



INFLUENCIA DE LAS CAMPANAS RESONADORAS (MAXICLAPPERS) EN LA RESPUESTA EN IMPEDANCIA Y EN EL TIMBRE DE LOS INSTRUMENTOS DE VIENTO METAL.

Esteve Rico, Juan Carlos¹, Sergio Castiñeira-Ibáñez², Vera Guarinos, Jenaro³, Rubio Michavila, Constanza⁴

¹Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías - Universidad de Alicante. Email: estevejuancarlos@yahoo.com

²Departamento de Ingeniería Electrónica, Universitat de València. Avd. de la Universitat s/n. 46100 Burjassot, Valencia, Spain. Email: casiser@uv.es

³Dpto. Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante, S. Vicente del Raspeig, España. Email: jenaro@ua.es

⁴Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica, Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain. Email: crubiom@fis.upv.es

Resumen

Tras el análisis de la influencia de las masas dinámicas realizado con anterioridad, nos enfrentamos ahora a la determinación del papel que pueden tener las campanas resonadoras (maxiclappers), introducidas por Stomvi en el mercado, sobre el timbre de una trompeta. Se comprobó que las masas dinámicas afectan a la respuesta en impedancia ecualizando de alguna manera la serie armónica característica de la trompeta. Ahora se trata de estudiar el efecto que producen sobre el espectro armónico dichas campanas resonadoras, afinadas en una frecuencia determinada y encapsuladas en contacto con la tubería del instrumento. Para ello aparte de las medidas de impedancia pertinentes en cada caso, se analizará el problema a partir de grabaciones en cámara anecoica por trompetistas profesionales.

Palabras-clave: Maxiclapper, amplitud de los armónicos, cola armónica, masas dinámicas, cámara anecoica

Abstract

After analyzing the influence of the dynamic masses done before, we now face determining the role they can play resonator bells (maxiclappers), introduced by Stomvi in the market, sound of a trumpet. It was found that the dynamic masses affect the impedance response equalizing somehow the harmonic series characteristic of the trumpet. Now it is studying the effect produced on the harmonic spectrum such resonating bells, tuned to a certain frequency and encapsulated in contact with the pipe of the instrument. To do besides relevant measures impedance in each case, the problem will be analyzed from recordings in anechoic chamber by professional trumpeters

Keywords: Maxiclapper, amplitude of harmonics, harmonic tail, dynamic masses, anechoic chamber

PACS 43.75.Fg, 43.75.St

1 Introducción

El objetivo primordial en el desarrollo de los instrumentos de viento metal se centra en la investigación y mejora de la calidad de su sonido a lo largo de la serie armónica, así como en conseguir la mejor respuesta del instrumento en las frecuencias sobreagudas.

El timbre de esta familia de instrumentos está gobernado por: el grosor de las paredes, el diámetro y geometría del tudel, la forma interior del instrumento, la apertura de la campana e incluso, en menor proporción, el tipo de metal de construcción [1]. Un instrumento es aire confinado que depende de la materia que lo conforma y que es capaz de vibrar bajo la aplicación de una excitación externa. Por tanto, siempre que se actúa sobre alguno de los condicionantes anteriormente establecidos se altera la respuesta en frecuencia de la serie armónica del instrumento.

La firma Stomvi apuesta con una evolución de las antiguas masas dinámicas [2], cuyo desarrollo inicial fueron los llamados clappers que finalmente han desembocado en maxiclappers que se muestran en la Figura 1, [3]. Con ellos se pretende conseguir intensificar la respuesta del instrumento y así favorecer las frecuencias a lo largo de toda la serie armónica. Hay que resaltar que mientras que las masas dinámicas actuaban de alguna forma aumentando la impedancia de forma selectiva [2]. Los clapper y maxiclapper se piensan para que, aparte de su función básica de masa localizada añadida, actuaran a modo de resonadores ya sea de forma directa o indirecta aportando un halo frecuencial donde el músico interprete se pueda apoyar a la hora de generar aquellas notas donde por sus condicionantes estructurales el instrumento no existe, solo queda aire excitado por los labios en la embocadura.

De esta forma, lo que hace el maxiclapper es que el interprete ya sea físicamente: lo labios encuentran una impedancia, una contrapartida real en forma de reflexión desde la frontera de la campana. O bien mentalmente de forma subjetiva, el músico enlaza con la sensación necesaria para ejecutar el sonido deseado.



Figura 1: Clapper y maxiclapper de la marca Stomvi.

El postulado teórico que sustenta Stomvi y que se intenta objetivar en este artículo es que: al igual que la vibración de un diapasón al entrar en contacto sobre una superficie se transmite a dicha superficie, las campanillas encapsuladas dentro de los maxiclappers serán excitadas por la vibración del instrumento, entonces éstas a su vez solo responderán en el intervalo de frecuencia que le es propio por su afinación y así el músico dispondrá de un apoyo extra para ejecutar con más comodidad ciertas

notas que antes le presentaban alguna dificultad. Si esto fuera así, ya sea por causas físicas o mentales, deberíamos de encontrar diferencias notables en la interpretación con un instrumento sin maxiclapper y con este accesorio. Se objetivará la investigación en base a un análisis espectral clásico de grabaciones realizadas en cámara anecoica.

Para la evaluación de los maxiclappers hemos tenido artistas experimentados en su uso como lo contrario, artistas no iniciados en el uso de las masas dinámicas ni campanas resonadoras (maxiclappers).

2. Metodología y resultados

En este trabajo las medidas experimentales se han llevado a cabo en condiciones controladas, en una cámara anecoica perteneciente al Centro de Tecnologías Físicas de la Universitat Politècnica de València [3]. La cámara tiene unas dimensiones de $8 \times 6 \times 3 \text{ m}^3$. En la Figura 2 se muestra un esquema de la cámara y la disposición de los distintos elementos utilizados para llevar a cabo las medidas. Un micrófono se encuentra conectado a un analizador donde se registra la señal temporal. El analizador que está conectado a un ordenador (PC), trata la señal obteniendo su Transformada Rápida de Fourier (FFT) para representar por pantalla los resultados. El análisis de esta señal se realiza representando espectros, donde se muestra el nivel de presión sonora en decibelios (dB) frente a la frecuencia en Hercios (Hz).

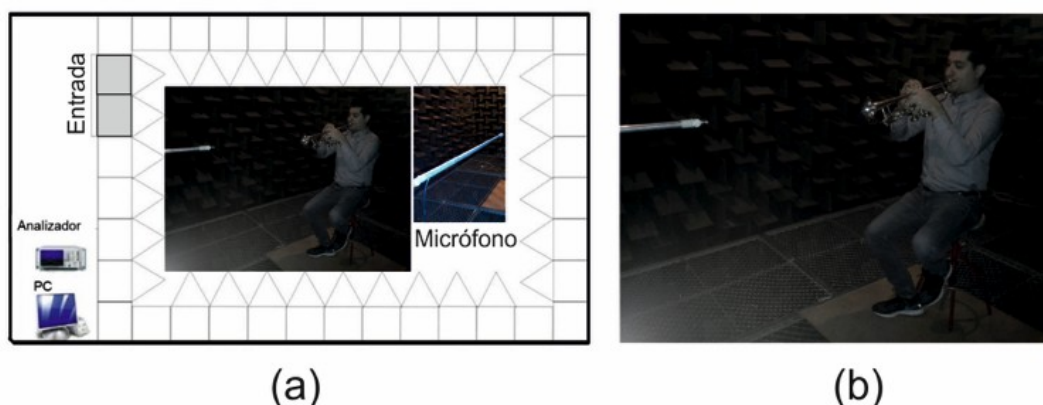


Figura 2: (a) Conjunto experimental utilizado para las medidas. (b) Posición relativa trompeta-micrófono en el momento de la medida. Músico D. Pacho Flores.

El material utilizado para el análisis de frecuencias sonoras fue:

- Trompeta Titan 3/27 Bellflex.
- Bomba redonda correspondiente.
- Bomba cuadrada correspondiente.
- Boquilla 1 1/4 Old Style.
- 2 Maxiclappers en sol.
- 3 clappers de pistón internos.
- 3 Guías Dynasound con contrapeso de latón.

En la Figura 3 se muestra la serie armónica analizada. En este estudio nos vamos a encontrar resultados dispares: notas o zonas donde se ejemplifica claramente la acción de los maxiclappers y

otras en las que no se aprecian cambios significativos o incluso no resultan favorables para uno de los intérpretes según el caso.

Pasamos a analizar todos los casos planteados y nos queda el siguiente patrón en los artistas evaluados.



Figura 3: Serie armónica analizada-Trompeta Titán en Sib

2.1 Evaluación de la sesión de grabación del 27/02/2016 en la cámara anecoica con los profesores de trompeta Ignacio Lozano y Pacho flores.

2.1.1 Tonos o frecuencias en los que los maxiclapper tienen baja influencia: Fa4 y Sib5.

Las frecuencias iniciales o graves, muestran poca acción de los maxiclappers. Igual ocurría en estudios anteriores sobre las masas dinámicas añadidas a un trombón de varas [5].

Esto puede ser debido al hecho mencionado de que la trompeta al igual que el trombón es un filtro paso alto con una frecuencia de paso alrededor de 110 Hz que no sufre alteraciones por la adición de masa y por supuesto estos dispositivos tampoco aportan nada en esa zona por las supuestas resonancias que se les atribuyen.

Resulta impreciso establecer con claridad hasta que frecuencia se mantienen estables e idénticos los tonos con y sin maxiclapper en las frecuencias bajas.

Fa4 – Vemos, Figura 4, que se produce un ligero desplazamiento en los armónicos superiores pero con cierta disminución energética.

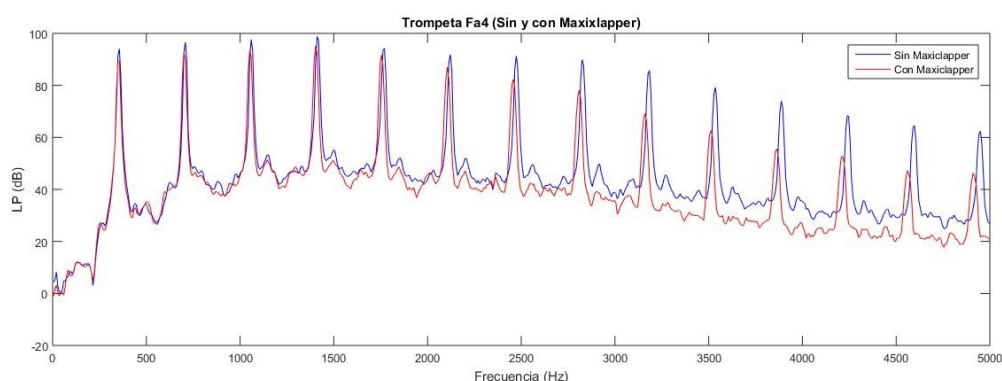


Figura 4: Fa 4 con y sin maxiclapper- Bomba cuadrada

Sib5 - Al comparar el tono de Sib5 con una trompeta con o sin maxiclappers Figura 5; se observa el mismo fenómeno. No podemos resaltar ninguna diferencia significativa, salvo el desplazamiento frecuencial, que no se pueda atribuir al intérprete.

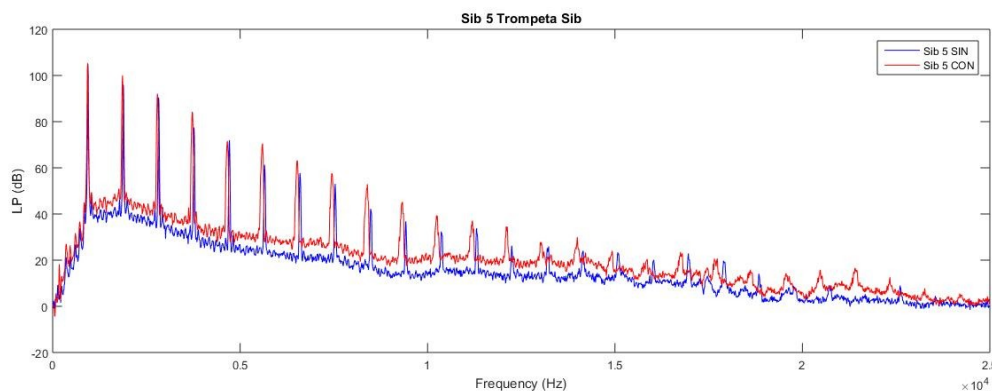


Figura 5: Sib 5 con y sin maxiclapper- Bomba cuadrada

2.1.2 Tonos o frecuencias en los que los maxiclapper parecen tener mayor eficacia: Sib3, Lab4 .

Los siguientes resultados corresponden a dos artistas diferentes, y con trompetas de geometrías diferenciadas. Uno de ellos utilizó la bomba general en forma de codo puesto que le ofrecía mejores sensaciones. Otro en cambio, necesitó de la bomba circular pues la bomba acodada le resultaba incómoda. Sabemos que el comportamiento del fluido no es igual cuando los cambios de dirección son bruscos o suaves; presentando mayor o menor resistencia al paso según sea el desarrollo de las turbulencias que se producen en esos puntos y que se traducen en una variación en la impedancia que afecta tanto a la respuesta del instrumento como a las sensaciones a las que el intérprete está acostumbrado al afrontar la producción de un determinado sonido (tono).

Esta experiencia, es importante para entender que el elemento más delicado e importante es el intérprete el cual ha de saber cómo excitar la columna de aire y llegar a accionar los maxiclapper en su caso, por lo que puede que la presencia de estos accesorios conjugados con el resto de elementos sean adecuados o favorables a sus características en mayor o menor medida.

Como se ha comentado para el tono anterior, la parte inicial del espectro tiene grandes similitudes en cualquier caso, tal y como muestran las Figuras 6, 7, 8 y 9.

Para el rango de frecuencias centrales, donde el instrumento y el intérprete están mejor sintonizados, resulta muy favorable la acción de los maxiclappers debido a la gran intensidad que muestra la respuesta armónica, eso significa que la trompeta proporciona unos valores adecuados, mayor intensidad de la impedancia a las vibraciones del aire en esas frecuencias.

Sib3-Bomba redonda: La gráfica resulta más afinada, estable y armoniosa con maxiclappers a lo largo de todas sus frecuencias. Cabe resaltar un magnífico resultado para los maxiclappers en este intérprete con la bomba redonda. Ver Figura 6.

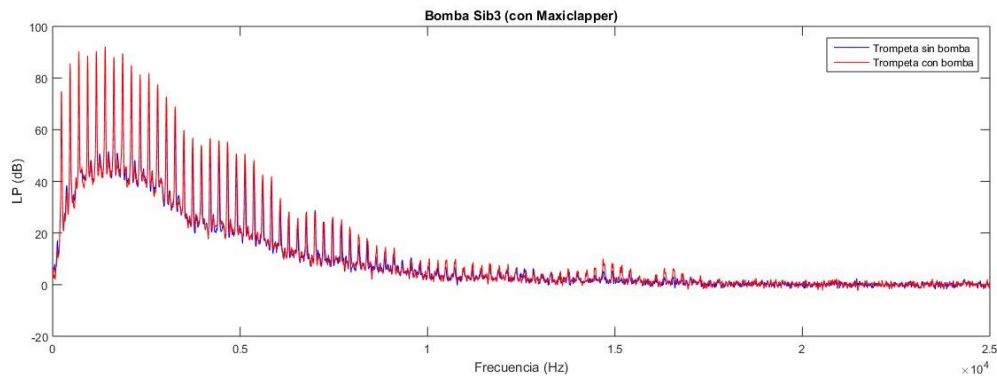


Figura 6: Sib 3 con y sin maxiclapper- Bomba redonda

Sib3- Bomba ángulo recto: En el siguiente caso Figura 7, se observa que, desde 4 000 Hz hasta 15 000 Hz la trompeta con maxiclappers obtiene mejor nivel de armónicos e incluso llegan a desplazarse un poco, lo cual puede afectar al timbre del sonido.

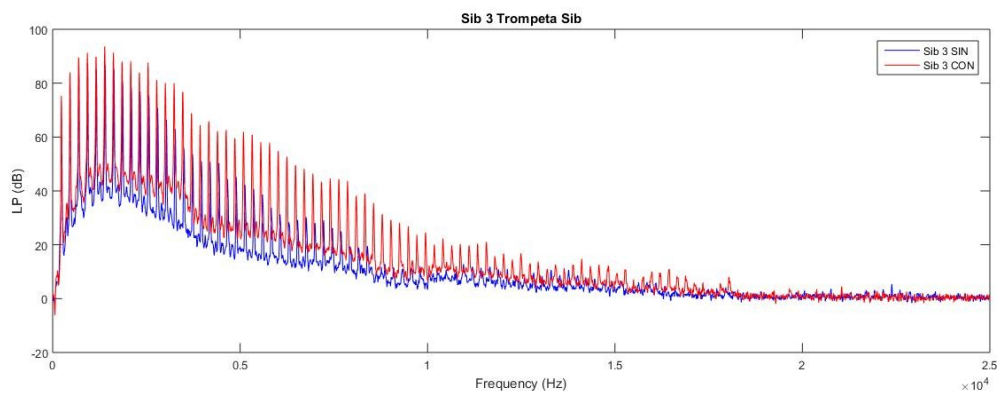


Figura 7: Sib 3 con y sin maxiclapper- Bomba cuadrada

En el rango final analizado la trompeta deja de responder, lo que está dentro de la normalidad, y los armónicos van decayendo paulatinamente, aunque es cierto que con los maxiclappers se obtiene mejor resultado, especialmente entre las frecuencias 15 000 Hz – 18 000 Hz.

Lab4- Bomba ángulo recto: Si observamos el nivel de presión sonora para este tono, Figura 8, a partir de 3 000 Hz aproximadamente funciona mejor con maxiclapper.

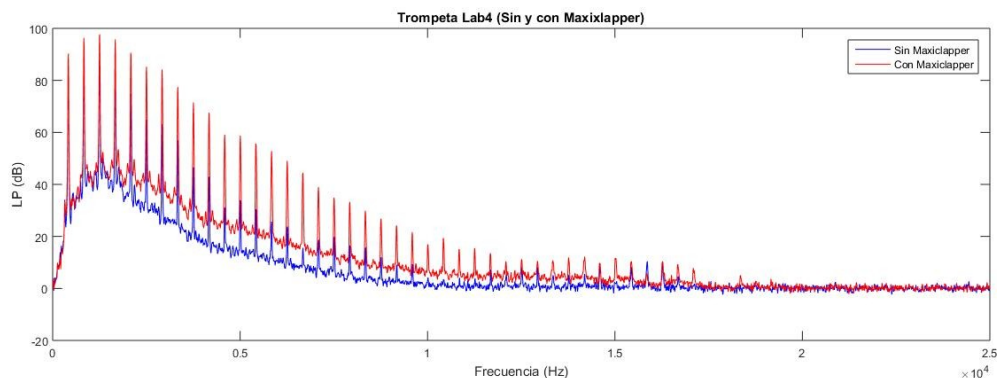


Figura 8: Lab 4 con y sin maxiclapper- Bomba cuadrada

Tono Sib4 - Bomba redonda: Se aprecia una diferencia a favor de los maxiclappers desde 10 kHz hasta 20 kHz. Ver figura 9.

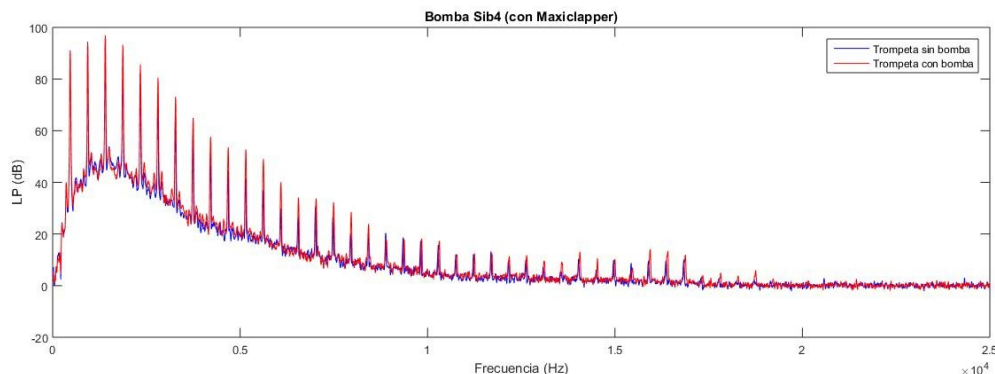


Figura 9: Sib 4 con y sin maxiclapper- Bomba redonda

2.1.3 Tonos en los que la acción del maxiclapper influye en frecuencias determinadas La4, Sib5

Como ya hemos dicho en los párrafos anteriores, los maxiclappers muestran muy poca efectividad en las frecuencias iniciales y las finales o superiores. Esto puede ser debido a que la impedancia del instrumento en esas zonas es muy débil y es casi imposible que la vibración de la embocadura que se transmite por el aire excite adecuadamente el espectro armónico del instrumento, lo que se ve reflejado en la bajísima intensidad de los armónicos cercanos a las frecuencias de corte. Aparentemente la zona de acción de estos se encuentra en un rango concreto que abarca aproximadamente desde 5 000 Hz hasta 15 000 Hz. Lo cual, a nuestro parecer, es habitual en todas las trompetas analizadas hasta el momento.

Los ejemplos que se muestran a continuación se centran en aquellas situaciones en las que el espectro no se ve afectado de forma continua, tan solo se puede decir que en determinados armónicos parece que ha habido cierta amplificación relativa. Sabemos que los resultados no son determinantes pues tan solo se ha dispuesto de dos sesiones con intérpretes distintos, pero parece esclarecedor que existen otros condicionantes y que la adición del maxiclapper puede marcar diferencias aunque no siempre sean positivas.

Como ejemplo se muestran los siguientes tonos:

La4 – La amplitud de sus armónicos se ve favorecida o no de forma intermitente por el uso del maxiclapper excepto en la zona de los 15 000 Hz 16 000 Hz, frecuencia sobreaguda, que funciona mejor sin maxiclappers. Ver Figura 10:

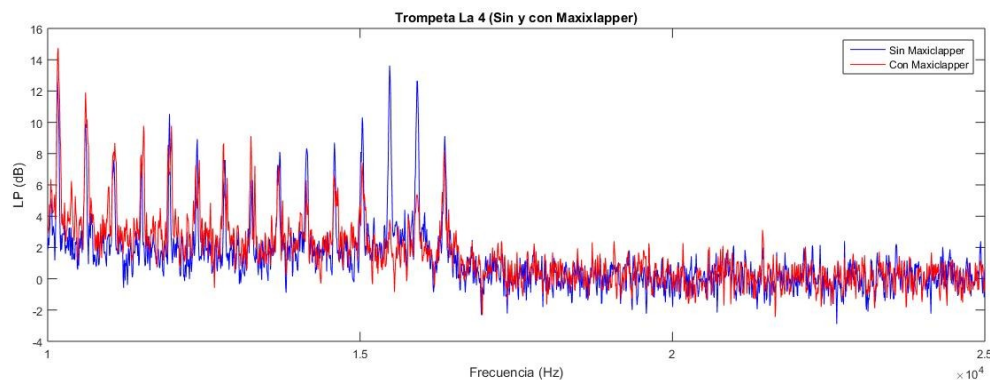


Figura 10: La 4 con y sin maxiclapper- Bomba cuadrada

Sib5 – Volvemos a ver, Figura 11, que en las frecuencias iniciales todos los casos analizados se comportan del mismo modo hasta aprox. los 3 000 Hz. Y a partir de ahí presentan un aparente desplazamiento de sus armónicos pudiendo afirmar que para este tono en la zona superior (13 000 Hz a 16 000Hz) funciona mejor sin los maxiclappers.

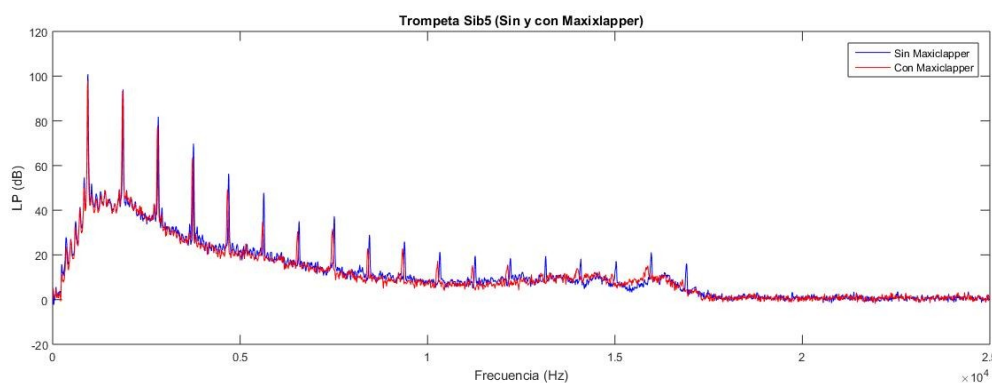


Figura 11: Sib 5 con y sin maxiclapper- Bomba cuadrada

Aunque quizás no hayamos sido capaces por diversas circunstancias de obtener resultados taxativos y esclarecedores, creemos que existe un condicionante muy fuerte que estriba en la experiencia previa del intérprete con los maxiclappers. En principio es un accesorio que muestra a nivel de interacción con el intérprete un aumento de masa no despreciable con la consiguiente repercusión en la respuesta frecuencial de la impedancia del instrumento, eso es evidente. Y por otra parte su bondad está supeditada a que el intérprete sepa, encuentre o active la parte resonante que se pretende como guía a la amplificación de la cola armónica y así engrandecer el timbre del instrumento. Esta última cuestión, que podría conllevar una cierta reeducación en la forma de abordar la ejecución de cada nota, es o ha sido nuestro caballo de batalla.

Como se ha comentado al principio; de los dos trompetistas profesionales que han realizado las grabaciones uno es experto en el uso y desarrollo de los maxiclappers, y el otro no era experto en el uso de dichos dispositivos. Con ello, se pretendía demostrar no sólo la acción de los resonadores, sino la necesidad, en el caso de que se demostrara su utilidad, de una formación o proceso de adaptación a éstos para saber usarlos.

Los resultados del punto 1.3 muestran como el mismo intérprete es capaz de accionar o no los resonadores según las frecuencias. Este nos comentaba que se sentía algo incómodo y le resultaba difícil encontrar o escuchar los parciales resultantes de la fundamental, lo cual es síntoma de afinación y calidad armónica [5]. La incomodidad desapareció con solo cambiar la bomba general cuadrada por una redonda que le ayudara al paso del aire y con la que tenía mejores sensaciones. Todas las notas que evaluamos con esta disposición fueron favorables a la acción resonadora de los maxiclappers como complemento de amplificación e intensidad de la serie armónica (ver punto 1.2 figura 6).

Por otro lado el intérprete acostumbrado al uso de los maxiclappers siempre era capaz de sonar mejor con ellos tal y como muestran las Figuras 7 y 8. Hay que añadir el matiz de que los niveles con y sin maxiclapper no son idénticos en ambas figuras, por lo que las mejoras habría que relativizarlas al nivel



obtenido para la frecuencia fundamental. Esto es así pues resulta complicado controlar la intensidad sonora y ejercer siempre la misma presión intraoral [6].

En cuanto a la acción de los maxiclappers se ha encontrado que tienen una zona inferior de no acción hasta los 3 000Hz aprox, y una zona superior de no acción cercana a los 16 000Hz aproximadamente.

La zona de acción principal de los maxiclappers la situamos aproximadamente entre los 5 000 Hz y los 15 000 Hz según los casos analizados (ver punto 1.2). En estos parciales, los armónicos se comportan en los tonos estudiados con mayor intensidad y homogeneidad.

El artista juega el papel principal en la excitación de los maxiclappers, no son resultados que validan una secuencia programada para todas las personas, sino más bien que si los maxiclappers son excitados funcionan en beneficio sonoro y en estabilidad para el instrumentista. Es necesario por tanto que el instrumentista encuentre, como siempre, el instrumento o accesorios que se adapten a su forma de emitir.

Por otro lado, con la metodología aplicada en este artículo, no podemos afirmar que los maxiclappers añadan cola armónica distinta a la del propio instrumento, su función consiste en amplificar, en su caso, las frecuencias de cada tono y no añadir frecuencias superiores a las de la frecuencia de corte del instrumento, siempre que el instrumentista los imponga correctamente.

3. Conclusiones

El efecto de los maxiclappers depende de la impostación del intérprete. Lograr emitir los tonos con la mayor amplitud en sus frecuencias armónicas puede ser variable en cada emisión si no se ejecuta esta a la perfección, con o sin maxiclapper, es indiferente. El intérprete es el causante de la aparición y amplitud de todas las frecuencias armónicas. Si el intérprete emite correctamente, los armónicos cambian en algunas notas determinadas. Si se excitan convenientemente los maxiclappers pueden actuar en favor del intérprete.

Cada instrumentista, en particular, ha de desarrollar la perfección en la inspiración, impostación e espiración para poder controlar la variabilidad en la aparición de la amplitud de las frecuencias armónicas. En los casos estudiados los maxiclappers han sido beneficiosos para los instrumentistas dependiendo de la bomba de afinación utilizada, de la intensidad y control intraoral así como de los tonos analizados

Agradecimientos

Se agradece la participación y colaboración de los músicos profesionales: D. Pachó Flores y D. Juan Ignacio Lozano, ambos trompetistas.

Referencias

- [1] Kausel, W. Influence of Wall vibrations on the sound of brass wind instruments. Wien: Universität für musik und darstellende Kunst Wien, 2010, p.13.
- [2] Esteve, Juan Carlos y Vera, Jenaro. Estudio de la influencia de la masa dinámica del transpositor de un 'trombón de varas' en función de su espectro de impedancia acústica. Tecniacústica-Valencia, 2015.



[3] Stomvi: <http://www.stomvi.com/es/items/complements/complements-trumpet/maxiclapper>

Acceso el 05/04/16.

[4] S. Castiñeira-Ibáñez, C. Rubio, J.V. Sánchez-Pérez, R. Pérez Hernández, Diseño de un tapón de corcho de flauta travesera. Influencia en su calidad tímbrica. Editorial Sociedad Española de Acústica, TECNIACÚSTICA 2014, 45º Congreso Español de Acústica. 8º Encuentro Ibérico de Acústica. European Symposium on Smart Cities and Environmental Acoustics, Murcia (2014)

[5] DUDLEY, J. Duane, STRONG, J. William. A Computer Study of the Effects of Harmonicity in a Brass Wind Instrument: Impedance Curve, Impulse Response, and Mouthpiece Pressure with a Hypothetical Periodic Input. Brigham Young University. Applied Acoustics 30 (1990) 117-132.

[6] Viviana, M. Peter. Mouth Pressures in trombone Players. Eastern Illinois University.