

## **TAXONOMÍAS Y CLASIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS MUSICALES. REVISIÓN HISTÓRICA Y FUNDAMENTOS**

**María de los Reyes Oteo Fernández**

Reyes Oteo Fernández es compositora, luthier electrónica y profesora de composición e instrumentación musical en el Conservatorio Superior de Música de Málaga,

[reyesoteo@gmail.com](mailto:reyesoteo@gmail.com)

### **RESUMEN**

La autora traza la historia de las taxonomías y clasificaciones de los instrumentos musicales electrónicos. A comienzos del siglo XX, estos instrumentos son descritos por primera vez, dentro de los mismos sistemas por los que se describían los instrumentos acústicos, conforme a sus cualidades morfológicas. Seguidamente, se explica que las siguientes clasificaciones están formuladas desde una perspectiva más rica -desde la de el intérprete de música, de la audiencia y de los diseñadores de instrumentos- e intentan describir características más interesantes de los instrumentos musicales electrónico. Por último, la autora plantea la necesidad e importancia de que sea formulada un sistema de clasificación más preciso para los instrumentos y sistemas musicales electrónicos.

### **ABSTRACT**

The author traces the history of taxonomies and classifications of electronic instruments. At the beginning of the 20th century these instruments are firstly described, within the same systems that the acoustic instruments were, according to morphological characteristics. Next, she explains that the next classifications are formulated from a richer perspective - the performers, the audience and the instrument designers - and try to describe the characteristics of the electronic musical instruments involved in artistic practice. Finally, the author discusses the need and relevance of formulating a precise classification system for electronic instruments.

## Palabras clave

Instrumento musical, taxonomía, organología, clasificación, sistema interactivo, lutería electrónica.

## Keywords

Music instrument, taxonomy, organology, classification, interactive system, electronic lutherie.

## 1. Introducción

Las taxonomías derivadas del sistema Hornbostel-Sachs (vid. Bakan et al, 1990; Knight, 2015; Weisser & Quanten, 2011) resultan satisfactorios tanto para la labor de catalogación como para la clasificación organológica, pero no son completamente efectivos para los profesionales que trabajan en torno al diseño, creación e interpretación de dispositivos musicales electrónicos.

Trazaremos un recorrido por la historia de las clasificaciones que se han propuesto a lo largo de los siglos XX y XXI y por las distintas tipologías de las mismas -como pueden ser en función del mapeo (Kvifte, 1989), el tipo de entrada (Bongers, 2000; Cadoz & Wanderley, 2000), los tipos de interacción (Chadabe, 2002; Tanaka, 2000), etc.-, con vistas a buscar uno que facilite hacer descripciones y comparaciones entre los distintos instrumentos y sistemas musicales interactivos, con el fin de contribuir a la conservación del patrimonio y la memoria documental de los instrumentos electrónicos antiguos, además de contribuir a que se inventen mejores instrumentos, diseñados desde el conocimiento adecuado de la historia de la lutería electrónica.

## 2. Taxonomías y clasificaciones existentes

Es Francis Galpin el primer organólogo que, en su obra *A Textbook of European Musical Instruments: Their Origin, History and Character* (1937), denomina al grupo de los dispositivos musicales en los que interviene la electricidad, cuando esta práctica de lutería electrónica aún estaba en sus albores, y su consolidación en el tiempo en la práctica compositiva e interpretativa estaba aún en tela de juicio. Curt Sachs integra,

pues, la formulación de los instrumentos que funcionan con electricidad en *The History of Music Instruments* (1940), y en consecuencia, en la versión traducida al inglés (1961) de la *Systematik der Musikinstrumente* (1914) –herederos, a su vez, de la división con fines catalográficos de Mahillon (1893)–, que dicho etnomusicólogo había realizado en coautoría con Hornbostel. Dicha clasificación metódica de los instrumentos musicales se realiza, en su categorización raíz, en función del material del cuerpo emisor, conformando las conocidas cuatro familias de instrumentos acústicos y se subdivide en forma de árbol, dando lugar a una codificación en sistema decimal Dewey.

Is Francis Galpin the first organologist who, in his work *A Textbook of European Musical Instruments: Their Origin, History and Character* (1937), named the group of musical devices in which intervenes electricity, when this practice electronic luthery was still in its infancy, and its consolidation over time in the compositional and performance practice it was still in question. Curt Sachs integrates therefore the development of tools that run on electricity in *The History of Music Instruments* (1940), and consequently, in the version translated into English (1961) of the *Systematik der Musikinstrumente* (1914) inheritors, to in turn, the division cataloging purposes Mahillon (1893) -, said ethnomusicologist had made coauthored with Hornbostel. Such methodical classification of musical instruments are, at root categorization, depending on the material of the emitting body, forming the familiar four families of acoustic instruments and is subdivided into a tree, resulting in a coding Dewey decimal system.

El sistema de Hornbostel y Sachs (en adelante, sistema H-S) es de tal solidez de planteamiento que, si bien ha recibido distintos cuestionamientos, mejoras y puestas al día a lo largo de los cien años que permanece en uso, supone un sistema de plena utilidad hasta el día de hoy en la disciplina de la organología y museología (Mckenney 2008). Michael B. Bakan, Wanda Bryant, Guangming Li, David Martinelli and Kathryn Vaughn (1990) avanzan en la clasificación del grupo de los electrófonos del sistema H-S, como también hace Hugh Davies en su entrada ‘*Electrophones*’ y ‘*Electronic Instruments*’ para el diccionario *New Grove Dictionary of Music and Musicians* (Davies 1984a; Davies 1984b). La revisión exhaustiva más reciente del sistema H-S, con una buena compleción del grupo de los electrófonos has sido realizada para el proyecto MIMO (Weisser & Quanten 2011).

The system Hornbostel and Sachs (hereinafter HS system) is so robust approach, although it has received several questions, improvements and updated throughout the hundred years that remains in use, is a system full use until today in the discipline of organology and museology (Mckenney 2008). Michael B. Bakan, Wanda Bryant, Guangming Li, David Martinelli and Kathryn Vaughn (1990) advance in the classification group of electrophones the HS system, as does Hugh Davies in his entry 'electrophones' and 'Electronic Instruments' for New dictionary The New Grove dictionary of Music and Musicians (Davies 1984a; 1984b Davies). The latest H-S system comprehensive review, with a good completion of the group of electrophones have been made to the MIMO (Weisser & Quanten 2011) project.

Montagu y Burton (1971) realizan una propuesta que consiste en una transliteración del sistema linneano empleado en las clasificaciones de las Ciencias Naturales. Una de sus mayores ventajas es que la denominación de cada instrumento particular sería un nombre en dos o máximo tres palabras, más memorizable e identificable que un código numérico complejo. Este sistema, si bien parece muy diferente al de H-S, en esencia es igualmente una clasificación de tipo material y, en lo referente a la materia de esta investigación, no menciona a los instrumentos que funcionan con electricidad. En la misma línea de clasificaciones en función del objeto físico, Tetsuo Sakurai (1981) también reformula la categorización en base a la materia que inicia la vibración y subdivide en base a la semejanza a formas geométricas del cuerpo del instrumento. Lysloff y Mattson (1985) multiplican el número de variables clasificatorias –un total de 37–, las primeras de ellas de tipo material y de mecanismo, entroncando con la tradición precedente –de la I a la XXII–, y en adelante formula variables que describen aspectos de interés para el intérprete, sobre su relación con el instrumento, otros en relación a aspectos compositivos y otros que describen el contexto en que se emplea el instrumento objeto de dicha clasificación. La principal ventaja de su propuesta es que permite mostrar las similitudes, al cruzar las variables, entre instrumentos que en clasificaciones precedentes resultan distanciadas tras las primeras subcategorizaciones, y demuestran una representación gráfico-analítica de estas comparativas.

La teorización de estos organólogos filiados a esta tradición de principio del siglo XX, quienes tenían un planteamiento clasificador, desde un punto de vista externo a la praxis musical. Quienes han teorizado sobre la creación de instrumentos electrónicos y en el seno de esta reflexión han propuesto ontologías, taxonomías o clasificaciones acerca de

los instrumentos electrónicos desde la década de los 70 del siglo XX –hasta la actualidad– han sido en su mayoría los propios pioneros del diseño y desarrollo de instrumentos. Es el caso, por ejemplo, de Hugh Davies, Gil Weinberg, Bert Bongers, Joseph A. Paradiso, Joel Chadabe, Alain Crevoisier, Garth Paine, Michel Waisvisz, Marcelo Wanderley, Jeff Pressing, Robert Rowe, Nicolas Collins y Tellef Kvifte. Todos estos activos investigadores de la construcción de instrumentos tienen en común que su figura paradigmáticamente conglomera los roles de teórico de la música, lutier electrónico, compositor e intérprete.

Algunos realizan clasificaciones de tipo morfológico, ligados de forma más estrecha o más distante a la tradición de H-S. Así, la clasificación de Paradiso (1997) es una subdivisión en categorías no completamente excluyentes respecto a la morfología y técnica interpretativa del interfaz musical, lo cual lo ubica en esta línea que deriva del sistema H-S si bien, además de las subdivisiones análogas a los instrumentos acústicos –teclados, percusión, guitarras, batutas y demás– ya comprende tipos de instrumentos adicionales según el tipo de entrada, como son los gestuales sin contacto, vestibles y táctiles. También de tipo morfológico, en función de la similitud con instrumentos tradicionales es la que realiza Wanderley (2001) y la que esboza Vine (2010).

Un gran número de las clasificaciones que proponen los autores de esta época, dado que investigan desde el arte, toman como punto de vista los roles implicados en la creación musical, es decir, el lutier, el compositor-intérprete y el oyente. Los criterios de clasificación que encontramos, por tanto, son en torno a cualidades de la construcción, prestaciones de uso, o a la recepción.

Para explicar la interrelación entre intérprete e instrumento, se realizan varias clasificaciones en función del mapeo. Tellef Kvifte (1989) clasifica los instrumentos desde el punto de vista del intérprete, dado que se centra en la descripción de los instrumentos combinando cada mecanismo de ejecución que tiene un instrumento, con tres variables sonoras (altura, intensidad, timbre), calificando cada una de ellas de analógica (continua) o discreta (digital). Dicha descripción está fuertemente radicada en la relación causa-efecto entre la acción muscular de un intérprete el resultado sonoro en un instrumento acústico, aunque es aplicable a los instrumentos electrónicos en los que hay un mapeo simple o literal. De estas premisas deriva la propuesta de Räisanen

(2008), aunque mezcla el análisis del mapeo, la síntesis y la «usabilidad»<sup>1</sup> de los dispositivos. Posteriormente, el propio Kvifte establece varios aspectos para clasificar los mapeos de los sistemas electrónicos, de manera más adecuada para dichos dispositivos (Kvifte & Jensenius 2006).

La descripción en función del mapeo encuentra desde años recientes grandes dificultades para describir sistemas musicales en los que dicha relación causa-efecto es confusa, indirecta o, simplemente, inexistente; de manera que se ha visto reflejado en las clasificaciones en las que se contempla esta diversidad de reacción de la máquina respecto al intérprete (Chadabe 2002 y 2007).

La motivación principal de la elaboración de estos artículos, libros y ponencias es, a su vez, revertir en la propia disciplina del diseño de instrumentos, ofreciendo a los constructores una evaluación previa de los dispositivos, mediante la cual puedan prever aspectos tales como pueden ser la aceptación que va a tener por parte de los intérpretes, la percepción que en el público va a producir, el paradigma compositivo para el que es más adecuada.

Algunas clasificaciones de este tipo son adaptaciones al ámbito musical de los modelos de análisis de dispositivos de interacción humano-máquina (HCI) no musicales, como es el caso de la propuesta de Jeff Pressing (1990), Card, Mackinlay y Robertson (1991) y Wanderley y Orió (Orió et al. 2001; Wanderley & Orió 2002), donde se evalúan factores de usabilidad, eficiencia, sencillez en el aprendizaje y demás; e implican directamente la evaluación de los sensores y del tipo de gestos que el intérprete ha de realizar. También algunos autores ahondan de manera exhaustiva en los tipos de *inputs* del instrumento –sensores– y de *inputs* humanos –análisis gestual– que estimulan los instrumentos (Bongers 2000; 2006; Cadoz & Wanderley 2000). En la línea de este tipo de evaluaciones de múltiples factores, Laurie Spiegel (1992), lanza una propuesta abierta a realizar una representación en sistema de múltiples ejes, –hace una lista abierta de dieciséis– de manera que representen de forma cuantitativa o estimativa múltiples, la mayoría de ellos de tipo técnico, que atañen tanto a cuestiones interpretativas como compositivas, además de específicamente tecnológicas y estructurales, referidas al diseño y funcionamiento de los instrumentos.

---

<sup>1</sup> No existe un sinónimo absoluto del término inglés «*usability*», cuya traducción propia en castellano sería «facilidad de uso», pero es término aceptado en el lenguaje técnico de la informática y tecnología de dispositivos.

La evolución de este tipo de evaluaciones y clasificaciones recibe mejoras conforme los autores reformulan los aspectos evaluados, primero valiéndose teorías de la percepción y del movimiento humano, y sumando a los aspectos morfológicos más meramente hiléticos los aspectos sociológicos o estéticos (Blaine & Fels 2003). Más adelante, se enfoca este tipo de análisis diverso en la búsqueda del mayor valor artístico de los instrumentos musicales y de su desempeño (Vertegaal et al. 1996; Krefeld & Waisvisz 1990; Waisvisz 2006; Tanaka 2000; Jordá 2005b).

Hay un aspecto común que es la formulación de gráficos de los sistemas musicales, de manera que se crean marcos de trabajo en los que los autores describen las relaciones que se traman entre los agentes implicados –constructor, intérprete/compositor, oyente– (Bongers 2000; 2006; Kvifte & Jensenius 2006), de forma que van creándose modelos de los sistemas interactivos en el seno de los cuales se pueden formular taxonomías. Naturalmente, estos modelos van siendo más inclusivos y amplios, de forma que amplían el concepto de instrumento musical de modo que abarca la mayor cantidad de modalidades de sistemas musicales (Rowe 1992, 1996 y 2003), desde los que implican un acto musical "tradicional" y en el ámbito temporal y local de la sala de concierto, hasta la formulación aquellos que son expandidos en el espacio –globales, en red– y en el tiempo (Pressing 1990; Rowe 1996; 2003; n.d.; Barbosa 2003). Algunos autores realizan clasificaciones en función de «metáforas» que aglutinan distintas combinaciones de varias características, simplificando de esta manera la expresión de los distintos tipos, aunque no son exhaustivas, sino de aspectos parciales, como el potencial de complejidad y controlabilidad de un instrumento (Jordá 2005a), los tipos de red y su función en los sistemas musicales (Weinberg 2005) y o la respuesta del sistema a la entrada del usuario (Chadabe 2007).

Por tanto, para la elaboración y construcción de estos instrumentos musicales, así como para su comprensión y estudio musicológico, es fundamental disponer de una taxonomía de los mismos. Una clasificación tan ampliamente aceptada como la H-S, en la revisión efectuada por Weisser y Quanten (2011), resulta plenamente útil para una clasificación museística y organológica, pero resulta insuficiente en el caso de los electrófonos dado que una descripción material no explica lo distintivo y particular de cada uno de ellos. Para ello, puede ser conveniente complementar dicha clasificación del sistema H-S con revisión de Quanten con otro tipo de taxonomía.

### 3. Conclusiones

Ya comentamos, al comienzo de este trabajo, que las clasificaciones de tipo morfológico, como el *Systematik* de H-S y similares, únicamente resultan de utilidad cuando tomamos el instrumento musical como bien físico –cosa que interesa a disciplinas como la museística o la iconografía–, para lo cual no resulta decisivo extraer detalles sobre sus cualidades y prestaciones técnicas y artísticas. Empero, este tipo de clasificación deviene irrelevante para las necesidades profesionales de luthiers, compositores, intérpretes o conservadores. La alternativa a una clasificación taxonómica -categórica-, es una de tipo descriptivo multinivel o en sistema de ejes. Si bien las hay muy interesantes en sus métodos y resultados, ninguna resulta plenamente satisfactoria a tales efectos, dado que, en cualquier caso, son parciales en sus ámbitos de descripción.

Del estudio de la gran variedad de taxonomías de instrumentos musicales realizado concluimos que no existe un criterio homogéneo ni establecido generalmente por el que los músicos prácticos, diseñadores de instrumentos, compositores y musicólogos puedan regirse a la hora de utilizar, diseñar y desarrollar o catalogar, comparar y evaluar los dispositivos musicales electrónicos que, a su vez, son un caso específico dentro del conjunto de instrumentos musicales. Los colectivos profesionales arriba mencionados precisarían de una clasificación de especial amplitud de descripciones y características.

Además, trae a la consciencia que de la claridad de la cómo se formule una descripción de instrumento depende la comprensión del mismo para los musicólogos e investigadores, que dicho instrumento despierte el interés y sea aceptado en el ámbito de los intérpretes y, aún más allá, que sea conservado como un objeto artístico patrimonial.

De la visión conjunta de estas clasificaciones, que al fin y al cabo no son sino reflexiones sobre la pregunta por la propia constitución de «instrumento», se derivan varias certezas. La primera es que, efectivamente, es útil manejar una noción amplia de instrumento, dado que los límites entre tipologías de los mismos son tan difusos que sería arbitrario y poco operativo establecerlos. Que dicho desbordamiento conceptual



sucede en los parámetros de las dimensiones espaciales, temporales e incluso operativas: un instrumento puede exceder el tamaño de un elemento escénico y pasar a ocupar una sala, e incluso des-ubicarse a nivel de todo el planeta, en red; al igual que puede ser actuar no sólo en el instante del concierto, sino operar durante el lapso temporal en que es instalado, o ser un dispositivo musical con vocación de ser permanente. Y que todos ellos, aun tan diversos, responden de manera sencilla y unívoca a una definición en la que «instrumento musical» es un dispositivo que, con *input* humano, media para posibilitar la creación de una manifestación artística sonora.

Que las cualidades y prestaciones del instrumento inciden en los parámetros compositivos de la música resultante, para cuya delicada descripción se muestran especialmente certeras las clasificaciones basadas en metáforas, que permitan expresar esta compleja interrelación de una manera directa y simplificada (Chadabe 1997; Jordá 2005a).

Habiendo revisado las taxonomías, hemos visto que es una consecuencia lógica seguir adelante planteando una clasificación que sea adecuada, teniendo en cuenta todos los logros conquistados en las anteriores, y hemos llegado a la conclusión de que una clasificación adecuada debería reunir ciertas características.

De la revisión previa podemos extraer que es fundamental contextualizar la clasificación y sus características con las necesidades y posibilidades de esta época. Los criterios para elaborar una taxonomía integral debería, en primer lugar, ubicarse en el momento histórico en que dicha clasificación se realiza, asimilando las confeccionadas previamente por otros autores pero atendiendo a las inquietudes actuales, en cuanto a su ordenación, y a las cualidades técnicas de los propios instrumentos.

La realización de una nueva clasificación no debería sustituir a la clasificación actualizada de los electrófonos del sistema H-S (Weisser & Quanten 2011), que tiene los valores de ser sencilla, coherente y que además tiene continuidad con la clasificación de los instrumentos tradicionales, y que cuenta con la ventaja añadida de ser universalmente reconocida.

Por el contrario, sí debería facilitar la recopilación de datos que no quedan recogidos en una catalogación tipo H-S, y que son necesarios tanto a estudiosos de la materia, como a diseñadores de instrumentos electrónicos y para los intérpretes de electrónica. La gran

dificultad en una clasificación de esta amplitud de destinatarios es evidente por los distintos intereses de cada colectivo. Las clasificaciones estudiadas en los documentos que ahondan en aspectos técnicos normalmente se centran en sólo determinadas cualidades específicas de los instrumentos electrónicos, por lo que resultan parciales. Si bien tenemos que reconocer que resultaría ingenuo pretender lograr un sistema de clasificación o una categorización definitiva, sí es un objetivo que podría plantearse y ser llevado a cabo el lograr que la categorización fuese amplia, para llegar a los colectivos a quienes va dirigida; clara, para dar una idea rápida y lúcida de cada ítem clasificado, evitando que la comprensión de qué trata uno de ellos se convierta en una investigación en sí; y versátil, para facilitar su adaptación futura a las nuevas posibilidades que el devenir tecnológico y artístico vaya trayendo en este campo.

Al diseñar la estructura y contenido de la clasificación, sería aconsejable seguir el criterio de recopilar aquellos datos sobre las prestaciones y el uso de los instrumentos que sean más útiles para realizar una descripción completa técnicamente, basada en la teoría musicológica -investigación histórica- y en nuestra investigación artística. También sería deseable que respondiese a unos criterios objetivos, se organizase de forma concisa, en pos de la claridad y de que no haya una multiplicidad excesiva, dejando lugar no sólo a lo que existe, sino a lo que pueda hacerse en un futuro; que estuviese dirigida a personas con cierta especialización, profesionales de la música, tanto organólogos, musicólogos, intérpretes, compositores y diseñadores de instrumentos, y que permita el estudio comparativo de las cualidades de cada dispositivo, ofreciendo la posibilidad también de obtener estadísticas de ella.

## Referencias

- [1] T. Kvitte, *Instruments and the Electronic Age* (2<sup>nd</sup>) (Oslo: Taragot Sounds, 1989).
- [2] B. Bongers,. "Physical Interfaces in the Electronic Arts Interaction Theory and Interfacing Techniques for Real-time Performance". *Trends in Gestural Control of Music*, 2000, January, 41–70 (2000).
- [3] C. Cadoz, M. M. Wanderley, & IRCAM, "Gesture – Music," *Trends in Gestural Control of Music*, 71–94, (2000).

- [4] J. Chadabe, "The limitations of mapping as a structural descriptive in electronic instruments," *Proceedings of the 2002 Conference on New Interfaces in Musical Expression*, 1–5. (2002).
- [5] A. Tanaka, "Musical performance practice on sensor-based instruments," *Trends in Gestural Control of Music*, 389–406, (2000).
- [6] M. B. Bakan, W. Bryant, G. Li, D. Martinelli, & K. Vaughn, "Demystifying And Classifying Electronic Music Instruments," *Selected Reports In Ethnomusicology*, (1990).
- [7] H. Davies, "Electronic instruments," *Grove Music Online*, Oxford Music Online, Oxford University Press.
- [8] H. Davies, "Electrophone," *Grove Music Online*, Oxford Music Online, Oxford University Press.
- [9] S. Weisser, & M. Quanten, "Rethinking Musical Instrument Classification: Towards a modular approach to the Hornbostel-Sachs system," *Yearbook for Traditional Music*, International Council for Traditional Music, 43, 122–146, (2011).
- [10] J. Montagu, & J. Burton, "A Proposed New Classification System for Musical Instruments," University of Illinois Press on Behalf of Society for Ethnomusicology, 15(1), 49–70, (1971).
- [11] T. Sakurai, "The Classification of Musical Instruments Reconsidered," *26th Conference of the International Folk Music Council*, 824–830, (1981).
- [12] R. T. A. Lysloff, & J. Matson, "A New Approach to the Classification of Sound-Producing Instruments," University of Illinois Press on behalf of Society for Ethnomusicology, (1985).
- [13] T. Marrin & J. A. Paradiso, "The Digital Baton: a Versatile Performance Instrument". *International Computer Music Conference (ICMC)*, (1), 313–316, (1997).
- [14] M. M. Wanderley, "Gestural Control of Music". *Supervision and Control in Engineering and Music*, (2001).

- [15] B. Vine, "Avoiding Extinction in the Instrument Zoo: A taxonomical and ontological approach to developing an understanding of the ecosystem of electroacoustic instruments". *Organised Sound*, no. 15, 167–177, (2010).
- [16] T. Kvifte, *idem*.
- [17] J. Chadabe, *idem*.
- [18] J. Pressing, "Cybernetic Issues in Interactive Performance Systems". *Computer Music Journal*, vol 14, no. 1, (1990).
- [19] M. M. Wanderley, & N. Orio, "Evaluation of Input Devices for Musical Expression: Borrowing Tools from HCI," *Computer Music Journal*, 26(3), 62–76, (2002).
- [20] B. Bongers, *idem*.
- [21] C. Cadoz, M. M. Wanderley, & IRCAM, *idem*.
- [22] L. Spiegel, "An Alternative to a Standard Taxonomy for Electronic and Computer Instruments," *Computer Music Journal*, 16(3), (1992).
- [23] T. Blaine, & S. Fels, "Contexts of Collaborative Musical Experiences," *Proceedings of the 2003 Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME-03)*, 129–134. (2003).
- [24] S. Jordá, *Digital Lutherie Crafting musical computers for new musics' performance and improvisation*, (PhD Thesis, Universidad Autónoma de Barcelona, 2005).
- [25] A. Tanaka, "Musical performance practice on sensor-based instruments," *Trends in Gestural Control of Music*, 2000, 389–406, (2000).
- [26] R. Vertegaal, T. Ungvary, & M. Kieslinger, "Towards a Musician's Cockpit: Transducers, Feedback and Musical Function," *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 308–311, (1996).
- [27] M. Waisvisz, "Panel Discussion moderated by Michel Waisvisz. Manager or Musician? About virtuosity in live electronic music," *International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, (May), 415, (2006).

- [28] B. Bongers, *Interactivation- Towards an ecology of people, our technological environment, and the arts*, (PhD Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, 2006).
- [29] R. Rowe, "Interactive Music Systems: Machine Listening and Composing, " *Computer Music Journal*, no. 17, 76, (1992).