

Codificación y reproducción digital de los discos ARISTON del Instituto Zorrilla de Valladolid

XIV JORNADAS DE INSTITUTOS HISTÓRICOS
IES PLAZA DE LA CRUZ
Pamplona, 24 - 25 junio 2021

José Luis Orantes de la Fuente

Catedrático Jubilado de Física y Química

I.E.S. Zorrilla

Resumen

En el siguiente trabajo se estudia un conjunto de 18 discos musicales perforados, pertenecientes a la marca de aerófonos ARISTON. Se han codificado digitalmente sus contenidos mediante la creación de un software adecuado y, finalmente, se ha creado un segundo software para la reproducción digital de los audios que contienen dichos discos. Estos audios pueden ser consultados y reproducidos visitando nuestra página web.

Introducción

El modo de poder reproducir la música ha sido un tema de larga historia a través de los siglos. El sucesivo desarrollo de la notación musical permitió la reproducción de canciones y melodías de manera más o menos fidedigna, no dependiente de la memoria y el buen oído de los músicos. Pero, la disponibilidad de un artista experimentado o de un conjunto musical para la ejecución de las obras, estuvo reservada desde el principio a gente poderosa. Incluso para ellos, no era posible disponer siempre de los músicos más sobresalientes o de las últimas novedades musicales. Por ello, proliferaron diferentes tipos de dispositivos capaces de reproducir



Caja de música



Pianola

cancioncillas o melodías en diversos modos y calidades. El desarrollo de la tecnología mecánica y relojera posibilitó la construcción de cajas de música a partir del siglo XVII y XVIII especialmente, acompañadas con frecuencia de pequeños autómatas mecánicos.

En general, una caja de música consiste en un conjunto de lengüetas cuya vibración, amplificada por una caja de resonancia, genera las notas de la escala musical. Un mecanismo de relojería, accionado por un resorte helicoidal, controla el giro regular de un tambor que

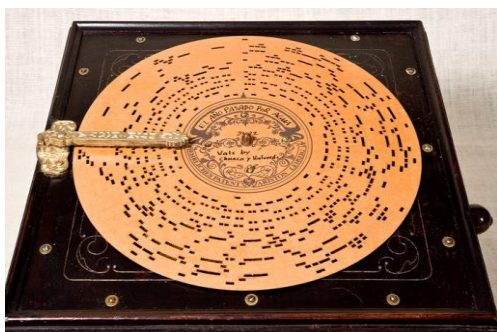
contiene pequeñas agujas o tetones que accionan las lengüetas. Al girar el tambor pueden activarse varias lengüetas simultáneamente, produciendo acordes que dan color a la melodía. Cada canción o melodía requiere, en estos sistemas, de un tambor diferente. Disponiendo de varios tambores, pueden reproducirse diversas melodías.

Este tipo de cajas de música no son capaces de reproducir obras musicales extensas. Por ello se construyeron dispositivos como las llamadas pianolas. El cilindro metálico con sus agujas fue sustituido por un rollo de papel reforzado con perforaciones. Los sistemas de reproducción del sonido pueden ser diversos. En los casos más sofisticados, la perforación permite la salida de una aguja que golpea un martillo para percutir en una cuerda de piano. En otros casos se recurre a una fuente de aire a presión, generada por un fuelle, que hará vibrar unas lengüetas metálicas del estilo de una armónica, un acordeón o, incluso, un armonio. En este caso, el paso de la aguja se emplea para abrir una llave que deja escapar un chorro de aire que hace vibrar una lengüeta. La longitud del papel enrollado permitía la audición de obras mucho más extensas. Las pianolas y los rollos que los acompañaban, eran artilugios bastante voluminosos, además de caros. Como solución a esto, aparecen las Cajas de Música de Disco.



Aerófono de disco

Estos artilugios eran más compactos que las enormes pianolas y, aunque los discos perforados no podían almacenar el conjunto de las notas de una obra extensa, la facilidad de intercambio de los mismos permitía la escucha de una obra larga en fragmentos. Algunos de estos dispositivos, llamados aerófonos, utilizaban discos metálicos de latón perforados. Pero los más populares eran de cartón. El disco se situaba horizontalmente en el centro de una caja cuadrada y se le fijaba mediante una varilla con ruedas que permitía mantener una presión en el disco mientras éste giraba. El giro del disco podía estar producido por un mecanismo regulado o ser generado directamente por una manivela que, simultáneamente, accionaba un fuelle generador del aire propulsor.



Aerófono Ariston

Probablemente, uno de los aerófonos de mayor difusión y popularidad internacional fueron los de la casa ARISTON. Esta empresa también producía y vendía los

discos correspondientes. Un total de 18 discos de este tipo se han encontrado en el Instituto Zorrilla. En ellos se indica el nombre de la canción o melodía y el autor. Están escritos algunos en francés, otros en alemán o en inglés. Incluso en modo bilingüe o trilingüe. Son, como hemos dicho de cartón y contienen la inscripción de la patente (escrito en francés y alemán). La línea radial que marca el inicio de la canción con la palabra 'comienzo' se describe en francés, inglés y alemán. Su estructura es del todo semejante a otros que se pueden ver en internet. La lista de títulos creados por ARISTON, alcanzó varios millares hasta que cerró la empresa hacia 1904. Obviamente, la nueva tecnología de los discos de pizarra o pasta con las gramolas, presentaba unas ventajas con las que resultaba imposible competir. A pesar de ello, los discos de aerófonos disfrutaron de una enorme popularidad y difusión.



Detalle de las lengüetas

El CENTRO DE DOCUMENTACIÓN MUSICAL, dependiente de la Junta de Andalucía, tiene una interesantísima exposición virtual con el título: MÚSICA MECÁNICA. LOS INICIOS DE LA FONOGRAFÍA. Aquí se puede leer y visualizar un buen número de sistemas de reproducción mecánica de música.

<http://www.centrodedocumentacionmusicaldeandalucia.es/opencms/musica-mecanica/>

También puede verse el siguiente póster sobre el sistema [ARISTON](#).

<http://www.centrodedocumentacionmusicaldeandalucia.es/export/sites/default/musica-mecanica/pdfs/ariston.pdf>

Estructura de los discos

Aunque la casa ARISTON utilizó varios tipos de discos, los que tenemos siguen la siguiente estructura.

El diámetro de los mismos es de unos 33 cm. Contienen 24 pistas concéntricas, asignándose cada una de ellas a una nota musical. Las pistas más interiores corresponden a las notas más graves, aumentando sucesivamente el tono hasta la nota más aguda, correspondiente a la pista más exterior.

Además del agujero circular central, coincidente con el eje de giro, existen cuatro agujeros dispuestos en forma de cruz, que permiten la sujeción adecuada del disco en la plataforma del aerófono.

En cada una de las pistas se disponen las correspondientes perforaciones. Estas perforaciones presentan el aspecto de pequeños arcos de circunferencia de anchura fija y longitud variable, según la duración de la nota. Naturalmente, las longitudes de las perforaciones de las pistas interiores son, comparativamente, menores que las de las pistas exteriores para compensar la variación de la velocidad de paso por las boquillas sopladoras.

Nos ha sido muy difícil establecer el patrón de longitud mínima (¿semicorcheas o fusas?) dada la imprecisión que representa el soporte de cartón.

La afinación de las lengüetas

Al no disponer de un aparato físico con el que comprobar la afinación de las 24 lengüetas, tuvimos que hacer algunas hipótesis que resultaron fallidas.

Supusimos primeramente que podrían corresponderse con dos escalas naturales correspondientes con los 12 semitonos de la escala temperada. Los resultados fueron absolutamente negativos.

Otro intento fue el asemejar dicha afinación al de algunas armónicas clásicas (Honner) con idéntico resultado.

Finalmente, pudimos acceder al contenido completísimo y detallado de una página web con datos compilados por Carl Semon y Kevin McElhone's en su libro "The Organette Book". La dirección de esta interesantísima web es:

<http://www.organettes.com/home>

De allí pudimos extraer la afinación de nuestras pistas. Su estructura no obedece a ningún modelo simple. Además, había dos afinaciones posibles, según el modelo ARISTON. Estas eran las siguientes:

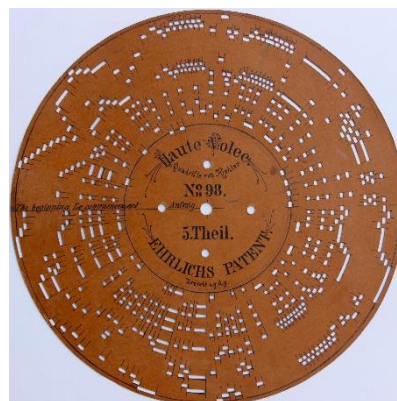
Pista	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mod.1	Fa#3	Sol#3	Si3	Do#4	Fa#4	Sol#4	La#4	Si4	Do#5	Re#5	Fa5	Fa#5
Mod.2	La	Si	Re	Mi	La	Si	Do#	Re	Mi	Fa#	Sol#	La

Pista	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mod.1	Sol#5	La#5	Si5	Do6	Do#6	Re#6	Mi6	Fa6	Fa#6	Sol#6	La#6	Si6
Mod.2	Si	Do#	Re	Re#	Mi	Fa#	Sol	Sol#	La	Si	Do#	Re

Tuvimos que comprobar los resultados con los dos tipos de afinaciones para ver que, la que correspondía a una estructura armónica de las canciones de nuestros discos, era la del modelo 1.

Codificación de los discos

El primer paso para realizar la codificación de los discos fue proceder al fotografiado de los mismos. La cuestión, lejos de ser algo trivial y carente de problemas, necesitó de un dispositivo fotográfico que garantizase una toma cenital perfectamente centrada y ortogonal al plano de los discos. Los intentos de sustituir el proceso fotográfico por un escáner de libros, resultó inadecuado al no garantizarse las condiciones descritas.



Fotografía de un disco

Una vez conseguidas las fotografías correspondientes, se pasó a un tratamiento de las imágenes mediante software libre de edición fotográfica (en nuestro caso GIMP). Mediante este tratamiento, se generaron imágenes en formato de cuadrado perfecto, con la circunferencia exterior del disco, perfectamente inscrita en ese cuadrado. Además, en dicha presentación, los discos aparecen en negro y las perforaciones en blanco, con valores cromáticos extremos de 0 y 255 necesarios para la identificación y codificación de las perforaciones.



Imagen procesada

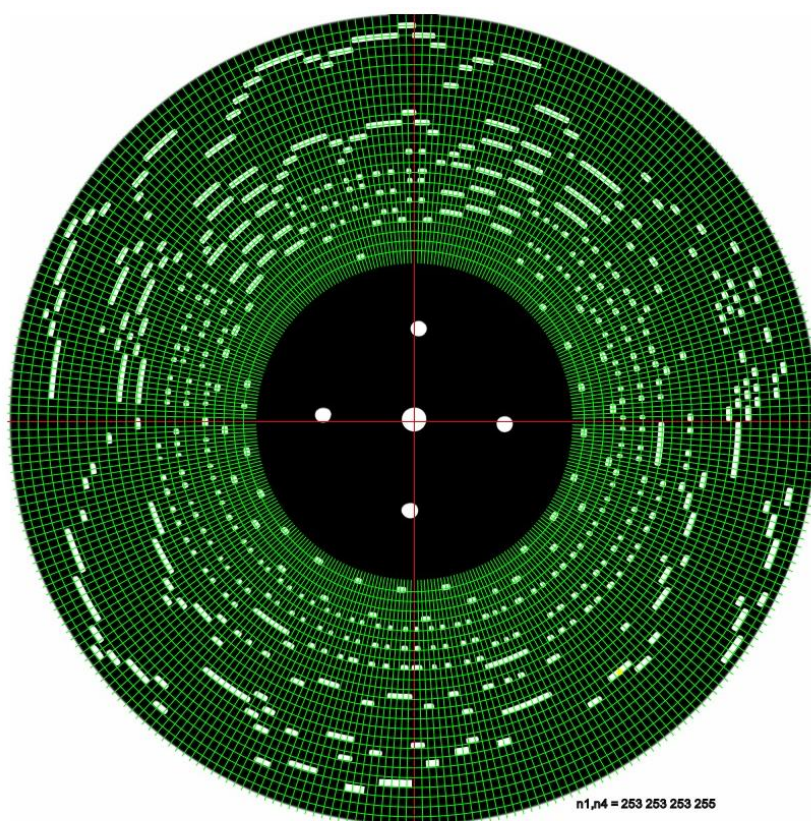
Para el siguiente proceso, hemos desarrollado un software de análisis de las imágenes mediante el que se determina el punto de inicio de cada perforación y su duración para cada una de las 24 pistas. Este software se ha generado mediante el lenguaje de programación PROCESSING 3, en su versión java script (p5.js). Esta herramienta permite utilizar la aplicación en cualquier navegador web ¹.

Para el siguiente proceso, hemos desarrollado un software de análisis de las imágenes mediante el que se determina el punto de inicio de cada perforación y su duración para cada una de las 24 pistas. Este software se ha generado mediante el lenguaje de programación PROCESSING 3, en su versión java script (p5.js). Esta herramienta permite utilizar la aplicación en cualquier navegador web ¹.

En el programa hemos implementado unos controles finos para poder centrar y ajustar 24 circunferencias sobre las correspondientes pistas. Estas serán las guías de lectura de la información gráfica. Estos controles se hacen necesarios para corregir pequeñas desviaciones en el centrado y radio de las pistas. Estas

¹ Para poder visualizar estas páginas html generadas en nuestro propio ordenador es necesario hacerlo mediante la propia aplicación PROCESSING, o tener instalada una máquina java script virtual. Con servidores externos se resuelve también el problema.

desviaciones proceden tanto del proceso fotográfico como de la alteración del soporte de los discos (cartón).



Analisis de Disco Ariston

Como resultado del análisis de cada disco, se genera un fichero de texto consistente en 24 líneas numeradas. Cada pista y la correspondiente circunferencia de lectura se ha segmentado en 4000 unidades. De este modo, toda perforación se identifica por el comienzo de la misma (0 – 3999) y su duración, medida en estas mismas unidades.

Generación de los audios

Para transformar los ficheros de los discos codificados en un fichero de audio convencional (WAV o MP3), hemos optado por la realización de un segundo programa utilizando el vetusto lenguaje Visual Basic. Esta modularización en dos programas diferentes facilita el análisis de funcionamiento de dichos programas y la depuración de errores. Es posible que en un futuro realicemos el proceso en un único programa, asegurados del funcionamiento correcto de cada parte.

En este segundo programa procedemos a la lectura del fichero de codificación de la etapa anterior. Se normalizan las posiciones de inicio y se generan sendos ficheros numéricos para cada pista. En estos ficheros se escoge el tipo de audio

según el modelo WAV, fijando el número de bytes por segundo o frecuencia de reproducción. En nuestro caso tomamos el estándar de 44.100 Hz. Hemos utilizado el modo mono de 8 bit.

La reconstrucción de cada tipo de nota puede hacerse con varios procedimientos. El método empleado inicialmente ha sido la utilización de ondas armónicas simples para cada frecuencia. También pueden utilizarse los llamados 'samples', tomados del sonido real de algún instrumento. Por ejemplo, el generado por las lengüetas de una armónica tradicional.

Finalmente, se ha realizado un mix de las 24 pistas acoplando los sonidos simultáneos y realizando un pequeño ajuste de ecualización entre graves y agudos. El resultado final es un único fichero WAV que, posteriormente, puede ser reconvertido a otros formatos como el MP3.

Listado de las canciones de nuestros discos

- D.34: Mandolinata - von Paladilhe
- D.98-1: Haute Volée - Cuadrille von Richter
- D.98-2: Haute Volée - Cuadrille von Richter
- D.98-3: Haute Volée - Cuadrille von Richter
- D.98-4: Haute Volée - Cuadrille von Richter
- D.98-5: Haute Volée - Cuadrille von Richter
- D.98-6: Haute Volée - Cuadrille von Richter
- D.307: Feuer Wehrgalupp
- D.918: La Mascotte - Oliver Metra
- D.919: La bonne aventure - Emile Jonas
- D.948: The Adieu Valse - H.J.Snelling
- D.949: The Guards Valtz - D.Godfro
- D.964: Banditen Galopp
- D.967: Holy Bush - D.Godfroy
- D.1019: Carneval Laune - Carl Millocker
- D.1089: Marsch aus Boccaccio - von Suppé
- D.1144: Les derniers Cartoûches (polka militaire) Emile Vanden
- D.1156: Les pigeons de San Marco (polk française) von Johann Strauss

Podemos acceder a los audios correspondientes a cada disco en el enlace al museo virtual de nuestro patrimonio:

<https://aaiz.es/patrimonio/basedatos3.php?informa=cajamusica>

Conclusiones

La investigación de los elementos que constituyen el Patrimonio del Instituto Zorrilla, nos ha deparado, como de costumbre, gratas sorpresas. Además de estimularnos a una investigación del uso y origen de dichos elementos, los discos perforados de la casa Ariston nos han obligado a un doble esfuerzo. Por un lado, hemos tenido que realizar una labor de información y documentación sobre los mismos. Pero, además, hemos tenido que desarrollar nuestras propias herramientas de trabajo que han conducido, finalmente, a poder reproducir las melodías que se ocultan bajo las perforaciones de un humilde cartón. No podemos dejar de manifestar nuestro más alto grado de satisfacción personal por la finalización de este trabajo.

Valladolid, abril de 2021