



# Registro Sobreagudo del Saxofón, Cómo Tocar una Octava Más Aguda con el Saxofón? Una Paradoja Acústica

Vincent Gibiat<sup>a</sup>, Gilles Tressos<sup>b</sup> y Jeanne Clerc Renaud<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Paul Sabatier Toulouse III 118 route de Narbonne 31062 TOULOUSE France,  
[gibiat@cict.fr](mailto:gibiat@cict.fr)

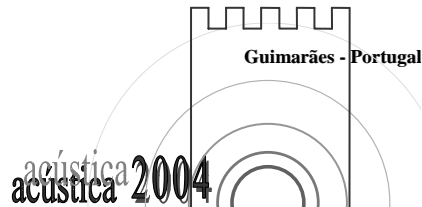
<sup>b</sup> Conservatoire National de Région, 5 rue Franklin 86000 POITIERS France

**RESUMEN:** El registro altísimo del saxofón extiende las posibilidades del instrumento más allá del ámbito clásico utilizado en los métodos, hasta cuatro octavas. Las digitaciones correspondientes a este registro, calificadas de armónicas, utilizan las posiciones del registro grave, que permiten obtener un parcial superior o bien, las digitaciones en horca (fourches). En la mayoría de los casos estudiados no existe un pico de impedancia que favorezca su funcionamiento. Demostramos que gracias a la acción del instrumentista sobre los parámetros mecánicos de la embocadura, la altura del sonido emitido logra aproximarse de la altura deseada. Planteando la paradoja de la emisión de una frecuencia estable sobre una resonancia inexistente.

**ABSTRACT:** The altissimo register on saxophone has become more and more used in music and it is nowadays perfectly included in the normal range of the saxophone giving it a four octave range, even if more and more difficult to obtain. These fingerings, known as harmonic ones use both fingerings of the lower register, allowing to play an upper partial, or specific fork fingerings. On both these situations, no impedance peak exists to favourize the oscillation of the air column. We show that the musician is able to modify his embouchure to shift the resonances to the expected frequency. Nevertheless the modification of the mechanical parameters is not possible for every fingerings leading to the paradox of "acoustically" unplayable fingerings that can be played.

## 1. REGISTRO SOBREGUDO DEL SAXOFÓN, COMO TOCAR UNA OCTAVA MÁS AGUDA CON EL SAXOFÓN ? UNA PARADOJA ACÚSTICA

El registro sobreagudo del saxofón es conocido desde la invención del instrumento. Hector Berlioz en 1844 describe un instrumento de tres octavas de extensión, pero en el primer método encontramos un ámbito desde un Si grave hasta el Fa, dos octavas y media más alto. Desde entonces dos escuelas han coexistido: la primera ignorando las notas más altas que el Fa #, mientras que la segunda bajo el estímulo de Sigurd Rascher luego de Jean Marie Londeix y Claude Delangle entre otros, han buscado unificar estos dos registros. Paradojicamente la ausencia en los métodos de saxofón de este registro agudo, aun hoy perdura, siendo de práctica corriente un gran número de digitaciones correspondientes a las notas desde el fa # agudo (la5 para el alto) hasta el do #, una octava y media más agudo. Hemos realizado sobre una selección de estas digitaciones, las medidas de impedancia de entrada y constatado que si las digitaciones utilizadas correspondían frecuentemente a un pico



de impedancia en el caso del baritono, las mismas posiciones conducian en el alto a impedancias cercanas del minimo, antiresonancias. Hemostratado de saber como el músico puede hacer glisar el pico de impedancia hacia la frecuencia de la nota deseada. Un modelo simple consiste a poner en paralelo una impedancia que tenga en cuenta las características mecánicas de la caña y el flujo generado. Esta impedancia de la caña nos permitio separar las digitaciones en "utilisables" y "sin interés", y de relacionar los parámetros mecánicos de la caña a los de las digitaciones del registro fundamental. Luego hemos confrontado los resultados con las opiniones de los músicos entrevistados sobre la calidad de cada digitación. Un gran número de digitaciones que presentan un mínimo de impedancia en la frecuencia de la nota, permiten no obstante, una emisión aceptable segun los músicos que participaron en este estudio. La paradoja queda para estos últimos que podrían asociarse más a la percepción que a la física.

## 2. IMPEDANCIA DE DIGITACIONES DE SOBREGUDO

### 2.1 Las digitaciones utilizadas

Las digitaciones utilizadas serán repertoriadas siguiendo las convenciones clásicas de la obra de Jean Marie Londeix [1]. 13 digitaciones de **fa #** (nota real en el alto =La 5, 884 Hz; la 4 pour le baritono), 18 digitaciones de **sol**, 24 digitaciones de **sol #** y 23 digitaciones de **la** agudo, fueron estudiadas sobre dos tamaños de instrumentos : el alto y el baritono. Dos modelos de alto uno el saxofón Selmer Mark VI y el otro Selmer Série III. El baritono utilizado es un Selmer série II. Las digitaciones provienen de tres fuentes diferentes: Jean Marie Londeix [1], Claude Delangle [2] y diversos sitios internet. La lista de digitaciones fue probada por dos músicos: Gilles Tressos (baritono), Marc Baron (alto) y por los autores. Haremos una síntesis de los resultados obtenidos. El cuadro 1 da las digitaciones estudiadas con nuestra numerotación, la llave de registro siendo sistematicamente presente a sido omitida del cuadro, y aparecerá solamente en el caso en que se encuentre ausente. Hemos incluido en este estudio el fa# como perteneciente al registro sobreagudo, pero no el mi y fa como lo describe Jean Marie Londeix [1]. La primera constatación es que algunas digitaciones como Fa#13, Sol#22-23, o sol 13 y la 12-13 son digitaciones del registro grave donde una llave abierta adquiere eventualmente el rol de llave de registro. Estas digitaciones corresponden segun los músicos, al registro de "armónicos". Veremos que este tipo de digitaciones corresponde a casos particulares. Las otras digitaciones de horca dejan aparecer las longitudes acopladas del tubo.

### 2.2 Comentarios de los músicos

Los comentarios sobre las posiciones más utilizadas y eficaces de los dos músicos y de los autores han sido repertoriadas.

En el caso del saxofón baritono , Gilles Tressos considera como "buenas" las siguientes digitaciones

Fa#: **1, 2, 4, 6, 12, 13**

Sol: **11, 17, 18**

Sol#: **2, 3, 9, 10, 12, 13, 14, 22, 23, 24**

La: **1, 3, 6, 9, 10, 18, 19**

Para el alto: Marc Baron privilegia las siguientes digitaciones:

Fa#: **1, 2, 12, 13**

Sol: **1, 6, 8, 9, 10, 11, 17, 18**

Sol#: **1, 2, 8, 9, 10, 12, 14, 20, 23, 24**

La: **1, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 22**

La intersección de las dos respuestas (en negrita) muestran que si existe una posibilidad de digitaciones comunes, son en cambio numerosas las que exclusivas del alto o del baritono debido a su tamaño.

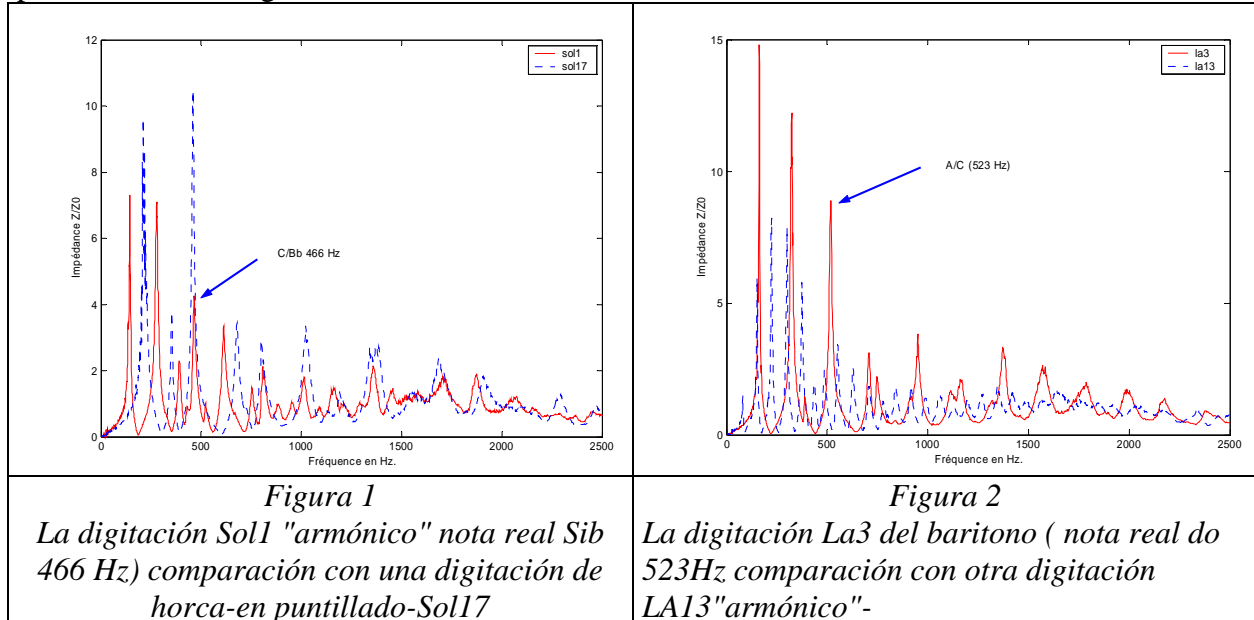
*CuadroN° 1: digitaciones para las notas : fa dièze sol, sol dièze y la*

	digitación	Digitación	Digitación	Digitación	Digitación
FA#1	X-2 Ta----	SOL1	1-3 ----	Sol#1	1-3 ----
FA#2	X-2 C <sup>5</sup> ----	SOL2	-2- -5--	Sol#2	-2- -5- (sin oct. llav.)
FA#3	X-2 4---	SOL3	X--- ----	Sol#3	-2- -5-D#
FA#4	X-2 Ta456	SOL4	X--- Ta4--	Sol#4	-23 -5-
FA#5	X--3 Ta45	SOL5	X--- Ta45-D#	Sol#5	X--- C <sup>3</sup>
FA#6	X-2 Ta4--	SOL6	--3 Ta4---	Sol#6	X--- B--
FA#7	1-3 Ta4--	SOL7	--3 4-6	Sol#7	X---G# B--
FA#8	1P-3 C <sup>5</sup> --	SOL8	1-3 4-6	Sol#8	1-- Tc4--
FA#9	X 4--	SOL9	1-3 Ta4-6	Sol#9	1-3 Tc4--
FA#10	X--- C <sup>5</sup> 4---	SOL10	1-3 Ta4---	Sol#10	1-3 TcBb4--
FA#11	X--- C <sup>5</sup> ---	SOL11	1-3 C <sup>5</sup> 4	Sol#11	1-3 Tc C <sup>5</sup> 4--D#
FA#12	1- 4567	SOL12	123 4567	Sol#12	1-3 Tc45-
FA#13	123G# Ta C <sup>5</sup>	SOL13	123 456D#	Sol#13	1-3 Tc--6
		SOL14	123 Tc4	Sol#14	1-3 Tc4-6
		SOL15	123 Tc	Sol#15	1-3 --6
		SOL16	X--- 4----	Sol#16	-2- 4--
		SOL17	1P--G# Ta C <sup>5</sup> --	Sol#17	-2- C <sup>5</sup> 4--
		SOL18	1P--G# Ta4 C <sup>5</sup> --	Sol#18	-2- ---
				Sol#19	1-- BbC <sup>5</sup> ---
				Sol#20	1--G# BbC <sup>5</sup> ---
				Sol#21	12- Tc45-
				Sol#22	123C# 4567
				Sol#23	123Bb 4567
				Sol#24	123 TcTa---
				La1	-23 ----
				La2	-23 (no oct.key)
				La3	-23 Tc---
				La4	-23 4---
				La5	-23 -5--
				La6	-23 --6
				La7	-23 45--
				La8	-23 4-6
				La9	-23 Tc-56
				La10	-23 456-
				La11	-23 456D#
				La12	-23Bb 4567
				La13	123B 4567
				La14	123 456
				La15	123 Tc456
				La16	-23 C <sup>5</sup> --D#
				La17	-23Bb TcTa---
				La18	--3 Tc---
				La19	--3 4---
				La20	12- 4---
				La21	12- 4---
				La22	1-- TcTa---
				La23	1-- Ta---

## 2.3 Mediciones de impedancias

Las mediciones de impedancia de entrada fueron efectuadas utilizando el método TMTC [3] y remplazando la embocadura por su volumen geométrico equivalente. Sabemos que éste método da una muy buena imagen de la parte resonante del tubo hasta 3000 Hz [4]. No obstante hay que corregir los valores obtenidos teniendo en cuenta la impedancia de la caña[4,5]. A continuación hemos determinado los valores máximos de frecuencia y de sus diferencias en cents en relación a la nota ejecutada. Estas medidas han sido efectuadas en

todas las digitaciones de los registros graves, medios, agudos y para todas las digitaciones posibles del sobreagudo.



Podemos observar que en los registros sobreagudo existen diferencias muy importantes con las notas ejecutadas. Estas diferencias son superiores a las encontradas en los otros registros.

## 2.5 Correcciones de impedancia

Para verificar que las diferencias entre las frecuencias de las notas ejecutadas y las correspondientes a los picos de impedancia no provengan de un error de medición hemos efectuado una corrección numérica sobre las digitaciones del registro normal con una impedancia de cilindro en serie. Hemos obtenido valores en función de la digitación en el caso del baritono, y casi constante pero conduciendo a un cilindro de más de 50 mm de longitud en el caso del alto: no siendo errores de afinación. Las impedancias medidas han sido corregidas por una impedancia desconocida en paralelo.

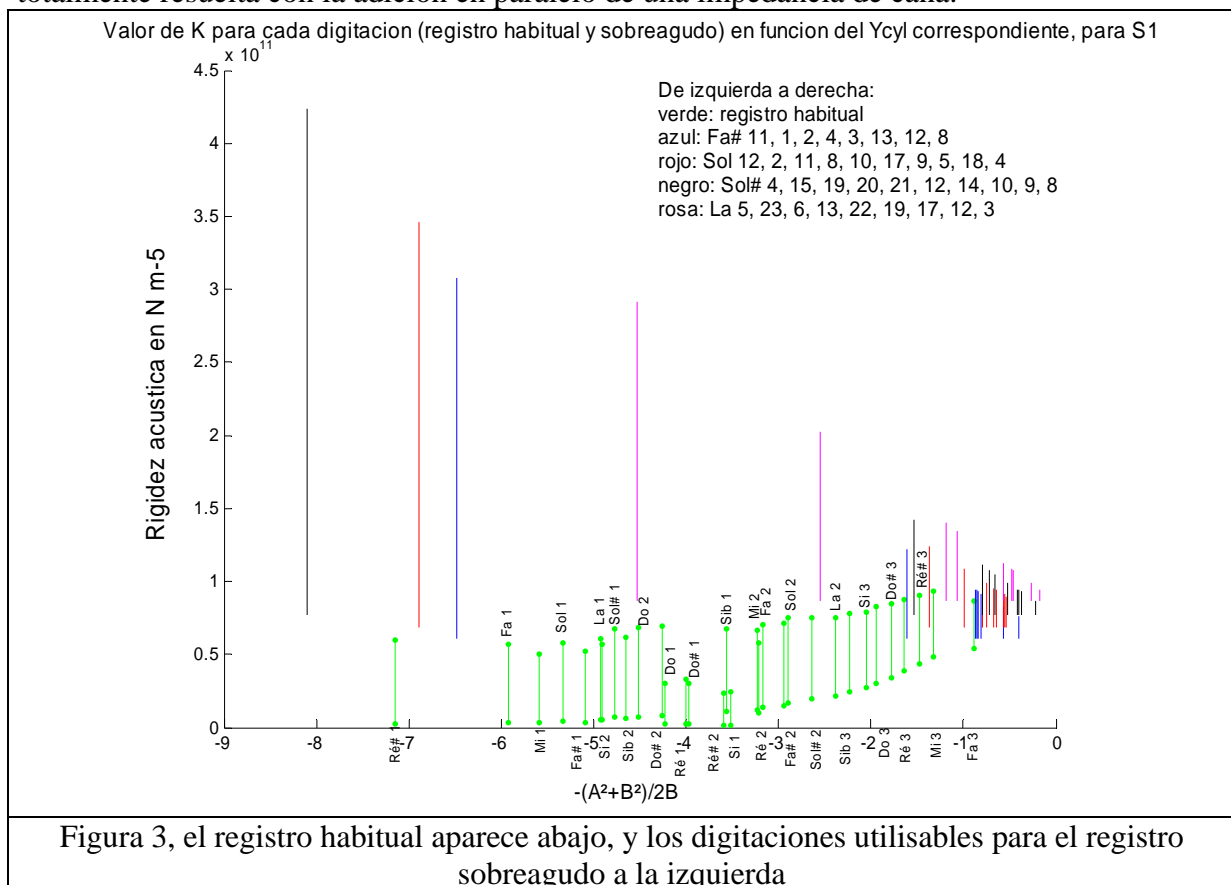
$$\frac{1}{Z_{cor}} = \frac{1}{Z_{mes}} + \frac{1}{Z_{ca}} \quad (1)$$

A partir de esta ecuación es fácil [6] determinar la frecuencia ejecutada, la rigidez acústica (producto de la rigidez mecánica por la superficie)  $K$  depende de la superficie de la caña en movimiento  $S$  y de su masa  $M$ , así como la amortización acústica, utilizando las condiciones impuestas por la presencia de un pico de impedancia en esta frecuencia.

$$Z_{ca} = \frac{R}{\rho c} + \frac{i}{\rho c} \left( \frac{-KS^2}{2\pi f_{note}} + M \cdot 2\pi \cdot f_{note} \right) \quad (2)$$

### 3 CONCLUSIÓN

Estos resultados muestran que es el músico quien; a través de su técnica de embocadura, ajusta las diferentes digitaciones de impedancias acústicas, permitiendo una emisión estable. A pesar de esto, para algunas digitaciones no existe la solución para  $K$ . Se trata de algunas de las posiciones de horca, que son a pesar de esto, eficaces. La paradoja acústica no ha sido totalmente resuelta con la adición en paralelo de una impedancia de caña.



### REFERENCIAS

- [1] J..M. Londeix, *Gammes et Modes II mePartie*. Edition Alphonse Leduc Paris 1970
- [2] C. Delangle, J.D. Michat *The saxophone today in The Cambridge Companion to the Saxophone* p. 176 Cambridge University Press 1998
- [3] V. Gibiat y F. Laloë, Acoustical impedance measurements by the two microphone three calibration (TMTTC) method. *J. Acoust. Soc. Am.*, **88** p. 2533 (1990).
- [4] X. Boutillon y V. Gibiat, Determination of the mechanical characteristics of a woodwind reed by means of the reactive power balance concept, *J. Acoust. Soc. Am.*, **100** pp. 1178-1191 (1996)
- [5] A.H. Benade, *Fundamentals of Musical Acoustics* p. 466 Oxford University Press New York 1976