Cartas de navegación para columnas de aire con modos de vibración segregados.

Sonidos multifónicos en un saxofón alto. Pautas para su producción y conformación de la familia de un sonido multifónico dentro del océano de alturas bajo los conceptos de fundamental base, fundamental inducida y foco: rumbos, profundidades y accidentes costeros.

Luis Federico Jaureguiberry
Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Artes
Instituto de Investigación en Producción y
Enseñanza del Arte Argentino y Latinoamericano

Resumen

La bibliografía existente respecto a la ejecución de sonidos multifónicos en el saxofón alto brinda un gran cúmulo de datos para su producción en dicho instrumento. Pese a este volumen de material disponible, no se encuentra esta diversidad en el repertorio para el instrumento. El volumen de información - sesgada/truncada a su vez - hace temerario el adentrarse en las páginas y páginas con digitaciones de estos sonidos. En este trabajo se presenta un modelo, basado en los conceptos básicos de serie de armónicos, longitud de onda y cancelación de modos de vibración, para diagramar un mapa que permita acceder a un área de componentes *multifónicas* con posibilidades más cercanas y concretas a los actores que intervienen en la construcción de una expresión musical: compositoras, compositores e instrumentistas.

Palabras clave: saxofón / multifónicos / series / armónicos / Young / espectromorfología.

NOTA: En este trabajo, las alturas son de escritura; no se presentan las desviaciones respecto al temperamento igual excepto donde quede expresamente indicado. Cuando ocurriese, las desviaciones son respecto a un sistema temperado con A_4 de 440 Hz.

El equipo utilizado para el trabajo consta de un saxofón YAMAHA YAS62; boquilla Vandoren Jumbo JAVA A35 y cañas Vandoren Clásicas Nº3 y G-REEDS Nº4 Modelo 2.

Presentación.

En el artículo *Análisis de sonidos multifónicos de base* Bb_3 *- hacia una posible sistematización* (Jaureguiberry, 2011) se presentó un modelo de funcionamiento del tubo de

un saxofón alto cuando emite un sonido multifónico (sm): este evento sonoro corresponde a la superposición de dos series de armónicos en la misma columna de aire. Las series corresponden a una 'fundamental base' (f_b) - generada por la digitación de la fundamental más grave presenta en el sm - y a una 'fundamental inducida' (f_i) - que se produce cuando se abre una llave – 'nodo inducido' - en un lugar intermedio del tubo. Los diferentes sm que se obtienen de una misma digitación se deben a ajustes realizados con la embocadura para obtener los armónicos de ambas series. La nota objetivo de estos ajustes se denomina 'foco'. El criterio de producción de sonidos multifónicos en un saxofón alto basado en los conceptos de f_b, f_i y 'foco' se ha mostrado como un modelo práctico y eficiente para obtener sonidos multifónicos ordenados según la cantidad de orificios abiertos y cerrados en el tubo. Actualmente está en desarrollo la organización de sm en función de la f_i. Este criterio de organización más cercano a los actores - dispondría los sm en función de un orden cromático de los fundamentales mencionadas, más cercano y tangible a la práctica cotidiana que un esquema de orificios cerrados y abiertos - de todas maneras, presenta la misma debilidad que otras publicaciones sobre el tema: el gran número de digitaciones y posibilidades que surgen de ellas. Es por lo menos avasallante.[1]

Por otro lado, la ejecución en un contexto tonal de una escala diatónica presupone el conocimiento del total cromático y por qué las cinco notas restantes de este total no se ejecutan. No existe un 'vacío' entre las notas reales, simplemente notas ajenas. El error de ejecución al tocar una de estas no es tan serio cuando el o la instrumentista saben qué es lo que sucedió. ¿Se sabe qué existe, 'qué hay al lado' de un sonido multifónico? ¿Cómo se sabe dónde y cómo ocurrió el error que llevó a que no sonara el sm que requería la partitura?

En la siguiente figura se muestra un fragmento de la obra *Un puente, una puerta* (Jaureguiberry, 2010/2011) con las digitaciones de 3 sm y sus respectivas resultantes. La información disponible en la partitura para la ejecución de cada sm es la digitación y nota foco de cada uno.[2]

[1] es tan complejo el evento sonoro multifónico que lo único certero y compartido entre colegas es la digitación: es lo único que permite ser nomenclado de manera unívoca.

[2] en las instrucciones generales de la obra figuran las familias de cada sm.

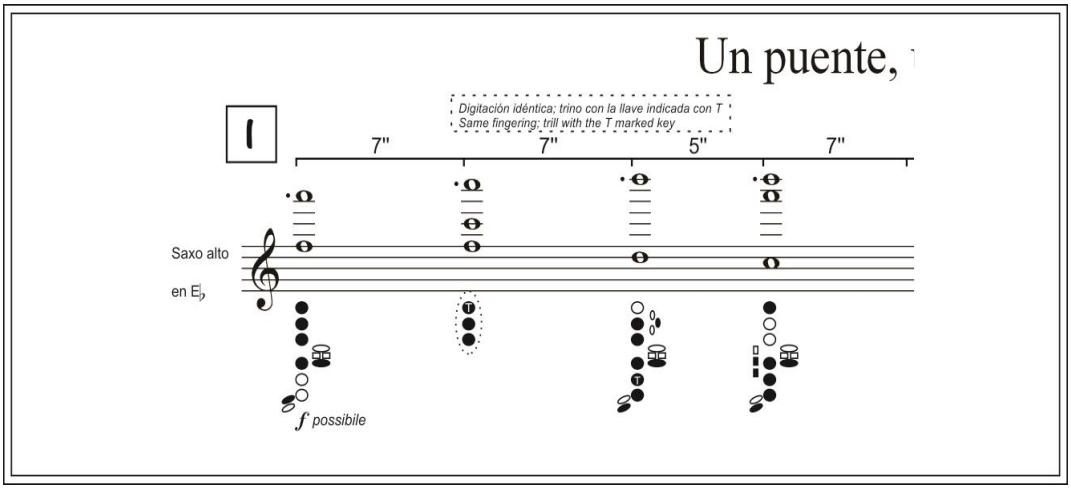


Figura 1. Fragmento de *Un puente, una puerta* (Jaureguiberry, 2010/11). Primeros 26´´ de la obra. Digitaciones de sonidos multifónicos, notas foco - indicadas por el punto a la izquierda de la cabeza de nota - y componentes.

¿Qué se sabe de los sm presentes en la partitura? Los dos primeros comparten digitación, por lo tanto, el cambio de foco genera el cambio de componentes. Los dos sm restantes son distintos. ¿Hay sm similares con la misma digitación?; ¿cuáles?; ¿por qué?; en caso que no suene el sm que está escrito, ¿qué suena?; ¿por qué suena tan distinto?

En la figura 2 se presenta el multifónico 54f.[3]

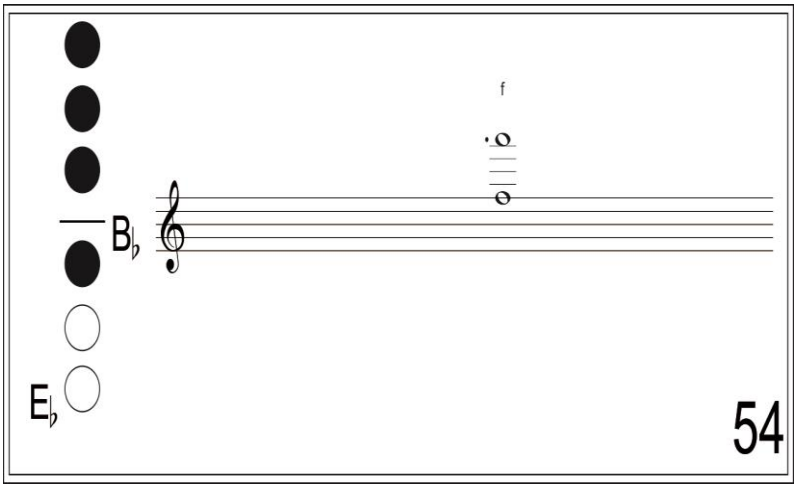


Figura 2. Sonido multifónico 54f utilizado en la obra *Un puente, una puerta*. Un evento sonoro aislado: no hay referencias de un posible contexto. Todo alrededor de este sonido es ajeno.

¿Qué sucedería entonces si se dispusiera de un modelo que permita caracterizar un área del total cromático - u océano de alturas - por los eventos sonoros que son factibles de producirse

[3] la nomenclatura de los sonidos multifónicos de este trabajo corresponden a la investigación del autor sobre los mismos.

al utilizar los datos de f_b y f_i en lugar de ‘estar a la deriva’ dentro de una extensa lista de discretizaciones de eventos sonoros aislados?

Carta de navegación

Las cartas de navegación o cartas náuticas brindan información para desplazarse en cierto entorno. Son mapas para poder navegar ríos o mares, lugares no necesariamente estáticos. Indican rumbos, profundidades, corrientes predominantes, detalles costeros, bancos de arena y otros datos que permiten al navegante adentrarse en un área. La propuesta de este trabajo es presentar un método para que tanto instrumentistas como compositores o compositoras puedan plantear a partir de una digitación en particular, su ‘carta de navegación’ con sonidos multifónicos en cierta región del total cromático y dispongan de una visión más amplia y abarcativa de qué eventos sonoros pueden encontrarse con dicha digitación, de manera de poder establecer un *rumbo* más seguro a la amarra.

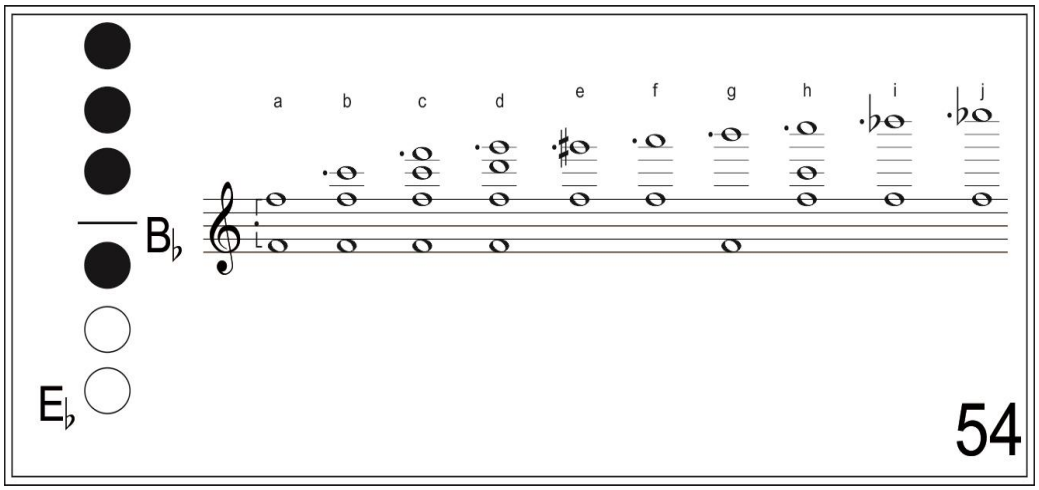


Figura 3. Familia del sm 54.

En figura 3 se presenta la ‘familia’ del sm 54. La carta de navegación para obtener estos datos se realizó con las series de armónicos de las f_b y f_i del sm. La familia está constituida por los sm ‘hermanos’[4] a ambos lados del 54f. Cada uno tiene un comportamiento espectromorfológico distinto, en función de la relación de las frecuencias de sus componentes.

[4] La analogía con una relación parental/biológica me parece pertinente: comparten la misma *genética*: digitación, fundamentales base e inducida pero sus comportamientos difieren entre sí.

Fundamentación.

Definición

La emisión de un sonido multifónico en el saxofón alto es un modo de ejecución que permite que se perciba más de una altura discreta segregada en el sonido del instrumento, tradicionalmente monofónico. En la investigación mencionada (Jaureguiberry, 2011) se propuso el modelo en el cual un sm es el producto de la superposición de dos series armónicas en un tubo y las componentes resultantes están determinadas por la cancelación o no de modos de vibración que establece la ley de Young (Benade, 1960, p 117-118).

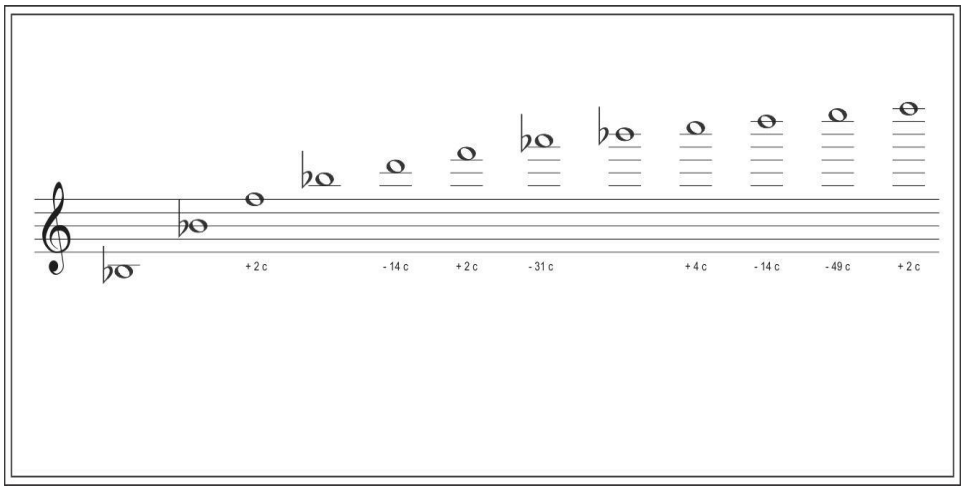


Figura 4. Serie de armónicos del Bb_3 hasta el 12vo armónico. Fundamental base más grave en un saxofón alto.

El desfasaje de las frecuencias de las componentes respecto al temperamento igual está fundamentado tanto en que se trabaja con los armónicos que permite el tubo y que la superposición de modos de vibración de fundamentales distintas dentro de la columna de aire provocan el desplazamiento de nodos y antinodos, por lo tanto variaciones en las longitudes de onda.[5]

[5] este desfasaje de frecuencias suele provocar conflictos entre los diversos actores que utilizan esta técnica.

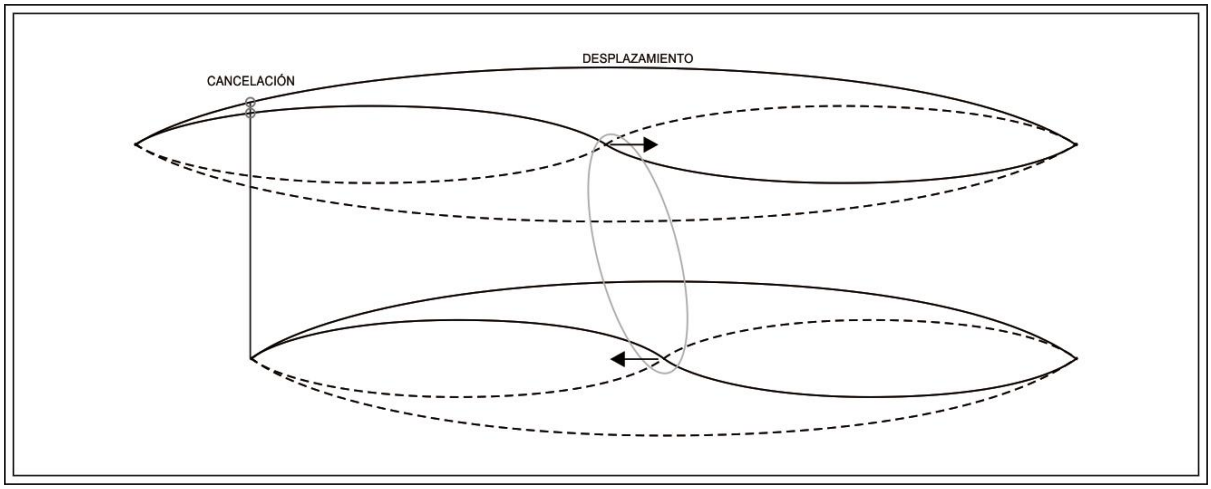


Figura 5. Primeros y segundos modos de vibración de las fundamentales base e inducida del sm 296 (f_b: C_4; f_i: $F\#_4$). Cancelación de modos de vibración y desplazamiento de nodos por cercanía.

Como resultado de la superposición de las series de armónicos se obtiene lo siguiente:

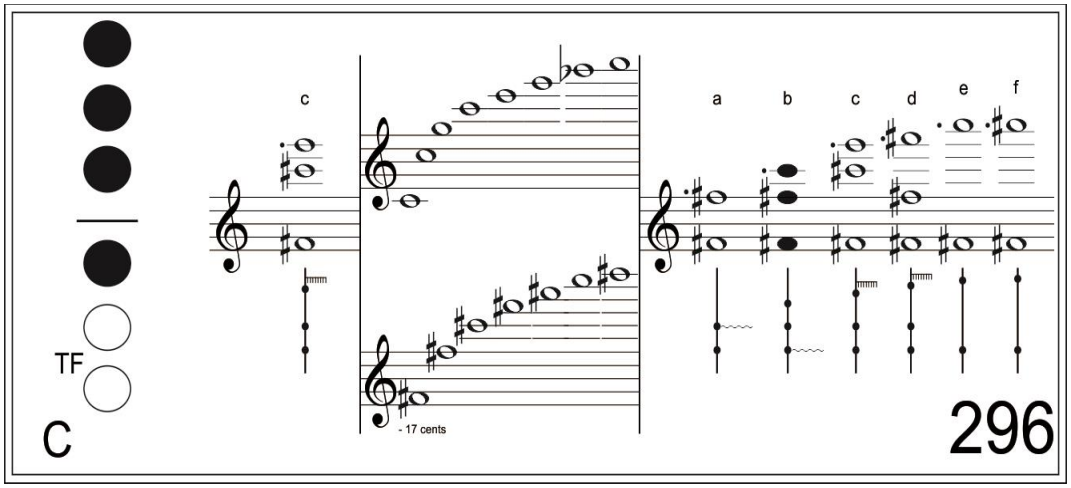


Figura 6. El sonido multifónico 296c aislado. Series de armónicos de las f_b e f_i - acotadas al 8vo armónico - que se generan con la digitación. La familia 296: componentes de altura - sin notaciones referentes a microtonalismo - y su respectiva espectromorfología (Smalley, 1997).

Desde la ejecución se clasifican estos sonidos múltiples en dos categorías: si sus componentes responden a una sola serie de armónicos, se denominan sonidos multifónicos armónicos y si las componentes responden a más de una serie de armónicos, sonidos multifónicos poliarmónicos. En el primer caso, la percepción de más de una altura discreta se debe al incremento de energía en una componente en particular de la serie, lo cual provoca dicha componente se disgregue del resto de la misma. En la segunda categoría se superponen componentes de más de una serie armónica, por lo tanto integrarlas en un espectro armónico resulta difícil sino imposible, percibiendo entonces más de una altura discreta.

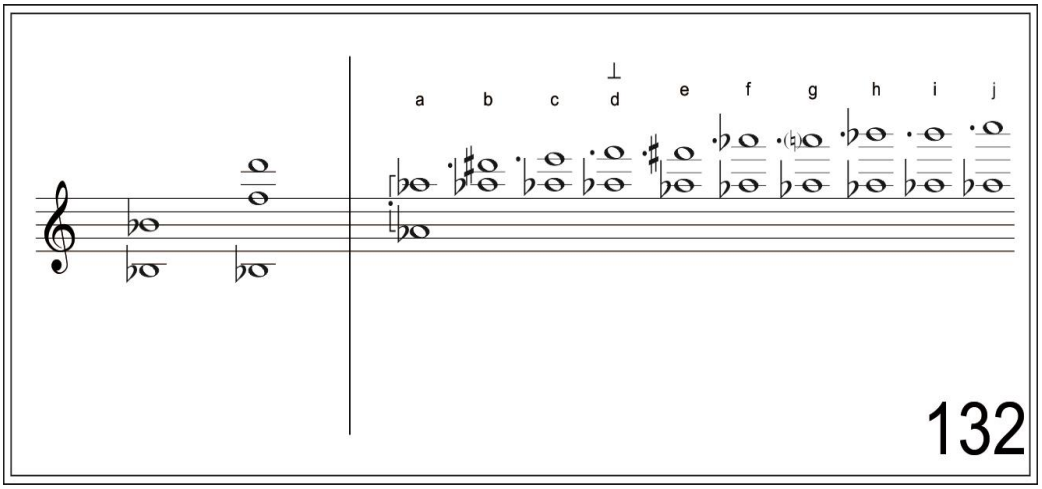


Figura 7. Sonidos multifónicos armónicos (correspondientes a la fundamental Bb_3) y familia de sonidos multifónicos poliarmónicos 132 (f_b: B_3; f_i: Lab_4).

Más allá de la cantidad de material relativo a esta técnica de producción a disposición de los actores comprometidos en una producción de carácter sonoro, esta variedad de recursos no se encuentra en la música: se escuchan los mismos multifónicos. Cuestión que es entendible por lo inabordable de la cantidad de información presente: el trabajo de 2011 mencionado anteriormente, parte de 876 digitaciones. En este, cada digitación tiene su respectiva *prole* que consta por lo menos 7 *hermanos*, teniendo entonces un corpus de aproximadamente 6132 sonidos multifónicos.

A su vez, los sm son eventos sonoros complejos, que permiten una lectura multidimensional (Jaureguiberry, 2021): cada sm tiene una particularidad factible de ser descrita o caracterizarse por lo menos desde las alturas, desde la consonancia de sus componentes, desde la pertenencia o no de sus componentes a un espectro armónico, desde la espectromorfología, desde las posibilidades de la modulación tímbrica (Proscia, 2017). Como consecuencia, la organización de la información en la bibliografía corresponde a lógicas no siempre cercanas al actor de turno:

- ¿Por dónde se comienza?
- ¿Es el primero de la lista el más fácil?
- ¿Están ordenados por fecha de ‘descubrimiento’, por digitación, por cantidad de componentes?

y surgen preguntas

- No me sale el multifónico *x* con las alturas que están en la partitura pero sí algo con la misma digitación. ¿Es lo mismo?
- Puedo tocar el sonido multifónico *w* pero tengo una nota más de lo indicado.

- Puedo tocar el sonido multifónico *h* pero tengo una nota menos de lo indicado.
- ¿Qué es ese círculo?
- ¿Es eso un cuarto de tono más arriba o un octavo de tono más arriba?
- Necesito un sm rugoso. ¿Cuál es rugoso?

Siendo los sm eventos sonoros multidimensionales, las preguntas y respuestas a los interrogantes y problemas de su ejecución también lo son. Si bien los catálogos cumplen la función de registrar y compartir la información presentada previamente, la publicación de más libros más extensos plenos de información, por lo pronto hasta ahora no se traduce necesariamente en una lectura y práctica comprensiva y sesuda que conlleve luego a un correlato poético que utilice dicha información. Tanta información a ser manipulada, más que multiplicar usos, los cercena a unos pocos. Es entonces cuando el planteo de presentar un método de cómo explorar y *navegar* una 'zona multifónica' propone hacer más cercana, concreta, satisfactoria y disfrutable la experiencia de utilizar esta técnica de ejecución.

Estado de la cuestión.

Las publicaciones sobre el tema consultadas son mayormente recopilaciones de digitaciones, resultantes posibles con sus respectivas dificultades de ejecución, dinámicas y tasas de repetición. Daniel Kientzy (1982) presenta 139 digitaciones para el saxofón alto; Marcus Weiss y Giorgio Netti (2010), plantean 119 en el instrumento y Thomas Bergeron (1989/2020), 553. La construcción de estas publicaciones tiene como trasfondo la fijación de parámetros dada por el/los autor/es del texto, generalmente acotada a la matriz bidimensional frecuencia/duración, alguna descripción de las posibles interferencias que puedan producirse entre las componentes (o descripciones como la consonancia o disonancia de las componentes) o la forma de escribir y organizar los sm por su digitación. En este sentido, los sonidos multifónicos son tomados de un catálogo de posibilidades truncado: el contexto establecido por el tubo del instrumento durante la emisión de sm es acotado, no es tenido en cuenta o se desconoce. En un terreno donde todo es inestable, todo es cercano - cercanía entre hermanos, distancia en otros aspectos -, timoneles avezados imprimen certezas en la discretización de alturas y ritmo. En un marco de referencia donde la discretización respecto

al temperamento absoluto es ley, toda desviación del ejemplo presentado en el texto de turno resulta en un error fatal, en la anulación del recurso por falta de fiabilidad.[6]

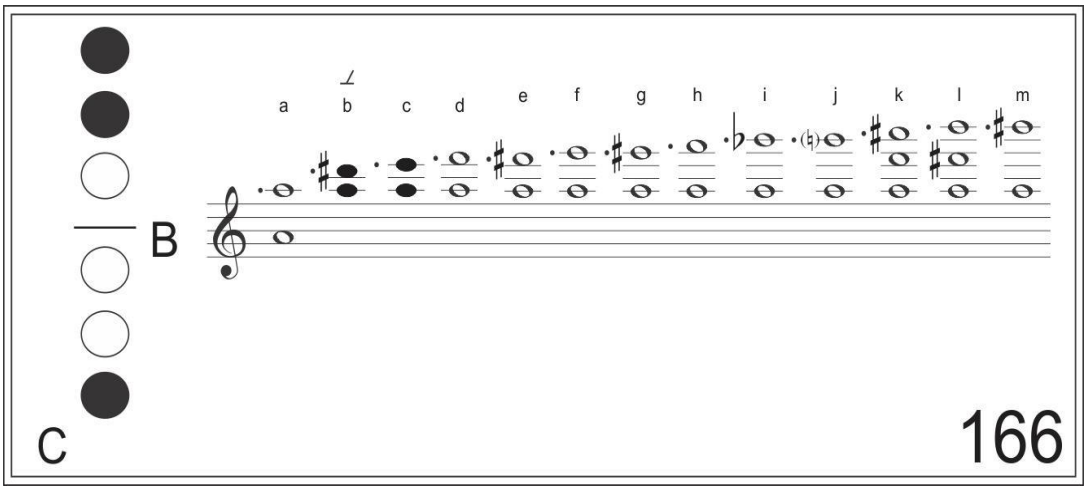
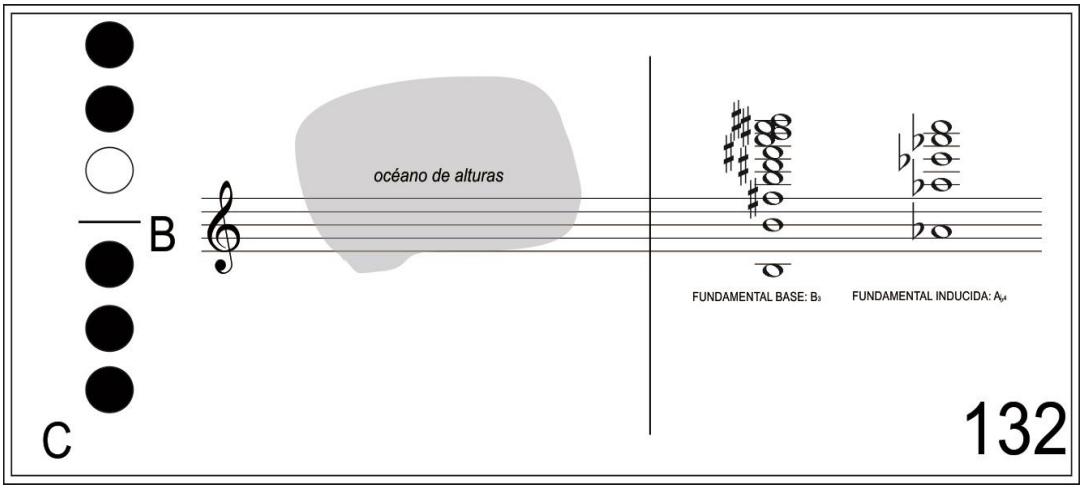


Figura 8. Digitación de un sm y su prole: misma digitación, mismas series, características distintas. No se presenta descripción alguna de la espectromorfología.

Desarrollo.

Latitud y longitud. Determinación de fundamentales según el modelo de 'fundamentales base e inducida'.

Establecer un par de coordenadas en el mapa nos ubica en qué zona del océano de alturas vamos a navegar, qué componentes posibles va a permitir el tubo con una digitación dada. Es necesario determinar las f_b y f_i dado que el sm va a estar compuesto por miembros de las series armónicas de dichas fundamentales.



[6] el determinismo subyacente y la certeza en la ejecución de un evento sonoro multidimensional nos deja parcialmente a ciegas. Bergeron menciona las críticas entre colegas por la falta de precisión de bibliografías previas.

Figura 9. Digitación del sm 132. Océano de alturas: conjunto denso de alturas. Fundamentales base e inducida: acotan las posibilidades de componentes del sm.

Fundamental base: f_b

La ‘fundamental base’ se determina con la altura más grave digitada en el instrumento. A continuación se presenta una tabla con las digitaciones de f_b en un saxofón alto.

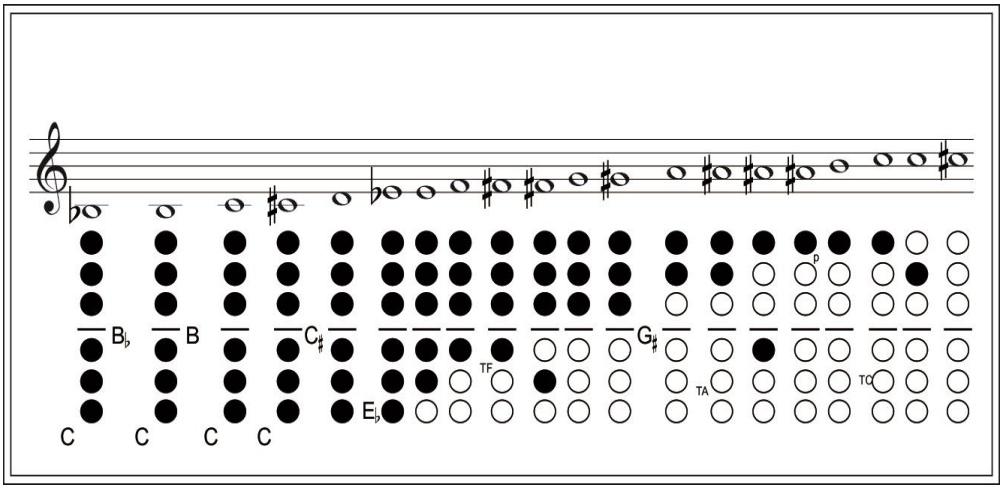


Figura 10. Digitaciones de fundamentales base en un saxofón alto - no se presentan las ‘digitaciones de palma’ - .

Cada f_b tiene su respectiva serie de armónicos.

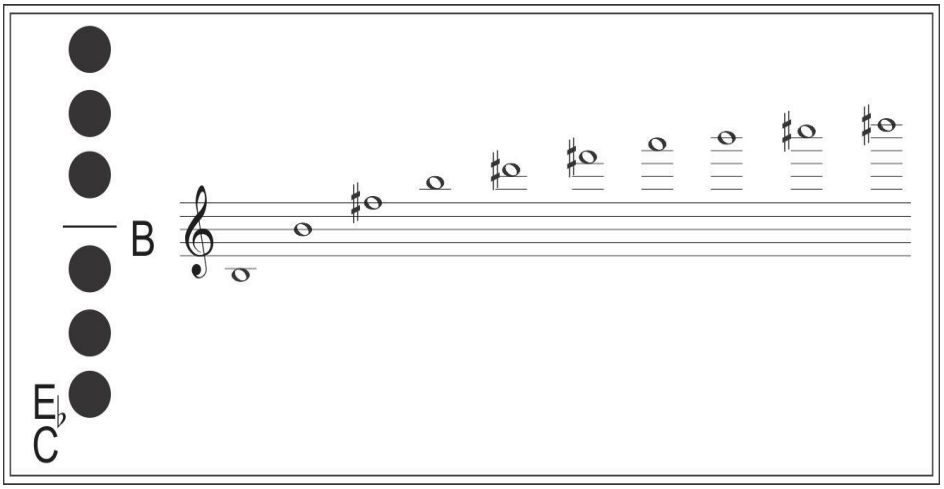


Figura 11. Digitación de un sm. La ‘fundamental base’ está dada por la digitación de la nota más grave, en este caso el B_3. Serie de armónicos del B_3.

Fundamental inducida: f_i

La ‘fundamental inducida’, si bien puede se la puede intuir desde la tablatura de la digitación, se aborda de manera práctica al digitar el sm, producir sonido en el instrumento sin articular

el sm y escuchar: la altura más grave obtenida es dicha fundamental. Esta tiene su propia serie de armónicos (o 'desarmónicos'[7] dado que la sección de tubo cerrada por debajo del nodo puede generar corrimientos de nodos y antinodos de las componentes de la serie).

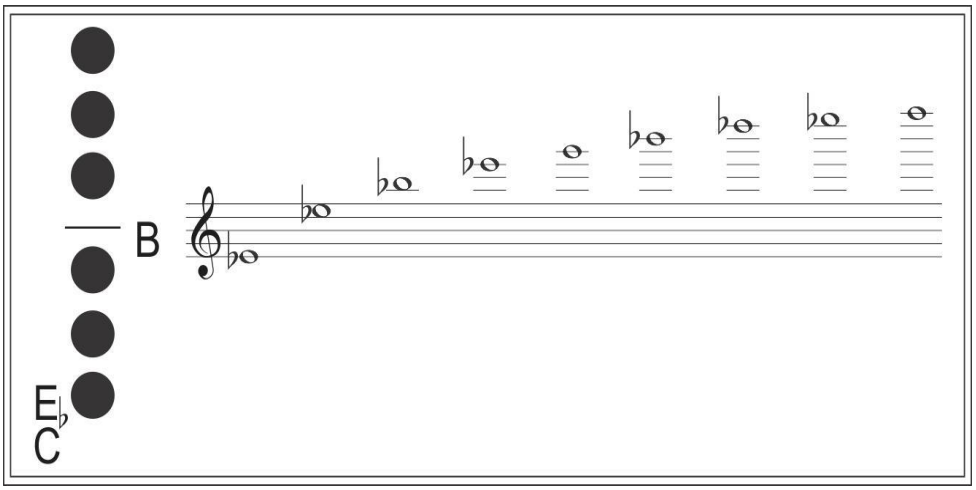


Figura 12. Fundamental inducida del sm anterior y su serie de armónicos.

La frecuencia de la f_i está sujeta a desviaciones dado que la sección de tubo que está cerrada por debajo del nodo inducido modifica las condiciones de contorno haciendo la longitud de onda más larga o más corta. Estas variaciones son descritas en cents para tener registro dado que el rango de variación suele ser en 3 y 50 cents y la notación tradicional resulta engorrosa para traducir estas variaciones de frecuencia en variaciones de altura.

Enfilaciones y rumbo. Al encuentro de la familia.

Con dos puntos de referencia se puede determinar un rumbo para cruzar un curso de agua. En este caso, el primer punto de referencia está dado por la fundamental base. El segundo punto de referencia lo determina el o la instrumentista a partir de hacer 'foco' en las componentes de las series de f_b e f_i.

[7] desarmónicos: las componentes de un espectro son parciales. Si estos parciales corresponden a una serie armónica, se los denomina parciales armónicos o directamente armónicos. En el caso de las componentes en un sonido multifónico, las componentes no son necesariamente armónicas pero tampoco son obra del azar, son armónicos desfasados o desarmónicos.

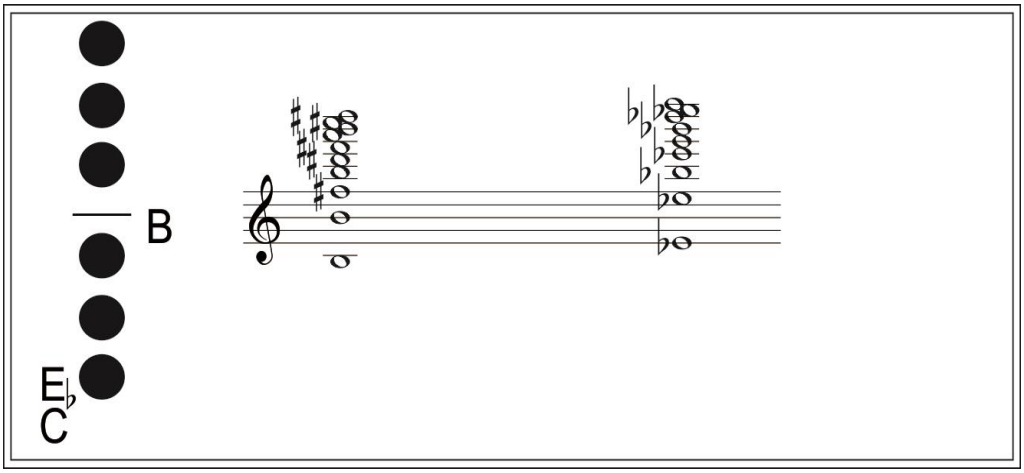


Figura 13. Series del Bb_3 y del Eb_4: f_b e f_i.

Esta focalización se controla al modificar la sección del tracto bucal con la variación de la posición de la lengua (más cerca/lejos del velo del paladar; más cerca/lejos de los dientes) y con la compensación de la laringe para facilitar la estabilidad de la f_i. El procedimiento seguido para determinar los miembros de la familia es hacer 'foco' en cada componente de cada serie.

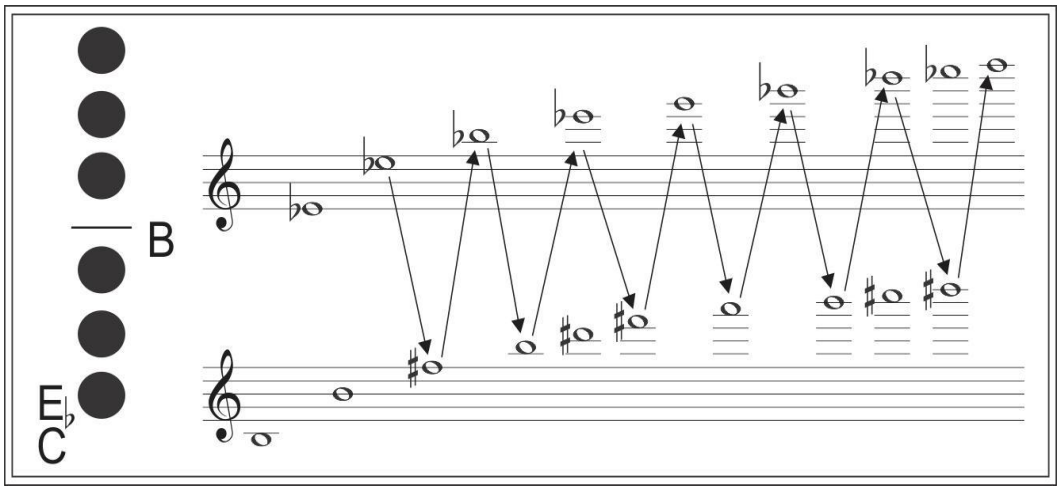


Figura 14. Componentes de las series f_b y f_i. Censo de componentes para determinar la familia de sonidos multifónicos.

Debe tenerse en cuenta que la f_i es un nodo de presión inscripto dentro de los modos de vibración de la fundamental base, por lo tanto las componentes más graves de la serie correspondientes a estos modos son susceptibles de ser canceladas.[8] Las componentes más estables dadas por las condiciones de contorno (Jaureguiberry, 2011, pág. 36) son las que permitirán la emisión de un sonido multifónico.

[8] En la familia del sm 127 de la figura 14 no se presentan las primeras componentes de la serie de B_3 dado que son canceladas por la presencia de nodo inducido por el $D\#_3$.

Profundidades. La familia

A medida que se cambia el foco de componente en componente, se obtiene una secuencia de sm resultantes de la superposición de estas dos series de armónicos: la familia. Estamos ahora en presencia del entorno de eventos sonoros que genera una digitación.

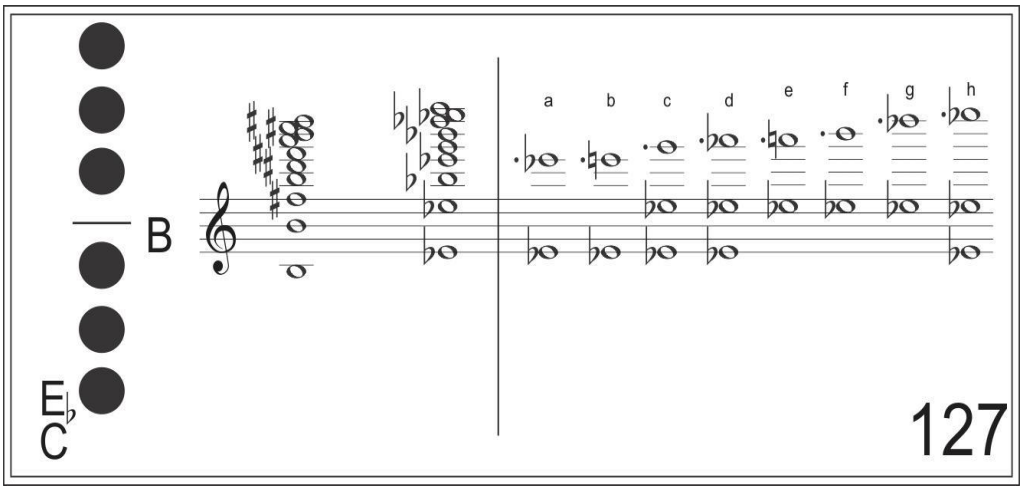


Figura 15. Series de armónicos de f_b y f_i. Multifónicos resultantes al focalizar en las componentes de una y otra serie. El punto a la izquierda de la cabeza de nota es la nota 'foco'.

Debe tenerse en cuenta que las componentes de ambas series obtenidas con esta digitación van a diferir con las del temperamento igual dada las condiciones extraordinarias que se dan el tubo del instrumento, por lo tanto debe hacerse foco en cada nota y permitir cierto rango de tolerancia en la afinación de cada una para posibilitar la generación de alturas cercanas a las de la notación bajo el temperamento igual. Las alturas presentadas como componentes de ambas series son guías para dirigir la embocadura del o la instrumentista.

Corrientes. Interferencias.

La relación de frecuencias entre las componentes discretas de un sm determinan varios comportamientos que pueden ser descriptos desde la interferencia de señales.

- Batido.

  El 'batido' es la modulación de amplitud de una señal acústica producto de la diferencia de fase de otras dos señales acústicas superpuestas que difieren en frecuencia (Roederer, 1997, p. 40). Si esta diferencia de frecuencia es menor a 15 Hz, la resultante de la interferencia se percibe como una modulación de la amplitud de la

señal acústica presente. Estos batidos son claros en aquellos sm que tengan intervalos de 2da menor, 2da mayor, 3ra menor y 3ra mayor.

- Rugosidad.

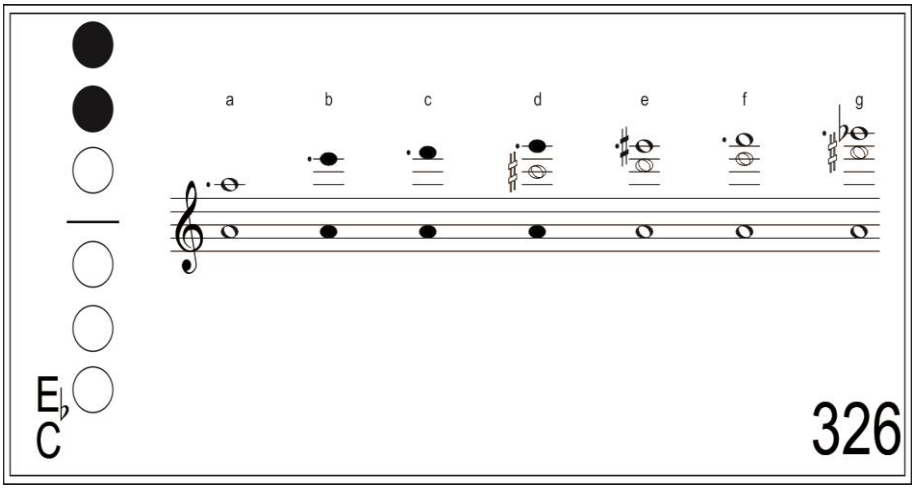
  Cuando la diferencia de frecuencia entre las componentes es mayor a 15 Hz, el batido comienza a percibirse como una 'rugosidad'. Si bien en la producción de sm surgen intervalos de frecuencias mayores a los 15 Hz, por lo tanto se perciben estas rugosidades, en la producción de sm es común la presencia de intervalos cercanos a la 8va que generan rugosidades importantes.

- Sonidos de combinación.

  En general los sonidos de combinación que se perciben al momento de articular sm son los sonidos diferenciales (BASSO, 2006, p.110). Dada su baja intensidad, son frágiles en relación al contexto dado que son fácilmente enmascarados por otras señales.

- Intermodulación.

  En la producción de sm, las componentes del mismo generan intermodulaciones y están determinadas por la diferencia y suma entre componentes del sm.[9] En un saxofón alto, por lo general son más notorias cuando las componentes del sm superan el intervalo de 8va con alguna de las componentes por arriba del $F\#_6$ y la ejecución del sm supere cierto umbral de intensidad, dependiente del registro donde se ubique el sm. Es probable que con intervalos menores a la 8va también se genere intermodulaciones pero queden enmascarados en la rugosidad o colaboren en la generación de la misma con una componente del sm.



[9] las intermodulaciones se perciben como un sonido que no proviene del instrumento. A diferencia de los sonidos de combinación, estas existen en el medio físico.

Figura 16. Sm 326 y familia. Los hermanos d; e; f y g presentan intermodulaciones (cabeza de nota hueca).

Bancos de arena, arrecifes, bajíos.

- Complejidad de ejecución

  La complejidad en la ejecución se manifiesta en varios aspectos, pero el factor determinante es la rigidez de la embocadura y la velocidad del flujo de aire para generar más intensidad. Ambos factores, utilizados de manera convencional aseguran la estabilidad de la columna de aire. En el caso de la producción de sm, las condiciones en el interior del tubo son inestables. Si se rigidiza la embocadura o se aborda un sm desde una intensidad alta, la inestabilidad se va a 'deshacer' yendo a alguna zona más estable y se logrará un sonido monofónico ordinario o un desacople entre la caña y el tubo, un sonido breve.

  Debe tenerse en cuenta que uno de los limitantes en la emisión de sm yace en la posibilidad del instrumentista de obtener sonidos armónicos de orden alto: si él o la intérprete no pueden emitir armónicos por encima del A_6, es poco probable que puedan articular sm con alturas superiores al A_6. - los sm son utilizados por algunos docentes de instrumento como una estrategia para conocer, explorar y estudiar el registro sobreagudo -.
- Dificultad de emisión: cuando el 2do armónico de la f_b y una componente de la f_i están cercanas (intervalos menores a una 3ra) es necesario hacer foco en medio de las dos alturas. Generalmente la dinámica para explorar estos sm es *p* o *pp*.
- Inestabilidad (tendencia a 'caerse' al sm inmediato inferior o 'trepar' al inmediato superior): ciertos sm son muy inestables y tienen tendencia a ir hacia un hermano inferior o superior.

Ejemplos

sm 008

En la siguiente figura se presenta la digitación del sm 008. Se determina la f_b siguiendo la tabla de la [Figura 10], siendo la fundamental más grave de esta digitación la del Bb_3. f_i se reconoce al articular sonido en el instrumento sin producir el sm. En este caso, la altura que emite el tubo corresponde a un A_4.

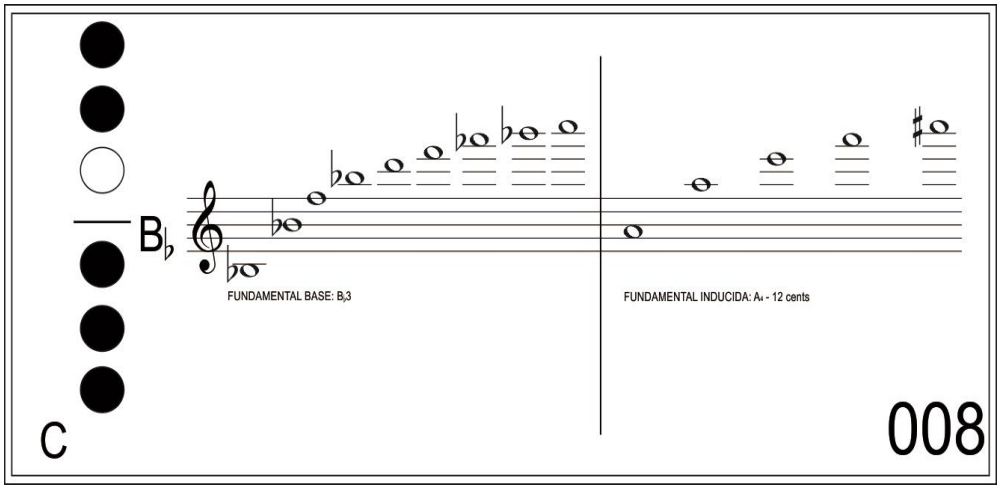


Figura 17. Series de armónicos correspondientes a las f_b e f_i de la digitación del sm 008.

A partir de ambas series, se censan las componentes de ambos a partir de focalizar la embocadura en cada una de ellas para determinar los modos más estables.

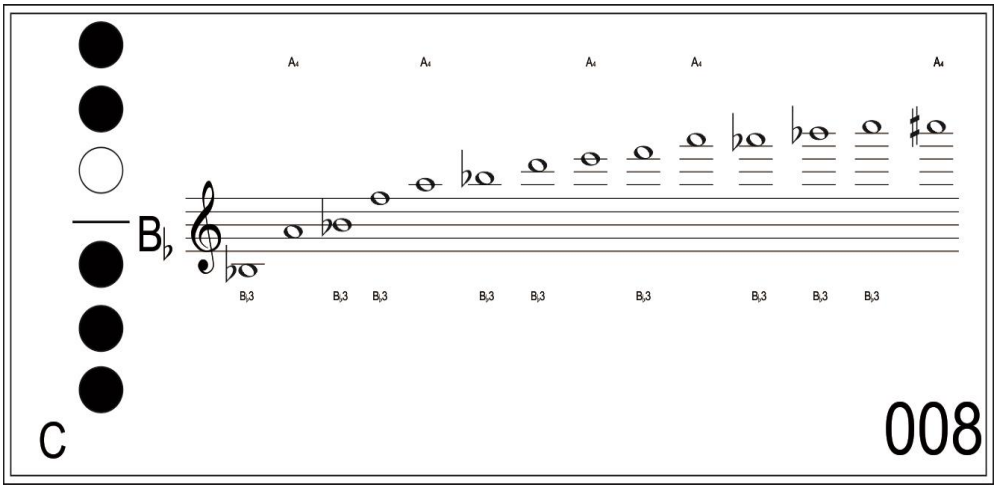


Figura 18. Censo de componentes armónicos de series f_b y f_i.

Como producto del censo se obtuvieron los siguientes sm:

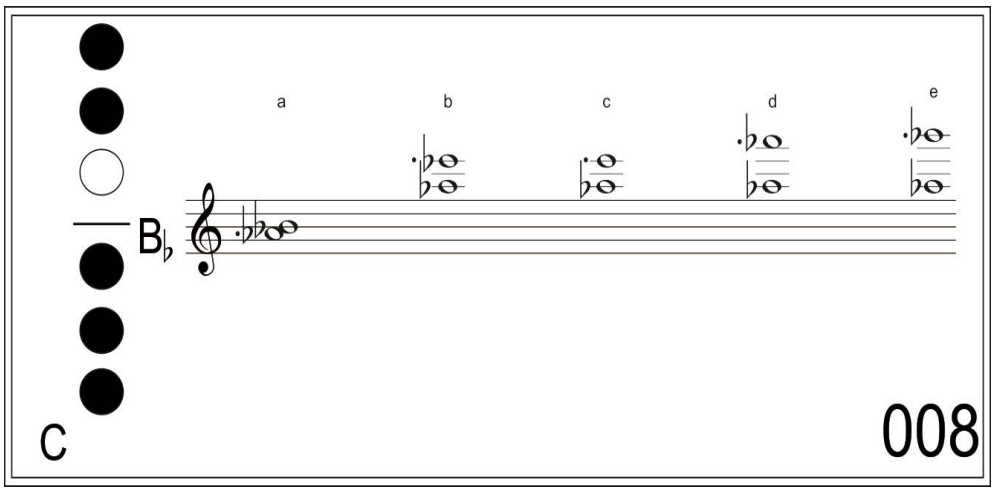


Figura 19. sm 008 y su familia.

Una descripción de los ‘accidentes’ encontrados en esta navegación es:

008a: rugosidad. De emisión difícil dada la cercanía de las componentes.

008b: rugosidad.

008d: rugosidad.

008e: rugosidad.

sm 139

En la figura 20 se muestra la digitación del sm 139. De la misma manera que con el sm 008, f_b se determina siguiendo la tabla de la [Figura 10]. La fundamental más grave de esta digitación la del B_3. f_i se reconoce al articular sonido en el instrumento sin producir el sm. En este caso, la altura que emite el tubo corresponde a un D_5.

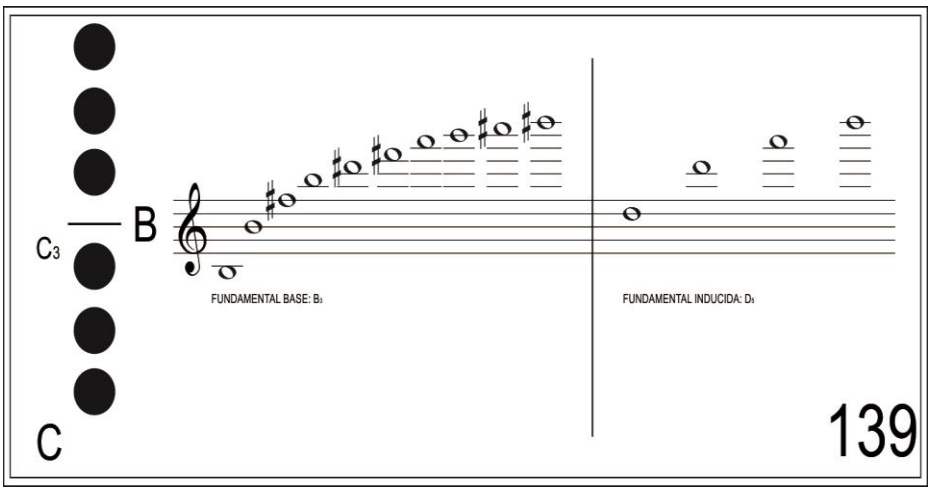


Figura 20. Series de armónicos correspondientes a las f_b y f_i de la digitación del sm 139.

Se censan las componentes de ambas series a partir de focalizar la embocadura en cada una de ellas para determinar los modos más estables.

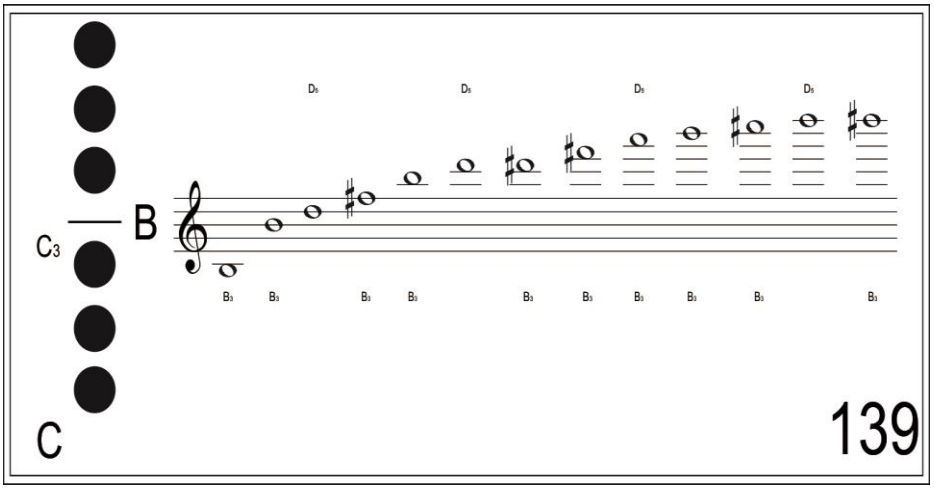


Figura 21. Censo de componentes armónicos de series f_b e f_i.

De dicho proceso se obtuvo la siguiente familia de sm:

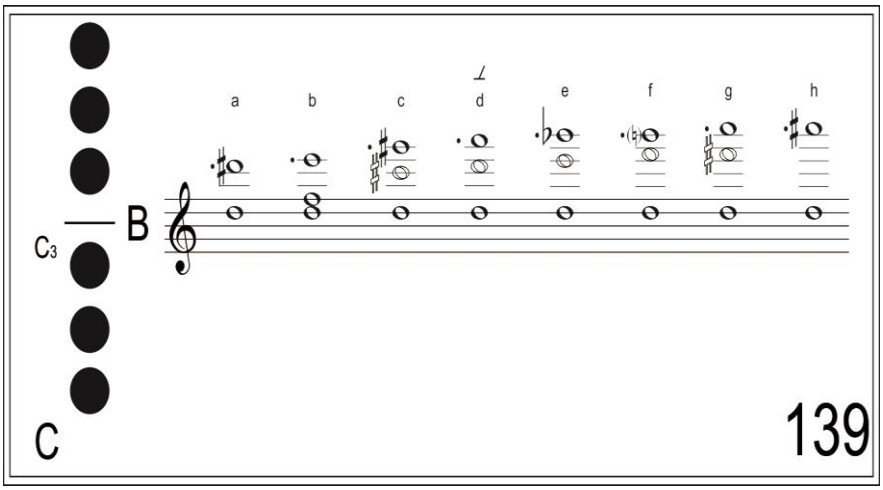


Figura 22. Familia del sm 139.

Una descripción de los ‘accidentes’ encontrados en esta navegación es:

139a: rugosidad. Intermodulación inestable por debajo de la 1ra componente.

139b: rugosidad. Intermodulación inestable por debajo de la 1ra componente.

139c: rugosidad. Intermodulación (con cabeza de nota contorneada).

139d: rugosidad. Intermodulación. Tendencia a ‘desviarse’ al 139e.

139e: rugosidad. Intermodulación.

139f: rugosidad. Intermodulación.

139h: rugosidad. Intermodulación.

sm 311

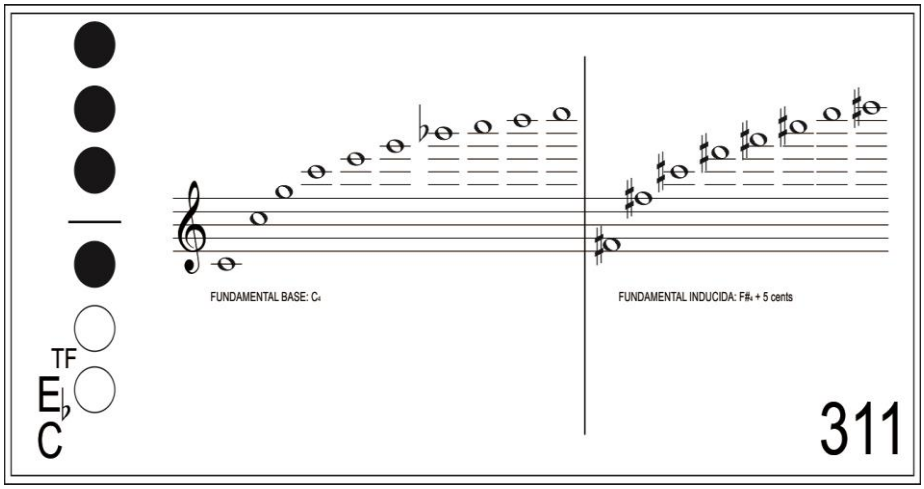


Figura 23. Digitación, fundamentales base e inducida del sm 311 y sus respectivas series de armónicos.

En la figura precedente se muestra la digitación del sm 311. De manera análoga a los previos, se estima la f_b desde la figura y f_i de articular sonido sin emitir el sm. A partir de estos datos, se registran las componentes de cada serie de armónicos para determinar el rumbo para aproximar las componentes de la familia.

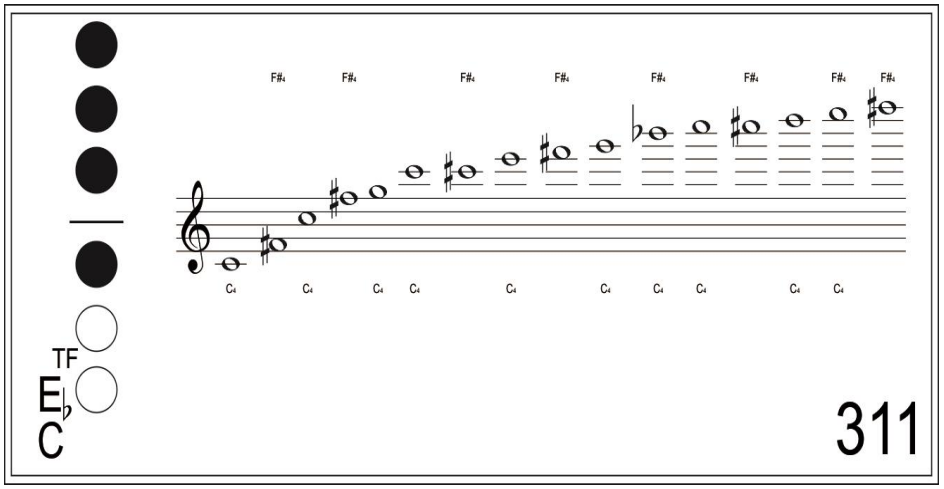


Figura 24. Series de las f_b y f_i intercaladas para censar sm posibles.

Del censo de componentes se obtuvo la siguiente familia de sm:

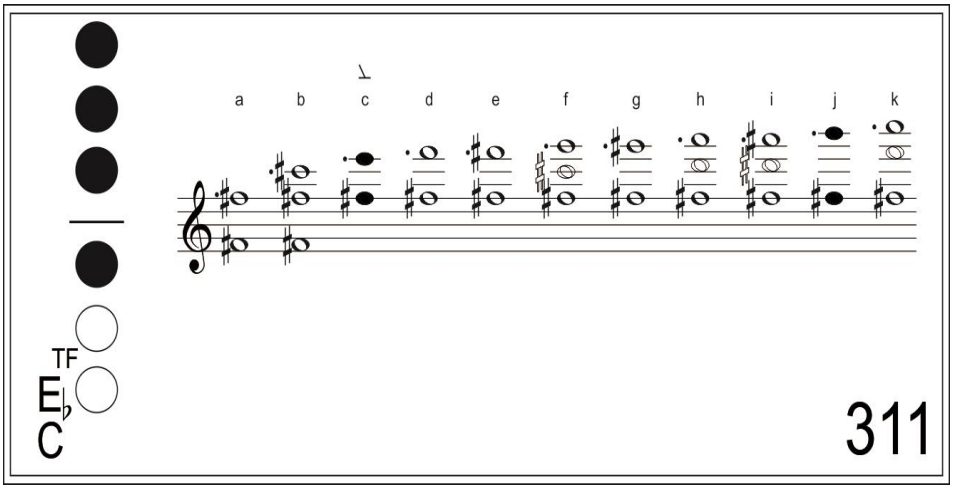


Figura 25. Familia sm 311.

La descripción de los ‘accidentes’ de este sm es:

311a: batidos (no es una octava perfecta).

311b: Intermodulación cercana al $F\#_5$.

311c: de difícil ejecución. Tendencia a ‘caerse’ al 311b.

311d: rugoso.

311e: rugoso.

311f: Intermodulación.

311g: se estratifican las componentes (Thoresen, 2007).

311h: Intermodulación.

311i: Intermodulación.

311j: de difícil ejecución.

311k: Intermodulación.

Conclusión.

- Los libros sobre la ejecución y práctica de sonidos multifónicos en un saxofón alto constan de un gran número de digitaciones para su producción: en el más conciso de los relevados hasta el momento el número es superior a la centena. La digitación corresponde a la disposición de nodos y vientres que permiten generar un evento sonoro multidimensional. Toda esta información no se encuentra reflejada en el repertorio para el instrumento. La dificultad de la técnica y el desconocimiento del por qué un instrumento monofónico es de pronto polifónico hace árida su exploración por parte de los y las instrumentistas: los sonidos multifónicos portan más información que sólo las alturas y tasas de repetición posibles. A su vez, no es clara la

organización de la información, por lo tanto es difícil organizar una metodología para un estudio ordenado.

Se plantean estas ‘cartas de navegación’ como una manera de acotar y entender el contexto donde se genera un sonido multifónico en particular. Al conocer las series de armónicos presentes en un saxofón alto al momento de articular un sonido multifónico, se puede plantear un ‘rumbo’ dentro de un área determinada del océano de alturas configurada por la superposición de las series de armónicos de la ‘fundamental base’ y de la ‘fundamental inducida’ y las cancelaciones previstas por la ley de Young. Este acercamiento no brinda un único resultado preciso o certero a un sm en particular, sino a un abanico de posibilidades: la ‘familia’. Estas serán las que estén al alcance del instrumentista a cargo de la ejecución y sujetas a las posibilidades que brinde su instrumento, pero liberado o liberada del corset dado por la precisión y certeza de un colega que haya planteado un catálogo de turno: ahora se dispone de una familia de eventos sonoros en función de datos objetivos dados por el propio instrumento - al que será necesario investigar -. Los actores pueden explorar el mejor lugar donde ‘hacer pie’ dentro del marco y lógica de las ondas estacionarias en un tubo: se sabe dónde es más bajo, dónde es más profundo.

Desde el punto de vista práctico, es más sencillo abordar un trabajo con sm si se tiene referencia de la familia a la cual pertenece el sm requerido: los posibles eventos vecinos no son errores, sino sm hermanos. Estos son de utilidad al intérprete como coordenadas para reconocer en qué zona del espectro se está y hacer los ajustes para recuperar la ejecución de la obra.

La utilización de esta idea de ‘carta de navegación’ plantea ciertos cuestionamientos a los actores:

- Va a requerir de la familiarización de el o la instrumentista con la ejecución de las series de armónicos de las diferentes fundamentales base.
- Un reto con este tipo de trabajo se presenta en que las técnicas estandarizadas - y deterministas - permiten al compositor o compositora trabajar de forma asincrónica con el instrumentista. En el caso de la utilización de estas cartas de navegación se va a requerir de un trabajo de intercambio más fluido entre los actores a ambos lados del lápiz.
- Plantea también un desafío a compositoras y compositores porque les presenta un desafío al determinismo en la composición: los sm son eventos sonoros

multidimensionales en tanto pueden verse de distintos lados de un prisma,[10] así como desde la ejecución no hay una transpolación inequívoca de instrumento a instrumento y de instrumentista a instrumentista.

Agradecimientos.

Gustavo Basso

José Halac

Juan Ortíz de Zárate

Martín Proscia

Cecilia von Reinchenbach

Gustavo Raiberti

Eduardo Spinelli

Bibliografía.

- **BASSO, Gustavo.** (2006). *Percepción Auditiva*, Quilmes, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- **BENADE, Arthur H**. (1960). *Horns, Strings and Harmony*. Anchor Books.
- **BERGERON, Tom.** (1989/2020) - *Saxophone Multiphonics - A Scalar Model*. Teal Creek Music/Tom Bergeron.
- **JAUREGUIBERRY, Luis Federico.** (2021). *Sondeando profundidades: composición para saxofón con sonidos multifónicos*. Congreso Argentino de Musicología 2020/2021. XXIV Conferencia de la Asociación Argentina de Musicología y XX Jornadas Argentinas del Instituto Nacional de Musicología "Carlos Vega". CePIA. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Córdoba. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/136906
- **JAUREGUIBERRY, Luis Federico.** (2011). *Análisis de sonidos multifónicos de base Bb3 - hacia una posible sistematización.* Revista Clang Nº3. Publicación del Departamento de Música. Facultad de Artes. Universidad Nacional de La Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49597
- **JAUREGUIBERRY, Luis Federico.** (2009). *Técnicas Extendidas en el saxofón: Multifónicos, hacia una posible sistematización. Estado de la cuestión*. La Plata, en Primera Jornada de Divulgación sobre Investigación en Acústica, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata.
- **KIENTZY, Daniel.** (1982). *Les sons multiples aux saxophones.* Editions Salabert.
- **PROSCIA, Martín et al.** (2017). *A timbral and a musical performance analysis of saxophone multiphonic morphings***.** Congreso ISMA.

[10] por más lecturas de un sm, consultar Actas de la XXIV Conferencia de la Asociación Argentina de Musicología y XX Jornadas Argentinas del Instituto Nacional de Musicología "Carlos Vega". 2021.

- **ROEDERER, Juan G.** (1997). *Acústica y Psicoacústica de la Música*, Buenos Aires, Ricordi Americana.
- **SERVICIO DE HIDROGRAFÍA NAVAL.** http://www.hidro.gov.ar/nautica/cartasnauticas.asp
- **SMALLEY, Denis.** (1997). *Spectromorphology: explaining sound-shapes*, Organized Sound Journal, Volume 2, Issue 2.
- **THORESEN, Lasse.** (2007). *Spectromorphological analysis of Sound Objects*, The Norwegian Academy of Music.
- **WEISS, M**. & **GIORGIO, N.** (2010). *The techniques of saxophone playing.* Bärenreiter-Verlag Karl Vötterle GmbH & Co. KG. Kassel.