantes (i.e.: como sí ocurre en los demás instrumentos musicales acústicos) sino de la frecuencia concreta en que el excitador entrega energía a cualquiera de aquellos.

Pruebas Realizadas

Luego de fabricado, y como forma de probar su aplicabilidad y estabilidad, se exploró la eficacia del sistema Mazacote versión 0.1 para excitar variados cuerpos vibrantes, de diferentes medidas, materiales y formas. Entre otros, se probó su desempeño sobre una tabla rectangular de aglomerado enchapado en watambú, un cajón rectangular de melamina, una mesada de cocina de granito, una chapa de hierro de forma irregular, un pequeño fragmento de acrílico y una hoja de papel arrugada.



Figura 1. Dos cuerpos vibrantes sobre los que se proba el sistema.

Dichas exploraciones se realizaron en diferentes situaciones y contextos, las cuales pueden agruparse en a) pruebas en estudio, b) presentaciones frente a público y c) registros fonográficos y audiovisuales.

Pruebas En Estudio

En instalaciones propiedad del co-director del proyecto las experiencias iniciales pusieron a prueba diferentes variables que de diversos modos tienen relación con el

sistema Mazacote. Dichas variables se combinaron de diferentes modos, dando como resultado una batería de muy diversas configuraciones.

Muchas horas de trabajo permitieron así explorar a) las cualidades tímbricas que el sistema presenta y ofrece como también b) la funcionalidad y eficacia técnica del dispositivo para los fines prácticos con que fuera concebido. La centralidad de unas y otras propiedades reside en la utilidad que implica conocer los valores concretos que aquellas asumen tanto desde una perspectiva puramente acústica (i.e.: científicas) como en el rol de prestaciones con aplicabilidad estética. Con estos objetivos:

- a) Se utilizó a Mazacote a) de modo puramente acústico como también b) amplificando la resonancia del cuerpo vibrante mediante un micrófono piezoeléctrico.
- b) En una y otra modalidad (i.e.: acústico y amplificado) se exploró su capacidad de excitar cuerpos vibrantes de diferentes formas, densidades y materiales.
- c) Paralelamente y también en ambas configuraciones se exploraron sus cualidades acústicas a) en solitario como b) junto a otras fuentes sonoras. Estas experiencias implicaron pruebas acústicas “puras” (i.e.: en contextos con fines puramente científicos) como de aplicabilidad estética (i.e.: en contextos con incidencia de factores artísticos).
- d) Como sistema amplificado se probó además los efectos de ubicar al micrófono piezoeléctrico en diferentes localizaciones y a distintas distancias del módulo excitador.
- e) Considerando la posibilidad de que pudieran detectarse diferencias en las experiencias últimas se probaron tres micrófonos piezoeléctricos de cualidades diferenciadas.
- f) También amplificado se exploraron las posibilidades tímbricas que el sistema ofrece cuando se le aplican además otros modificadores disponibles en la cadena de audio. Así, a la señal capturada por el micrófono piezoeléctrico se le aplicaron diversos filtros, moduladores y procesadores, tanto en cadenas puramente analógicas y digitales como mixtas.

Presentaciones Frente A Público

En diferentes conciertos de música electrónica se utilizó al sistema frente a público, tanto en solitario como junto a otras fuentes sonoras. Varios locales de acústicas edilicias diferentes, con sistemas de amplificación de cualidades distintas (o carentes de estos) se constituyeron en laboratorios para el ensayo de las cualidades y funcionalidades ya mencionadas. En cuatro ocasiones y según la oportunidad, se lo presentó incluido en las diferentes configuraciones expuestas en el punto previo.

Registros Fonográficos y Audiovisuales

Se registró al dispositivo junto a otras fuentes sonoras en dos piezas de música electrónica. En ambas piezas se puede apreciar el sonido que resulta de utilizar al sistema Mazacote versión 0.1 para excitar una tabla de aglomerado enchapado en watabú. Las resonancias de dicha tabla se capturaron mediante un micrófono de contacto y fueron posteriormente procesadas por diversos filtros y efectos virtuales nativos del sistema híbrido *Maschine* de la marca *Native Instruments* (más detalles de la configuración se incluyen en el título “Sistema utilizado para las mediciones”).

Problemas Y Limitaciones De Mazacote Versión 0.1

Las experiencias descriptas permitieron corroborar que un dispositivo como el sistema Mazacote versión 0.1 tiene gran aplicabilidad en las artes sonoras y musicales. Sin

embargo lo dicho, esta primera versión presenta también diversos problemas y limitaciones que conspiran contra la aplicabilidad artística del dispositivo. Luego de un año de reiteradas pruebas es posible resumir los problemas detectados en la siguiente lista:

- a) Disminución de la velocidad del motor/frecuencia del sonido resultante por la fuerza del rozamiento entre el cuerpo vibrante y la pieza percutora.
- b) Disminución de la frecuencia sonora resultante al procurar mayor intensidad por disminución de la distancia entre el percutor y el cuerpo vibrante.
- c) Rango de frecuencias relativamente estrecho, al menos para ciertos contextos musicales en los que el dispositivo presenta aplicabilidad.
- d) Variaciones no buscadas de la intensidad al cambiar la frecuencia de impacto.
- e) Control deficiente -en general- de la potencia de impacto.
- f) Asordinado del cuerpo vibrante; problema que se origina en que el peso del módulo excitador descansa sobre aquel.
- g) Vibración no deseada del sistema como conjunto -con transferencia no controlable al cuerpo vibrante-, inducida por la pieza percutora y derivada de su principio de funcionamiento.
- h) Traslación no buscada del módulo excitador; problema que se presenta especialmente a altas velocidades de rotación y cuando la pieza percutora impacta con mayor fuerza sobre el cuerpo vibrante. Este problema redundaba en una inconsistencia en las cualidades del sonido resultante.

Los reiterados usos del prototipo-prueba de concepto originaron además que:

- i) La montura del excitador sufriera desgastes y perdiera la rigidez estructural necesaria para su óptimo funcionamiento.
- j) Ciertas piezas se aflojaran, provocando la aparición de sonidos no deseados.
- k) El soporte del motor se deformara, resultando en que el sistema para regular la distancia entre la pieza percutora y el cuerpo vibrante se hiciera menos efectivo.

Por lo expuesto y con las miras puestas en diseñar y fabricar una nueva versión del sistema que resolviera los problemas mencionados, se determinó la necesidad de realizar algunas mediciones al prototipo-prueba de concepto. Mediante dichas mediciones se procuraría objetivar con mayor precisión las características de funcionamiento y las deficiencias en la respuesta a las necesidades estético-expresivas del prototipo-prueba de concepto.

Sistema Utilizado Para las Mediciones

Como caso-testigo para la realización de las mediciones se tomó la misma configuración que se utilizara durante los registros fonográficos y audiovisuales. El cuerpo vibrante consistió en ambos casos en una tabla de aglomerado de alta densidad enchapado en watambú de 18 mms de espesor, 167 mms de ancho y 960 mms de largo. Apoyada en dos barras metálicas transversales sobre un pie de teclado de tipo "tijera", se dejaron los extremos "volados" procurando reducir el asordamiento que dicho apoyo pudiera producir. Como puede verse en la *figura 2*, el módulo excitador se ubicó próximo a uno de los extremos de la tabla y las resonancias se captaron con un micrófono de contacto genérico localizado del lado opuesto.



Figura 2. Configuración para las mediciones.

Los dispositivos de medición utilizados fueron la aplicación de sonómetro *SoundAnalyzer App* desarrollada por Dominique Rodrigues para la plataforma *Android*. Dicho software se instaló en un teléfono celular *Motorola Moto G4 Plus*.

El sistema se calibró mediante comparación directa con un sonómetro profesional Rion modelo NL-27, dando como resultado la eficacia de la configuración para los fines propuestos.

El software se configuró en bandas de $\frac{1}{3}$ de octava, ponderación A e integración rápida (125 ms). El celular se sostuvo en el aire con una mano, dirigiendo el extremo que incluye al micrófono hacia la cara vertical de Mazacote v. 0.1 y ubicándolo a escasos milímetros tanto del centro del dispositivo como del cuerpo vibrante.¹

Valores Medidos En Las Pruebas Realizadas

Rango De Frecuencias

El prototipo-prueba de concepto presenta un rango de frecuencias comprendido entre los 10 y los 100 Hz (i.e.: desde un *tren de impulsos* de pulsos aislados hasta aproximadamente un $\text{sol}_2/\text{lab}_2$). El límite inferior resulta determinado por el diseño concreto del circuito de control. El límite superior se alcanza cuando la atenuación del circuito de control es nula.

Más allá de los valores objetivos de frecuencia creemos necesario hacer notar algunas cuestiones:

- a) Más allá del caso-testigo, dependiendo parcialmente del cuerpo vibrante utilizado (i.e.: de entre aquellos sobre los que se realizaron las pruebas) el sistema provee una respuesta estable hasta aproximadamente los 86 Hz (fa_2 bajo). Más allá de esta frecuencia –y por factores aún a determinar- diversas vibraciones dominan al excitador y el sistema se vuelve inestable. Dichas vibraciones provocan que el percutor no impacte en todos y cada uno de los ciclos sobre el cuerpo vibrante, lo que origina una *frecuencia de percusión* no periódica y una respuesta no lineal del sistema. Cabe agregar que, para la subjetividad de quienes suscriben, esta respuesta no lineal presenta cualidades tan atractivas como la linealidad del rango de frecuencias inferior; sin embargo, también es deseable contar con la capacidad de controlar en qué condiciones y ocasiones dicha no-linealidad ocurre.
- b) En todo el rango de operación del sistema la *altura* percibida (i.e.: siempre subjetiva) presenta ciertas complejidades respecto de la *frecuencia* objetiva a

¹ Calibración y configuración respectivamente realizada y sugerida por el Ing. Gustavo Basso.

la que el sistema se encuentra operando. En algunas de las pruebas no amplificadas -y nuevamente dependiendo de las cualidades del cuerpo vibrante- los impactos reiterados y constantes de la pieza percutora originaron un *espectro de frecuencias* rico en componentes agudos. En otras palabras, el principio de generación sonora origina un *timbre* que puede presentar simultáneamente componentes en la frecuencia a la que opera el sistema como también en zonas superiores.

Esta cualidad ha provocado en ocasiones un sonido que incorpora cierta indeterminación respecto del *registro* en que se localiza. A modo de ejemplo, sobre el cuerpo vibrante testigo para una *frecuencia de percusión* de 82 Hz (mi_2) la *altura* puede percibirse simultáneamente tanto en dicho registro como en la octava inmediata superior (i.e.: 164 Hz, mi_3).

Rango de Intensidades

Prueba 1

Sobre el cuerpo vibrante testigo la intensidad a mínima frecuencia (i.e.: 10 Hz) se encuentra en el orden de los 58 dB SPL (LAF, +- 1dB). A máxima frecuencia, mientras tanto, asciende a 95 dB SPL. Esto arroja una diferencia en intensidad, dependiente de la frecuencia, de 37 dB.

Dichos valores se obtuvieron asordinando algunas piezas flojas del prototipo. Al dejar de asordinarlas la intensidad a máxima frecuencia se incrementó en 1 dB por sobre el valor previo.

Prueba 2

Se procedió luego a realizar una serie de mediciones que permitiera objetivar el nivel de contaminación acústica originada en el ruido de funcionamiento del dispositivo. Dichas mediciones permitirían determinar el porcentaje de presión acústica derivada específicamente de la señal sonora buscada, musicalmente “útil”; simultáneamente, brindaría indicios respecto del origen de la diferencia de intensidad a baja y alta frecuencia.

Las experiencias realizadas durante el año de pruebas previas permitieron identificar que parte de dicho ruido tenía su origen en el motor eléctrico y parte en la vibración que provoca sobre el módulo excitador la pieza percutora. Además, más allá de esos dos componentes, el desgaste estructural agregó luego una tercera fuente: las vibraciones originadas en piezas flojas. Por su origen, las últimas se consideraron “atípicas” y contaminantes, por lo que se procuraría independizar su aporte en tanto ruido de funcionamiento.

Las diferentes situaciones de medición se resolvieron entonces sosteniendo al módulo excitador en una mano y, según el objetivo de cada caso, asordinando o dejando vibrar las piezas flojas. El celular se ubicó en una posición y a una distancia relativas equivalentes a las pruebas previas.

Con las piezas asordnadas, las intensidades a mínima y máxima frecuencia resultaron respectivamente 38 y 64 db SPL. Estos valores se encuentran 20 y 31 dB por debajo del sonido útil obtenidos durante la *prueba 1* para -respectivamente- bajas y altas frecuencias.

Sin asordinar las piezas flojas, la intensidad a máxima frecuencia se elevó 12 dB, alcanzando los 76 dB y reduciendo la diferencia con el sonido útil a 19 dB (i.e.: un valor virtualmente estable en todo el rango de frecuencias).

Es necesario aclarar que durante toda la *prueba 2* la cara inferior del dispositivo quedó abierta, permitiendo la propagación de toda vibración. Cuando Mazacote se encuentra en su “posición ordinaria”, en cambio, el cuerpo vibrante obtura su cara inferior, atenuando al menos parcialmente la propagación de dichas vibraciones. Es de esperar

entonces que, durante su uso, la diferencia de intensidad entre el ruido de funcionamiento y el sonido útil sea algo mayor.

En conjunto, ambas pruebas permiten afirmar que:

- a) Al menos para el caso testigo, la intensidad del sonido útil resulta siempre superior al ruido de funcionamiento.
- b) La diferencia de intensidad al variar la frecuencia de impacto depende de las vibraciones transmitidas al cuerpo vibrante. En otras palabras, más allá de que una diferencia de intensidad de 37 dB se considere excesiva, esta puede entenderse como originada en sonido útil.

Conclusiones

La casi totalidad de los problemas detectados pueden remitirse al hecho de que la pieza percutora consiste en un peso descentrado acoplado al motor. Sin embargo, en función de lo experimentado la percusión rotativa de velocidad variable resulta un sistema eficaz para los objetivos artísticos buscados.

Problemas como la diferencia de intensidad de 37 dB SPL entre las frecuencia mínima y máxima reducen la aplicabilidad del dispositivo en ciertos contextos musicales ya que el equilibrio de la mezcla con otros instrumentos varía nota a nota. Este hecho da cuenta de la necesidad de contar con un nuevo módulo excitador que, a partir de balancear el peso de uno o varios percutores,:

- a) origine menos ruidos de funcionamiento,
- b) permita la configuración independiente y precisa de frecuencia e intensidad,
- c) elimine o mitigue el resto de los problemas detectados.

Por lo dicho, se evidencia también la necesidad de contar con un nuevo circuito de control que permita mayor precisión sobre las frecuencias generadas y que extienda el rango posible.

Referencias Bibliográficas

- Anzil, Iván. 2017. *Sensación táctil y audiotáctil en la música. El caso de las músicas electrónicas utilizadas para el baile social en locales de música de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y alrededores*. Tesis doctoral. En línea. Secretaría de Publicaciones y Posgrado, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata, 2017. Accesible en <http://hdl.handle.net/10915/59524> [10052019]
- *Sonómetro Rion LN-27*. Manual de instrucciones y otros documentos técnicos. Accesible en línea en <https://rion-sv.com/download/manual/NL-27#NL-27> [10022019]