



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS COMPARATIVO BASADO EN PARÁMETROS OBJETIVOS Y SUBJETIVOS DE  
DIFERENTES MODELOS DE PREAMPLIFICADORES, PROCESADORES DE FRECUENCIA  
Y PROCESADORES DE DINÁMICA EN SUS VERSIONES HARDWARE Y SOFTWARE.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniera en Sonido y Acústica.

Profesor Guía  
MSc. Héctor Ferrández Motos.

Autora  
Amaris Johanna Báez Parra.

Año  
2016

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA.

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

Héctor Ferrández Motos.

Master en Postproducción Digital de Audio y Video.

CC. 175702205-6

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

José Antonio Álvarez-Torres Yépez.

Licenciado en Música.

CC. 170823226-7

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Amaris Johanna Báez Parra.

CC. 171812460-3

## AGRADECIMIENTOS

A Jero, Nacho, Renato, Andrés, Bere, Héctor por su asesoría. A todo el equipo UDLA de sonido y música. A los músicos que aportaron con su talento en la creación de muestras musicales.

## DEDICATORIA

A mis abuelitos Loli y Celiano, por lo que dejaron en mí. A mi familia por su apoyo incondicional. A mis amigos por siempre estar. Y a ti, por darme la mano donde solo veía puñales.

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo comparar las diferencias técnicas entre las versiones hardware y *plug-in* de preamplificadores, procesadores de dinámica y procesadores de frecuencia al medir los parámetros de THD, respuesta en frecuencia y distribución armónica; y relacionar estas respuestas con encuestas auditivas realizadas a ingenieros de sonido, productores musicales y estudiantes de las respectivas carreras.

Para la medición de parámetros técnicos se usaron señales específicas como ruido rosa, barridos de frecuencias y tonos puros de 1kHz; todas estas señales fueron procesadas por ambas versiones de los equipos mediante diferentes configuraciones de procesamiento con el fin de desarrollar sus cualidades sonoras más destacables. Por otra parte, las encuestas auditivas se realizaron incorporando grabaciones musicales de bajo, guitarra y voz procesadas mediante criterios estéticos.

Tras tabular y comparar los resultados, tanto de las pruebas objetivas como subjetivas, se observa una relación entre los valores de THD y distribución armónica con las preferencias estéticas de los ingenieros de sonido.

Las emulaciones *plug-in* no se pueden considerar réplicas exactas pues los valores de THD y distribución armónica varían significativamente del equipo analógico respectivo ya que tienden a presentar mayor cantidad de armónicos y menor control en la distribución de los mismos. Sin embargo, auditivamente las diferencias no son tan notorias y en la elección entre una versión u otra se prefiere aquella que presenta mayor calidez, generalmente con mayor contenido armónico en bajas frecuencias.

## ABSTRACT

This research aims to compare the technical differences between hardware and plug-in versions of preamps, dynamic and frequency processors measuring parameters like THD, frequency response and harmonic distribution; and relate these results with auditory surveys made to sound engineers, music producers and students of these careers.

For measurement of technical parameters specific signals such as pink noise, frequency chirps and pure tones at 1 kHz was used; all these signals were processed by both versions of the equipment with different processing settings in order to develop their most remarkable sound qualities. Other wise auditory surveys were conducted with music recordings of bass, guitar and vocals processed aesthetically.

After tabulating and comparing the technical and subjective results it is noted a relationship between the THD and harmonic distribution values with the sound engineers' aesthetic preferences.

Plug-in emulations cannot be considered perfect copies of the analogue gear because the values of THD and harmonic distribution vary significantly between them as they tend to have higher amount of harmonics and less control on the distribution of them. However, aurally differences are not so obvious and it is the version that presents more warmth, generally with more harmonic content in low frequencies, the one that is selected.



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	1
Marco Referencial.....	2
Justificación.....	3
Alcance.....	3
Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis.....	4
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Bases psicoacústicas.....	6
1.1.1. Bandas Críticas.....	6
1.1.2. Umbrales y curvas de audición.....	8
1.1.2.1. Umbral de audición.....	8
1.1.2.2. Umbral de dolor.....	9
1.1.3. Curvas isofónicas.....	9
1.1.4. Sonoridad.....	12
1.1.5. Fonos y Sonos.....	12
1.1.6. Enmascaramiento del sonido.....	13
1.1.6.1. Enmascaramiento en función del tiempo.....	14
1.1.6.2. Enmascaramiento en función de la frecuencia.....	15
1.2. Audio Digital vs Audio Analógico.....	15
1.2.1. Audio digital.....	15
1.2.2. Método <i>In the box</i> .....	17
1.2.3. Ventajas del audio analógico.....	18
1.2.4. Distorsión y suma armónica.....	19
1.3. Emulaciones en <i>plug-ins</i> .....	21
1.3.1. Aparición de los <i>Home Studio</i> .....	22

1.3.2. Primeros <i>plug-ins</i> .	23
1.3.3. UAD <i>Plug-ins</i> .	24
1.3.4. Modelamiento Físico.	25
1.3.4.1. Respuesta de Impulso	25
1.3.4.2. SPICE	27
1.3.4.3. Sistemas lineales y no lineales	28
1.3.5. Procesos de Emulación.	29
1.3.5.1. Problemas de distorsión	29
1.3.5.2. El método Black-Box.	30
1.3.5.3. Convolución dinámica.	31
1.4. Equipamiento seleccionado.	32
1.4.1. Preamplificadores.	32
1.4.1.1. Neve 1073 DPA	33
1.4.1.2. Universal Audio 610B	35
1.4.2. Procesadores de dinámica	37
1.4.2.1. UAD 1176LN Classic Limiting Amplifier	37
1.4.2.2. SPL Transient Designer.	39
1.4.3. Procesadores de frecuencia.	40
1.4.3.1. Pultec EQP-1A3.	41
1.4.3.2. Manley Massive Passive EQ	44
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b>	<b>48</b>
2.1. Equipamiento y recopilación de muestras auditivas.	48
2.1.1. Estudios de grabación.	48
2.1.1.1. CR3 y LR1 UDLA.	48
2.1.1.2. Graba Estudio	50
2.1.1.3. Estudio de Mezcla de Jero Cilveti.	52
2.1.2. Características de las señales de audio para muestras.	53
2.1.2.1. Señal sinusoidal de 1 kHz	55
2.1.2.2. Barrido de frecuencias por bandas de octava.	56
2.1.2.3. Ruido Rosa	57
2.1.2.4. Muestras de audio de bajo	58

2.1.2.5. Muestras de audio de guitarra .....	60
2.1.2.6. Muestra de audio de voz .....	61
2.2. Procesamiento a utilizar .....	63
2.2.1. Neve 1073 DPA.....	63
2.2.2. UAD 610B .....	67
2.2.3. UAD 1176LN Classic Limiting Amplifier .....	68
2.2.4. SPL Transient Designer .....	75
2.2.5. Pultec EQP-1A3 .....	79
2.2.6. Manley Massive Passive EQ.....	85
2.3. Medición de parámetros técnicos .....	90
2.3.1. Distribución Armónica .....	92
2.3.2. Distorsión armónica total (THD) .....	93
2.3.3. Respuesta de frecuencia.....	96
2.4. Diseño de la encuesta auditiva.....	97
<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>101</b>
3.1. Resultados y comparación de medición de parámetros técnicos .....	101
3.1.1. Distorsión armónica total (THD): Hardware vs. <i>Plug-in</i> .....	101
3.1.1.1. Preamplificador Neve 1073 DPA .....	104
3.1.1.2. Preamplificador UAD 610B.....	107
3.1.1.3. Compresor UAD 1176LN.....	110
3.1.1.4. Compresor SPL Transient Designer .....	112
3.1.1.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3.....	114
3.1.1.6. Ecualizador Manley Massive Passive EQ.....	117
3.1.2. Respuesta de frecuencia y coherencia: hardware vs <i>plug-in</i> .....	119
3.1.2.1. Preamplificador Neve 1073 DPA .....	121
3.1.2.2. Preamplificador UAD 610B.....	124
3.1.2.3. Compresor UAD 1176LN.....	126
3.1.2.4. Compresor SPL Transient Designer .....	128
3.1.2.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3.....	130
3.1.2.6. Ecualizador Manley Massive Passive EQ.....	133

3.1.3. Distribución Armónica: hardware vs <i>plug-in</i> .....	135
3.1.3.1. Preamplificador Neve 1073 DPA .....	136
3.1.3.2. Preamplificador UAD 610B .....	141
3.1.3.3. Compresor UAD 1176LN .....	145
3.1.3.4. Compresor SPL Transient Designer .....	149
3.1.3.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3 .....	153
3.1.3.6. Ecualizador Manley Massive Passive EQ .....	157
3.2. Resultados de las encuestas auditivas. ....	161
3.2.1. Salud auditiva de los encuestados. ....	162
3.2.2. Preferencias Hardware vs <i>Plug-in</i> .....	163
3.3. Análisis de resultados de las encuestas auditivas. ....	165
3.3.1. Preamplificador Neve 1073 .....	165
3.3.2. Preamplificador UAD 610B .....	167
3.3.3. Compresor UAD 1176LN .....	169
3.3.4. Compresor SPL Transient Designer .....	170
3.3.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3 .....	172
3.3.6. Ecualizador Manley Massive Passive .....	173
3.4. Comparación entre los resultados de encuestas auditivas con la medición de parámetros técnicos: <i>Plug-ins</i> vs Hardware. ....	175
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS ECONÓMICO. ....</b>	<b>179</b>
<b>CAPÍTULO V. PROYECCIONES. ....</b>	<b>181</b>
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>182</b>
6.1. Conclusiones. ....	182
6.2. Recomendaciones. ....	184
<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>186</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>190</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Figura 1.</i> Niveles sonoros y umbrales de audición. ....	9
<i>Figura 2.</i> Curvas de Fletcher y Munson. ....	11
<i>Figura 3.</i> Curvas de enmascaramiento con una frecuencia máscara de 400Hz a varios niveles. ....	14
<i>Figura 4.</i> Proceso de conversión análogo-digital.....	16
<i>Figura 5.</i> Tipos de saturación y su modificación en la forma de onda. ....	21
<i>Figura 6.</i> El <i>plug-in</i> B4 de Native Instruments .....	22
<i>Figura 7.</i> Respuesta de impulso de una señal en un cuarto real y de su modelamiento. ....	26
<i>Figura 8.</i> Captura de pantalla de SPICE. ....	28
<i>Figura 9.</i> Panel frontal y posterior del Neve 1073 DPA. ....	34
<i>Figura 10.</i> Panel frontal y posterior del UAD 6176. Sección de preamplificación.....	36
<i>Figura 11.</i> Panel frontal y posterior del Transient Designer 4. ....	40
<i>Figura 12.</i> Panel frontal y posterior del Pultec EQP-1A3 utilizado. ....	42
<i>Figura 13.</i> Curva de ecualización en 4kHz con diferentes valores de <i>bandwidth</i> .....	43
<i>Figura 14.</i> Las diferentes curvas que otorga el Pultec EQP-1A3 con variación de parámetros. ....	43
<i>Figura 15.</i> Panel frontal y posterior del Manley Massive Passive.....	46
<i>Figura 16.</i> Curva proporcionada con el selector en Bell. ....	46
<i>Figura 17.</i> Cadena Electroacústica usada en el estudio CR3. ....	49
<i>Figura 18.</i> Estudio CR3. ....	49
<i>Figura 19.</i> Equipamiento utilizado del Estudio CR3. ....	50
<i>Figura 20.</i> Cadena electroacústica utilizada en Graba Estudio. ....	50
<i>Figura 21.</i> Graba Estudio. ....	51

<i>Figura 22.</i> Equipos usados en Graba Estudio.....	51
<i>Figura 23.</i> Cadena electroacústica del estudio de Jero Cilveti.....	52
<i>Figura 24.</i> Estudio de Jero Cilveti.....	52
<i>Figura 25.</i> Equipamiento usado en el estudio de Jero Cilveti.....	53
<i>Figura 26.</i> Conexión utilizada para la grabación de muestras musicales.....	55
<i>Figura 27.</i> Generación del archivo de un tono puro de 1kHz.....	56
<i>Figura 28.</i> Generación del archivo barrido por pasos.....	57
<i>Figura 29.</i> Generación del archivo de barrido por pasos para compresores.....	57
<i>Figura 30.</i> Generación del archivo de ruido rosa.....	58
<i>Figura 31.</i> Grabación de bajo con Jordan Naranjo.....	59
<i>Figura 32.</i> Caja directa usada para grabación.....	60
<i>Figura 33.</i> Grabación de las muestras de guitarra eléctrica.....	61
<i>Figura 34.</i> Microfonía del amplificador de guitarra eléctrica.....	61
<i>Figura 35.</i> Grabación de muestras vocales con Lorena Noboa.....	62
<i>Figura 36.</i> <i>Plug-in</i> UAD Neve 1073.....	64
<i>Figura 37.</i> <i>Plug-in</i> UAD 610B.....	67
<i>Figura 38.</i> <i>Plug-in</i> Universal Audio 1176 LN.....	69
<i>Figura 39.</i> <i>Plug-in</i> UAD SPL Transient Designer.....	76
<i>Figura 40.</i> <i>Plug-in</i> UAD Pultec EQP-1A.....	80
<i>Figura 41.</i> <i>Plug-in</i> UAD Manley Massive Passive.....	85
<i>Figura 42.</i> Mediciones de canal sencillo y canal doble con las opciones posibles en Smart v7.....	91
<i>Figura 43.</i> Pantalla de análisis de distribución armónica.....	92

<i>Figura 44.</i> Pantalla de Smaart con la función RTA usada para la obtención del THD. ....	94
<i>Figura 45.</i> Pantalla de información de la señal en Smaart. ....	95
<i>Figura 46.</i> Pantalla de la función de transferencia de Smaart V7 .....	97
<i>Figura 47.</i> Hoja 1 y 2 de la encuesta realizada. Las preguntas son las mismas para cada equipo. ....	99
<i>Figura 48.</i> Valores de entrada usados en el programa de NetQuest y su resultado. ....	100
<i>Figura 49.</i> Alumnos de la Tecnicatura en Producción Musical durante las encuestas. ....	100
<i>Figura 50.</i> Resultados de encuestas sobre afecciones auditivas en los encuestados. ....	162
<i>Figura 51.</i> Resultados de encuestas sobre horas de exposición a niveles de presión acústica altos en los encuestados .....	163
<i>Figura 52.</i> Resultados de encuestas sobre uso previo de equipos analógicos y digital por parte de los encuestados .....	164
<i>Figura 53.</i> Resultados de encuestas sobre preferencias entre equipos analógicos y digital por parte de los encuestados. ....	164
<i>Figura 54.</i> Resultados de mayor percepción de armónicos – Neve 1073.....	165
<i>Figura 55.</i> Resultados de elección de procesamiento analógico – Neve 1073.....	166
<i>Figura 56.</i> Resultados de elección de preferencia de muestra – Neve 1073. ....	166
<i>Figura 57.</i> Resultados de mayor percepción de armónicos – UAD 610B. ....	167
<i>Figura 58.</i> Resultados de elección de procesamiento analógico – UAD 610B. ....	168
<i>Figura 59.</i> Resultados de elección de preferencia de muestra – UAD 610B.....	168
<i>Figura 60.</i> Resultados de mayor percepción	

de armónicos – UAD 1176LN.....	169
<i>Figura 61.</i> Resultados de elección de procesamiento analógico – UAD 1176LN.....	169
<i>Figura 62.</i> Resultados de elección de preferencia de muestra – UAD 1176LN. ....	170
<i>Figura 63.</i> Resultados de mayor percepción de armónicos – SPL Transient Designer.....	170
<i>Figura 64.</i> Resultados de elección de procesamiento analógico – SPL Transient Designer. ....	171
<i>Figura 65.</i> Resultados de elección de preferencia de muestra – SPL Transient Designer. ....	171
<i>Figura 66.</i> Resultados de mayor percepción de armónicos – Pultec EQP-1A3.....	172
<i>Figura 67.</i> Resultados de elección de procesamiento analógico – Pultec EQP-1A3. ....	172
<i>Figura 68.</i> Resultados de elección de preferencia de muestra – Pultec EQP-1A3. ....	173
<i>Figura 69.</i> Resultados de mayor percepción de armónicos – Manley Massive Passive.....	173
<i>Figura 70.</i> Resultados de elección de procesamiento analógico – Manley Massive Passive.....	174
<i>Figura 71.</i> Resultados de elección de preferencia de muestra – Manley Massive Passive. ....	174



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de Bark. ....	7
Tabla 2. Especificaciones Técnicas – Neve 1073 DPA.....	35
Tabla 3. Especificaciones del UAD 6176, previo.....	37
Tabla 4. Especificaciones del UAD 6176, compresor.....	39
Tabla 5. Especificaciones del SPL Transient Designer 4. ....	40
Tabla 6. Especificaciones a considerar del Pultec EQP-1A3 .....	44
Tabla 7. Especificaciones a considerar del Massive Passive.....	47
Tabla 8. Valores de niveles de control utilizados para las señales de medida - Neve 1073 .....	65
Tabla 9. Valores de niveles de control utilizados para las señales musicales - Neve 1073. ....	66
Tabla 10. Valores de niveles de control utilizados para todas las señales - UAD 610B.....	68
Tabla 11. Variación de parámetros de procesamiento señal sinusoidal de 1kHz - UAD 1176LN. ....	70
Tabla 12. Variación de parámetros de procesamiento barrido de frecuencias - UAD 1176LN.....	70
Tabla 13. Variación de parámetros de procesamiento ruido rosa - UAD 1176LN. ....	71
Tabla 14. Variación de parámetros de procesamiento arpeggio - UAD 1176LN. ....	71
Tabla 15. Variación de parámetros de procesamiento acordes - UAD 1176LN. ....	72
Tabla 16. Variación de parámetros de procesamiento solo - UAD 1176LN. ....	72
Tabla 17. Variación de parámetros de procesamiento slap - UAD 1176LN. ....	73
Tabla 18. Variación de parámetros de procesamiento finger style - UAD 1176LN.....	73

Tabla 19. Variación de parámetros de procesamiento vitela - UAD 1176LN.....	74
Tabla 20. Variación de parámetros de procesamiento Voz - UAD 1176LN.....	74
Tabla 21. Variación de parámetros de procesamiento de señales de medición – SPL Transient Designer.....	76
Tabla 22. Variación de parámetros de procesamiento de arpegio – SPL Transient Designer.....	77
Tabla 23. Variación de parámetros de procesamiento acordes – SPL Transient Designer.....	77
Tabla 24. Variación de parámetros de procesamiento solo – SPL Transient Designer.....	77
Tabla 25. Variación de parámetros de procesamiento slap – SPL Transient Designer.....	78
Tabla 26. Variación de parámetros de procesamiento finger style – SPL Transient Designer.....	78
Tabla 27. Variación de parámetros de procesamiento vitela – SPL Transient Designer.....	78
Tabla 28. Variación de parámetros de procesamiento Voz – SPL Transient Designer.....	79
Tabla 29. Variación de parámetros de procesamiento señal sinusoidal de 1kHz – Pultec EQP-1A3.....	80
Tabla 30. Variación de parámetros de procesamiento barrido de frecuencias - Pultec EQP-1A3.....	81
Tabla 31. Variación de parámetros de procesamiento ruido rosa - Pultec EQP-1A3.....	81
Tabla 32. Variación de parámetros de procesamiento arpegio - Pultec EQP-1A3.....	82
Tabla 33. Variación de parámetros de procesamiento acordes - Pultec EQP-1A3.....	82
Tabla 34. Variación de parámetros de procesamiento solo - Pultec EQP-1A3.....	83

Tabla 35. Variación de parámetros de procesamiento slap - Pultec EQP-1A3. ....	83
Tabla 36. Variación de parámetros de procesamiento finger style - Pultec EQP-1A3.....	84
Tabla 37. Variación de parámetros de procesamiento vitela - Pultec EQP-1A3.....	84
Tabla 38. Variación de parámetros de procesamiento Voz - Pultec EQP-1A3.....	85
Tabla 39. Variación de parámetros de procesamiento señales de medición – Manley Massive Passive.....	86
Tabla 40. Variación de parámetros de procesamiento arpegio - Manley Massive Passive. ....	87
Tabla 41. Variación de parámetros de procesamiento acordes - Manley Massive Passive. ....	87
Tabla 42. Variación de parámetros de procesamiento solo - Manley Massive Passive. ....	88
Tabla 43. Variación de parámetros de procesamiento slap - UAD 1176LN. ....	88
Tabla 44. Variación de parámetros de procesamiento finger style - Manley Massive Passive.....	89
Tabla 45. Variación de parámetros de procesamiento vitela - Manley Massive Passive.....	89
Tabla 46. Variación de parámetros de procesamiento Voz - Manley Massive Passive.....	90
Tabla 47. Resta de amplitud de armónicos vs. frecuencia fundamental. Realizada en Excel.....	95
Tabla 48. Hoja de cálculo usada, THD de la configuración 1 en el Neve 1073 DPA. THD = 0.011% resultante.....	96
Tabla 49. Muestras escogidas para cada equipo.....	98
Tabla 50. Valores resultantes de THD .....	102
Tabla 51. Resultados de THD por cada muestra procesada en el Neve 1073. ....	104

Tabla 52. Resultados de THD por cada muestra procesada en el UAD 610B.....	107
Tabla 53. Resultados de THD en todas las muestras procesadas en el UAD 1176LN. ....	110
Tabla 54. Resultados de THD en todas las muestras procesadas en el SPL Transient Designer.....	112
Tabla 55. Resultados de THD en todos los procesamientos en el Pultec EQP-1A3. ....	114
Tabla 56. Resultados de THD en todos los procesamientos en el Manley Massive Passive. ....	117
Tabla 57. Tabla de resultados Respuesta en Frecuencia .....	120
Tabla 58. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el Neve 1073. ....	121
Tabla 59. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el UAD 610B.....	124
Tabla 60. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el UAD 1176LN. ....	126
Tabla 61. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el SPL Transient Designer.....	128
Tabla 62. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el Pultec EQP-1A3.....	130
Tabla 63. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el Manley Massive Passive. ....	133
Tabla 64. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el Neve 1073. ....	136
Tabla 65. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el UAD 610B.....	141
Tabla 66. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el UAD 1176LN. ....	145
Tabla 67. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el SPL Transient Designer.....	149
Tabla 68. Resultados de distribución armónica para	

todas las muestras en el Pultec EQP-1A3.....	153
Tabla 69. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el Manley Massive Passive .....	157
Tabla 70. Tabla comparativa de resultados objetivos y subjetivos.....	175
Tabla 71. Tabla comparativa de precios aproximados hardware vs. <i>plug-in</i> .....	179

## INTRODUCCIÓN.

### **Antecedentes.**

La comparativa entre audio digital y analógico sigue suponiendo un tema polémico en el ámbito del sonido. Gracias a los avances tecnológicos se ha logrado emular de forma digital a varios equipos propios del entorno analógico, entre ellos preamplificadores, procesadores de audio y ecualizadores, tanto para estudios profesionales como para *home studios*. El audio analógico suele resultar más atractivo para los ingenieros de sonido, ya que la distorsión que generan sus equipos suele aportar una coloración agradable que enriquece la señal de audio procesada; la distorsión digital de audio, al contrario, resulta desagradable y se trata de evitarla. Con el paso de los años, se han desarrollado diferentes tipos de emulaciones para conseguir que los equipos en el área digital aporten coloraciones similares o, dado el caso, iguales a las que presentan los equipos analógicos. Esta coloración se debe principalmente a su respuesta de impulso y distorsión armónica, por lo que mediante una medición comparativa de señal de entrada frente a señal de salida se pueden obtener los datos necesarios para emular el sistema mediante algoritmos o convolución. (Blomgren, 2012, p. 1-7).

La conversión A/D se basa en la analogía mediante la cual la variación de presión de aire producida por el sonido, se emula mediante variaciones de voltaje que facilitan la conversión de ondas sonoras en energía eléctrica para así ser usada en equipos analógicos de grabación, procesamiento y reproducción de audio. Sin embargo, todos estos procesos conllevan la elaboración de aparatos complejos y costosos; este factor ha derivado en el desarrollo de equipos digitales que realizan el mismo trabajo que los equipos analógicos de forma más sencilla y menos costosa. La teoría de audio digital muestra claramente que la conversión digital presenta menos errores y menor intromisión de señales externas, generándose así, una señal más fiel a la fuente sonora. (Watkinson, 1995, p.1-79) Sin embargo, el audio digital no ha logrado emular perfectamente varios resultados sonoros característicos del

audio digital, y esto abre temas de discusión entre ingenieros, músicos y audiófilos.

En la actualidad, se encuentran diversos *plug-ins* en el mercado que tratan de replicar el comportamiento de los más famosos y aclamados equipos analógicos usados en el medio, dichas emulaciones consiguen ser cada vez más exactas, por lo que la comparativa entre equipos analógicos y sus homólogos *plug-ins* resulta cada vez más difícil y subjetiva. Los equipos más usados y reclamados, tanto en el entorno digital como en el analógico, son los preamplificadores, compresores y ecualizadores por la importancia de estos equipos durante toda la cadena de tratamiento de una señal de audio y por las características sonoras que aportan, como la coloración y contribución armónica. La respuesta en frecuencia y la distorsión armónica total (THD) son las especificaciones técnicas de las que dependen estas características y que motivan en mayor o menor medida a los usuarios a la hora de comprar un equipo y determinar su uso. Por lo tanto, resulta necesario desarrollar metodologías de medición y análisis para poder comparar de una forma precisa y objetiva las diferentes emulaciones seleccionadas en este trabajo.

### **Marco Referencial**

En la actualidad, el desarrollo de emulaciones *plug-ins* de equipos analógicos avanza de forma incesable; paralelamente, se intensifica la discusión sobre la idoneidad de los modelos digitales frente a los analógicos.

Pese al debate suscitado, se destacan pocas investigaciones capaces de ahondar en las diferencias entre preamplificadores, compresores y ecualizadores analógicos de alta gama y sus emulaciones *plug-ins*. A día de hoy, la decisión en cuanto a la adquisición y manejo de un tipo de tecnología u otra obedece más bien a criterios económicos, más que a evaluaciones o comparaciones técnicas y auditivas.

Se vuelve necesario aclarar las reales diferencias existentes entre equipos digitales y equipos analógicos del mismo tipo; considerando todos los parámetros en discusión y relacionándolos entre sí.

## **Justificación**

Al realizar este estudio, se pretenden presentar de formas cuantificables las propiedades auditivas que suelen otorgar más prestigio a los equipos analógicos mediante diferentes pruebas técnicas y análisis de resultados objetivos y subjetivos; a la vez, se busca desmentir algunos de los mitos propios del ámbito de la ingeniería de sonido, en los que hasta el día de hoy, se menosprecia casi de manera sistemática a las emulaciones digitales.

## **Alcance**

El alcance del estudio comprende las siguientes áreas de la ingeniería en sonido: la electroacústica, el entrenamiento auditivo y la producción musical; dichas áreas que serán de utilidad a la hora de obtener las muestras de audio y analizar los resultados de las pruebas y comparaciones.

Se partirá del desarrollo de procedimientos de medición de parámetros técnicos como THD, distribución armónica y respuesta de frecuencia. Para ello se usarán varias señales con las características tímbricas necesarias para el análisis y comparación de procesamientos analógicos y digitales: tonos puros, ruido rosa y barridos de frecuencia.

Con el fin de comparar estos resultados con preferencias sensoriales se realizarán encuestas auditivas del tipo ABX, usando señales musicales procesadas de forma estética, a un grupo representativo de ingenieros de sonido, estudiantes de ingeniería de sonido y producción musical. Con estos resultados se relacionará la preferencia auditiva de los usuarios con los valores obtenidos de las mediciones técnicas.

Los resultados obtenidos de esta investigación se dirigen a ingenieros de sonidos, productores musicales y profesionales dentro de todas las áreas del sonido pues son quienes usan a diario en su trabajo los equipos analógicos y *plug-ins* y presentan un marcado interés por aclarar sus dudas acerca de la precisión de las emulaciones digitales.



## Objetivos

### Objetivo general

Comparar analíticamente diferentes modelos de procesadores de audio analógicos (preamplificadores, ecualizadores y procesadores de dinámica) con sus homólogos en el entorno digital, midiendo sus parámetros técnicos como distorsión armónica total, respuesta en frecuencia y distribución armónica; y realizar un estudio comparativo de carácter subjetivo para determinar las posibles diferencias auditivas y técnicas entre las versiones software y hardware.

### Objetivos específicos

- Encontrar los límites comparables entre el procesamiento analógico y digital mediante la modificación máxima de los parámetros manejables entre los mismos para determinar hasta qué punto las emulaciones digitales pueden ser usadas sin alejarse de los resultados obtenidos mediante el procesamiento analógico.
- Diseñar y aplicar una encuesta auditiva que muestre la coherencia entre los resultados obtenidos mediante las mediciones técnicas y las preferencias sonoras de ingenieros de sonido y productores musicales.
- Determinar y analizar la relación entre distribución armónica, distorsión armónica total y respuesta en frecuencia en los equipos de audio y cómo esta puede influir en un carácter sonoro que resulte interesante estéticamente entre los profesionales de la industria de la producción musical.

### Hipótesis

Existen diferencias perceptibles auditivamente entre una misma señal cuando es procesada en un equipo analógico o su emulador en *plug-in* debido a la coloración y distorsión armónica propia del ámbito analógico, las cuales hacen que las versiones hardware resulten más atractivas y por lo tanto más

demandadas en los estudios de grabación. A su vez el entorno digital resulta más fiel y preciso en su procesamiento, por lo que se produce un sonido más transparente. Sin embargo, en muchas ocasiones, es esta supuesta perfección la que provoca sonidos menos interesantes estéticamente, por lo que se vuelve necesario emular la forma en que la señal de audio se distorsiona en los equipos analógicos.

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.**

### **1.1. Bases psicoacústicas.**

La percepción del sonido se ve afectada, dependiendo de cada persona, por parámetros no controlables. Esto se debe a la forma en que el cerebro humano procesa la información recibida mediante el sistema de la audición. Existen varios “trucos” que usa nuestro cerebro para compensar información incompleta o simplemente para hacer conocido algún impulso o comportamiento sonoro fuera de lo común.

La psicoacústica estudia todos estos fenómenos y a la vez es muy utilizada en varias áreas del sonido para controlar las experiencias acústicas del oyente; en el caso del desarrollo de equipos digitales y analógicos, conocer las bases psicoacústicas sirve para entender el impacto real que puede tener la presencia o ausencia de armónicos generados en las preferencias sensoriales ante muestras musicales.

#### **1.1.1. Bandas Críticas**

Los primeros estudios sobre bandas críticas fueron presentados por Harvey Fletcher en sus estudios sobre enmascaramiento. Resultan de suma importancia para comprender dicho fenómeno psicoacústico.

Las bandas críticas se pueden considerar como un sistema de filtrado propio del sistema auditivo, que se modifica en función de determinado estímulo, no es constante o fijo. Es decir, si una frecuencia es excitada a la vez que otra frecuencia cercana, sólo una de ellas se percibirá al encontrarse dentro de la misma banda crítica. Este concepto es crucial al hablar de enmascaramiento sonoro, pues es más fácil enmascarar un sonido en presencia de otro que comparte componentes dentro de las mismas bandas críticas.

La ecuación para determinar el ancho de banda de una banda crítica de una determinada frecuencia es la siguiente:

$$BW = 25 + 75(1 + 1.4f^2)^{0.69} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde:

$$f = \frac{\text{Frecuencia determinada}}{1000}.$$

La escala de Bark representa numéricamente a las 24 primeras bandas críticas audibles. Para encontrar el número de Bark perteneciente a una cierta banda crítica se usa la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{26.81 \times f}{1960 + f} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Una vez determinado el número de la escala de Bark, la siguiente tabla indica las frecuencias superior e inferior de la frecuencia central, estas frecuencias presentan una caída de -3dB en relación al valor de amplitud de la frecuencia central.

Tabla 1. Número de Bark.

Bark	$f_c$	$f_l, f_u$	Bark	$f_c$	$f_l, f_u$
0		0	13		2000
	50			2150	
1		100	14		2320
	150			2500	
2		200	15		2700
	250			2900	
3		300	16		3150
	350			3400	
4		400	17		3700
	450			4000	
5		510	18		4400
	570			4800	
6		630	19		5300
	700			5800	
7		770	20		6500
	840			7000	
8		920	21		7700
	1000			8500	
9		1080	22		9500
	1170			10500	
10		1270	23		12000
	1370			13500	
11		1480	24		15500
	1600				
12		1720			
	1850				

Tomado de (Davis, 2013, p. 29)

Debido al funcionamiento de las bandas críticas varios armónicos pueden quedar encubiertos al encontrarse en la misma banda crítica que un armónico con mayor amplitud. Por ello la percepción sensorial cambia y las emulaciones tienden a enfocarse en los armónicos cuya presencia es más notoria para el oído, no simulan la presencia total de armónicos.

Se debe considerar las bandas críticas y el enmascaramiento que se puede ocasionar dentro de las mismas al analizar la distribución armónica presente en un equipo.

### **1.1.2. Umbrales y curvas de audición**

Los umbrales de audición son los límites que definen la percepción de un sonido. Es necesario considerar que los umbrales de audición son totalmente personales y por efectos de la edad o el desgaste anatómico del oído se presentarán modificaciones de hasta -20dB en la percepción auditiva. A la vez los umbrales auditivos no son iguales en bajas y altas frecuencias, a continuación se explican los factores que afectan a la percepción auditiva del ser humano.

#### **1.1.2.1. Umbral de audición**

El umbral de audición determina el nivel mínimo que un sonido debe tener para ser percibido, este umbral se puede ver modificado por afecciones auditivas o pérdida de audición debido a la edad.

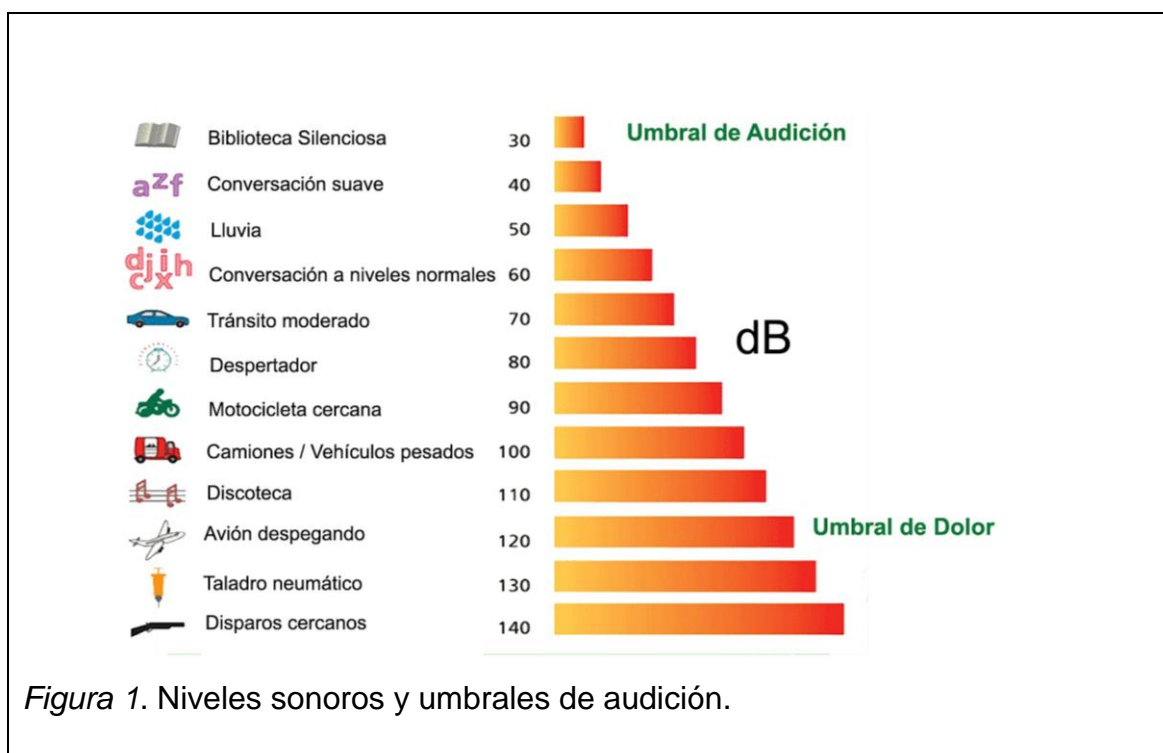
En el umbral de audición se puede tener una pérdida de hasta 20dB que se considera normal, sin embargo, si una persona pierde más de 25dB en su umbral de audición, se debe considerar la presencia de una grave afección auditiva.

Debido a que cada frecuencia se vuelve audible a diferentes niveles se originan los fenómenos de enmascaramiento, estos guardan estrecha relación con las bandas críticas estudiadas con anterioridad.

### 1.1.2.2. Umbral de dolor

Es el límite de nivel sonoro a partir del cual se produce una sensación dolorosa y comienza a causar daños permanentes en el oído interno. Este umbral se encuentra alrededor de los 120dB y existen fuentes con mayor presión sonora como explosiones cercanas de bombas, pero es poco frecuente exponerse a estas fuentes.

La siguiente figura ilustra los niveles y umbrales de audición.



En el siguiente enunciado se explican las curvas de Fletcher y Munson que ayudan a entender de mejor manera el funcionamiento y modificación en el dominio de las frecuencias que tienen estos umbrales auditivos.

### 1.1.3. Curvas isofónicas

Dos frecuencias reproducidas a un mismo nivel son percibidas de diferente manera por el oído humano. Esto se debe a que la anatomía del oído se

estructura de tal forma que las frecuencias que no son de vital importancia para la supervivencia humana, rangos demasiado bajos o demasiado altos, deben tener niveles sonoros más altos para ser percibidas. Las frecuencias medias, propias de la voz humana, son las que se perciben con mayor facilidad.

Se han realizado varias investigaciones que prueban este funcionamiento anatómico, la primera de ellas fue en 1933 cuyos resultados fueron las Curvas de Fletcher y Munson o Curvas Isofónicas, que indican la sonoridad de las frecuencias.

Estas curvas se obtuvieron tras pedir a personas de buena salud auditiva que escucharan un tono puro de 1 kHz a un nivel conocido como 40 dB. Después se expusieron tonos puros en frecuencias diferentes y las personas debían ajustar el nivel hasta que sintieran que este tenía el mismo nivel al que se les presentó el tono de 1kHz en un inicio.

Para diferenciar estos niveles de sonoridad de los niveles de presión sonora se usó la unidad fon, su base está en los resultados a 1kHz donde 20 dB equivalen a 20 fon. Tras la utilización de esta unidad de medida se determinó que el nivel de sonoridad del umbral de audición es 0 fon y el nivel de sonoridad donde empieza el umbral de dolor es 120 fon.

Psicoacústicamente, gracias a estas curvas, se puede determinar qué frecuencia será percibida con mayor facilidad y nivel por una persona al escuchar un sonido complejo.

Al estudiar las propiedades de los procesadores de señales de audio es importante considerar estas curvas, pues afectan a la capacidad subjetiva de los oyentes para apreciar más o menos contenido armónico.

Gracias a estas curvas es posible entender por qué es necesario mayor nivel para sentir las frecuencias bajas.

Estos son los resultados obtenidos tras el primer experimento de Fletcher y Munson:

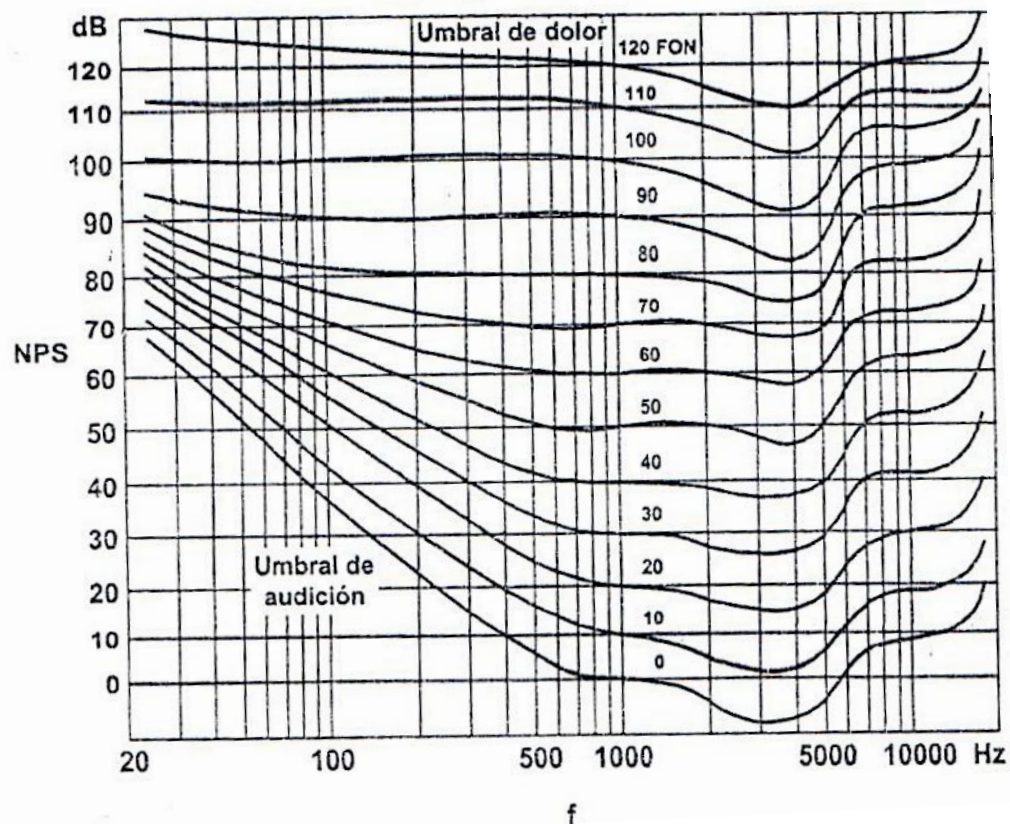


Figura 2. Curvas de Fletcher y Munson.

Tomado de (Miyara, 2003, p. 21)

En esta gráfica se puede ver las curvas resultantes de la investigación de Fletcher y Munson. Es posible notar la relación en dB y en fon. El umbral de audición se encuentra alrededor de 30dB en frecuencias medias y 50dB en frecuencias bajas; y el umbral de dolor está alrededor de 120dB en frecuencias medias y cerca de los 140dB para frecuencias bajas. Las frecuencias altas tienden a ser más fáciles de percibir.



#### 1.1.4. Sonoridad

La sonoridad es una cualidad del sonido relacionada directamente con la amplitud y frecuencia del mismo. Es la sensación de nivel que se percibe.

Al hablar sobre la sensación de nivel se tiende a pensar que esto dependerá mayoritariamente de la amplitud de un sonido, sin embargo si se aumenta la frecuencia de dicho sonido este llega a percibirse como más sonoro. (Miyara, 2003, p. 20).

La sonoridad está directamente relacionada con las curvas isofónicas explicadas con anterioridad, ya que las frecuencias medias tienden a percibirse como más sonoras; esto quiere decir que se perciben con más nivel que el resto de frecuencias en los extremos del rango auditivo.

En este estudio, es fundamental que todas las muestras a analizar posean la misma sonoridad (nivel sonoro) ya que, en caso contrario, las muestras con mayor sonoridad se podrían percibir con más enriquecimiento armónico o directamente podrían ser apreciadas de manera más agradable.

#### 1.1.5. Fonos y Sonos

Son unidades de medida que ayudan a comprender el funcionamiento del nivel de sonoridad. Los fonos son directamente la unidad que representa el nivel de sonoridad y los sonos se usan como unidades comparativas relacionadas directamente con los fonos. Es decir, si se compara dos bandas consecutivas de tercio de octava que se diferencian en 70 fon, al realizar la conversión se encuentra que los sonos de diferencia son una unidad más fácil de interpretar. Utilizamos las siguientes fórmulas para obtener los fonos y sonos correspondientes:

$$Fon = 10\log\left(10^{\frac{Lp1}{10}} + 10^{\frac{Lp2}{10}}\right) \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$Son = 2^{\frac{Fon-40}{10}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde  $Lp_1$  y  $Lp_2$  representan los niveles de las bandas de tercio que se comparan.

#### **1.1.6. Enmascaramiento del sonido**

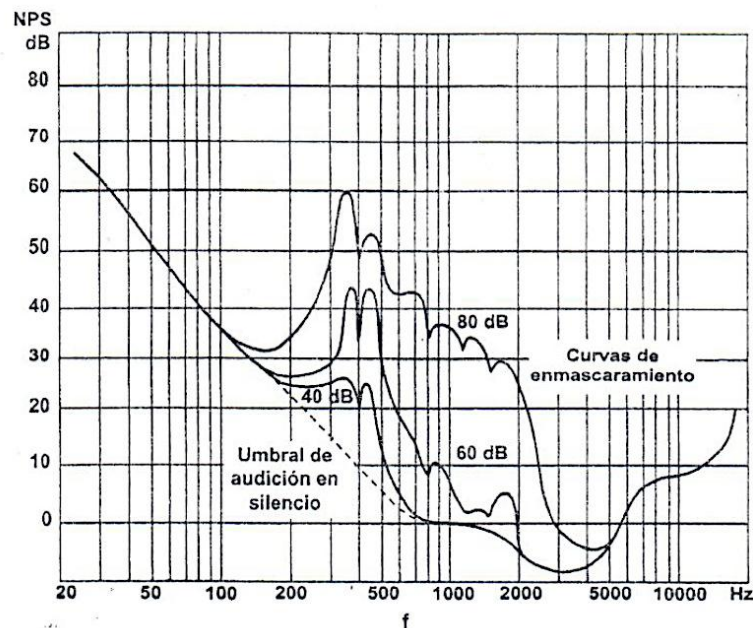
El enmascaramiento del sonido es un fenómeno psicoacústico que afecta a la percepción de un sonido en función de la presencia de otro similar; es decir, uno o varios sonidos pueden volverse menos audibles en presencia de otro. Esto es aplicable tanto para sonidos complejos (ruido de tráfico, música, etc.) como para tonos puros. “Es conocido que dos sonidos se vuelven fácilmente enmascarables si sus frecuencias componentes son las mismas o cercanas.” (Moore, 2013, p. 68).

El enmascaramiento es una propiedad del oído humano, más no del sonido, los sonidos siempre están presentes y es el oído el que discrimina uno u otro haciendo imperceptible al que contiene menos sonoridad.

Este fenómeno se da por el desplazamiento del umbral de audición en presencia de un sonido enmascarante, mientras más amplitud tiene el sonido enmascarante más nivel necesitarán las frecuencias del espectro auditivo para poder percibirse.

Esta característica auditiva resulta útil al momento de desechar información no significativa, es por ello que una de las aplicaciones más comunes del enmascaramiento se da en el audio digital. Se usa comúnmente en formatos de compresión de audio como el *mp3* al poder desechar información presente en grabación de alta calidad que de todas formas no serán escuchadas. (Miyara, 2003, p. 29-30)

En la siguiente figura se aprecian la modificación del umbral de audición en presencia de un sonido máscara de 400Hz a varios niveles; gracias a estas curvas realizadas por Egan, Harold y Hake se toman decisiones para la eliminación de audio no útil.



*Figura 3.* Curvas de enmascaramiento con una frecuencia máscara de 400Hz a varios niveles.

Tomado de (Miyara, 2003, p. 30)

### 1.1.6.1. Enmascaramiento en función del tiempo

El enmascaramiento en función del tiempo sucede cuando un sonido está en presencia del sonido máscara y debido a una diferencia de milisegundos este último enmascara total o parcialmente al primer sonido. “Si el sonido máscara llega entre 5ms y 20ms se considera que existe pre enmascaramiento” (Serrano, 2016, p. 7).

Para que el sonido máscara logre solapar al primer sonido debe tener mayor sonoridad ya que el oído humano da prioridad a aquellos sonidos que percibe como más sonoros.

Es gracias a esta propiedad que se produce el fenómeno conocido como Efecto Hass, en el cual dos sonidos que llegan al oído con una diferencia menor a 35ms no se distinguen como sonidos de procedencia diferente.

Al hablar de enmascaramiento de sonidos complejos se deben considerar otras propiedades, las más importantes son el espectro y el ataque. En estos casos una de las aplicaciones del enmascaramiento temporal es la privacidad de conversaciones dentro de espacios públicos donde la música de fondo sirve como sonido máscara.

#### **1.1.6.2. Enmascaramiento en función de la frecuencia**

Esta clase de enmascaramiento se puede dar con dos sonidos procedentes de fuentes diferentes e incluso en un mismo sonido complejo. Una frecuencia puede enmascarar a otra si comparten la misma banda crítica y el nivel de ambas es similar.

Este concepto es útil para entender porqué algunos armónicos de orden inferior no son percibidos al momento de comparar muestras auditivas con rica presencia de armónicos.

A la vez el enmascaramiento frecuencial puede darse en bandas distintas ya que si un sonido tiene mayor nivel en frecuencias bajas que en frecuencias altas, el espectro de las bajas frecuencias va a ser más notorio.

### **1.2. Audio Digital vs Audio Analógico**

Durante varias décadas ha estado presente la controversia entre audio digital y audio analógico. Siempre ha existido una marcada preferencia por el audio analógico, pero la facilidad tanto en uso como para la adquisición vuelve cada vez más popular al audio digital.

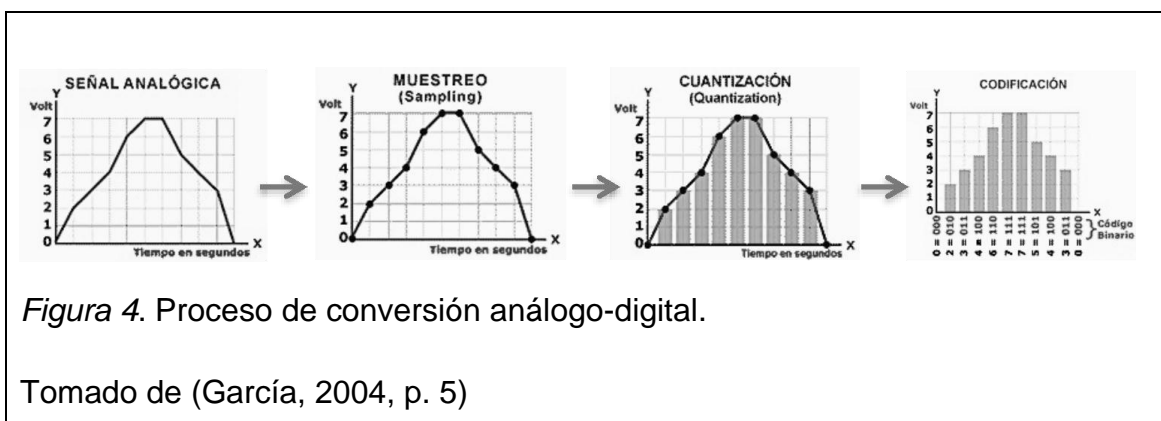
#### **1.2.1. Audio digital**

El audio digital nace como una representación numérica del sonido. Para la conversión digital se usa PCM (*Pulse Modulation Code*) el cual es un procedimiento de emulación que convierte una señal analógica en una secuencia de bits dentro del entorno digital.

En audio digital los pasos de medida para conversión son conocidos como tasa de muestreo (*sampling rate*). Es la cantidad de muestras que se tomarán de una señal acústica para trasladarla al dominio digital. El número de cada muestra es análogo al tiempo en el dominio acústico y la magnitud de cada muestra es análoga al nivel de presión acústica en el micrófono.

El proceso descrito es conocido como Muestreo. El siguiente paso en la conversión digital es la Cuantización; en este paso se otorgan a los valores decimales relacionados con el valor de voltaje o amplitud de presión sonora a los valores muestreados en el proceso anterior.

El último paso es la Codificación, en el cual se procede a otorgar valores binarios propios del dominio digital a los valores obtenidos en el proceso de cuantización, de esta forma la señal queda completamente legible en este entorno.



La fidelidad del audio digital es indiscutible, son los procesos de emulación elegidos por el fabricante lo cuales marcan la diferencia de funcionamiento entre un sistema u otro. El audio digital se vería en total desventaja si el ancho de banda de los sistemas analógicos que emula fuese infinita, ya que de ser así el entorno digital no podría emular perfectamente dicho funcionamiento. Al ser un ancho de banda limitado el entorno digital también establece límites en el funcionamiento que puede emular. Sin embargo, es clave recordar que ningún sistema ni analógico ni digital es ideal, ninguno de ellos representa exactamente la onda sonora que recibe en su entrada.

Es este imperfecto el cual otorga el *color* propio de los sistemas analógicos debido a que son sistemas con tendencia a sumar armónicos a una señal; y los sistemas digitales actuales emulan dicha suma de armónicos.

*Nota:* El *color* o *calidez*, de un equipo o señal sonora hace referencia a la cantidad de armónicos que otorga un equipo o señal, lo cual provoca que el oído humano perciba este sonido como más agradable y de mayor profundidad en bajas frecuencias. Ambos términos están presentes a lo largo de todo este trabajo.

### **1.2.2. Método *In the box*.**

El método de mezcla *In the box* es un conocido y actualmente muy usado método de procesamiento. El término *In the box* se usa porque la suma de señales para la pista final de una mezcla se realiza dentro de la DAW (*Digital Audio Workstation*), sin intervención de sumadores analógicos periféricos.

Desde los inicios de los sistemas de audio digital funcionales, aproximadamente en 1995, se han presentado grandes avances en esta área. Cada vez hay mejores emulaciones digitales de equipos analógicos. Problemas como la latencia de los *plug-ins*, los problemas de *headroom* y rango dinámico, así como la escasa capacidad de procesamiento a tiempo real se han solucionado al mejorarse los sistemas digitales en general. Gracias a esto el método de mezcla *in the box* se ha convertido en algo común, además de ser un sistema sumamente cómodo al no requerir de grandes espacios para almacenamiento de equipos, se ha vuelto conveniente de forma económica ya que al mismo precio de equipos analógicos de alta gama es posible adquirir una enorme cantidad de *plug-ins* totalmente funcionales y útiles.

Dejando de lado la controversia siempre presente al trabajar en el entorno digital y el deseo de los ingenieros de mezcla por poseer equipos analógicos de alta gama, los trabajos realizados *in the box* se consideran totalmente profesionales.

Las decisiones sobre el sistema que se va a usar para mezclar dependen de la preferencia de cada ingeniero, entre las posibilidades actuales tenemos:

mezclar *In the box*, mezclar con periféricos, mezclar de forma híbrida usando tanto *plug-ins* como equipos analógicos o pasar únicamente la pista final, totalmente procesada con *plug-ins*, por un sumador analógico. En la actualidad, habiendo tantas opciones, es absolutamente personal la forma en que se usan los equipos sean analógicos o digitales. Citando a Dave Pensado: “Muéstrenme a un hombre a quien no le guste un formato en particular y les mostraré a un hombre que no sabe cómo usarlo.”

Así como hay muchísimos trabajos discográficos ganadores de premios Grammy que han sido mezclados en famosos estudios con gran equipamiento analógico, comienzan a aparecer trabajos realizados *In the box* totalmente competitivos.

De la misma forma que un *plug-in* no suena exactamente igual que su homólogo analógico, dos equipos analógicos no van a sonar iguales entre sí; estos son conceptos subjetivos. Es posible comparar técnicamente los tres casos y justificar sus diferencias, pero la decisión final depende absolutamente de quién los prueba, los escucha y los elige.

### **1.2.3. Ventajas del audio analógico**

El audio analógico se ha vuelto cada vez más codiciado desde la aparición de los sistemas digitales. A su vez debido a los componentes eléctricos necesarios para mantener la fidelidad del sonido el precio de los equipos analógicos es realmente alto.

Dentro de las ventajas que presenta el audio analógico en la industria de la producción musical se tienen las siguientes:

- La distorsión armónica presentada por los equipos analógicos es deseada debido a que aporta color y calidez en la señal que se está procesando.
- Al aplicar distorsión por saturación en equipos analógicos la señal no se destruye, no existen recortes bruscos que se vuelven desagradables; de hecho empieza a presenciarse una especie de compresión armónica que le otorga mayor calidez sonora a la señal procesada. Destruir una señal en equipos analógicos es realmente difícil. Esta propiedad es algo

incomparable al audio digital, pues al saturarse, la distorsión digital es realmente desagradable.

- Con el uso y el paso de los años los equipos analógicos tienden a modificar sus propiedades, dependiendo del cuidado al que se han visto expuestos, estas modificaciones pueden ser agradables y se vuelven distintivas. Ningún equipo analógico tendrá el mismo sonido que otro sin importar que sean de la misma marca; esto hace que cada equipo se vuelva una adquisición única.
- Se pueden obtener diferentes tipos de coloración sonora en un mismo equipo gracias a los aspectos físicos que influyen en el funcionamiento de su circuitería, entre ellos la temperatura ambiente y la temperatura interna del equipo; este es un factor que influye mucho en el sonido final del procesamiento. Dichos elementos no son controlables en el audio digital, este entorno permite menos exploración por parte del usuario para conseguir diferentes sonoridades con un mismo *plug-in*. (Liljeblad, 2016, p.1)

#### **1.2.4. Distorsión y suma armónica**

En las especificaciones técnicas de todo equipo se encuentra el conocido parámetro THD (*Total Harmonic Distortion*), este indica cuánta distorsión tiene una señal al ser procesada por dicho equipo y se determina midiendo la amplitud de los armónicos que se forman a partir de una señal de entrada sinusoidal, habitualmente de 1kHz, en función de esta frecuencia fundamental.

La mayoría de estos armónicos no se vuelven desagradables al oído, solo entregan mayor color a la señal procesada. Sin embargo, al considerar que los sonidos comúnmente procesados no son tonos puros, sino que son sonidos compuestos por varias frecuencias fundamentales, se nota que cada fundamental va a tener sus propios armónicos y se crearán armónicos de orden diferente; este fenómeno puede contribuir a un incremento de la distorsión por intermodulación (IMD, *Intermodulation Distortion*).

El IMD puede resultar desagradable al oído humano al tratarse de la aparición de armónicos que resultan de la suma y resta de los armónicos propios de las



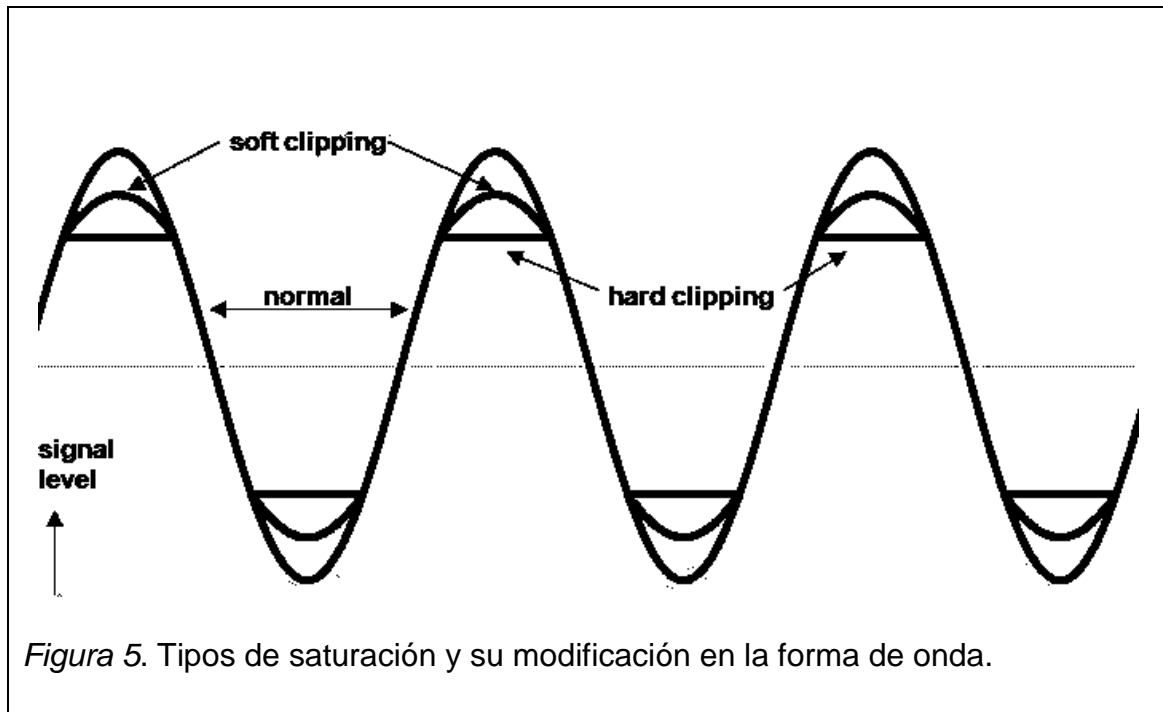
frecuencias fundamentales presentes en un sonido. Es por ello que, incluso en los equipos que mayor coloración presentan, se evita que el valor de IMD sea excesivo. A mayor THD, mayor distorsión por intermodulación se va a tener, volviendo mayor el riesgo de convertir una señal musical en algo desagradable y poco trabajable en el ambiente de la producción musical.

Se debe considerar que ambos tipos de distorsión no son lineales, es por ello que mientras menor sea la señal de entrada menor será la distorsión resultante y viceversa. En casos de señales de entrada muy bajas, la distorsión será despreciable al quedar los armónicos por debajo del umbral audible. De la misma manera, armónicos de orden muy superior y poca amplitud quedarán enmascarados debido a los fenómenos de enmascaramiento temporal y frecuencial, siendo objeto importante de estudio únicamente los armónicos audibles y representativos que se pueden presentar en una señal.

No siempre la distorsión es algo que no se desea, es por ello que el THD y distribución armónica de los equipos analógicos es el principal elemento a emular en los *plug-ins*, siendo estos los responsables de la sonoridad que producirán los equipos en diferentes señales, ya que cada equipo al depender de su respuesta armónica será de mayor utilidad para procesar un instrumento en específico teniendo en consideración el contenido armónico propio de la señal en cuestión.

Los extremos de la distorsión armónica y por intermodulación se vuelven desagradables incluso en el entorno analógico, esto se conoce como saturación y si se evita producir este efecto al trabajar con equipos análogos es aún más evitada en el entorno digital, pues la saturación digital es mucho más desagradable. En cuanto a la saturación tenemos los efectos conocidos como *soft clipping* y *hard clipping*, para saturaciones ligeras y saturaciones fuertes. Muchas veces el *soft clipping* puede pasar desapercibido ya que no resulta del todo molesto al no destruir la señal, la modifica pero no la vuelve totalmente inmanejable, especialmente si se produce en el entorno analógico. El *hard clipping* es propio del entorno digital, y es la saturación más fuerte y que destruye a la señal de audio como tal; presenta un recorte fuerte en la forma de

onda, volviéndola rectangular y con esto se agregan armónicos pares e impares a niveles altos.



### 1.3. Emulaciones en *plug-ins*

Las emulaciones *plug-in* nacen a raíz del alto costo y poca accesibilidad de los más renombrados instrumentos, en su mayoría sintetizadores o pianos. Empezando con el uso de plataformas digitales como Logic y Pro Tools los desarrolladores optaron por emular a los famosos instrumentos y equipos análogos usados en la producción musical.

Las primeras emulaciones fueron de instrumentos virtuales siendo una de las más famosas la emulación del órgano Hammond B3 por parte de Native Instruments con su B4.

Con el paso del tiempo se siguieron emulando instrumentos, sintetizadores, amplificadores y efectos de guitarras, baterías en sus respectivos cuartos, etc. así aparecieron las emulaciones de equipos de rack analógicos. De esta forma un equipo o instrumento que podría costar hasta 10 000 dólares podía ser reemplazado por su *plug-in* de alrededor de 200 dólares. En varias pruebas

A/B los usuarios han sido incapaces de distinguir el *plug-in* del equipo. (Delicious Audio, 2012, p. 1)



Figura 6. El *plug-in* B4 de Native Instruments

### 1.3.1. Aparición de los *Home Studio*.

Tras la popularización de la mezcla *in the box*, junto con el desarrollo de los *plug-ins* e instrumentos virtuales aparece otra tendencia en el mundo de la producción musical: los *Home Studio*.

Al ser evidente que cada vez es menos necesario tener muchos equipos y a su vez amplios espacios donde se almacenarían los mismos para realizar trabajos profesionales de alta calidad, varios ingenieros optan por tener su propio estudio en casa. Basta un sistema informático con suficiente memoria y rapidez, altavoces con reproducción de alta fidelidad; dado que el acondicionamiento acústico será mínimo al compararlo con grandes salas de mezcla e incluso se pueden realizar trabajos pequeños de grabación con un espacio no tan grande acondicionado para este fin. La calidad de la mezcla, la reamplificación y demás trabajos se pueden realizar con una inversión en *plug-ins* que definitivamente será mucho menor que adquirir un amplio arsenal de equipos analógicos para mezcla.

Pensar en un *home studio* lleva inevitablemente a relacionarlo con mezclas *in the box*. En un principio ambas técnicas eran muy criticadas y tomadas por no profesionales o cuando mucho semi-profesionales. Al mejorar las emulaciones y la técnica esto se ha vuelto una realidad en el mundo profesional ya que los resultados finales dependen únicamente del ingeniero y de su forma de usar lo que tiene más no necesariamente de cuántos equipos analógicos posee.

### **1.3.2. Primeros *plug-ins*.**

Los primeros *plug-ins* desarrollados fueron parte del entorno de edición de imagen en el programa Photoshop, posteriormente se adaptaron los mismos para agregar efectos de video (y audio) entrando así dentro de la rama de este estudio. (Collins, 2003, p. 9)

En el mundo del audio digital los primeros *plug-ins* fueron emulaciones de instrumentos virtuales, como se dijo anteriormente, con el *plug-in* de Native Instruments B4, de esta manera las emulaciones que lo siguieron fueron mayoritariamente sintetizadores y pianos, seguidos por amplificadores y pedales de guitarra.

En cuanto a *plug-ins* usados para mezcla de audio, la compañía Digidesign fue una de las primeras en incluir dentro de sus plataformas de trabajo la opción de incorporar *plug-ins* para procesamiento y efectos sobre pistas de audio. Waves Inc. no tardó mucho en comenzar a desarrollar *plug-ins* adaptados para las plataformas Digidesign; y hoy en día son parte de los *plug-ins* más usados dentro de las plataformas de trabajo de audio.

Los primeros *plug-ins* desarrollados por Waves fueron el compresor C1, el limitador L1, el emulador de imagen estéreo S1 y el ecualizador Q10 para el software Sound Designer II. Pronto compañías como Antares y Arboretum se unieron en la creación y desarrollo de procesadores de señal como el Multiband Dynamics Tools y generadores de efectos especiales como el Hyperprism. (Collins, 2003, p. 9).

Se considera que en 1995 fue cuando los entornos digitales de procesamiento de audio comienzan a ser realmente competitivos y en 1996 apareció la primera versión de lo que hoy en día es la plataforma de audio usada por

excelencia en el medio profesional: Pro Tools TDM (*Time Division Multiplexing*). Digidesign es la compañía que deja de lado su desarrollo enfocado en Sound Designer II y vuelca todos sus esfuerzos en la plataforma de Pro Tools.

Las primeras emulaciones VST (*Virtual Studio Technology*) aparecen con la primera versión de Cubase VST que incluyó todo un arsenal de *plug-ins* propios en formato VST. Con esto, para 1997 varios desarrolladores empezaron a priorizar los formatos TDM y VST para ser competitivos en las dos plataformas más usadas en la época: Pro Tools y Cubase. Los costos de entonces eran relativamente bajos y se debe considerar que la calidad de las emulaciones también era baja.

Con el paso de los años se han desarrollado incluso *plug-ins* de uso abierto ofreciendo una inmensa cantidad de emulaciones tanto de instrumentos como de procesadores y efectos de audio. Podemos encontrar los *plug-ins* que funcionan propiamente como emulaciones de equipos analógicos y también *plug-ins* que nada tienen que ver con emulaciones pero que ofrecen un sonido de alta calidad.

### **1.3.3. UAD *Plug-ins*.**

Como se dijo anteriormente con el paso de los años varias compañías comenzaron a desarrollar *plug-ins* para entrar en este mercado. Entre ellas Universal Audio.

Aproximadamente en la primera década del 2000 estos *plug-ins* se volvieron sumamente codiciados. Son anunciados como “el verdadero sonido de lo análogo”. Con ello podemos notar el porqué de su popularidad, ofrecen gran variedad de emulaciones que son conocidas por su cercanía con los equipos analógicos.

El fundador de Universal Audio, M.T. “Bill” Putnam Sr. también fundó otras dos compañías de audio: Studio Electronics y UREI, en las cuales diseñó y construyó muchos de los famosos equipos análogos para procesamiento de audio, entre ellos el compresor 1176 y la consola de grabación a tubos 610 (dos de los seis equipos usados en este estudio). Putnam fundó varios estudios de grabación exitosos y es gracias a ellos y a su creatividad que logró diseñar

muchos equipos y consolas para grabación que dieron paso a la innovación en este proceso. Por esta razón en el 2000 recibió un premio Grammy póstumo por Logros Técnicos. (UAD, 2016, p. 1)

Tras la reinauguración de Universal Audio en 1999 con el ideal de los hijos de Putnam de dar vida nuevamente a los equipos diseñados por su padre cuidando la fidelidad sonora de los mismos y a la vez con el auge de los *plug-ins*, los ingenieros de esta compañía volcaron sus esfuerzos también en conseguir emulaciones *plug-ins* tanto de sus propios equipos como de hardware famoso de otras marcas que no dejen nada que desear al ser comparados. Cabe recalcar que el *plug-in* de UAD del ecualizador Manley Massive Passive es el único que consiguió que la ingeniera dueña del diseño de este ecualizador aprobara su distribución al probarlo y corroborar su fidelidad con respecto al equipo análogo.

Es por ello que este estudio se basa en los *plug-ins* de Universal Audio, debido a que últimamente están invadiendo el mercado profesional del sonido.

#### **1.3.4. Modelamiento Físico.**

El modelamiento físico consiste en la emulación de circuitos físicos mediante algoritmos y fórmulas matemáticas. En el aspecto de la emulación de equipos usados en la producción musical este modelamiento no es sólo científico sino artístico, es decir principalmente se trata de emular la sonoridad de un equipo, instrumento o efecto.

En el modelamiento físico hay factores que no se consideran, en este caso, el factor que se excluye es el cambio en la sonoridad del procesamiento que los equipos adquieren con el paso del tiempo.

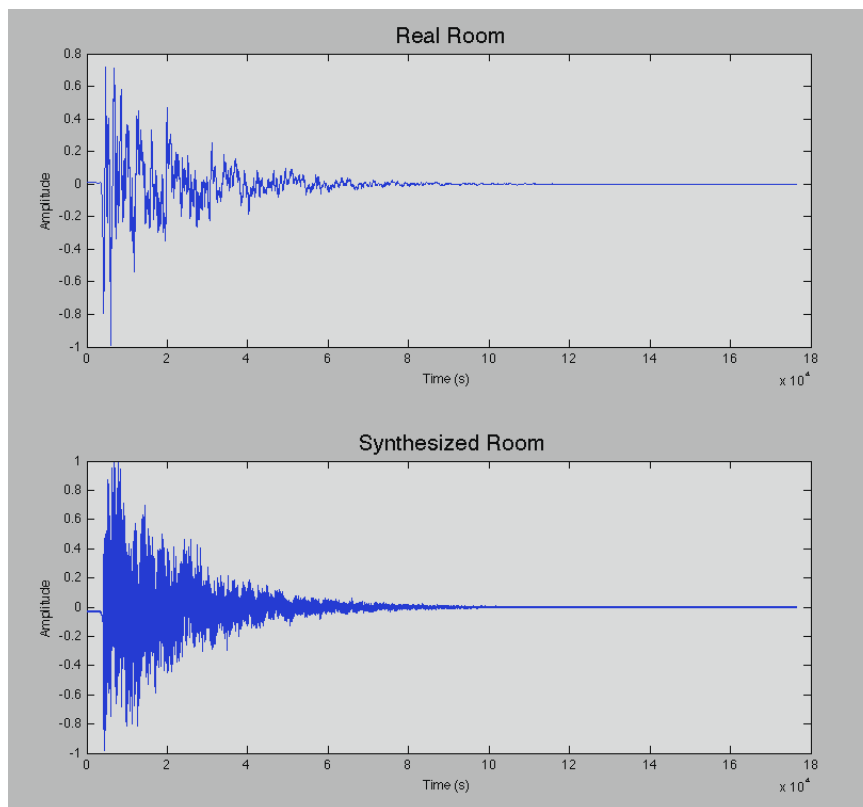
A continuación se nombrará brevemente los procesos usados durante el modelamiento físico, dependiendo del técnico se pueden descartar ciertos procesos en función de los resultados buscados.

##### **1.3.4.1. Respuesta de Impulso**

La respuesta de impulso es uno de los parámetros más importantes en el modelamiento de circuitos. Esta estudia el comportamiento del circuito

dependiendo de la señal de entrada. La señal de entrada es el impulso y la señal de salida resultante tras pasar por el circuito es la respuesta de impulso. Estudiando la relación entre ambas señales, y probando con varias de ellas; se encuentra una tercera señal que viene a representar el circuito como tal. A este proceso se lo conoce como convolución.

La respuesta de impulso depende particularmente de cada señal que se procese y a la vez del equipo que se desea modelar. Específicamente el análisis de respuesta de impulso resulta de mayor utilidad para la emulación de reverberaciones.



*Figura 7.* Respuesta de impulso de una señal en un cuarto real y de su modelamiento.

Tomado de (Marcolini, Chemistruck. 2011, p. 1)

#### 1.3.4.2. SPICE

SPICE (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*) es una herramienta de suma utilidad para el modelamiento físico. Es un programa que permite simular circuitos electrónicos en el computador, ver la forma de onda que pasa a través del circuito y a su vez ayuda a la obtención de las ecuaciones para Voltaje vs Tiempo o vs Frecuencia en sus dos tipos de análisis: de Transiente y Análisis AC. Dependiendo del software de SPICE que se use se puede tener también análisis DC, de Sensibilidad, Ruido y Distorsión. (eCircuit Center, 2002).

Gracias a estas características, SPICE viene a ser un programa de suma utilidad para modelar equipos de audio ya que con este programa se puede obtener valores de las características que más influyen en el sonido resultante de procesar señales sonoras.

SPICE funciona de una forma bastante sencilla: se realiza una descripción del circuito en un archivo de texto *.cir* aunque también permite dibujar el circuito volviendo así más fácil su simulación. Se pone a correr dicha simulación y como resultado se obtendrá un archivo de texto con todos los análisis que se pidió realizar al programa, también permite ver la modificación de la forma de onda mientras pasa por el circuito en estos resultados.

Al ser un software libre permite mejoras y acceso sencillo.



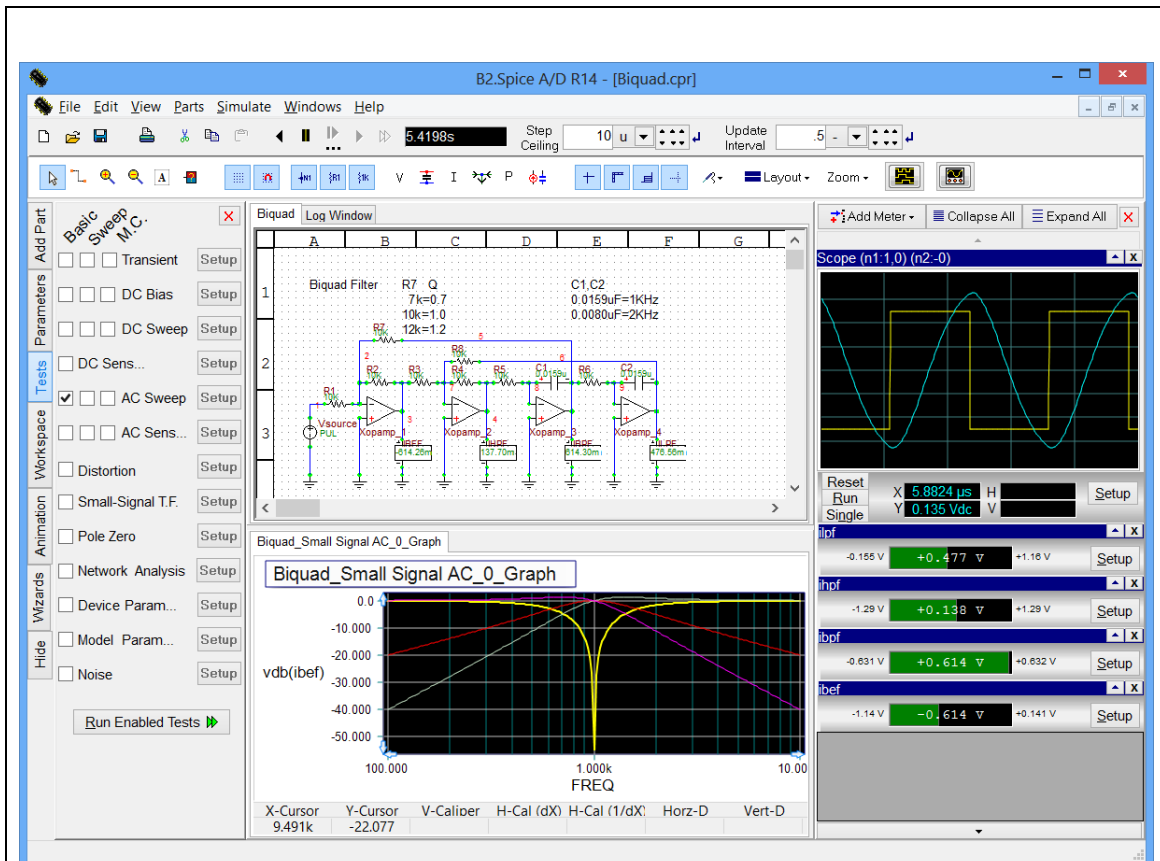


Figura 8. Captura de pantalla de SPICE.

Tomado de (EMAG Technologies Inc., 2014)

### 1.3.4.3. Sistemas lineales y no lineales

La linealidad de un sistema está directamente relacionada a su entrada versus su salida. Es decir, cuando se habla de procesamiento de señales, si el sistema es lineal va a cambiar a la señal solamente en amplitud y fase en su salida; pero si el sistema es no lineal, además aumentará armónicos a la señal de entrada en su salida.

Comprender la linealidad del sistema de circuitos de un procesador de audio es muy importante al momento de modelarlo. La mayoría de los equipos no tienen un sistema lineal pues aumentan distorsión armónica en mayor o menor medida. El modelamiento de dicha distorsión es de vital importancia para lograr la sonoridad necesaria al emular un equipo, ya que más o menos distorsión

podría resultar desagradable para el ingeniero que compara el equipo hardware versus el *plug-in* del mismo.

### **1.3.5. Procesos de Emulación**

La emulación es el paso principal en la elaboración de *plug-ins*. Como se ha explicado previamente, emular significa crear un sistema digital que simule lo más cerca posible el comportamiento de un sistema analógico.

En la emulación de *plug-ins* hay dos métodos principales usados por los desarrolladores, como se dijo anteriormente uno de ellos es la modelación del circuito con ayuda de software como SPICE para la obtención de ecuaciones, algoritmos y funciones de transferencia que permiten la simulación del procesamiento de la señal de entrada vs señal de salida. Otro proceso muy usado es pasar a través de un equipo varias señales diferentes usando todas las configuraciones permitidas por el equipo para ver los cambios producidos en la salida del mismo con el fin de desarrollar un código DSP que permite la emulación del sistema. Muchas veces se combina ambos procesos acompañados de intensas sesiones de escucha para tener el resultado más cercano posible. (Lambert, 2010, p.1,).

Es necesario comprender varias características de emulación que pueden afectar en la comparación crítica de un equipo análogo y un *plug-in*.

#### **1.3.5.1. Problemas de distorsión**

La distorsión es una de las bases fundamentales en la emulación de equipos analógicos. Esto se debe a que la distorsión es uno de los principales parámetros que otorgan una característica sonora agradable a los equipos analógicos (propia de sistemas no lineales). Varios ingenieros de desarrollo de equipos coinciden en que, es la no linealidad de un sistema analógico lo que le da su característica única y lo hace tan codiciado.

Mientras menos lineal sea el sistema (más distorsión armónica aporta) más complejo se vuelve su circuito, más difícil su construcción y más deseado se vuelve el equipo. Esta complejidad de creación se traduce también en los algoritmos necesarios para emular el sistema. Hoy en día en las emulaciones

*plug-in*, se han desarrollado algoritmos que logran emular la distorsión de los equipos hardware pero no logran la simulación perfecta de este comportamiento.

Muchas veces esta distorsión se obtiene por los tubos o válvulas incluidas en los circuitos de equipos de audio como compresores y preamplificadores, siendo una distorsión cálida y muy codiciada para el procesamiento de señales sonoras. Este tipo de distorsión es el *soft clipping*, mencionado con anterioridad, que al no modificar totalmente la forma de onda induce la presencia de armónicos pares que resultan agradables al oído. La distorsión típica de los sistemas digitales (*hard clipping*) suele convertir la onda sonora (típicamente sinusoidal) en una onda rectangular con alta presencia de armónicos impares a diferentes amplitudes, esta es la razón de porqué esta clase de distorsión se percibe como desagradable.

Por estos motivos la distorsión armónica y la distribución armónica son parámetros de suma importancia al comparar los equipos, a su vez serán determinantes en la percepción de quienes realizaron las encuestas auditivas para esta investigación.

#### **1.3.5.2. El método Black-Box.**

El método Black-Box para emulación de equipos analógicos consiste en pasar por el equipo a emular varias señales y medir las diferencias presentes en comparación a la señal de salida que se obtiene para así crear la función de transferencia que emule lo más cerca de la perfección el funcionamiento del circuito del equipo en cuestión.

Collin McDowell de McDSP, en una entrevista para la revista Sound On Sound dice lo siguiente: “El proceso de modelamiento tiene completamente un acercamiento *black-box*: enviamos una variedad de señales dentro del sistema, medimos como han sido afectadas a la salida, y entonces comenzamos el trabajo de crear un proceso en software que haga la misma cosa. Algunas señales de entrada son muy simples, y otras son complejas, pero la idea detrás de cada una es resaltar una característica del equipo que estamos modelando”.

En el mismo artículo McDowell explica que en este método es crucial diferenciar cuáles son los artificios que se pueden crear por la señal que se usa para procesar y no son propios del equipo, o mejor aún determinar la forma correcta de crear señales que estén dentro del rango óptimo de trabajo del equipo para explotar sus características.

Con respecto a otras formas de modelamiento que se hacen circuito por circuito McDowell opina: “Con el modelo Black-Box, estás recreando algo basado en nada más que el conocimiento de qué va dentro y qué sale de la caja (equipo).”

El paso siguiente en este método es la convolución, sea esta mediante un algoritmo o el desarrollo de un código DSP.

### **1.3.5.3. Convolución dinámica.**

La convolución dinámica es parte del proceso de emulación, sea este mediante el método Black-Box u otros, que es principalmente usada para el modelamiento de compresores.

Se basa específicamente en el análisis de respuesta de impulso de un equipo, y una de sus mayores ventajas es que se puede llegar tan cerca como se desee del análisis de comportamiento, dependiendo de las pruebas o señales que se usen para comparar entrada versus salida.

Al utilizar este método se volverá necesario usar la interpolación debido a que el tiempo y los recursos no permiten crear respuestas de impulso para cada configuración del equipo. (Blomgren, 2012, p. 6).

Es por ello que este proceso se vuelve parte del método Black-Box al ayudar a la precisión del mismo.

Se debe considerar que cada parámetro de un equipo reacciona de diferente manera ante la emulación, varios desarrolladores coinciden en que los parámetros estáticos como los botones son más sencillos de emular que las perillas rotatorias, siendo las emulaciones de estas más precisas en los extremos que en los puntos medios y el factor de deterioro temporal sigue siendo parte importante en el debate del funcionamiento de los *plug-ins* versus los equipos análogos.

En este estudio se cuenta con un mismo equipo en su versión más vintage y en una versión relativamente nueva para compararlo con el *plug-in* y se observará en los resultados que las diferencias debido al desgaste temporal son sumamente notorias, especialmente en cuanto a distorsión armónica.

#### **1.4. Equipamiento seleccionado.**

Dentro de los equipos seleccionados se encuentran dos procesadores de dinámica (compresores), dos ecualizadores y dos preamplificadores. Se seleccionaron estos equipos considerando su popularidad en el medio de la producción musical, su disponibilidad para su uso en este estudio y la cantidad de emulaciones existentes.

##### **1.4.1. Preamplificadores**

Los preamplificadores se inventan debido a que surge la necesidad de obtener mayor voltaje de entrada en las señales durante el proceso de grabación.

En el entorno del sonido, los amplificadores y preamplificadores deben ser fieles a la señal, o al menos en apariencia, por lo que en el diseño de circuitos se trabaja con valores de sobrecarga y la señal de salida no debe presentar recortes drásticos. Cuando se hacen pruebas con ondas sinusoidales, en un circuito ideal, la señal de salida debería ser la misma señal sin armónicos extras. En los circuitos reales se tolera una distorsión armónica total entre el 0.02% y el 0.05%. Sin embargo, en muchos equipos utilizados comúnmente, la distorsión armónica es mayor y es precisamente esta propiedad la que confiere características sonoras específicas a un equipo.

Los preamplificadores de audio suelen ser el primer elemento que procesa la señal en una cadena de grabación, considerando las cualidades que este equipo otorga a la señal de entrada proveniente del micrófono. Eleva la señal hasta un nivel óptimo de trabajo (nivel de línea) y actualmente la coloración que aporta un preamplificador a una señal se vuelve uno de los parámetros en mayor consideración al momento de adquirir o seleccionar un equipo para ser usado en un estudio profesional de grabación y mezcla de audio.

Los dos preamplificadores estudiados son sencillos de manejar. Cuentan con los parámetros de ajuste básicos como son ganancia de entrada y salida, controles de impedancia, atenuación e inversión de polaridad. Esta simplicidad ayuda a enfocar el análisis en las características reales que aportan estos previos.

#### **1.4.1.1. Neve 1073 DPA**

El preamplificador Neve 1073 DPA incluye dos de los famosos preamplificadores de micrófono Neve en un solo espacio de rack. En sus inicios el 1073 se hizo popular por ser de los primeros preamplificadores a transistores. Es por ello que es uno de los equipos más deseados en los estudios de grabación.

Es usado principalmente en la grabación de voces, guitarras e instrumentos acústicos en general, debido a que al tener un circuito de transistores su coloración se considera limpia (característica propia de esta clase de circuitos) ya que el valor del THD que genera es considerablemente bajo.

Pese a la popularidad conocida de los equipos Neve, esta unidad en específico ha reportado algunos comentarios negativos, en su mayoría aseguran que la unidad no tiene el sonido *vintage* del modelo *channel strip* 1073 original (parte de muchas consolas Neve como la 8014) pero esto puede deberse principalmente a que, como bien es sabido, los equipos análogos comienzan a presentar diferente coloración y calidez con el paso de los años y el desgaste.

La unidad Neve 1073 DPA usada en este estudio es un equipo relativamente nuevo, en el momento de realizar las pruebas tenía poco más de un año de uso desde su adquisición. También cabe recalcar que el uso que se le da dentro de la universidad es continuo, tanto en las clases como en las grabaciones de los proyectos individuales por parte de los alumnos.

De acuerdo a los datos especificados por el fabricante, este módulo no incluye la sección de ecualización del módulo 1073 original pero es la circuitería exacta del preamplificador.

La coloración de este preamplificador es muy ligera y se menciona mucho que aporta un sonido con calidez *aterciopelada* a instrumentos como los

mencionados con anterioridad, que usualmente son usados para composiciones suaves y delicadas. La mayor parte de la carga armónica que da el 1073 se concentra en el segundo y tercer armónico. Tras las pruebas previas realizadas se concluyó que el nivel de dichos armónicos en el equipo en rack depende de la señal de entrada, es decir, cuanto más alto es el nivel de entrada, mayor resulta la presencia de los armónicos.

En el panel frontal del Neve 1073 DPA se tienen los siguientes controles:

- *Gain*: Perilla roja de selección de nivel de entrada. Tiene valores de ganancia de entrada para señal de micrófono que abarcan desde los -20dB hasta los +80dB y para señal de línea desde los -20dB hasta los +20dB. La selección de nivel se produce en pasos de 5dB.
- Interruptor de impedancia: Permite seleccionar entre Lo-Z (300 ohm) y Hi-Z (1200 ohm), estas opciones son utilizadas con fines estéticos pues varían levemente la carga armónica del equipo.
- Botón de +48V: Alimentación *phantom* para micrófonos de condensador.
- Botón de inversión de polaridad.
- *Trim*: Perilla rotatoria para el control del nivel de salida.



Figura 9. Panel frontal y posterior del Neve 1073 DPA.

Se puede ver en la figura anterior que el panel posterior del equipo presenta entradas y salidas específicas para nivel de línea y de micrófono. Es gracias a esta selección que los niveles de impedancia necesarios para cada entrada se

ajustan y por ello el interruptor de selección de impedancia en el panel frontal funciona como un selector de coloración.

Tabla 2. Especificaciones Técnicas – Neve 1073 DPA

<b>Impedancia de entrada</b>	Interruptor Mic: Line:	300 ohm o 1200 ohm 20 kohm
<b>Respuesta en frecuencia</b>	Ganancia 60dB en 600 ohm +/- 0.5dB	20 Hz a 20kHz
	Ganancia 60dB en 600 ohm +/- 3dB	20 Hz a 40kHz
<b>EIN</b>	Ganancia Mic 60dB	< -125dB
<b>THD + Noise</b>	Entrada -20dBu en 600 ohm en 50Hz a 10kHz	< 0.07%

#### 1.4.1.2. Universal Audio 610B

El preamplificador Universal Audio 610B es un popular previo a tubos, no presenta una coloración exagerada, sin embargo, puede otorgar sutiles diferencias de timbre al manipular sus perillas de entrada y salida.

Al igual que en el caso del Neve 1073 DPA, los interruptores de variación de impedancia de entrada que presenta el previo pueden ser usados con fines puramente estéticos aportando diferentes características tonales.

La versión de rack de este preamplificador se deriva del diseño original de Putnam en la consola 610; según sus diseñadores, la circuitería es exactamente la misma que la de los preamplificadores de dicha consola.

El 610B tiene una coloración bastante suave considerando que es un equipo a tubos, esto conlleva a que se aplique sobretodo en voces, instrumentos acústicos y en géneros ligeros que no requieran una distorsión exagerada. Dado que el equipo posee una entrada de instrumento (*Hi-Z*) se usa también como una caja DI para guitarras y especialmente para bajos ya que aporta una carga armónica que favorece su mezcla.



El previo usado en esta investigación no es el 610B solo, es el híbrido UAD 6176, que es un *strip channel* que contiene el preamplificador 610 y el compresor 1176LN de Universal Audio. Se permite el uso de estos módulos de forma independiente y no solo en serie como un *strip channel*. Técnicamente, la circuitería mixta no afecta su uso por separado, es decir, el hecho de evitar utilizar el compresor no implica que se alteren las características de procesamiento propias del preamplificador 610B.

Los ajustes que permite este previo en su panel frontal son los siguientes:

- **Gain:** Permite seleccionar el nivel de entrada por pasos de 5dB desde -10dB hasta +10dB.
- **Perilla de selección de impedancia:** Permite seleccionar la impedancia de entrada de Mic, Line y HiZ. En este estudio se usó la señal de entrada de Mic que permite las opciones 2.0k ohm y 500 ohm, siendo la de 500 la que aportaba mayor color a la señal.
- **Interruptor de Pad:** Permite atenuar -15dB a la señal de entrada.
- **Interruptor de inversión de polaridad.**
- **Level:** Perilla que selecciona el nivel de salida desde 0dB hasta 10dB.
- **Sección de ecualización:** No usada en este estudio.

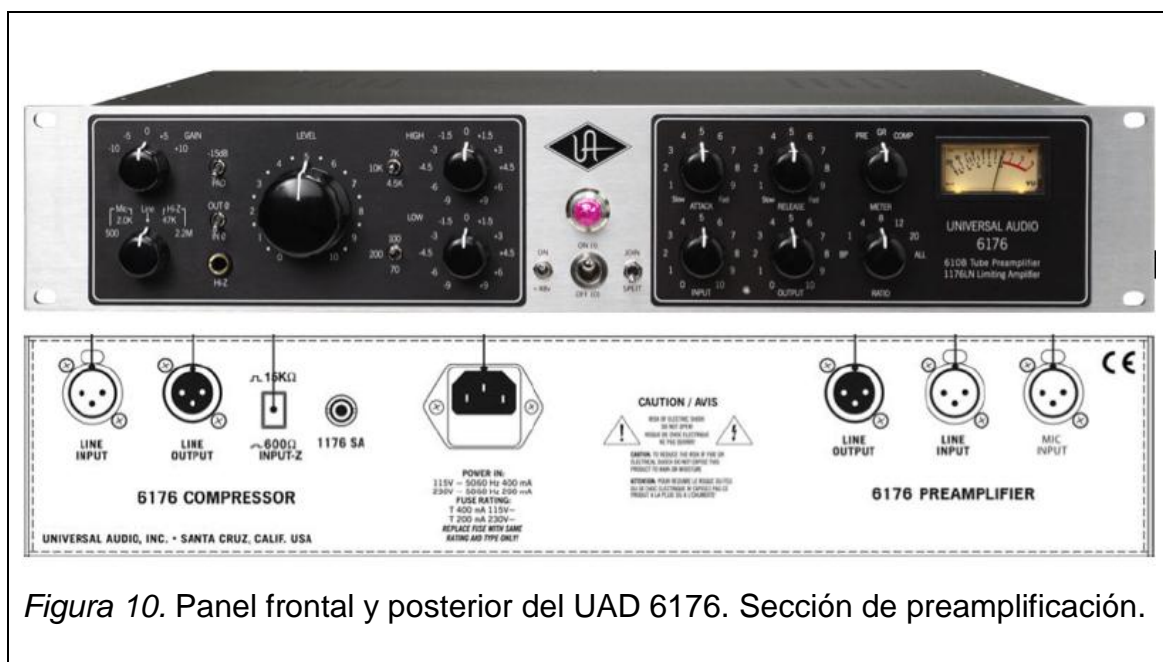


Figura 10. Panel frontal y posterior del UAD 6176. Sección de preamplificación.

El equipo fue usado en modo *split* excluyendo la circuitería de compresión.

Se puede comprobar en el panel posterior la opción de entradas y salidas individuales para los módulos de preamplificación y compresión

Tabla 3. Especificaciones del UAD 6176, previo.

<b>Impedancia de entrada Mic</b>	500 ohm o 2 kohm
<b>Impedancia de entrada Línea balanceada</b>	20 kohm
<b>Impedancia de entrada Hi-Z</b>	2.2 Mohm o 47 kohm
<b>Respuesta en Frecuencia</b>	20 Hz – 20 kHz +0, -1dB
<b>THD</b>	> 0.5%

#### 1.4.2. Procesadores de dinámica

Los procesadores de dinámica (compresores en este estudio) son amplificadores que, según su configuración ayudan a reducir en mayor o menor medida el rango dinámico de una interpretación, es decir, la diferencia entre la sección de menor nivel y la sección de mayor nivel. De esta forma, ayuda a mantener un nivel promedio similar en toda la pista y reducir el factor de cresta, a su vez, esto permite facilitar el proceso de mezcla.

Más allá de su función de control dinámico, muchos compresores destacan por su aporte en distorsión armónica y coloración. Es por esta razón que dichos compresores se han vuelto sumamente populares, ya que también ofrecen esta posibilidad de modelado tímbrico. Por lo general, los compresores que resultan más atractivos son aquellos cuyo aporte armónico se concentra en las frecuencias bajas.

##### 1.4.2.1. UAD 1176LN Classic Limiting Amplifier

El Compresor 1176LN de Universal Audio es un compresor tipo FET cuyo diseño electrónico se basa en transistores que emulan la sonoridad de los tubos. Se trata de un modelo clásico derivado del UREI 1176 creado por

Putnam, que fue reproducido por los ingenieros de UAD en su ideal de conservar el sonido de los clásicos análogos.

Durante este estudio se usó el híbrido UAD 6176, un *channel strip* que incluye la sección de preamplificación 610B y la sección de compresión 1176LN. Se configuró el dispositivo en modo *split* para así utilizar la circuitería separada y poder analizar al compresor únicamente como el modelo 1176LN.

También se pudo conseguir un modelo clásico UREI 1176 que presentaba mucho desgaste por el tiempo, y tanto la comparación como el funcionamiento de ambos equipos análogos diferían mucho entre sí.

La popularidad del 1176 se debe a la posibilidad de establecer tiempos muy reducidos en sus parámetros de *attack* y *release*. Los inicios de este compresor se remontan a 1966 cuando Bill Putnam diseñó un compresor a transistores que emulaba la sonoridad de los compresores a tubos. Así nace una amplia gama de compresores 1176 con el mismo principio; son comúnmente usados para el procesamiento de voces y los ingenieros coinciden en que otorgan potencia y energía a la señal de entrada.

Las construcciones posteriores al original presentan la misma sonoridad. Incluso el UAD 6176 acumula muchas opiniones positivas que lo consideran como un *channel strip* del más alto estándar.

Los parámetros usados dentro de la sección de compresión del 6176 son los siguientes:

- *Ratio*: Radio de compresión.
- *Input*: Nivel de señal de entrada, controla la reducción de ganancia con la que actuará el compresor.
- *Output*: Nivel de señal de salida, indicará el nivel final de la señal procesada.
- *Attack*: Velocidad del ataque con que funcionará el compresor, a menor valor seleccionado más lento funcionará este parámetro.
- *Release*: Velocidad de relajamiento del compresor, a menor valor más lento funcionará este parámetro.

El equipo usado es el mismo que en la sección de preamplificadores (Figura 10) en modo *split* para, en este caso, tener funcionando solo a la circuitería de compresión.

Tabla 4. Especificaciones del UAD 6176, compresor.

<b>Impedancia de entrada</b>	15kohms o 600 ohms
<b>Respuesta en Frecuencia</b>	20 Hz – 20 kHz +/-1dB
<b>Gain</b>	40 dB, +/-1dB
<b>THD</b>	< 0.5%

#### 1.4.2.2. SPL Transient Designer

El compresor SPL Transient Designer no tiene el funcionamiento común de un compresor, en este equipo no se puede seleccionar el umbral de entrada, el ratio o la salida; únicamente tiene dos perillas rotatorias: *attack* y *sustain*.

La perilla de *attack* permite valores de selección entre -15 y +15; mientras que la perilla de *sustain* permite valores entre -24 y +24. Jugando con estos valores se puede modificar la transiente de la señal (en instrumentos como bombo y caja) obteniendo una señal con más potencia y ataque; incluso varios ingenieros opinan que se puede trabajar una señal grabada con un micrófono muy distante y darle la sonoridad de un micrófono cercano.

Tal como indica su nombre, este compresor diseña la transiente de una señal al gusto y necesidad del ingeniero, su sencilla utilización al tener solo dos perillas y las combinaciones de estas más su sonoridad y la carga armónica característica del mismo lo convierten en un compresor versátil, popular y muy deseado.

El Transient Designer es utilizado comúnmente en instrumentos percutivos tales como bombo, caja, cajón peruano, toms o incluso percusión menor. Refuerza el sonido del instrumento y lo vuelve más cálido. El funcionamiento de este compresor se determina por una característica propia del diseño de SPL llamada Tecnología Diferencial de Envolvente; funciona con dos generadores de envolvente en cada perilla.

Los parámetros ajustables en este equipo son los siguientes:

- *Attack*: Perilla que modifica el ataque de la señal.
- *Sustain*: Perilla que modifica la amplitud de release de la señal.
- *ON*: Botón que funciona como bypass.
- *Link*: Enlaza dos canales, de esta forma los parámetros del primer canal se copian en el segundo canal.



Figura 11. Panel frontal y posterior del Transient Designer 4.

El equipo usado tiene 4 módulos del famoso compresor de SPL, en la investigación se usó únicamente el primer canal.

Tabla 5. Especificaciones del SPL Transient Designer 4.

<b>Impedancia de entrada</b>	22 kohms
<b>Respuesta en frecuencia</b>	20 Hz – 100 kHz; -3dB
<b>THD &amp; N</b>	0.004% @ 1 kHz.

### 1.4.3. Procesadores de frecuencia

Los procesadores de frecuencia (ecualizadores) son una de las armas más poderosas en la mezcla de audio. Ecualizar consiste en enfatizar o atenuar ciertas frecuencias con el fin de conseguir una mezcla más limpia y resaltar el sonido propio de uno o varios instrumentos.

Los ecualizadores son herramientas ampliamente utilizadas durante los diferentes procesos del sonido, desde la grabación hasta la masterización

Un ecualizador puede ser tan simple como un EQ de una banda o permitir la manipulación de varias bandas de frecuencia a la vez, sin embargo, es su coloración y naturalidad en el sonido lo que seduce a los usuarios.

#### 1.4.3.1. Pultec EQP-1A3

El ecualizador Pultec EQP-1A3 de Pulse Technique es la continuación de los EQP-1A originales. No es una emulación ya que fueron creados con los mismos componentes del diseño original y dan la garantía de ofrecer el mismo sonido.

Al ser un ecualizador a tubos es conocido por su calidez y la profundidad (manejo armónico de frecuencias graves) que otorga a la señal procesada. La inclusión de los tubos en el diseño del ecualizador fue debido a la adición de un sistema de ganancia de salida para compensar la pérdida de nivel de señal por inserción, algo poco común en la época en que se diseñó el primer Pultec.

Este ecualizador tiene un funcionamiento bastante sencillo, pocas perillas y un excelente sonido. La selección de frecuencia permite escoger solo entre altas y bajas, modificando un máximo de una frecuencia de cada rango a la vez. Algo que hace especial al Pultec EQP-1A3 es la posibilidad de usar la perilla de atenuación y de enfatización a sus máximos niveles al mismo tiempo, por ejemplo, si en las bajas frecuencias se ubica la perilla *atten* con modificación +10 (máxima permitida) y se va moviendo el *boost* poco a poco se obtendrá un grave profundo pero sin volver fangosa (demasiado *mood*) a la señal.

Los parámetros modificables en el Pultec EQP-1A3 son los siguientes:

- *Boost*: Perilla de enfatización, permite seleccionar entre 0 y 10 dB. Tiene 2 perillas de este tipo, una por cada rango de frecuencias.
- *Atten*: Perilla de atenuación, permite seleccionar entre 0 y 10 dB. Tiene 2 perillas de este tipo, una por cada rango de frecuencias.
- Hz: En algunas versiones se puede nombrar este parámetro como CPS (Cycles Per Second). Es una perilla de selección por pasos, la primera permite seleccionar las frecuencias a modificar entre 20, 30, 60 y 100 Hz.

- kHz: En algunas versiones la encontramos como KCS (Kilo Cycle per Second). Es una perilla de selección por pasos, la primera permite seleccionar las frecuencias a modificar entre 3, 4, 5, 8, 10, 12 y 16 kHz.
- *Bandwidth*: Permite seleccionar el ancho de banda entre los límites *sharp* y *broad*, con valores de 0, 2, 4, 6, 8 y 10.
- KCS: Es un selector que únicamente modifica la curva de atenuación que se usará en las frecuencias altas. Presenta valores de 5, 10 y 20.
- Interruptor On/Off.
- Interruptor de Bypass.



Figura 12. Panel frontal y posterior del Pultec EQP-1A3 utilizado.

No se debe olvidar que la perilla de ancho de banda no modifica el valor de  $Q$  como tal, es decir, no convierte en más delgado o amplio el valor del ancho de banda que está modificando la señal. Esta es una característica propia de los ecualizadores Pultec, el valor que permite variar este parámetro es la amplitud de la onda de modificación. Es decir, con el *boost* al máximo la amplitud de la frecuencia modificada no será igual con el *bandwidth* en 0 que en 10.

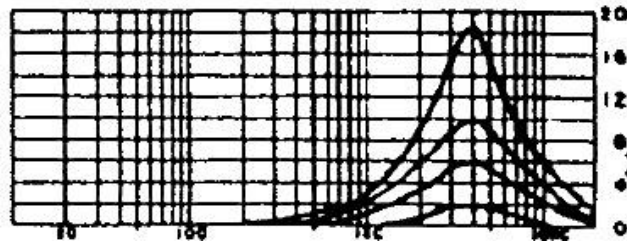


Figura 13. Curva de ecualización en 4kHz con diferentes valores de *bandwidth*.

Tomado de (Pulse Techniques Inc., 1961)

En la Figura 13 se puede notar claramente el comportamiento de ecualizador Tipo *Pultec*, mencionado anteriormente.

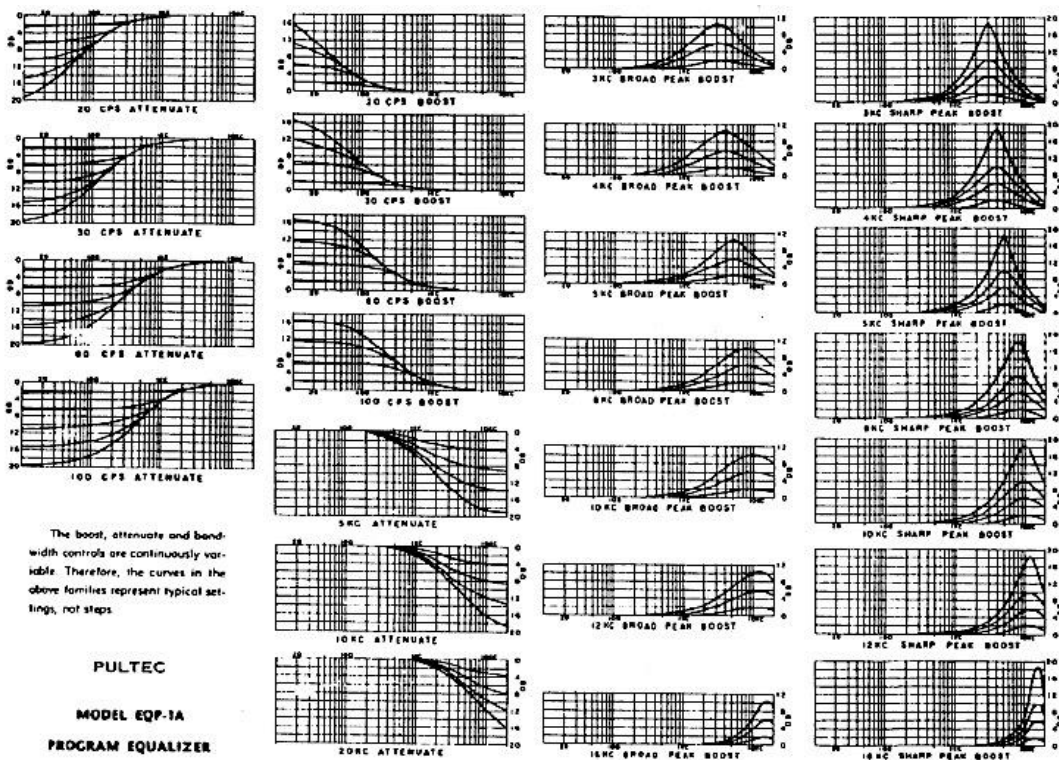


Figura 14. Las diferentes curvas que otorga el Pultec EQP-1A3 con variación de parámetros.

Tomado de (Pulse Techniques Inc., 1961)



La Figura 14 muestra las diferentes curvas que otorga el Pultec EQP-1A3 al procesamiento de una señal dependiendo de la variación de sus parámetros. Es necesario considerar estas curvas porque el parámetro *bandwidth* no modifica el ancho de banda como tal, sino que afecta la amplitud de la frecuencia seleccionada de diferente manera. Se dice que este ecualizador presenta graves muy profundos y altos definidos y brillantes.

Tabla 6. Especificaciones a considerar del Pultec EQP-1A3

<b>Distorsión</b>	0.15 % a +10 dBm en 600 ohms
<b>Ruido:</b>	Por debajo de -80 dBm.

#### 1.4.3.2. Manley Massive Passive EQ

El ecualizador Manley Massive Passive es un procesador de frecuencia tipo Pultec, es decir, la forma en que funciona el parámetro *bandwidth* es la misma que en los ecualizadores de Pulse Techniques.

Este ecualizador es estéreo a tubos; el diseño electrónico trata de aportar unos agudos que no resulten estridentes y unos graves profundos pero controlados. Sus constructores lo describen de la siguiente forma: “Es como un Pultec con esteroides”.

Este ecualizador es de cuatro bandas en cada uno de sus canales, presenta la posibilidad de tener simultáneamente un filtro pasa altos y un filtro pasa bajos y también tiene control de ganancia de salida. Su manejo es bastante sencillo y se vuelve óptimo tanto para usarlo en pistas individuales en el proceso de mezcla y al no presentar una coloración exagerada es bastante común usarlo para el *mastering* como último ecualizador en el proceso completo.

El debut de este ecualizador fue en julio de 1999 en la feria Recording Technology. Su circuitería es totalmente pasiva, he ahí la razón de su nombre; a esto se suma la calidez propia de los tubos y así se comprende el porqué de su afamado sonido pese a que la coloración que presenta es poca.

Se debe entender el funcionamiento tipo Pultec de este ecualizador, el cual consiste en que si se realza o atenúa cualquiera de sus cuatro bandas con un

*bandwidth* de valor pequeño (es decir, un ancho de banda delgado) se obtendrá un nivel de modificación de hasta 20dB y con un ancho de banda grande el valor máximo de modificación será de 6dB.

Algo curioso de este ecualizador es que tiene un interruptor que permite usar las cuatro bandas en modo *shelving*, esto puede otorgar procesamientos con curvas poco usuales e interesantes, sin embargo muchos usuarios coinciden en que incluso con la más rara de las configuraciones el Massive Passive otorga un sonido musical.

Dentro de los parámetros modificables encontrados en este ecualizador están:

- *Bell/Shelf*: Selector del modo de curva para cada banda en cada canal.
- *Boost/Cut*: Selector del tipo de modificación, si se va a atenuar o realzar una frecuencia.
- dB: Perilla rotatoria de nivel, sus valores están entre 0 y 20.
- *Bandwidth*: Perilla rotatoria de ancho de banda.
- *Frequency* Hz: Perilla por pasos que permite seleccionar la frecuencia a modificar en cada banda.
- *Gain*: Perilla rotatoria de selección de nivel de salida, sus valores están entre -6 y +4.
- *Low Pass*: Perilla por pasos para aplicar el filtro pasa bajos.
- *High Pass*: Perilla por pasos para aplicar el filtro pasa altos.
- *In*: Botón bypass del canal.



Figura 15. Panel frontal y posterior del Manley Massive Passive.

En la Figura 15 se logra apreciar la simetría total entre los dos canales del ecualizador.

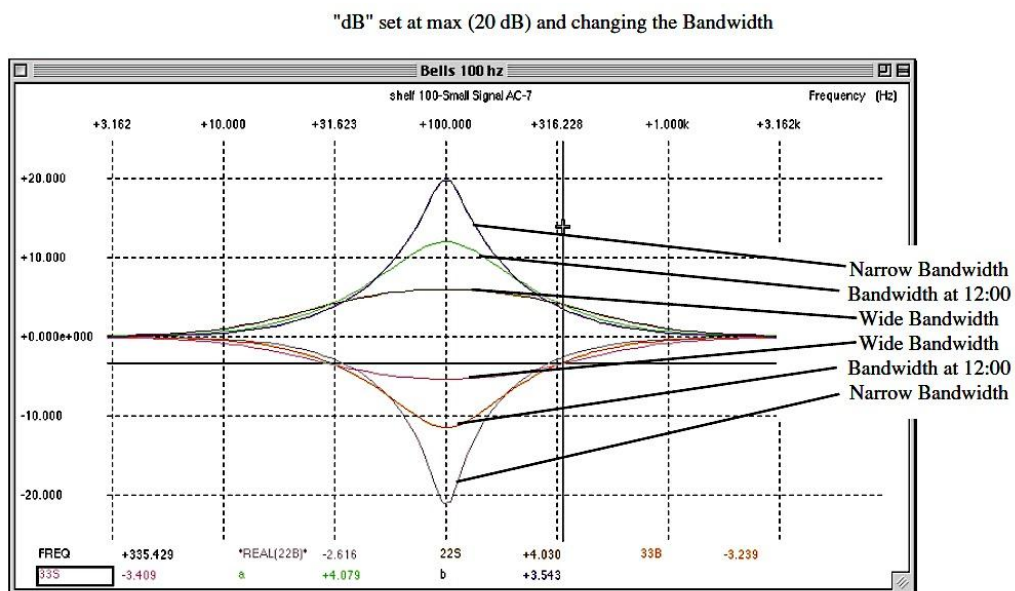


Figura 16. Curva proporcionada con el selector en Bell.

Tomado de (Manley Laboratories Inc.)

En la Figura 16 se puede ver las curvas que proporciona el Massive Passive con diferentes valores de *bandwidth*, todos ellos con el selector de nivel al máximo.

Tabla 7. Especificaciones a considerar del Massive Passive.

<b>Respuesta en Frecuencia</b>	+/- 2dB: 8Hz a 60kHz
<b>THD + Noise</b>	(1kHz @ +4dBu) 0.06%
<b>Rango Dinámico</b>	120 dB

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Equipamiento y recopilación de muestras auditivas**

Tras seleccionar los equipos para el estudio se determinaron las muestras que se debían tomar para el análisis de parámetros técnicos se consideró la forma adecuada de medición para los mismos. El THD se debe medir con un tono puro de 1kHz, la respuesta en frecuencia se mide comúnmente con un barrido de frecuencias y esta señal también es útil para observar la distribución armónica; a la vez se consideró el uso de ruido rosa para respuesta en frecuencia y parámetros de coherencia entre dos señales. Para las muestras musicales se consideró la naturaleza tímbrica de su interpretación y cómo estos factores influyen en los equipos de procesamiento, cuidando que el resultado sea musicalmente agradable.

#### **2.1.1. Estudios de grabación**

Se usaron tres estudios de grabación como espacios físicos de trabajo debido a la imposibilidad de extraer de ellos los equipos, para analizarlos en un mismo lugar:

##### **2.1.1.1. CR3 y LR1 UDLA**

El estudio de grabación CR3 y LR1 de la Escuela de Música UDLA fue el primer estudio utilizado. Aquí se obtuvieron las muestras para preamplificadores con los equipos Neve 1073 y UAD 6176. La conexión a estos equipos fue directa, utilizando la menor cantidad de unidades hardware intermedias posibles. Los cables y caja directa usados fueron siempre los mismos en todos los casos para tener la misma cadena de conexión base.

La cadena electroacústica utilizada se representa en la siguiente figura:

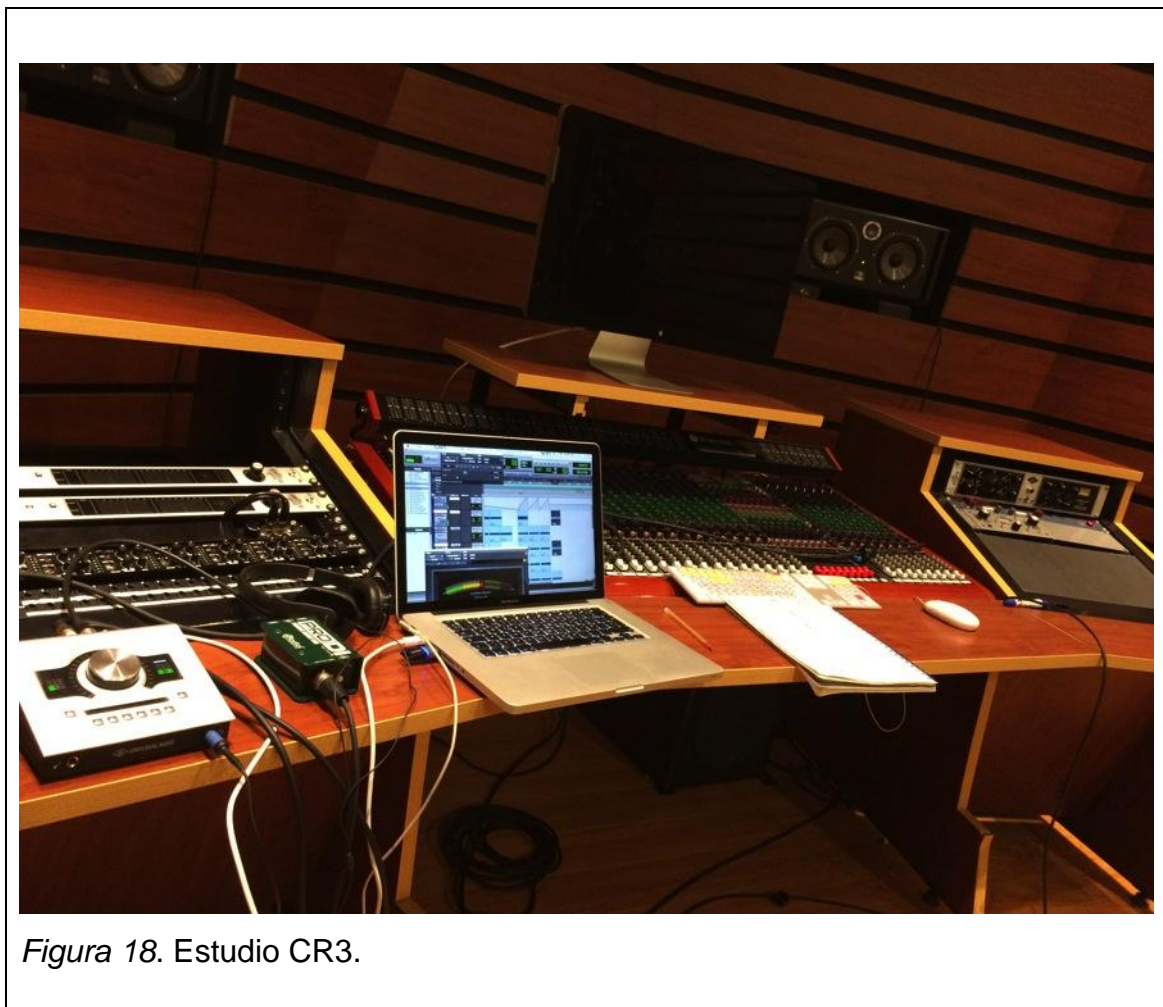
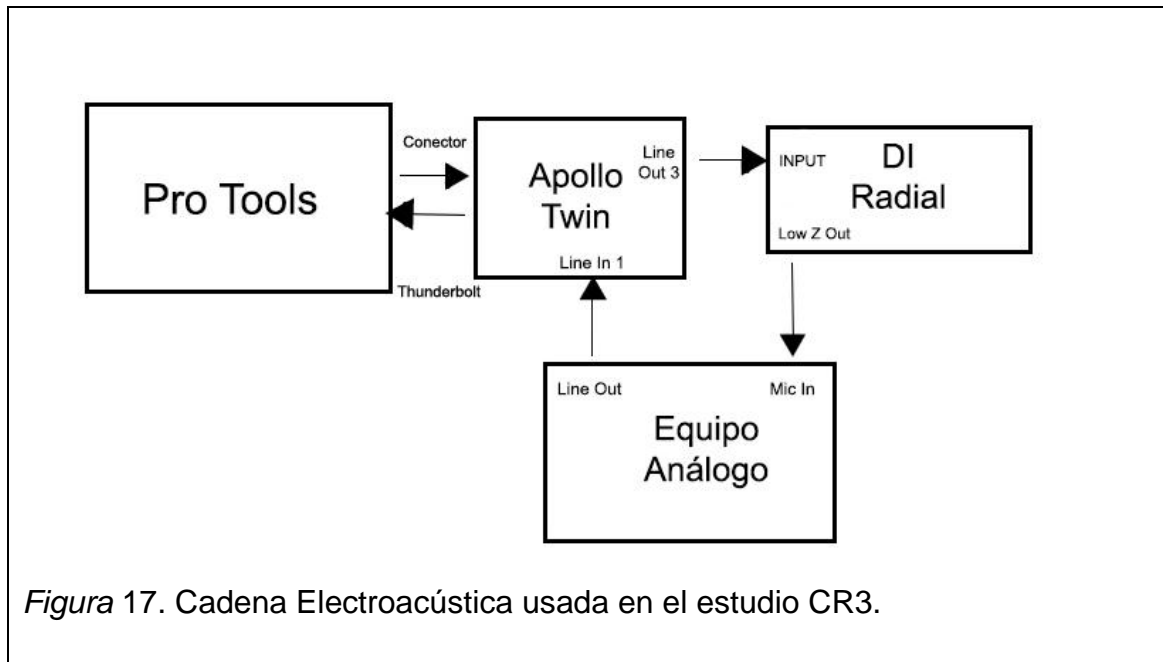




Figura 19. Equipamiento utilizado del Estudio CR3.

### 2.1.1.2. Graba Estudio

En el estudio Graba se procesaron las señales con los equipos Compresor UREI 1176 y Ecuilizador Pultec EQP-1A3. Se debe considerar que estos equipos tienen muchos años de uso y su desgaste se vuelve evidente en la sonoridad que presentan. La cadena de procesamiento para las señales en este estudio fue la siguiente:

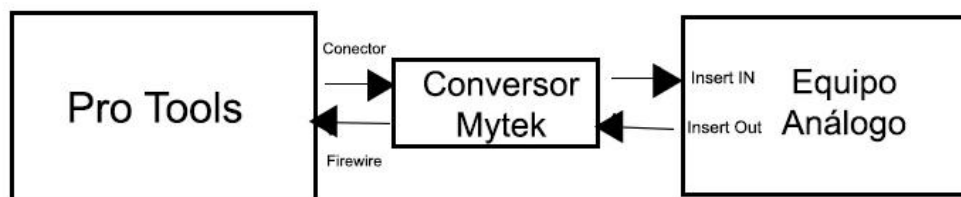


Figura 20. Cadena electroacústica utilizada en Graba Estudio.



Figura 21. Graba Estudio.



Figura 22. Equipos usados en Graba Estudio.



### 2.1.1.3. Estudio de Mezcla de Jero Cilveti

En este estudio, parte de La Casa Nosstra, se procesaron las señales con los equipos Compresor SPL Transient Designer y Ecuador Manley Massive Passive. El cuidado que su propietario ha tenido con estos equipos es considerable, pese a tener alrededor de cinco años desde su adquisición se puede concluir que su estado es óptimo sin perjudicar a la señal procesada ni aportar con coloración extra debido al desgaste. La cadena electroacústica usada es la siguiente:

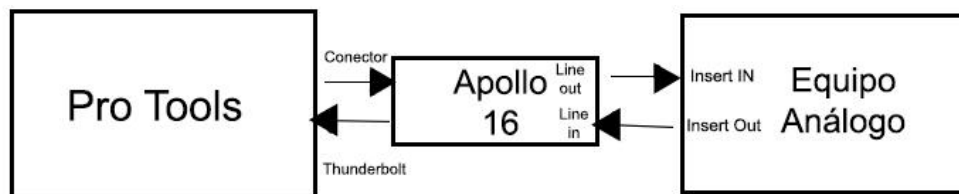


Figura 23. Cadena electroacústica del estudio de Jero Cilveti



Figura 24. Estudio de Jero Cilveti.



Figura 25. Equipamiento usado en el estudio de Jero Cilveti.

Se deben considerar las influencias en los resultados debido al uso de cadenas electroacústicas diferentes para los equipos analógicos. Ya que las cadenas electroacústicas no influyen dentro del entorno digital, se concluye que el procesamiento de *plug-ins* es un proceso con menos interferencia de equipos que puedan modificar la señal o incrementar los armónicos de la misma.

### 2.1.2. Características de las señales de audio para muestras.

Antes de detallar las características de cada señal para muestras bases de audio se debe considerar que las señales musicales (bajo, guitarra y voz) usadas como muestras bases para preamplificación, compresión y ecualización fueron grabadas en el estudio CR3 y LR1 utilizando los preamplificadores de la interfaz Apollo Twin para llegar a un nivel óptimo de grabación (-18 dB<sub>F</sub>); este nivel fue controlado con el uso del *plug-in* Dorrough Meter cuyo algoritmo permite una relación entre el contenido pico y RMS de una señal gracias al fenómeno conocido como *Relative Loudness*.

Las señales de medición (sinusoidal, barrido de frecuencias y ruido rosa) que se usaron para procesamiento (compresión y ecualización) fueron grabadas internamente dentro del programa Pro Tools, usando buses de envío para obtener el archivo de audio “limpio” que se usaría para procesar con un nivel de -18 dBFS de nivel pico de salida desde el generador y las utilizadas para preamplificación fueron enviadas directamente desde generador de señales de Pro Tools hacia el preamplificador respectivo; en el caso del ruido rosa para preamplificación, se usó el mismo archivo de audio obtenido para procesamiento ya que, al ser el ruido rosa un sonido fluctuante, este paso era necesario para poder usar una función de transferencia al comparar las señales resultantes del proceso de reamplificación. El *plug-in* Dorrough Meter fue utilizado durante todos los procesamientos como un sistema de control de nivel de salida final.

Tanto para preamplificación como para procesamiento se seleccionaron tres niveles de modificación de parámetros: bajo, medio y alto. De esta forma se evaluó la respuesta de los equipos en diferentes escenarios.

Al utilizar los preamplificadores es posible saturar la señal sin destruirla (*hard clipping*) se obtuvo una señal con distorsión por saturación (*soft clipping*), muchas veces presente en la producción musical, para estos equipos se obtuvo hasta cinco muestras con los siguientes parámetros:

- Nivel de entrada bajo con nivel de salida alto. Reduciendo el nivel de envío de la fuente.
- Nivel de entrada medio con nivel de salida medio
- Nivel de entrada alto con nivel de salida bajo.
- Nivel de entrada bajo, presentando saturación, con nivel de salida alto.
- Nivel de entrada bajo, controlando saturación, con nivel de salida reducido.

En los equipos de procesamiento se tienen tres señales modificadas más una en *bypass*.



Figura 26. Conexión utilizada para la grabación de muestras musicales.

#### 2.1.2.1. Señal sinusoidal de 1 kHz

Esta señal se obtuvo mediante el generador de señales de Pro Tools, a un nivel de salida de  $-18$  dBFS para procesar en compresores. En la preamplificación fue necesario controlar el nivel de salida desde el generador de señales para evitar saturación y poder usar el máximo nivel de ganancia posible excitando al preamplificador en todas las opciones posibles. El nivel de la muestra que se grabó permanecía en los márgenes de  $-18$  dBFS. Esta muestra dura 30 segundos.

La señal sinusoidal fue usada para el análisis de la distorsión armónica total (THD) propia de cada equipo y *plug-in* pero no fue considerada para las encuestas auditivas debido a que su naturaleza no es musical y la exposición a la misma causa fatiga auditiva en las personas.



Figura 27. Generación del archivo de un tono puro de 1kHz.

### 2.1.2.2. Barrido de frecuencias por bandas de octava.

Para esta señal se usó el generador de señales de Pro Tools a un nivel de salida de -18 dB para la señal a procesar en compresores y ecualizadores y a diferentes niveles de salida para preamplificadores, con el fin de evitar saturación y poder usar varios valores de ganancia en los mismos. En dicho generador se automatizó la frecuencia generada para tener todas las frecuencias por banda de octava durante un lapso de diez segundos, la muestra dura un total de dos minutos. Para el caso de los compresores se automatizó en esta señal el envío; de esta forma, de los diez segundos para cada banda de octava, dos segundos son de silencio y ocho con la señal en nivel óptimo, con el fin de dar espacio al compresor para la reacción adecuada de sus parámetros de *attack* y *release* en cada banda de octava.

Esta señal es útil para analizar la distribución armónica que pueden generar los equipos y *plug-ins* en distintos rangos de frecuencias, ya que dicha distribución armónica varía en frecuencias bajas y altas y es por ella, que los equipos resultan útiles en el procesamiento de señales específicas, normalmente estas señales se ven enriquecidas por la presencia de armónicos generados por equipos de procesamiento. Sin embargo, no se usó esta señal para las encuestas auditivas por su característica no musical.



Figura 28. Generación del archivo barrido por pasos.

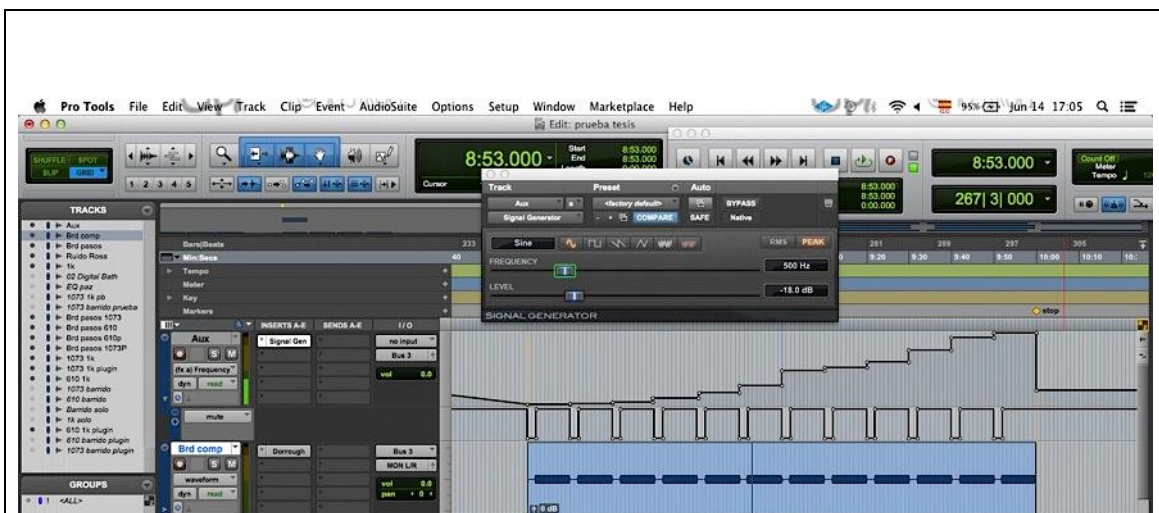


Figura 29. Generación del archivo de barrido por pasos para compresores.

### 2.1.2.3. Ruido Rosa

Para la obtención de este archivo de audio se usó el generador de señales de Pro Tools a un nivel de -18 dB<sub>F</sub> para generar un archivo de audio consolidado cuya duración fue de 30 segundos. Este archivo de audio se utilizó aplicando reamplificación en los previos y como archivo de procesamiento para el resto de equipos y *plug-ins*. Se decidió utilizar este tratamiento especial en esta señal debido a la naturaleza fluctuante del ruido rosa, para poder hacer el análisis comparativo de respuesta en frecuencia utilizando una función de

transferencia, es necesario que las señales a comparar sean exactamente iguales en su origen ya que si se procesa el ruido rosa a tiempo real no se cumpliría con esta característica.

Se usó esta señal de audio para encontrar la respuesta de frecuencia de cada equipo y *plug-in* pero no fue usada en las encuestas auditivas.



Figura 30. Generación del archivo de ruido rosa.

#### 2.1.2.4. Muestras de audio de bajo

Para el bajo se generaron tres muestras de audio diferentes que fueron de utilidad para verificar el funcionamiento de los equipos frente a diferentes dinámicas y contenido armónico de la señal de entrada.

Las formas de ejecución utilizadas fueron el slap, *finger style* y vitela. Cada muestra tiene una duración entre 20 a 30 segundos.

Las muestras se grabaron en el estudio CR3 y LR1 de la Escuela de Música UDLA, el interprete fue Jordan Naranjo estudiante egresado de dicha carrera, con un bajo Cort Curbow con cuerdas sin un desgaste notable. Se grabó el bajo con una caja DI pasiva modelo Radial ProDI.

En la elección final para preamplificación se decidió seleccionar una muestra de cada estilo y usar reamplificación para que la función de transferencia

funcione adecuadamente ya que con muestras diferentes se obtendría el mismo problema de coherencia que con el ruido rosa.

Pese a que se procesó y reamplificó estas muestras con todos los equipos y plugins, se utilizaron únicamente tres muestras para las encuestas auditivas.



*Figura 31.* Grabación de bajo con Jordan Naranjo.





Figura 32. Caja directa usada para grabación.

#### 2.1.2.5. Muestras de audio de guitarra

En las muestras de guitarra se recopilaron tres estilos diferentes, usando dos tipos de guitarra: una eléctrica y una acústica. De nuevo, para verificar el funcionamiento de los equipos frente a diferentes dinámicas y contenido armónico de la señal de entrada se utilizaron diferentes formas de ejecución: arpeggios y acordes en la guitarra acústica y un solo con vitela en la guitarra eléctrica. Todas las muestras tienen una duración entre 15 a 30 segundos.

La interpretación fue realizada por Ernesto López, guitarrista de la escuela de música. La grabación se hizo en el estudio CR3 y las guitarras utilizadas fueron una Gretsch Electromatic G5620T con cuerdas nuevas y una Yamaha FG730S con cuerdas sin un desgaste notable. Para ambas guitarras la señal de muestra fue grabada mediante microfonía, no se utilizó caja DI.

Se usó un micrófono Neumann U87 con patrón cardioide a menos de cinco centímetros del amplificador usado en la guitarra eléctrica, alineado al eje central del cono derecho. El mismo micrófono se utilizó para la guitarra acústica, apuntando a la parte central de la misma a aproximadamente 20 centímetros de distancia.

Solo se usaron las muestras de arpeggio y solo para las encuestas auditivas.



*Figura 33.* Grabación de las muestras de guitarra eléctrica.



*Figura 34.* Microfonía del amplificador de guitarra eléctrica.

#### **2.1.2.6. Muestra de audio de voz**

Se grabó una muestra de voz de improvisación melódica con variaciones de dinámica notorias.

En el caso de estas muestras no se recopilaban diferentes estilos o géneros musicales ya que la muestra obtenida tenía el contenido armónico y dinámico necesario para utilizar de forma adecuada los parámetros de todos los equipos. Esta muestra dura aproximadamente 20 segundos.

La muestra vocal fue interpretada por Lorena Noboa, estudiante mezzosoprano de la Escuela de Música UDLA, en el estudio CR3. Al igual que con los instrumentos anteriores, se dedicó toda una jornada de grabación para obtener varias muestras y después poder seleccionar las más adecuadas para los siguientes procesos experimentales.



*Figura 35.* Grabación de muestras vocales con Lorena Noboa.

Todas las muestras usadas para reamplificación y procesamiento fueron aquellas que no pasaron por ningún preamplificador externo, únicamente los previos internos de la Apollo Twin utilizada.

## 2.2. Procesamiento a utilizar

Se utilizaron tres configuraciones distintas para cada señal, en el caso de las muestras generadas en Pro Tools, los procesamientos se basaban en la capacidad de modificación de cada equipo, considerando un procesamiento bajo, medio y alto para cada señal. En las señales musicales se consiguió los mismos niveles de modificación de señal pero procurando que las muestras sean musicalmente agradables en cada nivel. Se obtuvo hasta cinco muestras por señal, en el caso de las señales musicales en el preamplificador Neve 1073 se consiguió cinco muestras procesadas por señal, debido a la posibilidad de saturar la señal reamplificada sin destruirla. El resto de equipos procesaron únicamente tres muestras por señal generada.

En la Figura 18 se muestra la cadena de reamplificación y procesamiento utilizada en el CR3 para los equipos Neve 1073 DPA y UAD 6176. El diagrama de bloques se mostró en la cadena electroacústica de la Figura 17.

### 2.2.1. Neve 1073 DPA

Para el preamplificador Neve 1073 DPA se consideró la posibilidad de saturación que se presentaba sin disminuir el nivel de entrada de la señal que se reamplificó. Considerando esta opción y la de disminuir el nivel de entrada en las señales musicales, se tuvo un total de cinco señales procesadas por cada muestra. En las señales de medición se usó solo la opción de saturación dando un total de cuatro señales procesadas por muestra.

Para el *plug-in* Neve 1073 se consideró que una de las mayores diferencias en cuanto a parámetros es que el *plug-in*, presenta un control de nivel de salida llamado Level, además del control Trim que cumple la misma función en el hardware.



Figura 36. Plug-in UAD Neve 1073.

La sección de ecualización presente en el *plug-in* se evitó, de esta forma, se usó sólo el preamplificador tal y como en la versión analógica.

Los niveles de salida en el *plug-in* difirieron de los necesitados en el hardware, esto se debió a que la sensibilidad de ambos no es igual y se procuró mantener la señal procesada con un mismo nivel de salida.

Tabla 8. Valores de niveles de control utilizados para las señales de medida - Neve 1073

<b>Señal sinusoidal, barrido de frecuencias y ruido rosa.</b>					
<b>Número para identificación</b>	<b>Modificación</b>	<b>Nivel de fuente</b>	<b>Nivel de entrada (Gain)</b>	<b>Nivel de salida (Trim)</b>	<b>Nivel de Salida en <i>Plug-in</i> (Level y Trim)</b>
1	Baja con saturación	-18dB	-20dB	+10dB	Trim: +12dB Level: +10dB
2	Baja	-18dB	-20dB	+4dB	Trim: +8dB Level: +10dB
3	Media	-47dB	+50dB	0dB	Trim: +4dB Level: +10dB
4	Alta	-56dB	+70dB	-10dB	Trim: -5dB Level: +10dB

Tabla 9. Valores de niveles de control utilizados para las señales musicales - Neve 1073.

<b>Señales musicales.</b>					
<b>Número para identificación</b>	<b>Modificación</b>	<b>Nivel de fuente</b>	<b>Nivel de entrada (Gain)</b>	<b>Nivel de salida (Trim)</b>	<b>Nivel de Salida en <i>Plug-in</i> (Level y Trim)</b>
1	Baja con saturación	0dB (-18dB <sub>BF</sub> )	-20dB	+10dB	Trim: +12dB Level: +10dB
2	Baja	0dB (-18dB <sub>BF</sub> )	-20dB	+4dB	Trim: +4dB Level: +10dB
3	Media	-27.5dB	+50dB	0dB	Trim: +4dB Level: +10dB
4	Alta	-35.6dB	+70dB	-10dB	Trim: -8dB Level: +10dB
5	Baja con control de fuente.	-6.7dB	-20dB	+10dB	Trim: +10dB Level: +10dB

En las tablas anteriores se indican los niveles con que se trabajó la señal en cada paso de la cadena electroacústica y los valores de entrada y salida en los preamplificadores para cada procesamiento. El nivel de salida de cada señal generada siempre fue -18dB<sub>BF</sub>, por ello en los casos de máximo nivel de ganancia de entrada en el preamplificador, fue necesario reducir el nivel enviado por la fuente desde el *fader* de nivel de salida de pista (*Volume*) en Pro Tools; este valor se señala con la magnitud de dB en la tabla anterior.

### 2.2.2. UAD 610B

En el preamplificador 610B se hicieron únicamente tres modificaciones de señal para cada muestra (baja, media y alta). Debido a los niveles de amplificación en ganancia de entrada que presenta este previo, no fue necesario modificar los niveles de envío de fuente en todos los casos.

En el *plug-in* correspondiente se presenta, al igual que el Neve 1073, un segundo nivel para control de señal de salida llamado *Output*. También fue necesario, en determinados casos, modificar este parámetro para obtener un nivel de salida, igual en ambos casos de reamplificación (*plug-in* y hardware).



Figura 37. Plug-in UAD 610B.

No se consideró la sección de ecualización de este preamplificador tanto en el equipo análogo como en la versión *plug-in*.



Tabla 10. Valores de niveles de control utilizados para todas las señales - UAD 610B.

<b>Todas las señales.</b>					
<b>Número para identificación</b>	<b>Modificación</b>	<b>Nivel de fuente</b>	<b>Nivel de entrada (Gain)</b>	<b>Nivel de salida (Level)</b>	<b>Nivel de Salida en <i>Plug-in</i> (Level y Output)</b>
1	Baja	0dB (-18dBFS)	-10dB	7.5dB	Level: 7.5dB Output: +4dB
2	Media	0dB (-18dBFS)	-0dB	5dB	Level: 5dB Output: +4dB
3	Alta	0dB (-18dBFS)	+10dB	2dB	Level: +2dB Output: +11dB

La función principal de los preamplificadores es elevar a la señal de entrada a un nivel óptimo de trabajo. Esta función se consideró como parámetro principal de comparación al configurar los parámetros modificados en los *plug-ins* con referencia a los equipos analógicos. Por esta razón en las tablas de procesamientos, se especifican dos valores de salida del preamplificador en *plug-in*, porque fue necesario usar esta opción extra en el software para que la señal resultante tenga el mismo nivel de salida que en el hardware.

### **2.2.3. UAD 1176LN Classic Limiting Amplifier**

Para este equipo se comprobó que la versión UREI 1176 estaba muy desgastada debido al paso del tiempo, su ganancia de entrada era más sensible que la versión del 6176 y el *plug-in* y presentaba mayor coloración; por esta razón se decidió descartar la comparación con el UREI 1176 (se volvía inválida por la drástica diferencia) y se comparó únicamente la sección de

compresión del UAD 6176, que es la circuitería del clásico UAD 1176LN con el *plug-in* correspondiente de UAD.

Se procesaron tres versiones de modificación: baja, media y alta más una opción de bypass.



Pese a que los diseñadores implementaron la función de trabajar con el *plug-in* en off (bypass) asegurando que proporciona la misma coloración que el hardware, en la práctica cuando trabaja en esta configuración no es posible seleccionarla propiamente debido a que la perilla del *plug-in* salta esa opción y no permanece en posición off así que para le bypass se usó la opción general del *plug-in* al desactivarlo en el inserto.

Tabla 11. Variación de parámetros de procesamiento señal sinusoidal de 1kHz  
- UAD 1176LN.

<b>Señal Sinusoidal 1kHz</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Baja	-5	4:1	1 (1 en <i>plug-in</i> )	1 (1 en <i>plug-in</i> )
2	Media	-7	8:1	5 (4 en <i>plug-in</i> )	5 (4 en <i>plug-in</i> )
3	Alta	-10	12:1	9 (7 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 12. Variación de parámetros de procesamiento barrido de frecuencias -  
UAD 1176LN.

<b>Barrido de frecuencias</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Baja	-6	4:1	2 (2 en <i>plug-in</i> )	2 (2 en <i>plug-in</i> )
2	Alta	-12	8:1	5 (4 en <i>plug-in</i> )	5 (4 en <i>plug-in</i> )
3	Media	-10	12:1	9 (7 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 13. Variación de parámetros de procesamiento ruido rosa - UAD 1176LN.

<b>Ruido Rosa</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Media	-9	4:1	1 (1 en <i>plug-in</i> )	1 (1 en <i>plug-in</i> )
2	Alta	-10	8:1	5 (4 en <i>plug-in</i> )	5 (4 en <i>plug-in</i> )
3	Baja	-7	12:1	9 (7 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 14. Variación de parámetros de procesamiento arpegio - UAD 1176LN.

<b>Arpegio – Guitarra Acústica</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Media	-7	4:1	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )
2	Baja	-5	8:1	1 (1 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
3	Alta	-7	12:1	9 (7 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 15. Variación de parámetros de procesamiento acordes - UAD 1176LN.

<b>Acordes – Guitarra Acústica</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Alta	-7	4:1	5 (4 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
2	Media	-6	8:1	3 (3 en <i>plug-in</i> )	5 (4 en <i>plug-in</i> )
3	Baja	-5	12:1	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 16. Variación de parámetros de procesamiento solo - UAD 1176LN.

<b>Solo – Guitarra eléctrica</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Baja	-6	4:1	6 (5 en <i>plug-in</i> )	6 (5 en <i>plug-in</i> )
2	Media	-7	8:1	2 (2 en <i>plug-in</i> )	7 (6 en <i>plug-in</i> )
3	Alta	-10	12:1	6 (5 en <i>plug-in</i> )	5 (4 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 17. Variación de parámetros de procesamiento slap - UAD 1176LN.

<b>Slap – Bajo Eléctrico</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Baja	-6	4:1	2 (2 en <i>plug-in</i> )	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )
2	Alta	-10	8:1	7 (6 en <i>plug-in</i> )	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )
3	Media	-7	12:1	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 18. Variación de parámetros de procesamiento finger style - UAD 1176LN.

<b>Finger Style – Bajo Eléctrico</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Baja	-5	4:1	1 (1 en <i>plug-in</i> )	6 (5 en <i>plug-in</i> )
2	Media	-7	8:1	6 (5 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
3	Alta	-10	12:1	9 (7 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 19. Variación de parámetros de procesamiento vitela - UAD 1176LN.

<b>Vitela – Bajo Eléctrico</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Baja	-7	4:1	2 (2 en <i>plug-in</i> )	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )
2	Media	-7	8:1	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
3	Alta	-7	12:1	3 (3 en <i>plug-in</i> )	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 20. Variación de parámetros de procesamiento Voz - UAD 1176LN.

<b>Voz</b>					
Número para identificación	Modificación	Reducción de Ganancia	Radio de compresión	Attack	Release
1	Baja	-6	4:1	2 (2 en <i>plug-in</i> )	7 (6 en <i>plug-in</i> )
2	Media	-7	8:1	3 (3 en <i>plug-in</i> )	9 (7 en <i>plug-in</i> )
3	Alta	-8	12:1	8 (6.5 en <i>plug-in</i> )	2 (2 en <i>plug-in</i> )
4	Bypass	-	-	-	-

El criterio para considerar al procesamiento como bajo, medio o alto fue la reducción de ganancia que presentaba el compresor. En los casos donde la

reducción de ganancia es igual en dos procesamientos distintos de la misma señal, el criterio de nivel de modificación, toma como referencia secundaria al radio de reducción. No se especifican los valores de entrada y salida debido a que las escalas de funcionamiento entre el compresor físico y el *plug-in* no son las mismas como se puede observar las figuras 10 y 38; se muestran en cada tabla los parámetros modificables que realmente inciden en la forma de compresión de este equipo. Los valores de entrada y se salida se usan para regular la reducción de ganancia y controlar el nivel de salida para evitar distorsión por saturación respectivamente.

Los valores de cada parámetro son iguales, en hardware y en *plug-in*, en las tablas de la 11 a la 20 se especifica un valor diferente de *attack* y *release* distinto; esto se debe a que la escala del *plug-in* UAD 1176LN tiene los valores de 1 a 7 en estos parámetros y el equipo UAD 6176 tiene valores de 1 a 9 en los mismos. En pruebas previas a las definitivas se determinó la equivalencia en ambas escalas.

#### **2.2.4. SPL Transient Designer**

En el compresor SPL cuya función se asemeja a un diseñador de transientes, se usaron, al igual que en el 1176LN, tres modificaciones: baja, media y alta; más la opción de *bypass*. En ellas se diferencia claramente cuando la transiente se exagera muchísimo o se comprime.

El uso del compresor y de el *plug-in* es sumamente sencillo; el *plug-in* emula un canal del SPL Transient Designer.





Figura 39. Plug-in UAD SPL Transient Designer.

Este *plug-in* presenta también un control de nivel de salida nombrado Output gain que no se encuentra en el equipo análogo, sin embargo a diferencia de los casos anteriores, se dejó este parámetro en cero para todas las muestras. El botón *On* del *plug-in* funciona como el bypass análogo por lo que no fue necesario el uso del bypass del inserto.

Tabla 21. Variación de parámetros de procesamiento de señales de medición – SPL Transient Designer

<b>Señales 1kHz, barrido de frecuencias y ruido rosa.</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Alta	-15	+24
2	Media	0	0
3	Baja	+10	-12
4	Bypass	-	-

Tabla 22. Variación de parámetros de procesamiento de arpeggio – SPL Transient Designer

<b>Arpeggio - Guitarra.</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Media	-6	+6
2	Baja	+6	+4.5
3	Alta	+7	+18
4	Bypass	-	-

Tabla 23. Variación de parámetros de procesamiento acordes – SPL Transient Designer.

<b>Acordes - Guitarra.</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Media	+8	0
2	Alta	+4.5	+9
3	Baja	-4.5	-4.5
4	Bypass	-	-

Tabla 24. Variación de parámetros de procesamiento solo – SPL Transient Designer.

<b>Solo - Guitarra.</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Alta	+4.5	+3
2	Media	-8	+1.5
3	Baja	-10	-12
4	Bypass	-	-

Tabla 25. Variación de parámetros de procesamiento slap – SPL Transient Designer..

<b>Slap - Bajo</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Media	+4.5	-6
2	Alta	-6	+9
3	Baja	-4.5	-9
4	Bypass	-	-

Tabla 26. Variación de parámetros de procesamiento finger style – SPL Transient Designer.

<b>Finger Style - Bajo</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Media	+3	+3
2	Alta	-4.5	+9
3	Baja	+8	-4.5
4	Bypass	-	-

Tabla 27. Variación de parámetros de procesamiento vitela – SPL Transient Designer.

<b>Vitela - Bajo</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Media	+3	+3
2	Baja	-8	+6
3	Alta	+6	-4.5
4	Bypass	-	-

Tabla 28. Variación de parámetros de procesamiento Voz – SPL Transient Designer.

<b>Voz</b>			
Número para identificación	Modificación	Attack	Sustain
1	Alta	-6	+1.5
2	Media	+6	-4.5
3	Baja	-8	-4.5
4	Bypass	-	-

El criterio de procesamiento, debido a cómo funciona este compresor, se determinó en función del parámetro *sustain* que es el responsable directo de cómo se comprimen las transientes de la señal procesada, a más valor de *sustain* mayor pronunciación tendrá transiente, por lo tanto se considera mayor la cantidad de modificación. En los procesamientos con igual *sustain*, el parámetro *attack* pasó a ser el criterio de la cantidad de modificación.

### 2.2.5. Pultec EQP-1A3

En este ecualizador se usaron tres niveles de modificación, utilizando sus parámetros de tal forma que se vayan sumando cambios, en el caso de las señales de medición.

Para los procesamientos de las muestras de bajo, guitarra y voz se procuró mantener su musicalidad, utilizando el ecualizador para alterar el balance tonal de forma similar a como se realiza en los procesos de mezcla. Para ambos casos, se sumó la opción de bypass dando un total de 4 señales por muestra.

El *plug-in* usado fue el UAD Pultec EQP-1A que es la emulación de los primeros modelos diseñados por Pulse Technique.



Figura 40. Plug-in UAD Pultec EQP-1A.

En este *plug-in* la opción de bypass también es funcional por lo que no se usa el bypass del inserto. En el *plug-in* se dispone de más opciones de valores de *bandwidth*, en las pruebas se usaron los mismos valores en este y todos los parámetros tanto en *plug-in* como en el equipo analógico.

Tabla 29. Variación de parámetros de procesamiento señal sinusoidal de 1kHz – Pultec EQP-1A3.

<b>Señal Sinusoidal 1kHz (Bandwidth: 10, KCS/ATTEN SEL: 20)</b>						
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.
4	Bypass	-	-	-	-	-
1	30 Hz	10 dB	0 dB	3 kHz	10 dB	0 dB
2	60 Hz	5 dB	5 dB	8 kHz	5 dB	5 dB
3	100 Hz	0 dB	10 dB	16 kHz	0 dB	10 dB

Tabla 30. Variación de parámetros de procesamiento barrido de frecuencias - Pultec EQP-1A3..

<b>Barrido de Frecuencias (Bandwidth: 10, KCS/ATTEN SEL: 20)</b>						
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.
4	Bypass	-	-	-	-	-
1	30 Hz	5 dB	0 dB	4 kHz	5 dB	0 dB
2	60 Hz	3 dB	5 dB	8 kHz	2 dB	5 dB
3	100 Hz	7 dB	9 dB	12 kHz	7 dB	9 dB

Tabla 31. Variación de parámetros de procesamiento ruido rosa - Pultec EQP-1A3.

<b>Ruido Rosa (Bandwidth: 10, KCS/ATTEN SEL: 20)</b>						
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.
4	Bypass	-	-	-	-	-
1	100 Hz	0 dB	10 dB	16 kHz	0 dB	10 dB
2	60 Hz	5 dB	5 dB	8 kHz	5 dB	5 dB
3	30 Hz	4 dB	2 dB	3 kHz	4 dB	2 dB

Tabla 32. Variación de parámetros de procesamiento arpegio - Pultec EQP-1A3.

<b>Arpegio (Bandwidth: 0, KCS/ATTEN SEL: 20)</b>							
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.	Nivel de Fuente <i>plug-in</i>
1	60 Hz	0 dB	3 dB	3 kHz	7 dB	0 dB	0 dB
2	60 Hz	0 dB	3 dB	8 kHz	10 dB	0 dB	0 dB
3	100 Hz	0 dB	6 dB	8 kHz	10 dB	0 dB	0 dB
4	Bypass	-	-	-	-	-	-

Tabla 33. Variación de parámetros de procesamiento acordes - Pultec EQP-1A3.

<b>Acordes (KCS/ATTEN SEL: 20)</b>							
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.	Nivel de Fuente <i>plug-in</i>
1 (BW: 0)	100 Hz	4 dB	0 dB	10 kHz	7 dB	0 dB	-5.7 dB
2 (BW: 10)	100 Hz	4 dB	0 dB	10 kHz	7 dB	0 dB	-4.3 dB
3 (BW: 10)	60 Hz	4 dB	3 dB	3 kHz	2 dB	0 dB	-4.3 dB
4	Bypass	-	-	-	-	-	-

Tabla 34. Variación de parámetros de procesamiento solo - Pultec EQP-1A3.

<b>Solo (BW: 3, KCS/ATTEN SEL: 20)</b>							
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.	Nivel de Fuente <i>plug-in</i>
1	60 Hz	2.5 dB	3 dB	3 kHz	8.5 dB	0 dB	-2.9 dB
2	60 Hz	0 dB	10 dB	5 kHz	8.5 dB	0 dB	-2.9 dB
3	100 Hz	2.5 dB	0 dB	4 kHz	2 dB	0 dB	-2.9 dB
4	Bypass	-	-	-	-	-	-

Tabla 35. Variación de parámetros de procesamiento slap - Pultec EQP-1A3.

<b>Slap (KCS/ATTEN SEL: 20)</b>							
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.	Nivel de Fuente <i>plug-in</i>
1 (BW: 2)	100 Hz	4 dB	0 dB	8 kHz	9.5 dB	0 dB	-4.3 dB
2 (BW: 0)	60 Hz	5 dB	0 dB	10 kHz	9.5 dB	0 dB	-4.3 dB
3 (BW: 3)	100 Hz	5 dB	2.5 dB	3 kHz	10 dB	0 dB	-6.4 dB
4	Bypass	-	-	-	-	-	-



Tabla 36. Variación de parámetros de procesamiento finger style - Pultec EQP-1A3.

<b>Finger Style (KCS/ATTEN SEL: 20)</b>							
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.	Nivel de Fuente <i>plug-in</i>
1 (BW: 6)	100 Hz	5 dB	2.5 dB	4 kHz	0 dB	0 dB	-4.3 dB
2 (BW: 3)	100 Hz	4.5 dB	2.5 dB	3 kHz	0 dB	0 dB	-4.3 dB
3 (BW: 3)	60 Hz	8 dB	2.5 dB	3 kHz	10 dB	0 dB	-6.4 dB
4	Bypass	-	-	-	-	-	-

Tabla 37. Variación de parámetros de procesamiento vitela - Pultec EQP-1A3.

<b>Vitela (KCS/ATTEN SEL: 20)</b>							
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.	Nivel de Fuente <i>plug-in</i>
1 (BW: 1)	100 Hz	5 dB	2.5 dB	4 kHz	10 dB	0 dB	-5 dB
2 (BW: 1)	100 Hz	2 dB	2.5 dB	4 kHz	10 dB	0 dB	-5 dB
3 (BW: 6)	100 Hz	3.5 dB	2.5 dB	3 kHz	7 dB	0 dB	-5 dB
4	Bypass	-	-	-	-	-	-

Tabla 38. Variación de parámetros de procesamiento Voz - Pultec EQP-1A3.

Voz (BW: 10, KCS/ATTEN SEL: 20)							
Número modificación	Fc1	Boost	Atten.	Fc2	Boost	Atten.	Nivel de Fuente <i>plug-in</i>
1	100 Hz	3.8 dB	0 dB	8 kHz	10 dB	0 dB	-5 dB
2	100 Hz	0 dB	0 dB	4 kHz	8.5 dB	0 dB	-5 dB
3	60 Hz	0 dB	10 dB	4 kHz	0 dB	0 dB	-5 dB
4	Bypass	-	-	-	-	-	-

Al realizar las pruebas en el *plug-in* Pultec EQP-1A fue necesario reducir el nivel de la fuente para evitar saturación y conservar el nivel de salida de la señal final en un nivel controlado y similar para todas las pruebas.

### 2.2.6. Manley Massive Passive EQ

Para el Massive Passive se escogieron tres clases de modificaciones siguiendo un criterio similar al usado para el Pultec.

Se obtuvo un total de cuatro señales procesadas por muestra adicionando la opción de bypass; en el caso de este *plug-in* el botón *On* funciona como bypass como en el equipo análogo.



Figura 41. Plug-in UAD Manley Massive Passive.

En las tablas siguientes se especifican los parámetros de modificación en este ecualizador, se debe considerar que en el *bandwidth* cada número de las tablas hace referencia a las líneas de avance de esta perilla de control.

Tabla 39. Variación de parámetros de procesamiento señales de medición – Manley Massive Passive.

<b>Señales: sinusoidal, barrido de frecuencias y ruido rosa</b>					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc1: 100Hz	3	8 dB	Boost/shelf	0
2	Fc1: 100Hz	9	12 dB	Cut/shelf	0
	Fc2: 560Hz	8	6 dB	Cut/bell	
	Fc3: 1k5Hz	9	10 dB	Boost/bell	
	Fc4: 5k6Hz	6	10 dB	Boost/shelf	
3	Configuración 2 más: HP: 39 Hz LP: 12 kHz	Config. 2.	Fc1, Fc2, Fc3 y Fc4 en 16 dB	Config. 2.	0
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 40. Variación de parámetros de procesamiento arpegio - Manley Massive Passive.

<b>Arpegio – Guitarra Acústica</b>					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc1: 68Hz	9	10 dB	Cut/shelf	0
2	Fc1: 68Hz Fc3: 3k3Hz	9 6	10 dB 10 dB	Cut/shelf Boost/bell	0
3	Configuración 2 más: HP: 39 Hz	Config. 2.	Config. 2.	Config. 2.	0
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 41. Variación de parámetros de procesamiento acordes - Manley Massive Passive.

<b>Acordes – Guitarra Acústica</b>					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc1: 150Hz	3	6 dB	Cut/shelf	0
2	Fc1: 150Hz Fc3: 3k3Hz	3 9	6 dB 6 dB	Cut/shelf Boost/bell	0
3	Configuración 2 más: HP: 39 Hz	Config. 2.	Config. 2.	Config. 2.	0
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 42. Variación de parámetros de procesamiento solo - Manley Massive Passive.

<b>Solo – Guitarra Eléctrica</b>					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc2: 390Hz	6	10 dB	Boost/bell	0
2	Fc2: 390Hz	6	10 dB	Boost/bell	0
	Fc4: 5k6Hz	3	6 dB	Boost/bell	
3	Configuración 2 más: HP: 68 Hz	Config. 2. y FC4: 6	Config. 2.	Config. 2.	0
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 43. Variación de parámetros de procesamiento slap - UAD 1176LN.

<b>Slap – Bajo Eléctrico</b>					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc1: 68Hz	6	10 dB	Boost/bell	0
2	Fc1: 68Hz	6	10 dB	Boost/bell	0
	Fc3: 4k7Hz	3	10 dB	Boost/shelf	
3	Configuración 2 más: LP: 12 kHz	Config. 2.	Config. 2.	Config. 2.	-4 dB
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 44. Variación de parámetros de procesamiento finger style - Manley Massive Passive.

<b>Finger style – Bajo Eléctrico</b>					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc1: 47Hz	10	10 dB	Boost/bell	0
2	Fc1: 47Hz	10	10 dB	Cut/bell	0
	Fc2: 270Hz	6	10 dB	Boost/shelf	
	Fc3: 4k7Hz	12	12 dB	Boost/bell	
3	Configuración 2 más: LP: 18 kHz	Config. 2.	Config. 2.	Config. 2. Fc1: Boost/bell	-3 dB
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 45. Variación de parámetros de procesamiento vitela - Manley Massive Passive.

<b>Vitela – Bajo Eléctrico</b>					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc1: 68Hz	9	10 dB	Boost/bell	0
2	Fc1: 68Hz	9	10 dB	Boost/bell	0
	Fc3: 4k7Hz	6	6 dB	Boost/bell	
3	Configuración 2 más: LP: 12 kHz	Config. 2.	Config. 2.	Config. 2.	0
4	Bypass	-	-	-	-

Tabla 46. Variación de parámetros de procesamiento Voz - Manley Massive Passive.

Voz					
Número modificación	Frecuencias	Bandwidth	Level	Tipo	Gain
1	Fc1: 150Hz	3	5 dB	Cut/bell	0
	Fc3: 3k3Hz	6	10 dB	Boost/bell	
2	Fc1: 200Hz	9	6 dB	Boost/shelf	0
	Fc3: 3k3Hz	6	10 dB	Boost/bell	
	Fc4: 8k2Hz	3	8 dB	Boost/shelf	
3	Fc1: 150Hz	6	8 dB	Boost/shelf	0
	Fc3: 3k3Hz	6	6 dB	Cut/bell	
	Fc4: 8k2Hz	3	8 dB	Boost/Shelf	
	HP: 39Hz				
4	Bypass	-	-	-	-

*Nota:* En las tablas desde la 8 hasta la 46 los casilleros verdes indican una modificación diferente en el *plug-in*, dicha modificación se explica al final de cada sección.

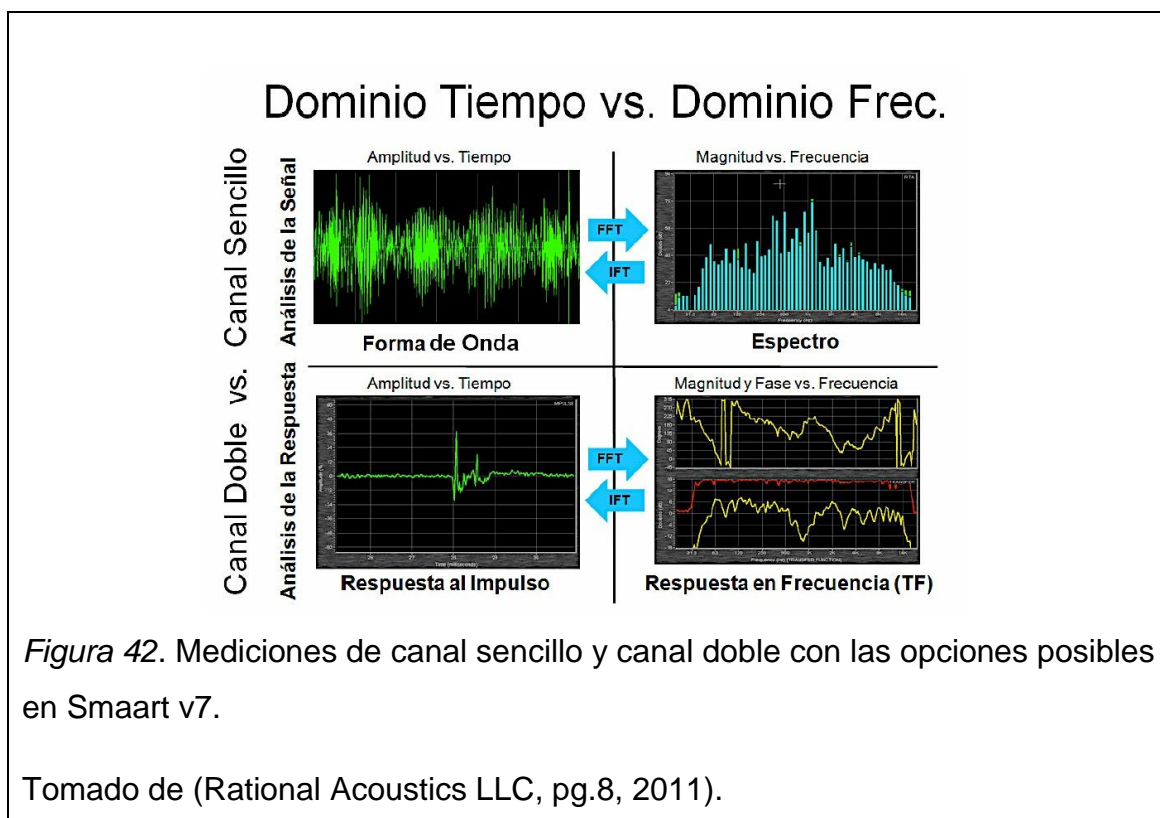
### 2.3. Medición de parámetros técnicos

La medición de THD, Distribución Armónica y Respuesta en Frecuencia se realizaron con el programa Smart v7.

Smart v7 es un software comúnmente utilizado para sonido en vivo. Su función principal es realizar mediciones de parámetros acústicos de importancia en el ajuste y optimización de equipos de refuerzo sonoro. Dentro de sus funciones encontramos:

- Mediciones de un solo canal que analizan la señal presente en un solo punto, permitiendo cuantificar aspectos de dicha señal como el nivel de la misma y el contenido de frecuencias. Estos resultados se pueden presentar en forma de RTA (*Real Time Analyzer*) y/o Analizador de Espectro permitiendo seleccionar la definición de las mismas (yendo desde bandas de octava hasta bandas de 1/48 de octava).
- Mediciones de doble canal que permiten comparar dos señales para analizar la relación existente entre ellas. Para refuerzo sonoro este tipo de medición analiza la respuesta de un sistema al comparar la señal de entrada con la señal de salida del mismo. En esta investigación se usa esta función para comparar las señales procesadas por un mismo equipo en su versión hardware vs. su versión software.

El manejo de Smaart v7 es sencillo y reconoce varias interfaces que permiten su funcionamiento. Para esta investigación se usó una interfaz M-box mini mediante conexión USB conectando sus salidas L y R a sus respectivas entradas de nivel de línea para analizar las señales de manera individual y realizar varias comparaciones entre las mismas.





### 2.3.1. Distribución Armónica

Se utilizaron dos mediciones de canal simple de forma simultánea para determinar la distribución armónica de todas las muestras; esta manera de trabajo facilitó la comparación visual de las curvas RTA de las muestras *plug-in* y hardware. Desde el Pro Tools se envió a las salidas L y R las señales procesadas mediante *plug-in* y hardware respectivamente; dichas salidas estaban conectadas a las entradas 1 y 2 de la interfaz, cada una direccionada a una prueba diferente en Smaart. Se configuró la pantalla del programa para visualizar el RTA (Real Time Analyzer) en 1/48 de octava para mejor detalle de armónicos y en la segunda partición de la pantalla el analizador de espectro. De esta manera, y gracias a la posibilidad de grabar en video lo que la pantalla del computador mostraba, se realizó el análisis comparativo para cada una de las muestras hardware vs. software teniendo el detalle de la formación de armónicos a lo largo de todo el rango de frecuencias generado inicialmente (20Hz a 20kHz).

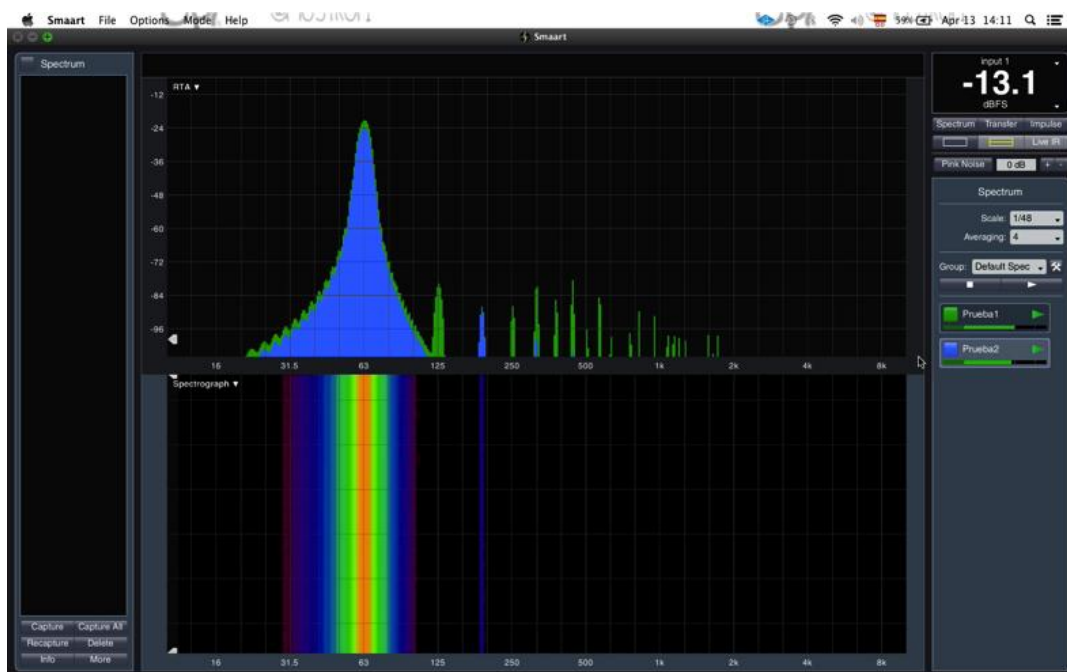


Figura 43. Pantalla de análisis de distribución armónica.

En la figura 43 se aprecia un análisis comparativo de distribución armónica, la señal mostrada en azul corresponde al procesamiento en el equipo analógico y la señal mostrada en verde se corresponde con el mismo procesamiento realizado en el *plug-in* homólogo al equipo utilizado. Este análisis se realizó para cada una de las muestras procesadas en cada uno de los equipos y *plug-ins*.

### **2.3.2. Distorsión armónica total (THD)**

Para el análisis de THD se analizó cada muestra procesada de la señal sinusoidal de 1kHz de manera individual, con ayuda del programa Smaart y el RTA de las mediciones de canal sencillo, se obtuvo el valor en cada frecuencia en 1/24 de octava.

Estos valores se depuraron con ayuda del programa Excel y se colocaron los valores resultantes de la diferencia del valor de la frecuencia fundamental, en este caso 1kHz, con cada uno de sus 15 primeros armónicos en una hoja de Excel previamente programada para obtener el valor de THD en porcentaje.

De esta forma se podía comparar el valor THD de cada equipo hardware, con su homólogo *plug-in* y con el valor presentado en el manual de usuario respectivo.



Para la obtención de los valores de amplitud de cada uno de los armónicos se usó el botón *Info* ubicado en la esquina inferior izquierda de la pantalla de Smaart. Aquí se puede obtener la información de la señal que se está procesando y permite generar un archivo para su lectura en Smaart con estos datos o un Código ASCII que se guarda en el portapapeles del computador para poder copiarlo a programas como Word o Excel.



Figura 45. Pantalla de información de la señal en Smart.

Tras obtener los datos de valores de todas las frecuencias analizadas por Smart se seleccionaron los valores de la frecuencia fundamental (1kHz) y los 15 primeros armónicos de la misma. Para obtener los valores que se usaron en la hoja de cálculo de THD primero fue necesario hacer la resta correspondiente del valor de cada armónico menos el valor de la fundamental para así obtener la diferencia de amplitud entre los mismos.

Tabla 47. Resta de amplitud de armónicos vs. frecuencia fundamental. Realizada en Excel.

Frecuencia	Valor (dB)	Resta
1014.495208	-14.46	0
2024.184057	-119.32	-104.86
3028.656361	-111.73	-97.27

Tabla 48. Hoja de cálculo usada, THD de la configuración 1 en el Neve 1073 DPA. THD = 0.011% resultante.

Harmonic	dB	Power
2	-94.35	3.67282E-10
3	-79.91	1.02094E-08
4	-103.67	4.29536E-11
5	-95.31	2.94442E-10
6	-103.79	4.1783E-11
7	-101.84	6.54636E-11
8	-102.34	5.83445E-11
9	-102.32	5.86138E-11
10	-100.6	8.70964E-11
11	-100.98	7.97995E-11
12	-100.75	8.41395E-11
13	-100.95	8.03526E-11
14	-98.69	1.35207E-10
15	-98.87	1.29718E-10
Total (by power)		1.17346E-08
THD % by voltage		0.010832632

### 2.3.3. Respuesta de frecuencia

La respuesta en frecuencia se analizó mediante la función de transferencia de Smaart utilizando las muestras de ruido rosa procesadas. Se enviaron por las salidas L y R de la interfaz desde Pro Tools las señales homólogas en procesamiento *plug-in* vs. hardware a las respectivas entradas 1 y 2 de la interfaz. De esta forma se puede ver no solo el parámetro nombrado, además la ventana de Smaart permite observar la fase y la coherencia en todo el rango de frecuencias.

No se compara cada muestra procesada con la señal sin procesar debido a que el enfoque de este estudio es la comparación directa del procesamiento hardware vs. software.

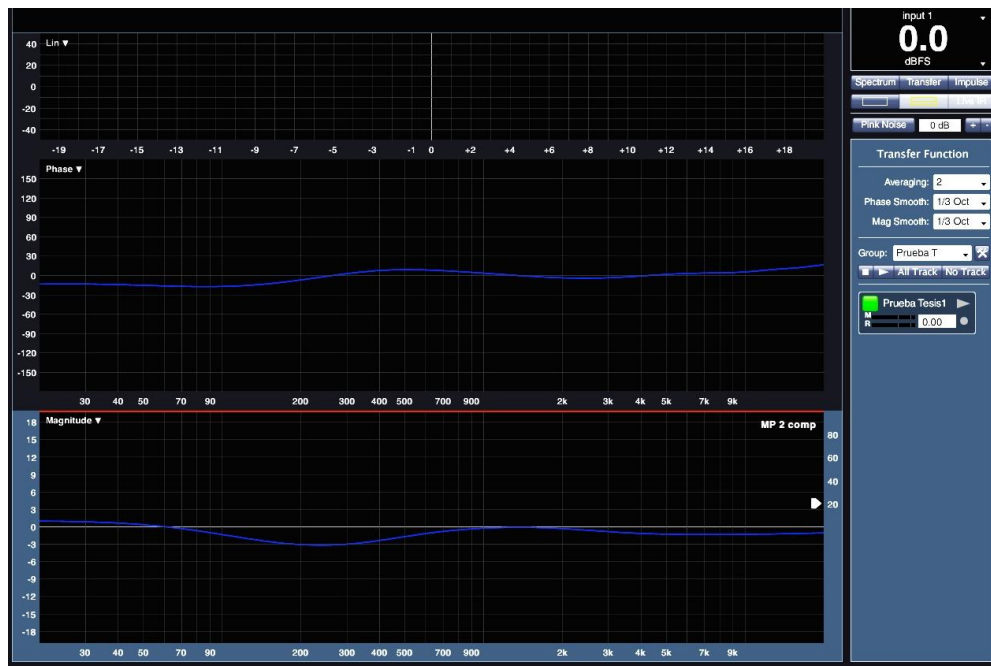


Figura 46. Pantalla de la función de transferencia de Smart V7

#### 2.4. Diseño de la encuesta auditiva.

La encuesta auditiva se planteó de la forma más sencilla posible, pues no se deseaba confundir a los sujetos de prueba con la sección técnica y objetiva de esta investigación. Se requería el uso de la apreciación musical propia de cada individuo y su experiencia auditiva en el procesamiento de señales musicales. Es por ello que las señales de prueba elegidas fueron pocas, una por cada equipo comparado. El criterio de selección de cada muestra para la encuesta consideró el procesamiento que mejor destacaba el THD y distribución armónica propios de cada equipo, así como las señales que comúnmente son procesadas con los mismos. Después de la selección de prueba de las muestras se llegó a un consenso entre el autor de esta investigación, el profesor tutor y el profesor de síntesis de sonido de la carrera para la determinación final de las muestras que se usaron.

Previo a la realización de las encuestas se normalizó la sonoridad de cada muestra para que este factor no influya en la percepción de quien escucha, pues el oído humano tiende a creer que más sonoridad significa mejor sonido.

Tabla 49. Muestras escogidas para cada equipo.

<b>Equipo</b>	<b>Muestra Musical Seleccionada.</b>
Neve 1073 DPA	Muestra de Voz: 4.
UAD 610B	Muestra de Bajo: Finger Style 3.
UAD 1176LN	Muestra de Bajo: Slap 2.
SPL Transient Designer	Muestra de Bajo: Vitela 3.
Pultec EQP-1A3	Muestra de Guitarra: Solo 1.
Manley Massive Passive	Muestra de Guitarra: Arpeggio 2.

La cantidad de muestras por equipo se decidió debido a la necesidad de evitar el cansancio auditivo en los sujetos de prueba, hacer una encuesta demasiado larga afectaría la apreciación de las muestras que se escuchan al final.

A cada individuo se le explicó que escucharían dos muestras por cada equipo, una separada de la otra por un lapso de un segundo, sin un orden específico. La primera muestra que escucharon en cada equipo se nombraba “Muestra A” y la segunda “Muestra B”; en sus hojas de encuestas debían seleccionar si A o B cumplían con el parámetro especificado en cada pregunta según su criterio. Se repitió cada escucha hasta tres veces procurando que el nivel de escucha sea el óptimo para cada grupo encuestado.

La primera hoja de encuesta reunía datos relevantes respecto a la experiencia, preferencias y salud auditiva de cada encuestado.

Todas las encuestas fueron realizadas en el *Control Room* (CR3) del estudio de la Escuela de Música UDLA debido a que gracias a su diseño es posible tener una escucha adecuada para varias personas, esto facilitó realizar mayor cantidad de encuestas en menor tiempo.

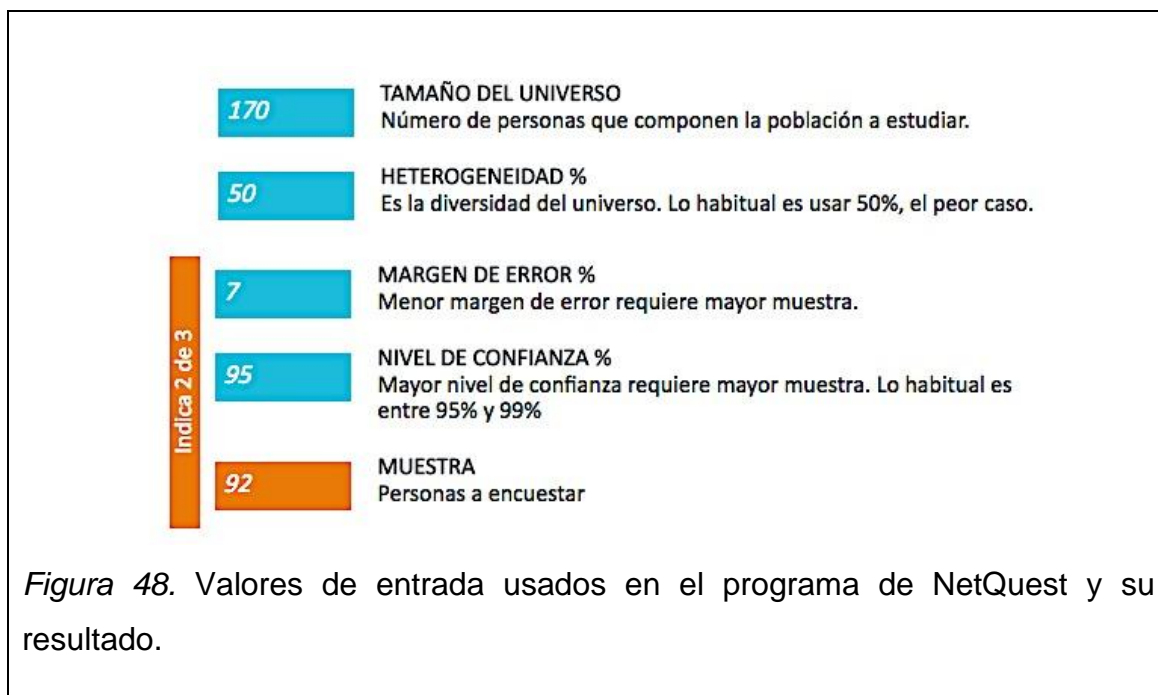
ENCUESTA AUDITIVA: PLUGINS VS HARDWARE.	ESCUCHA DE SEÑALES PROCESADAS.
<p>Nombre: _____</p> <p>Ocupación: _____</p> <p>Edad: _____</p> <p>1. ¿Tiene usted alguna afección auditiva?</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>De haber respondido sí, ¿cuál?</p> <p>_____</p> <p>2. ¿Trabaja bajo altos niveles de presión acústica a lo largo de la semana?</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>De haber respondido sí:</p> <p>¿Cuántas horas de exposición tiene?</p> <p>_____</p> <p>¿Usa protección auditiva?</p> <p>_____</p> <p>3. ¿Ha trabajado con compresores y ecualizadores analógicos?</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>4. ¿Tiene preferencia entre equipo analógico y digital (plugins)?</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>De haber respondido sí, ¿con qué equipo prefiere trabajar?</p> <p>_____</p>	<p>Preamplificador Neve 1073a</p> <p>1. De las dos muestras auditivas que acaba de escuchar, ¿cuál le parece que posee un mayor contenido armónico?</p> <p>A <input type="checkbox"/></p> <p>B <input type="checkbox"/></p> <p>2. ¿Puede identificar cuál de las señales que acaba de escuchar es la procesada con hardware? Por favor, indíquelo.</p> <p>A <input type="checkbox"/></p> <p>B <input type="checkbox"/></p> <p>3. ¿Qué muestra le gustó más?</p> <p>A <input type="checkbox"/></p> <p>B <input type="checkbox"/></p> <p>Preamplificador UAD 610.</p> <p>4. De las dos muestras auditivas que acaba de escuchar, ¿cuál le parece que posee un mayor contenido armónico?</p> <p>A <input type="checkbox"/></p> <p>B <input type="checkbox"/></p> <p>5. ¿Puede identificar cuál de las señales que acaba de escuchar es la procesada con hardware? Por favor, indíquelo.</p> <p>A <input type="checkbox"/></p> <p>B <input type="checkbox"/></p> <p>6. ¿Qué muestra le gustó más?</p> <p>A <input type="checkbox"/></p> <p>B <input type="checkbox"/></p>

*Figura 47.* Hoja 1 y 2 de la encuesta realizada. Las preguntas son las mismas para cada equipo.

La cantidad de individuos a encuestar se determinó con usando la Calculadora de Muestras para Proporciones online de NetQuest. La población estaría formada por 56 estudiantes de ingeniería en sonido y acústica que cursaban séptimo, octavo, noveno y décimo semestre en el momento de la evaluación; 69 estudiantes de la tecnicatura en producción musical que cursaban desde segundo nivel hasta octavo al momento de la evaluación, 25 estudiantes de la escuela de música que cursaban el énfasis de producción musical, y 20 ingenieros de sonido activos en producción musical dentro del distrito metropolitano de Quito. Dando un total de 170 personas en la población de la encuesta.

La calculadora específica indicó un mínimo de 92 encuestas para validar la población. Se proyectó realizar 100 encuestas y se consiguió un total de 95 encuestas efectivas.





*Figura 49.* Alumnos de la Tecnicatura en Producción Musical durante las encuestas.

### CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados se presentan de forma individual por parámetro técnico (THD, distorsión armónica y respuesta en frecuencia) y por cada equipo de forma comparativa entre sus versiones hardware y software.

Después se presentan los resultados de las encuestas auditivas. Como punto final se relaciona los resultados técnicos con los resultados sensoriales.

#### 3.1. Resultados y comparación de medición de parámetros técnicos

Los parámetros técnicos medidos para cada equipo y *plug-in* fueron:

- THD (Distorsión Armónica Total).
- Distribución armónica.
- Respuesta en frecuencia.

En muchos casos no se obtuvo todos estos parámetros en los manuales de usuario presentados por los fabricantes, la distribución armónica no se especifica en estos manuales ya que suele ser un parámetro muy variable en cada equipo que depende de factores como el tiempo y uso de cada uno. En cuanto a *plug-ins*, sus fabricantes no muestran THD ni Respuesta en frecuencia al hablar de las especificaciones técnicas pese a proveer información como impedancia de entrada. Se considera solo los datos obtenidos por fabricantes que son útiles en la comparativa de esta investigación.

##### 3.1.1. Distorsión armónica total (THD): Hardware vs. *Plug-in*

El THD se considera el parámetro más importante al comparar los equipos analógicos con su emulador *plug-in*, debido a que este parámetro se toma como una de las bases durante el proceso de emulación y es el principal responsable de la característica tímbrica que otorgará cada equipo al procesar una señal.

Tabla 50. Valores resultantes de THD

Equipo/Plugin	THD Conf 1	THD Conf 2	THD Conf 3	THD Conf 4	THD Manual Hardware
Neve 1073a	0.011%	0.014%	0.021%	0.046%	< 0.07%
<i>Plugin UAD Neve 1073a</i>	0.089%	0.088%	0.081%	0.068%	-
UAD 610	0.097%	0.016%	0.112%		< 0.5%
<i>Plugin UAD 610b</i>	0.086%	0.079%	0.059%		-
UAD 1176	0.116%	0.255%	0.482%	0.003%	< 0.5%
<i>Plugin UAD 1176</i>	0.007%	0.001%	0.274%	0.003%	-
SPL Transient Designer	0.419%	0.275%	0.226%	0.004%	0.004%
<i>Plugin UAD SPL Transient Designer</i>	0.007%	0.003%	0.006%	0.003%	-
Pultec EQP 1A3	0.338%	0.108%	0.720%	0.137%	0.15%
<i>Plugin UAD Pultec EQP 1A3</i>	0.005%	0.004%	0.005%	0.003%	-
Manley Massive Passive	0.043%	0.065%	0.026%	0.004%	0.06%
<i>Plugin UAD Manley Massive Passive</i>	0.064%	0.061%	0.646%	0.003%	-

En la tabla 50 podemos observar los valores resultantes del análisis de THD para cada procesamiento del equipo analógico y hardware; en la última columna se ven los valores dados por los fabricantes en los manuales de usuario respectivos.

Las casillas en verde señalan coincidencias en los valores que apuntan a que el THD es igual, pese a diferir por milésimas. Las casillas en amarillo indican valores coincidentes si se redonda el porcentaje o se llega a considerar un margen de error superior. El resto de las casillas tienen valores muy diferentes.

En el caso del Neve 1073 todos los valores del equipo hardware entran en el rango dado por el fabricante; sin embargo, es más cercano a los valores de THD del *plug-in*.

Para el UAD 610B todos los valores resultantes de las mediciones entran en el rango especificado por el manual. Se debe considerar que la diferencia entre el valor límite especificado por el fabricante y los valores determinados mediante medición son demasiado grandes. El THD encontrado en las mediciones es aceptable.

En el compresor 1176, notamos que los valores de THD del UREI 1176, pese a estar cerca del límite dado por el fabricante, son valores muy altos y la sensibilidad de entrada de este equipo estaba afectada por el desgaste físico; por esta razón este equipo fue descartado en la comparativa.

Con el UAD 6176 el valor es exactamente el mismo en la configuración 4 que es el bypass; el resto de valores difieren pero entran en el rango de menor a 0.5% especificado en el manual.

El SPL Transient Designer coincide en los valores de THD en bypass en hardware vs. *plug-in*. Y el valor encontrado en el manual de usuario se relaciona directamente con los resultados de THD obtenidos en el *plug-in* y difiere muchos de los valores THD del equipo análogo.

Para el Pultec EQP-1A3 los valores de THD en *plug-in* vs. hardware no son similares. El valor dado por el fabricante en el manual de usuario se acerca a los valores de THD del equipo analógico siendo el más cercano el de la configuración 4: bypass.

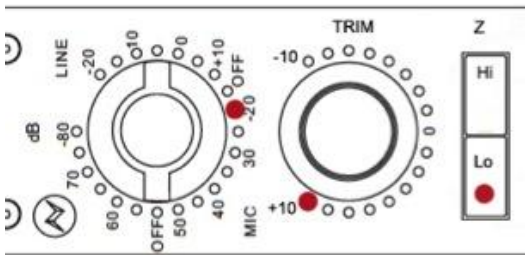

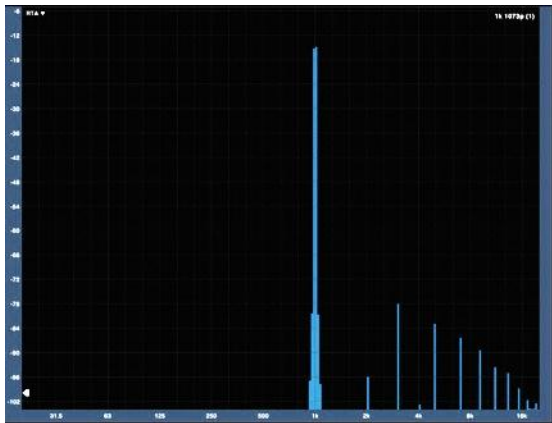
El Manley Massive Passive es el equipo que mayores similitudes presenta en *plug-in* vs. hardware, siendo únicamente la configuración 3: con mayores parámetros de modificación la que pierde toda relación entre ambos valores de

THD. El valor especificado en el manual es cercano a la configuración 2 en ambos casos y configuración 1 solo en el valor del *plug-in*.

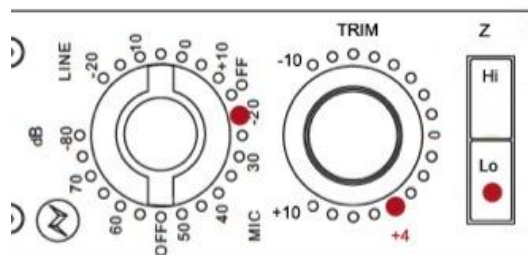
A continuación se explica equipo por equipo y muestra por muestra el proceso de medición y comparación de este parámetro.

### 3.1.1.1. Preamplificador Neve 1073 DPA

Tabla 51. Resultados de THD por cada muestra procesada en el Neve 1073.

Señal sinusoidal 1kHz.	
Procesamiento 1.	
	
<p><i>Input Gain:</i> -20dB  <i>Trim:</i> +10dB  <i>Z:</i> Lo</p> <p><i>Nota:</i> Con estos valores de entrada y salida la señal final tenía un nivel superior al manejado durante todo el estudio pero sin llegar a una saturación total o desagradable.</p>	
<p>Hardware</p>  <p>THD: 0.011%</p>	<p>Plug-in</p>  <p>THD: 0.089%</p>

## Procesamiento 2.

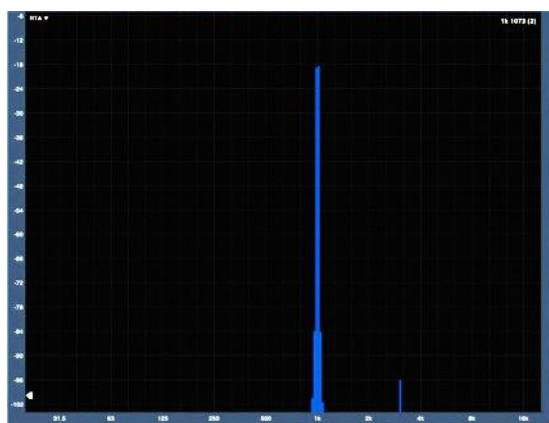


Input Gain: -20dB

Trim: +4dB

Z: Lo

Hardware



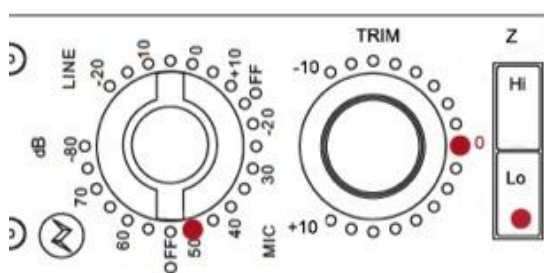
THD: 0.014%

Plug-in



THD: 0.088%

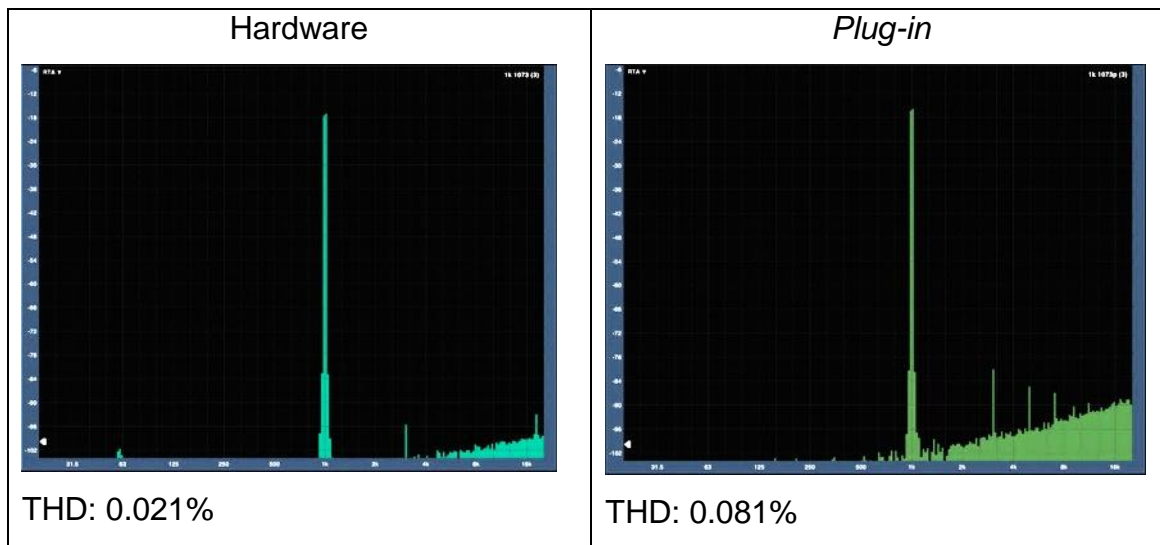
## Procesamiento 3.



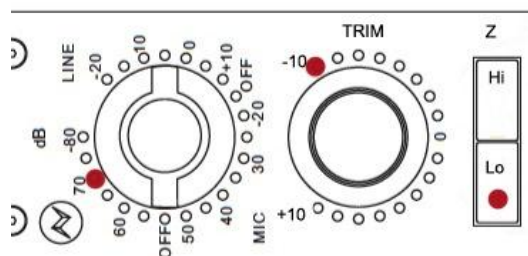
Input Gain: +50dB

Trim: 0dB

Z: Lo



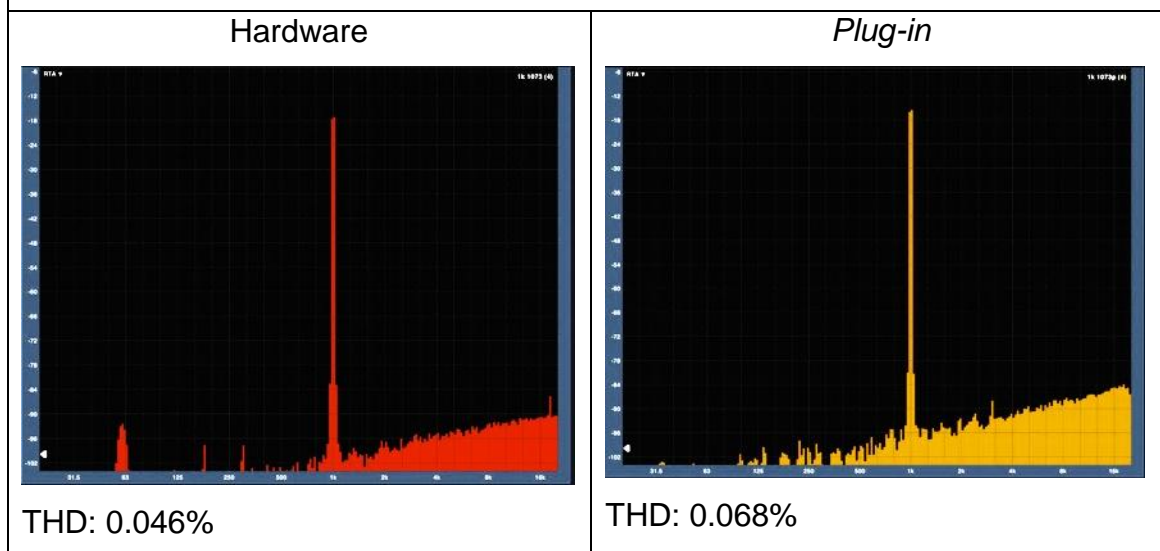
Procesamiento 4.



Input Gain: +70dB

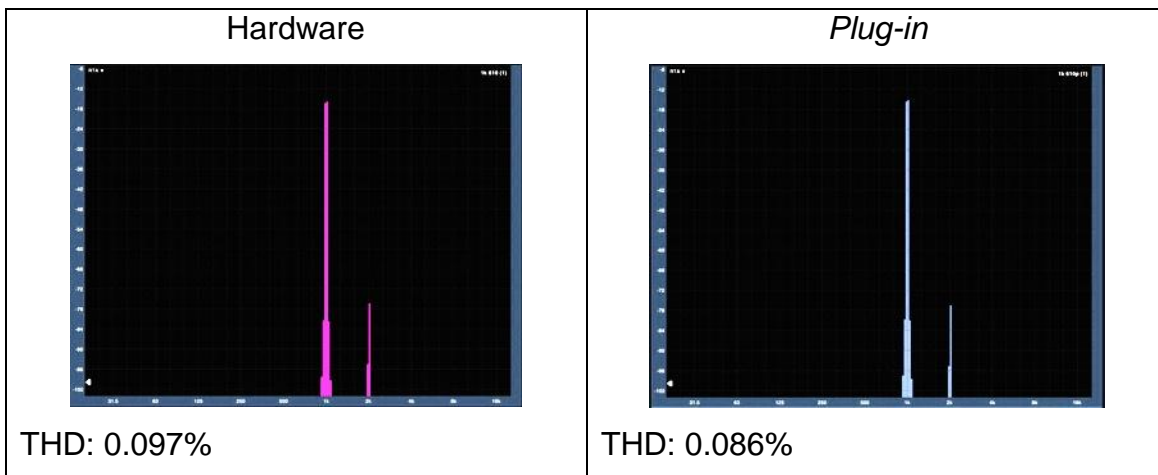
Trim: -10dB

Z: Lo

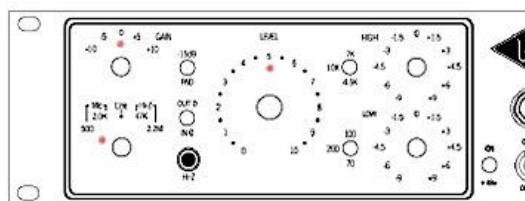








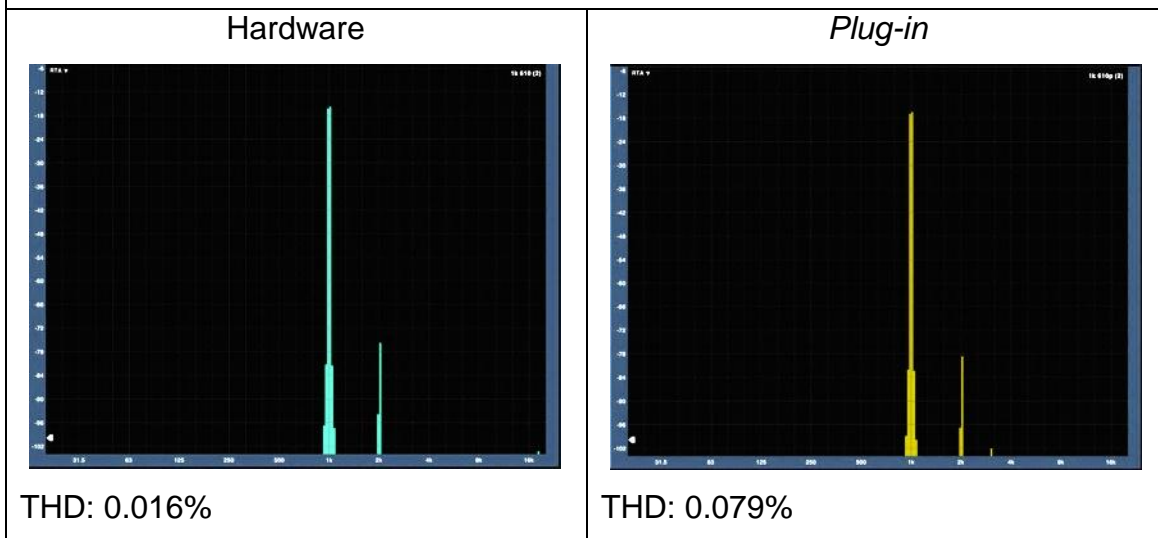
Procesamiento 2.



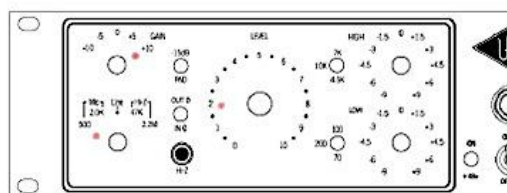
Input Gain: 0dB

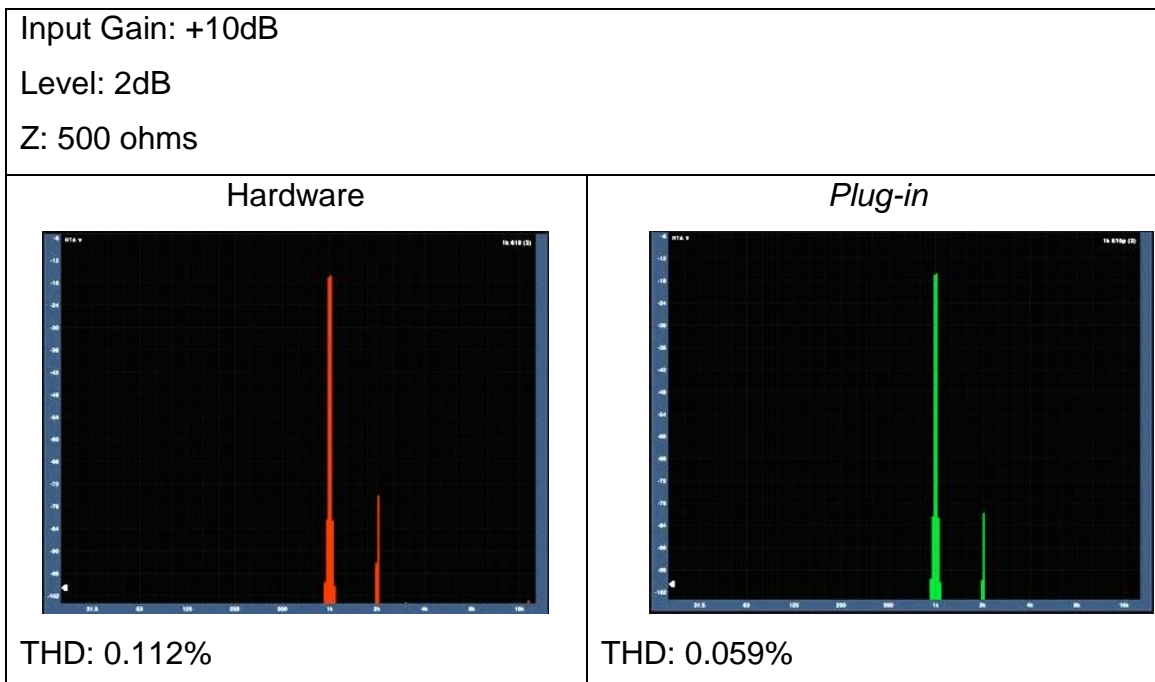
Level: +5dB

Z: 500 ohms



Procesamiento 3.



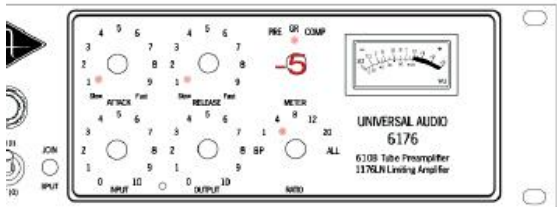
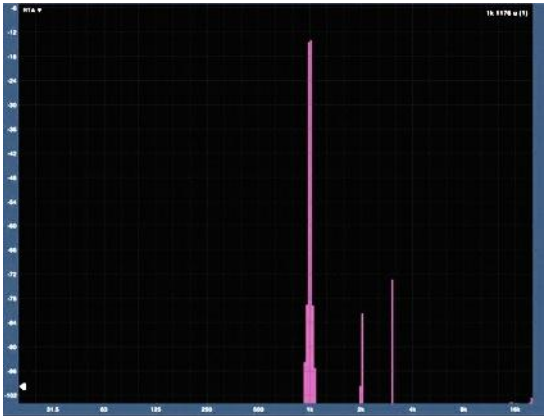

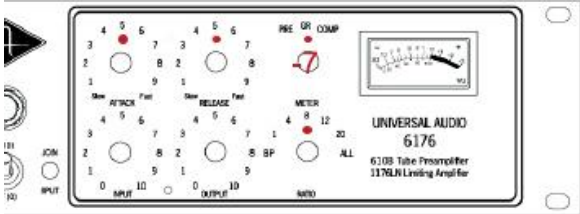


Para el preamplificador UAD 610B se puede ver que con la configuración de procesamiento 1 los resultados son muy cercanos. Con el procesamiento 2 pese a que el THD resultante es distinto entre los dos las gráficas del RTA muestran una señal de salida similar entre *plug-in* y *hardware*; la razón de la diferencia del THD se debe a la magnitud de los armónicos que no entran en el rango perceptible pero son mayores en el *plug-in* que en el *hardware*. En el procesamiento 3 notamos el comportamiento inverso que en el procesamiento 2.

El preamplificador 610B en su versión *plug-in* presenta una coloración homogénea sin importar cuánto se fuerce el nivel de entrada o salida, mientras que la versión analógica de este equipo presenta mayor coloración cuando los niveles de entrada o salida son superiores y poca coloración al tener estos niveles en un valor medio. Se debe notar que en ambas versiones es el segundo armónico el que tiene mayor énfasis, dando así una coloración más ordenada que suele resultar más agradable al oído.

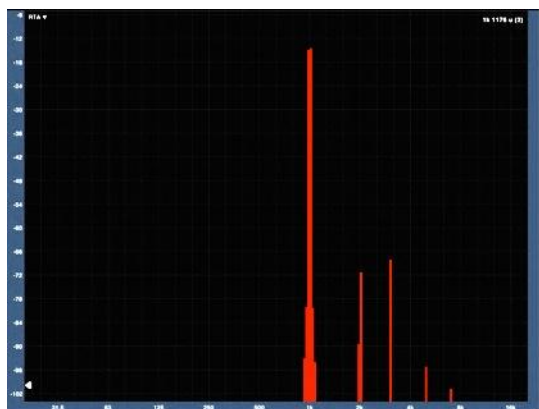
### 3.1.1.3. Compresor UAD 1176LN

Tabla 53. Resultados de THD en todas las muestras procesadas en el UAD 1176LN.

<b>Señal sinusoidal 1kHz.</b>	
<p>Procesamiento 1.</p>  <p><i>Gain Reduction: -5dB</i></p> <p><i>Ratio: 4:1</i></p> <p><i>Attack: 1</i></p> <p><i>Release: 1</i></p>	
<p>Hardware</p>  <p>THD: 0.116%</p>	<p>Plug-in</p>  <p>THD: 0.007%</p>
<p>Procesamiento 2.</p>  <p><i>Gain Reduction: -7dB</i></p> <p><i>Ratio: 8:1</i></p>	

Attack: 5  
Release: 5

Hardware



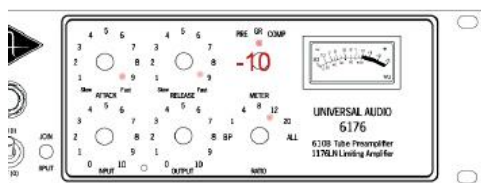
THD: 0.255%

Plug-in



THD: 0.001%

Procesamiento 3.



Gain Reduction: -10dB

Ratio: 12:1

Attack: 9

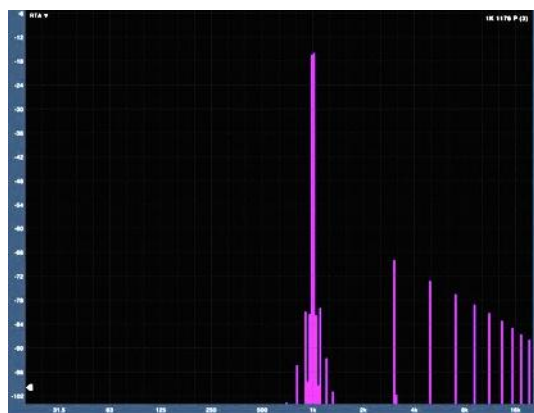
Release: 9

Hardware



THD: 0.482%

Plug-in

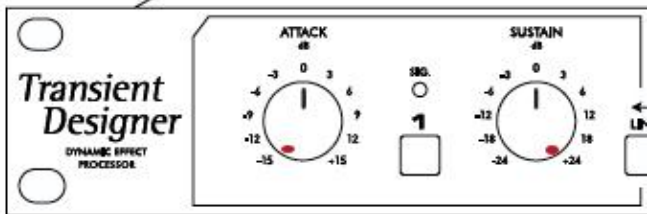
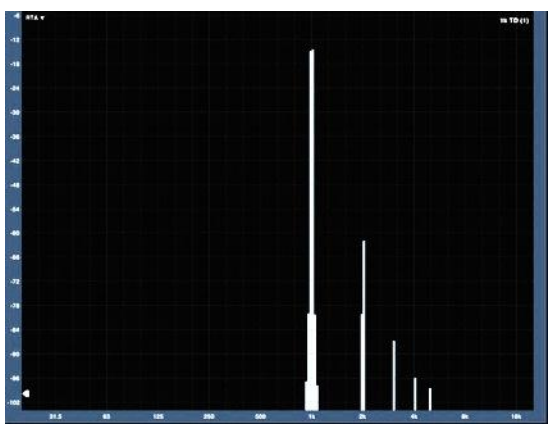
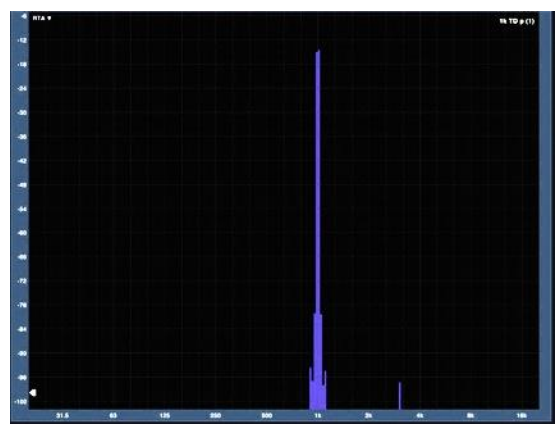


THD: 0.274%

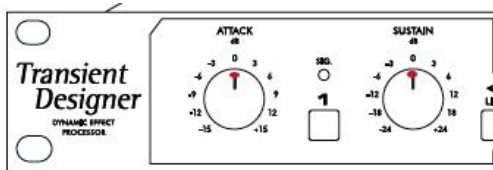
En el compresor UAD 1176LN se nota que el THD resultante entre sus versiones hardware y software es muy distinto, sus valores se vuelven más cercanos en el procesamiento con mayor compresión y los armónicos presentados por el *plug-in* son muchos más ordenados que los que otorga el hardware.

### 3.1.1.4. Compresor SPL Transient Designer

Tabla 54. Resultados de THD en todas las muestras procesadas en el SPL Transient Designer.

Señal sinusoidal 1kHz.	
<p>Procesamiento 1.</p>  <p><i>Attack:</i> -15 <i>Sustain:</i> +24</p>	
<p>Hardware</p>  <p>THD: 0.419%</p>	<p>Plug-in</p>  <p>THD: 0.007%</p>

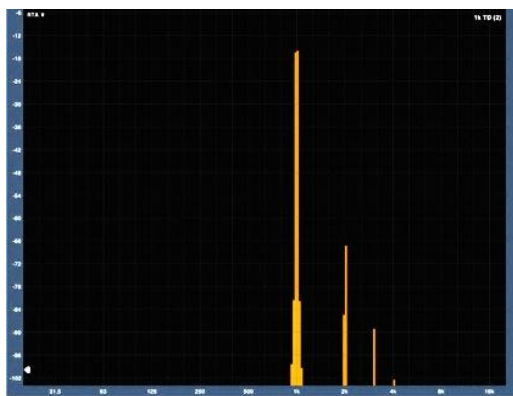
Procesamiento 2.



Attack: 0

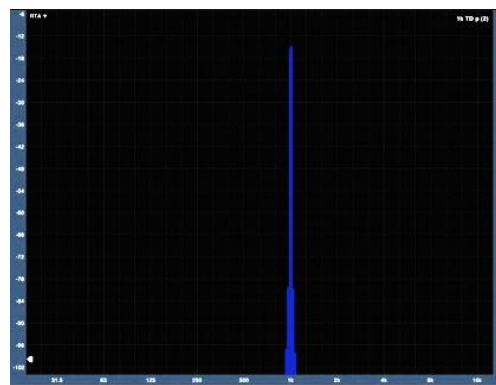
Sustain: 0

Hardware



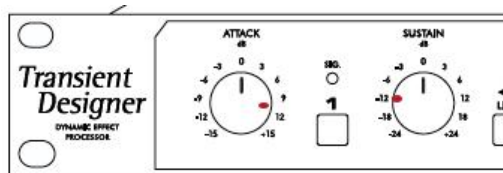
THD: 0.275%

Plug-in



THD: 0.003%

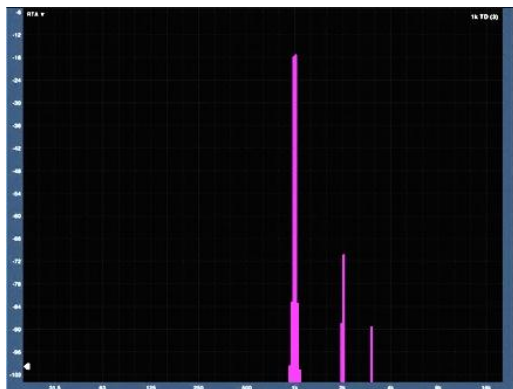
Procesamiento 3.



Attack: +10

Sustain: -12

Hardware



THD: 0.226%

Plug-in

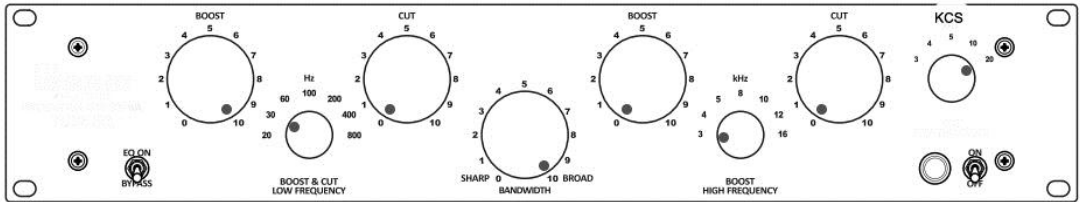


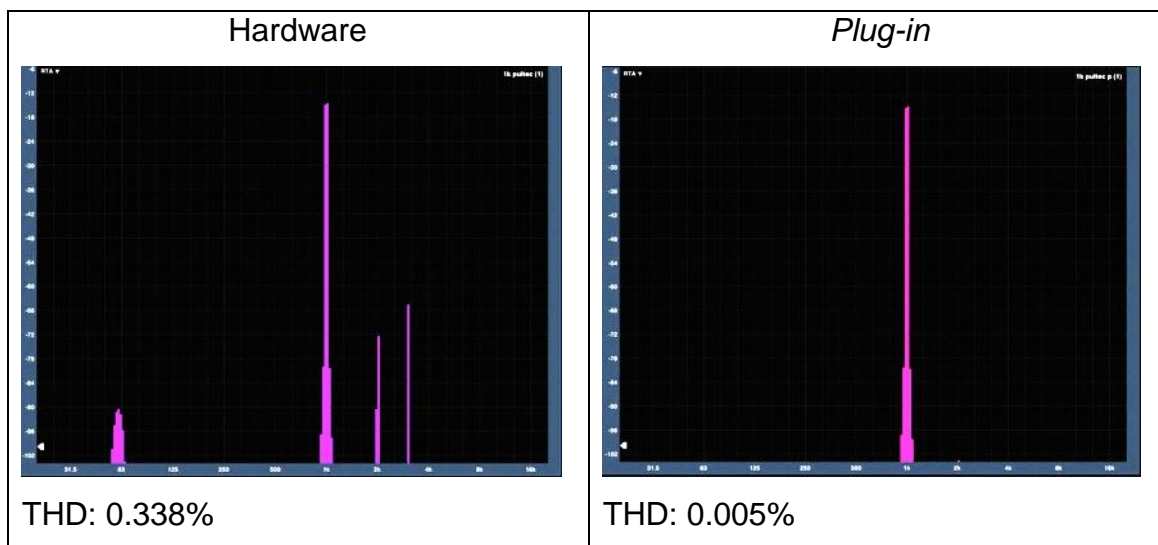
THD: 0.006%

En el SPL Transient Designer se observa que le *plug-in* presenta una respuesta muy cristalina, con un valor de THD siempre por debajo del 0.01%. Mientras que el equipo analógico tiene valores de THD bajos pero presenta mayor coloración cuando mayor se vuelve el *sustain*; pese al aumento de THD los armónicos presentados por el hardware son ordenados lo que vuelve más cálido al sonido de la señal resultante. El *plug-in* únicamente con el valor de *sustain* al máximo permite ver un armónico en el RTA pero la emulación sigue sin corresponder a los patrones de presencia armónica en el equipo físico.

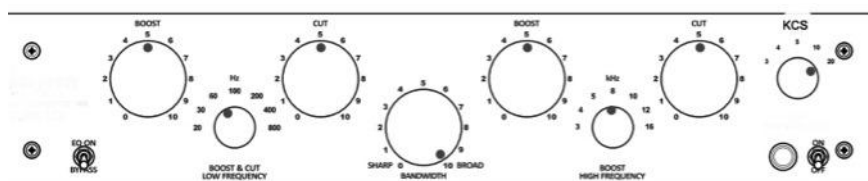
### 3.1.1.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3

Tabla 55. Resultados de THD en todos los procesamientos en el Pultec EQP-1A3.

<b>Señal sinusoidal 1kHz.</b>	
<p>Procesamiento 1.</p> 	<p><i>Bandwidth:</i> 10</p> <p><i>KCS:</i> 20</p> <p><i>Fc1:</i> 30 Hz</p> <p><i>Boost:</i> 10 dB</p> <p><i>Atten:</i> 0 dB</p> <p><i>Fc2:</i> 3 kHz</p> <p><i>Boost:</i> 0 dB</p> <p><i>Atten:</i> 0 dB</p>



## Procesamiento 2.



*Bandwidth: 10*

*KCS: 20*

*Fc1: 60 Hz*

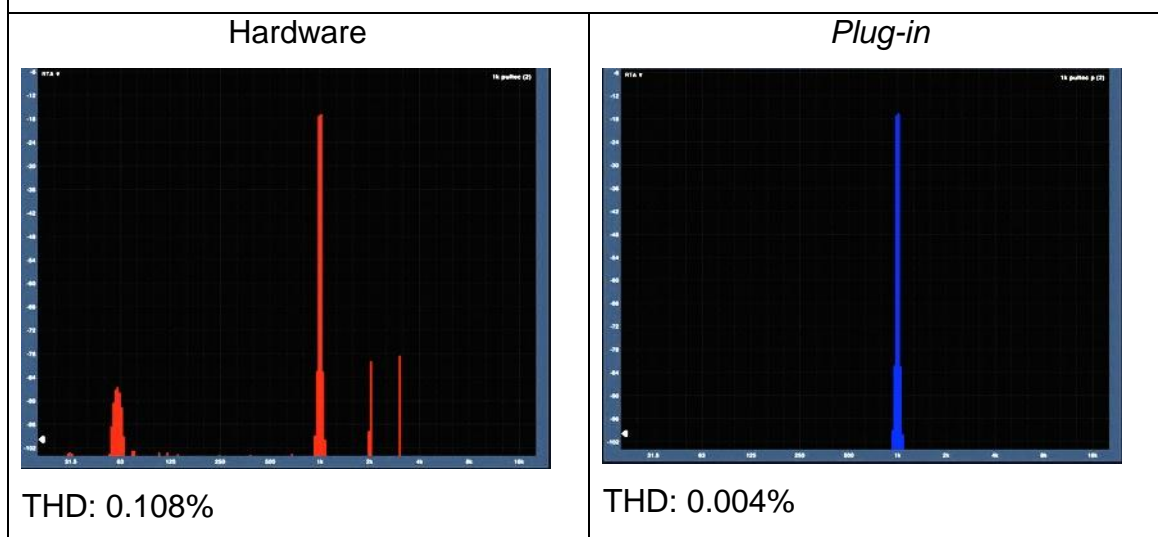
*Boost: 5 dB*

*Atten: 5 dB*

*Fc2: 8 kHz*

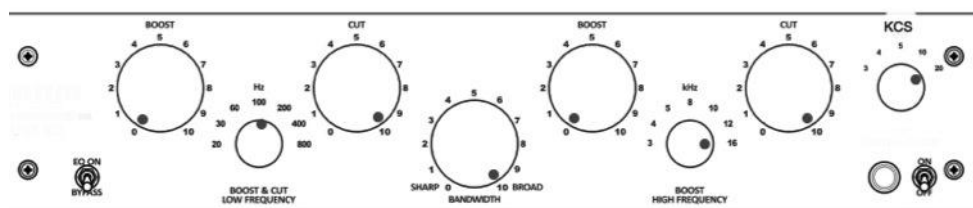
*Boost: 5 dB*

*Atten: 5 dB*





## Procesamiento 3.



*Bandwidth:* 10

*KCS:* 20

*Fc1:* 100 Hz

*Boost:* 0 dB

*Atten:* 10 dB

*Fc2:* 16 kHz

*Boost:* 0 dB

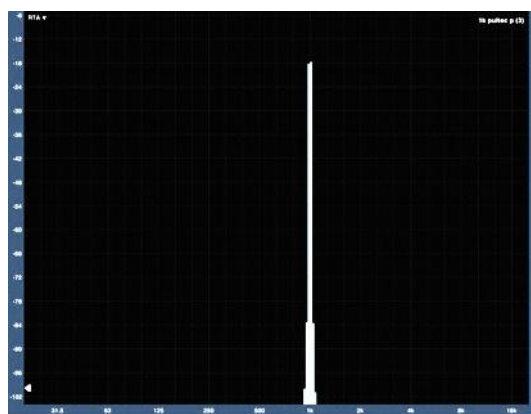
*Atten:* 10 dB

Hardware



THD: 0.720%

Plug-in

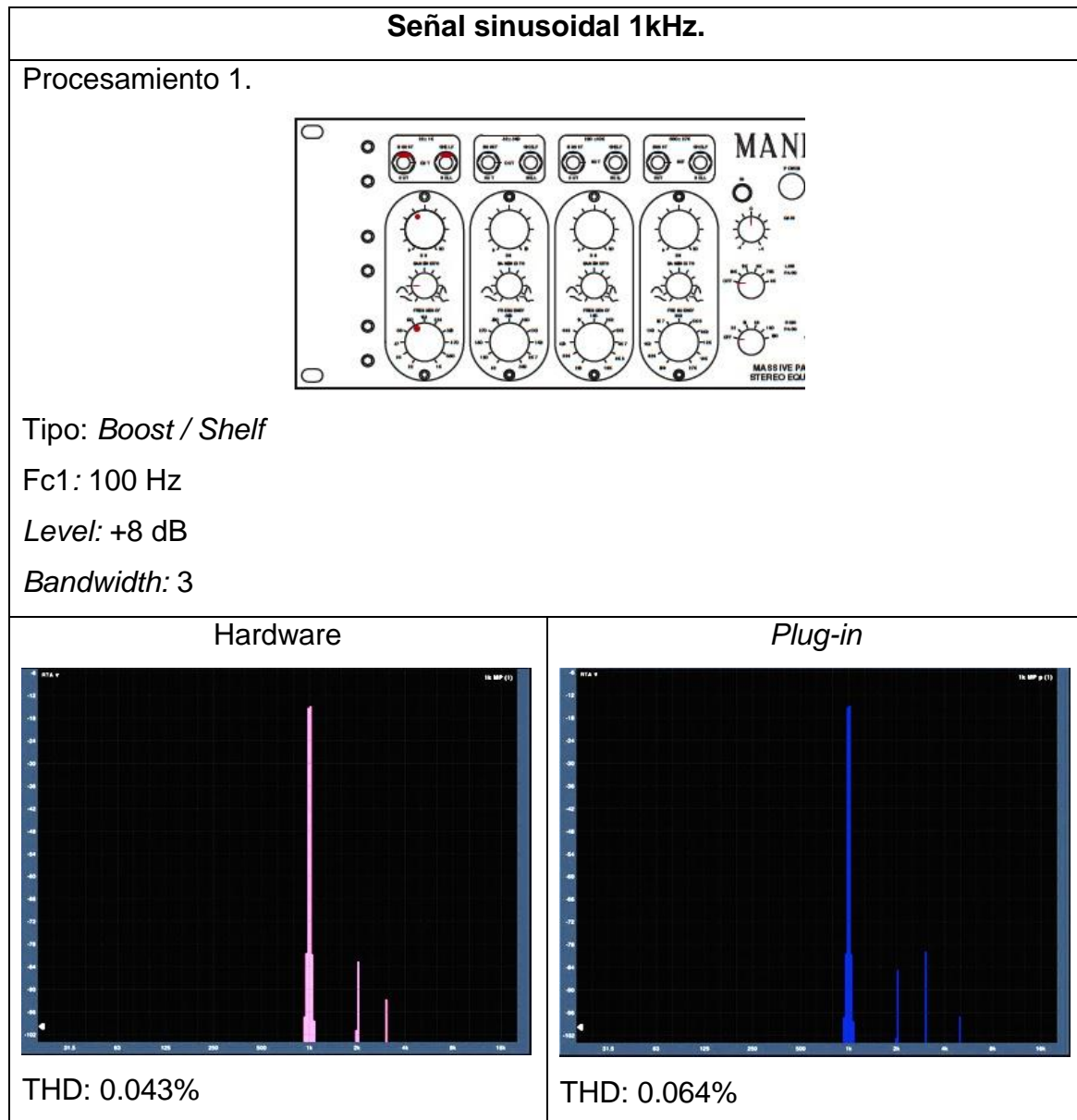


THD: 0.005%

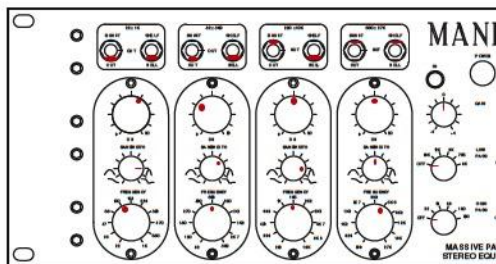
En este equipo se puede observar que el *plug-in* tiene un THD muy bajo mientras que el equipo analógico presenta valores altos e incluso en el RTA se nota la presencia permanente de una frecuencia resonante en 63Hz. La razón de la frecuencia resonante así como el alto THD del equipo se explica debido a sus años de uso pero no vuelve desagradable a la señal que procesa y la nitidez armónica del *plug-in* no es una propiedad que se espera en la emulación del Pultec EQP-1A.

### 3.1.1.6. Ecuador Manley Massive Passive EQ

Tabla 56. Resultados de THD en todos los procesamientos en el Manley Massive Passive.

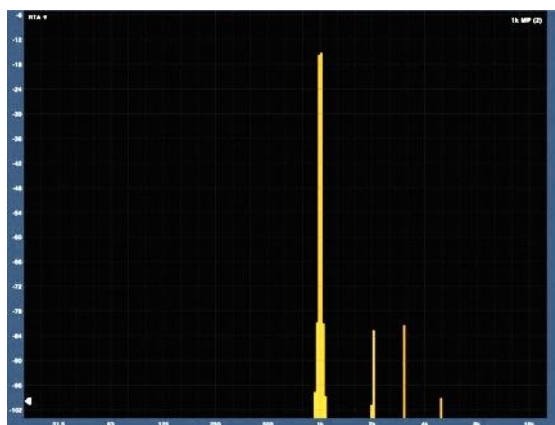


Procesamiento 2.



Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc1: 100 Hz Level: +12 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc2: 560 Hz Level: +6 dB Bandwidth: 8	Tipo: <i>Boost / Bell</i> Fc3: 1k5 Hz Level: +10 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Boost / Shelf</i> Fc4: 5k6 Hz Level: +10 dB Bandwidth: 6	Gain: 0 dB LP: off HP: off
---	--	---	--	----------------------------------

Hardware



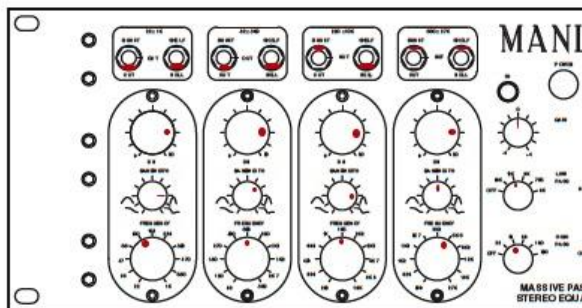
THD: 0.065%

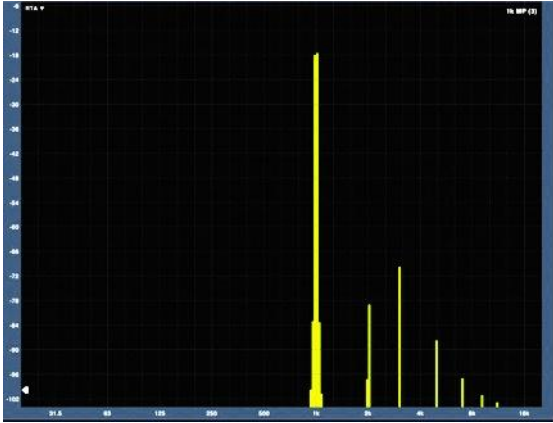
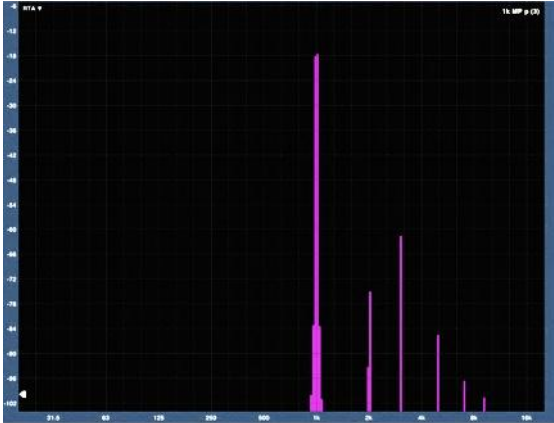
Plug-in



THD: 0.061%

Procesamiento 3.



Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc1: 100 Hz Level: +16 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc2: 560 Hz Level: +16 dB Bandwidth: 8	Tipo: <i>Boost / Bell</i> Fc3: 1k5 Hz Level: +16 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Boost / Shelf</i> Fc3: 5k6 Hz Level: +8 dB Bandwidth: 6	Gain: 0 dB LP: 12kHz HP: 39Hz
<p style="text-align: center;">Hardware</p>  <p>THD: 0.026%</p>		<p style="text-align: center;">Plug-in</p>  <p>THD: 0.646%</p>		

En el ecualizador Manley Massive Passive es donde se encuentra la mayor similitud entre *plug-in* y hardware. En los procesamientos 1 y 3 el valor teórico de THD es diferente entre ambos, sin embargo se aprecia en el RTA una gran similitud en los armónicos para todos los casos.

Se nota claramente el por qué la diseñadora del Massive Passive permitió la comercialización de esta emulación. Es muy cercana al equipo real.

### 3.1.2. Respuesta de frecuencia y coherencia: hardware vs *plug-in*

La respuesta en frecuencia de los equipos y sus homólogos *plug-ins* se midió usando la función de transferencia del programa Smaart y los procesamientos de los equipos sobre ruido rosa. Esto permitió observar comparativamente las diferencias a lo largo del rango audible entre el hardware y el software, a la vez se observa la coherencia y fase que se presenta entre una misma señal procesada por el equipo analógico o su versión en *plug-in*.

También se usaron los videos comparativos del barrido de frecuencia en los equipos para notar de forma visual las frecuencias donde la respuesta podía

verse afectada. Sin embargo, no hubo mayor diferencia o pérdida de nivel en el rango de frecuencias audibles.

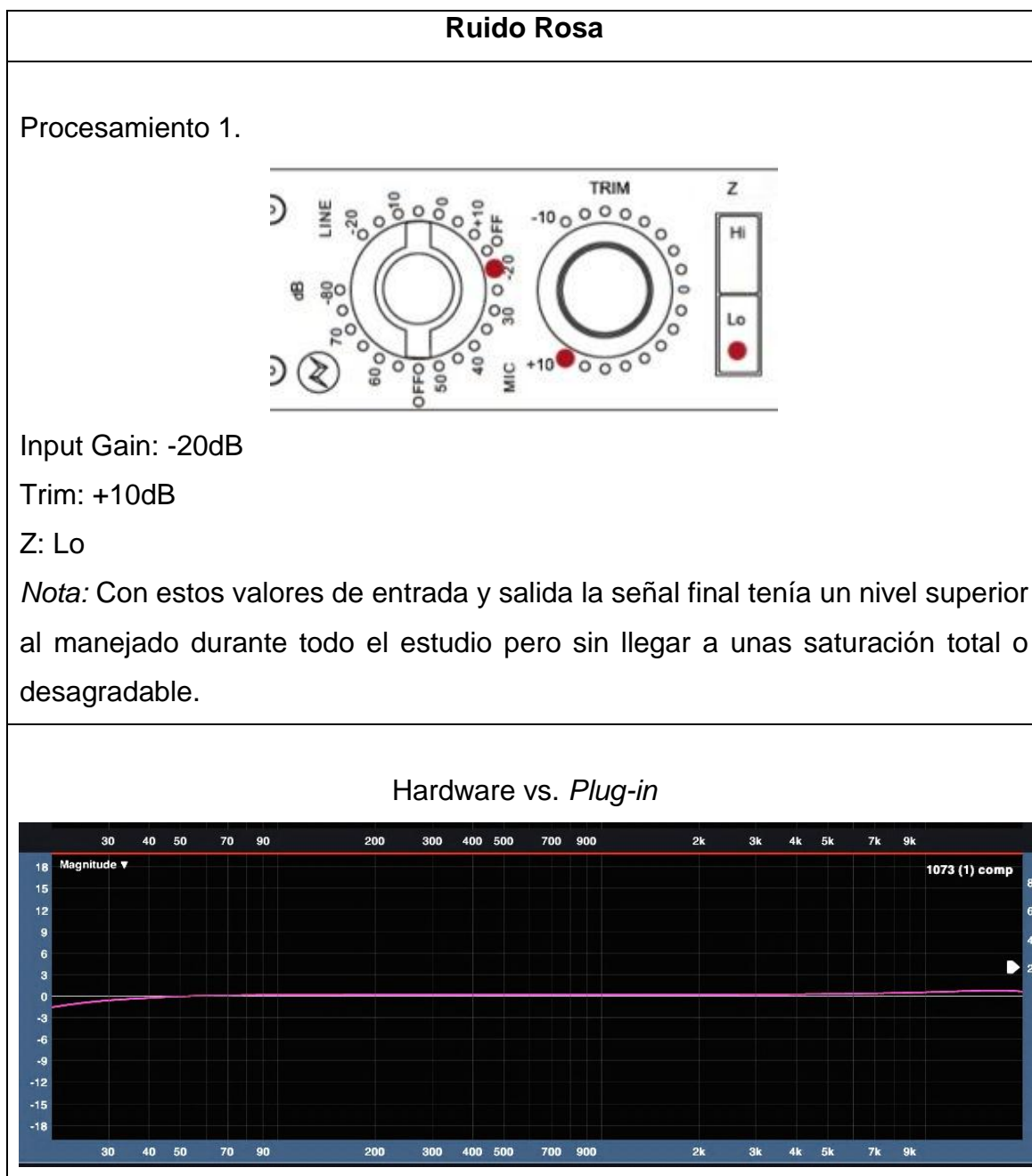
Tabla 57. Tabla de resultados Respuesta en Frecuencia

Equipo/Plugin	Respuesta en Frecuencia Conf. 1	Respuesta en Frecuencia Conf. 2	Respuesta en Frecuencia Conf. 3	Respuesta en Frecuencia Conf. 4	Respuesta en Frecuencia Manual.
Neve 1073a	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz
<i>Plugin UAD Neve 1073a</i>	20 Hz - 16kHz (-6dB en 20kHz).	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	
UAD 610	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz		20 Hz - 20kHz
<i>Plugin UAD 610b</i>	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz		
UAD 1176	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz
<i>Plugin UAD 1176</i>	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	
SPL Transient Designer	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 100kHz
<i>Plugin UAD SPL Transient Designer</i>	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	
Pultec EQP 1A3	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	No especifica.
<i>Plugin UAD Pultec EQP 1A3</i>	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	
Manley Massive Passive	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 16kHz (LP 12kHz))	20 Hz - 20kHz	8 Hz - 60kHz
<i>Plugin UAD Manley Massive Passive</i>	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	20 Hz - 20kHz	

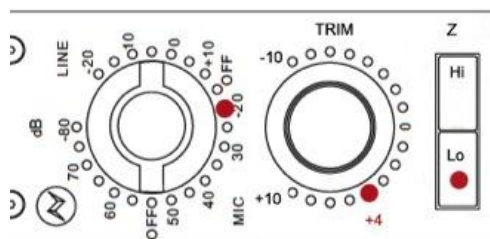
La tabla 57 muestra los resultados de respuesta en frecuencia para todos los equipos y *plug-ins* en todas las muestras procesadas. Las casillas en amarillo indican aquellas que entre sí.

### 3.1.2.1. Preamplificador Neve 1073 DPA

Tabla 58. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el Neve 1073.



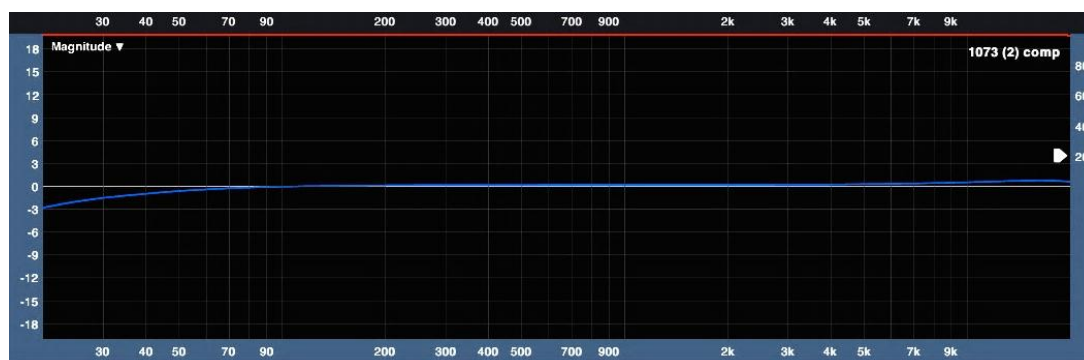
## Procesamiento 2.



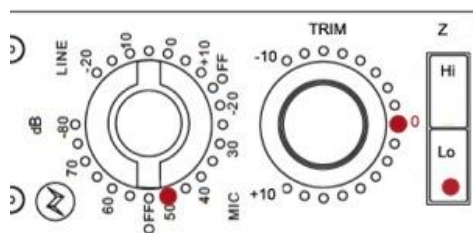
Input Gain: -20dB

Trim: +4dB

Z: Lo

Hardware vs. *Plug-in*

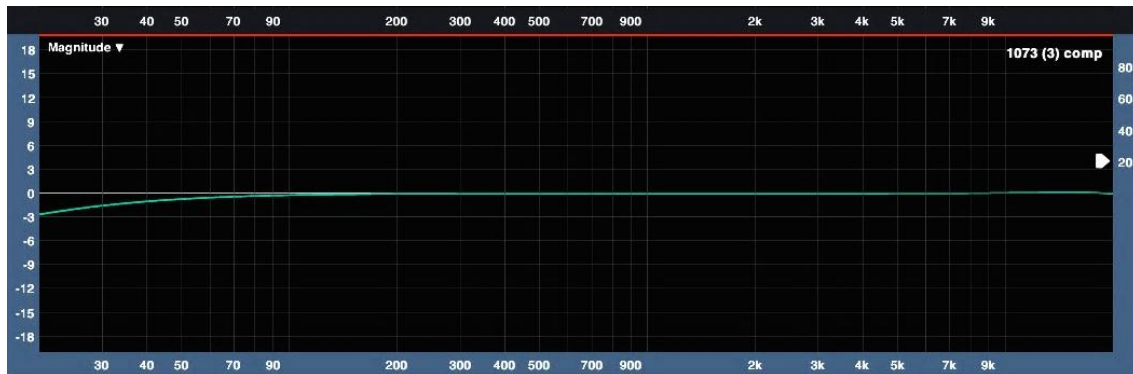
## Procesamiento 3.



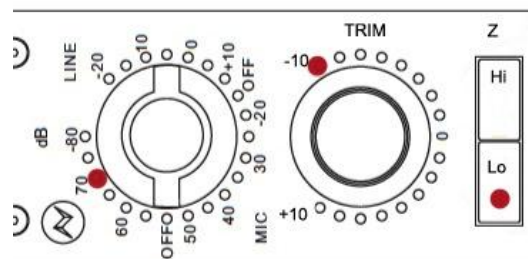
Input Gain: +50dB

Trim: 0dB

Z: Lo

Hardware vs. *Plug-in*

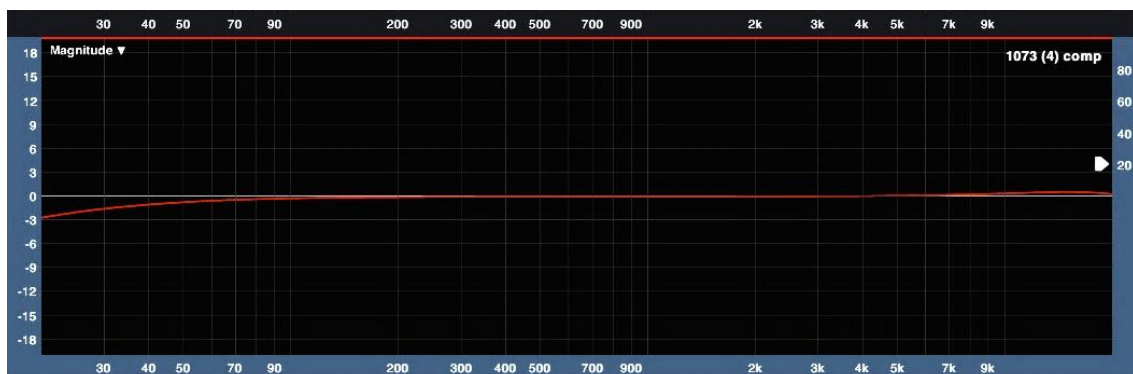
## Procesamiento 4.



Input Gain: +70dB

Trim: -10dB

Z: Lo

Hardware vs. *Plug-in*

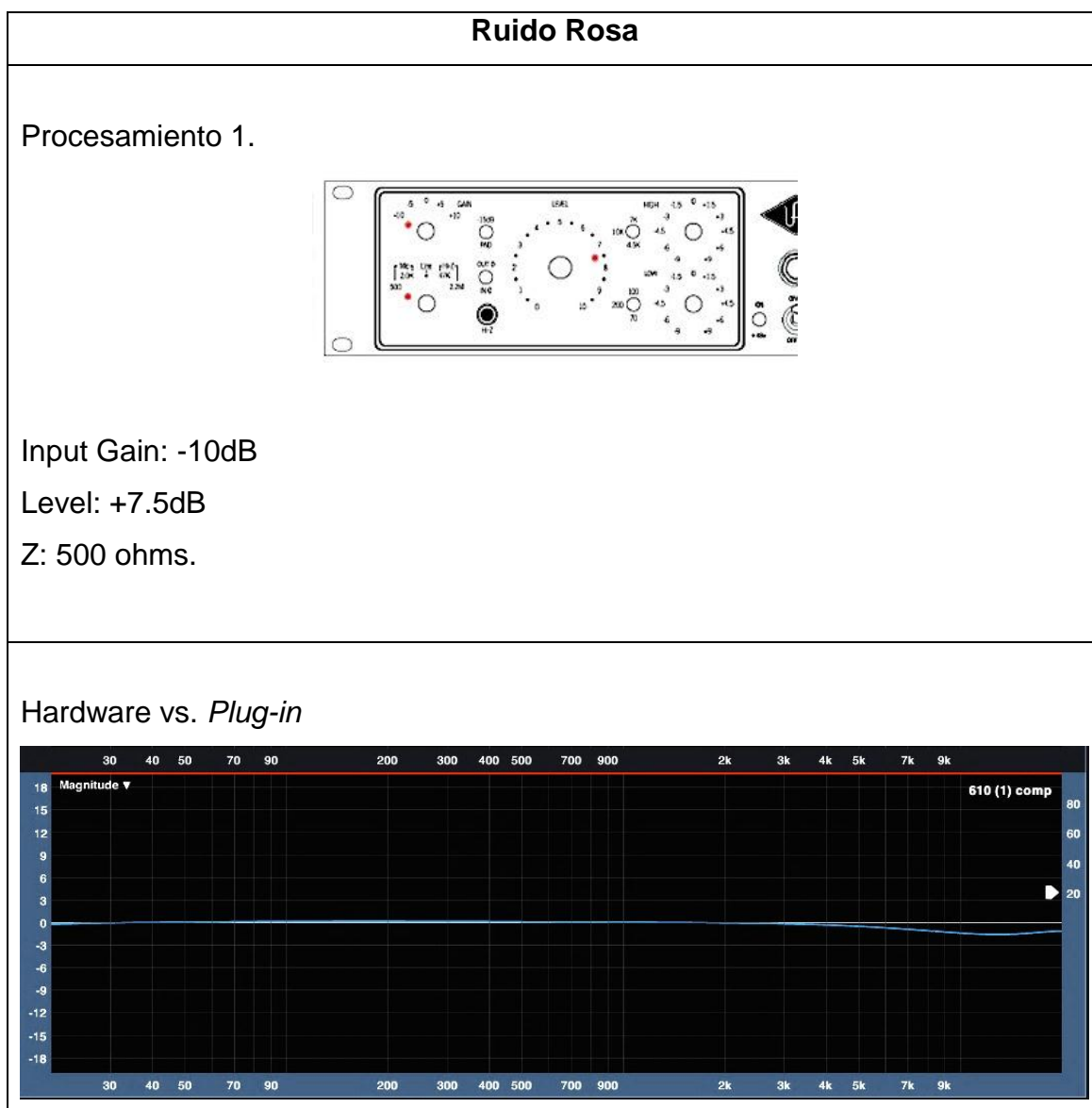
En todos los procesamientos presentes en el Neve 1073 con ruido rosa se observa una total coherencia entre ambas señales, y se nota un decaimiento de -3 dB en las frecuencias bajas en el *plug-in*, únicamente en el procesamiento 1 esta pendiente es menor (de aproximadamente -1.5dB). Por el rango donde se encuentra este decaimiento es posible una diferencia en la



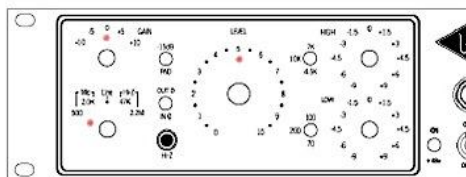
percepción sonora de las señales procesadas que tengan un alto contenido en frecuencias bajas, instrumentos como el bajo o bombo.

### 3.1.2.2. Preamplificador UAD 610B

Tabla 59. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el UAD 610B.



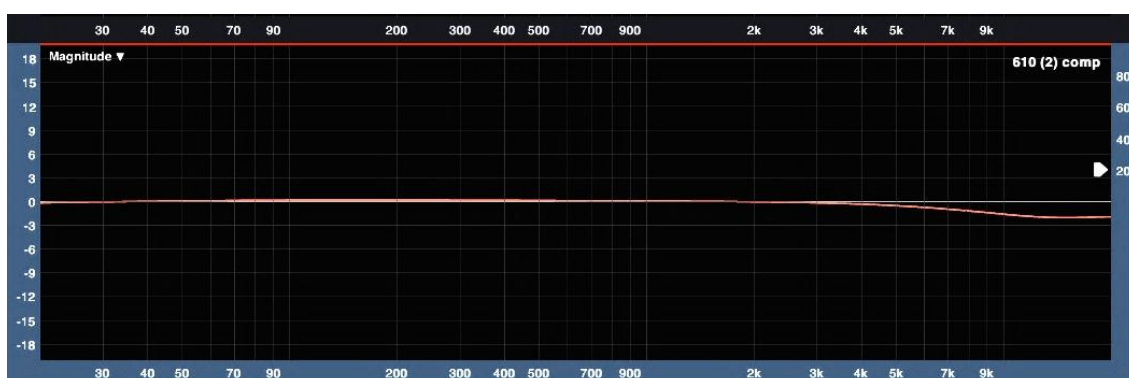
## Procesamiento 2.



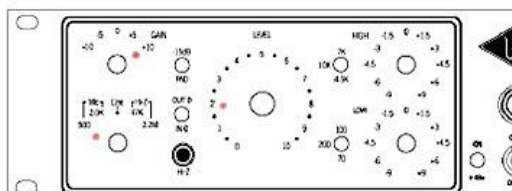
Input Gain: 0dB

Level: +5dB

Z: 500 ohms

Hardware vs. *Plug-in*

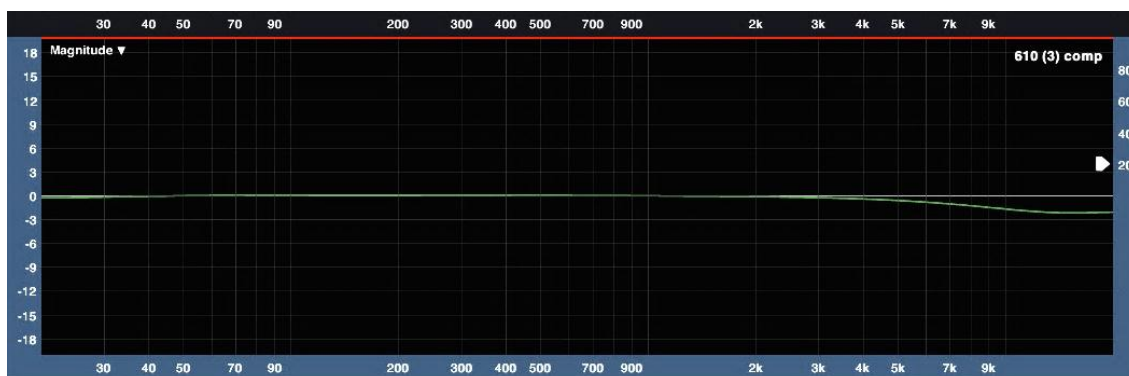
## Procesamiento 3.



Input Gain: +10dB

Level: 2dB

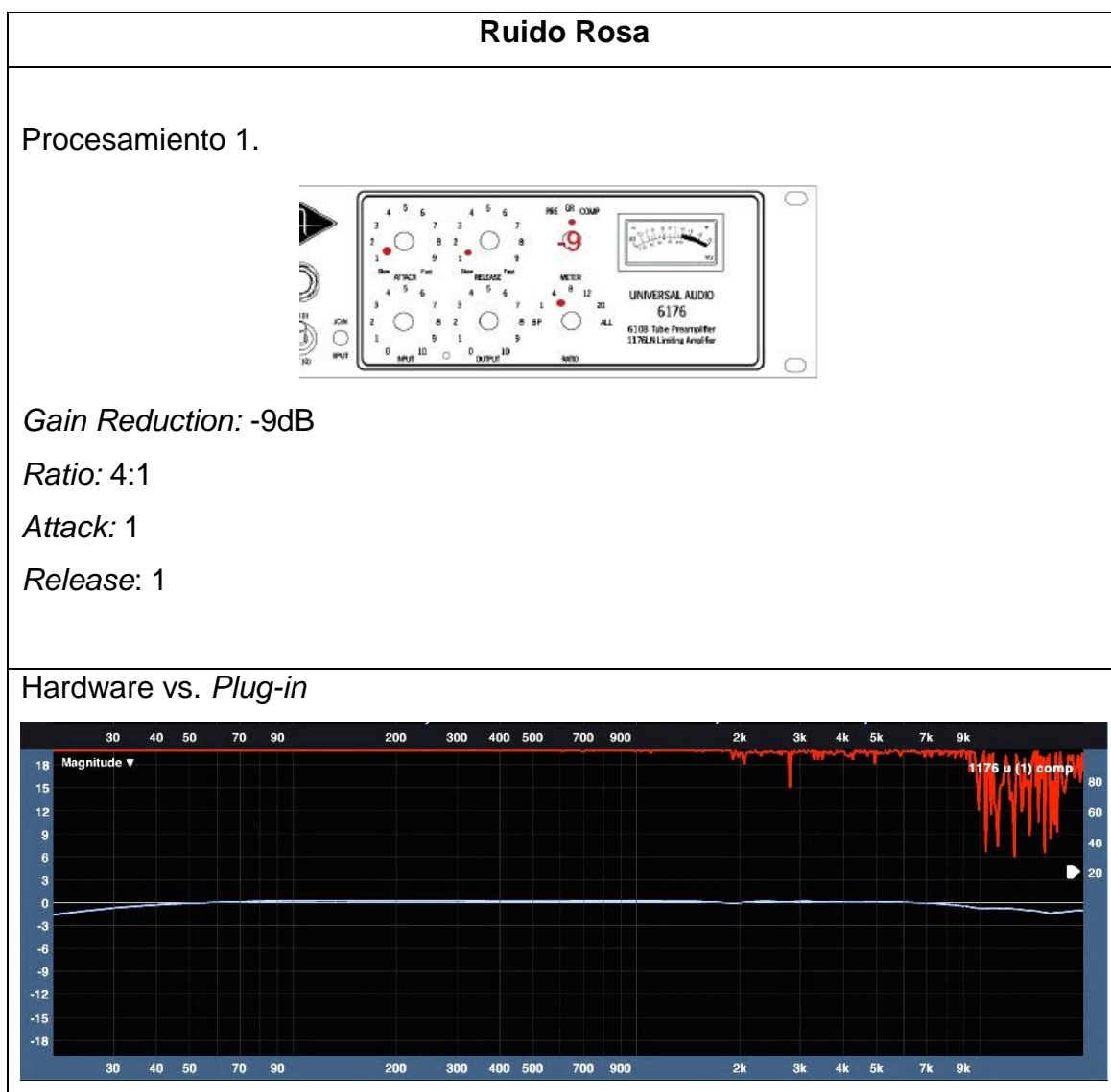
Z: 500 ohms

Hardware vs. *Plug-in*

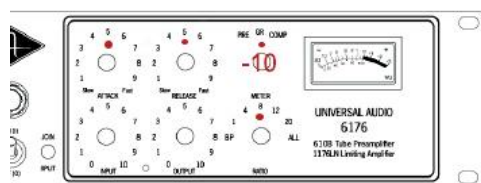
En el UAD 610B es notable una coherencia total, a la vez no hay mayor diferencia en la respuesta en frecuencia excepto en las frecuencias altas que presenta una reducción de hasta -3dB en el *plug-in*. Esto explicaría el por qué este preamplificador es recomendado y usado en instrumentos con contenido alto en frecuencias bajas, volviéndose ideal al usarlo a manera de caja DI para bajo.

### 3.1.2.3. Compresor UAD 1176LN

Tabla 60. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el UAD 1176LN.



## Procesamiento 2.

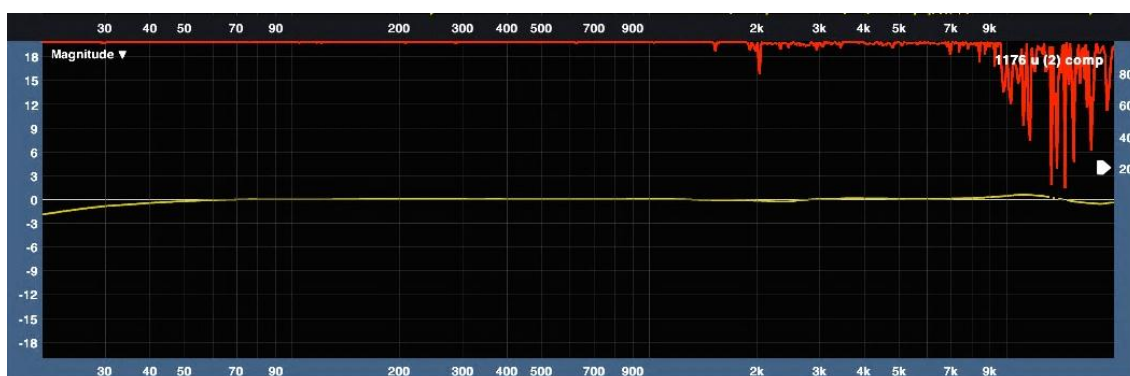


*Gain Reduction: -10dB*

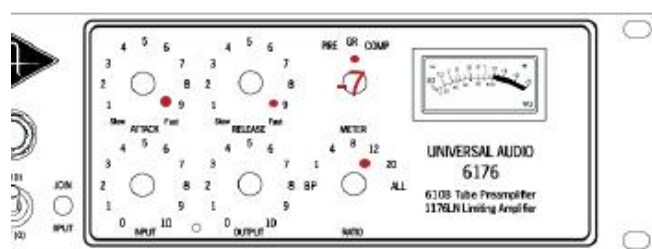
*Ratio: 8:1*

*Attack: 5*

*Release: 5*

Hardware vs. *Plug-in*

## Procesamiento 3.



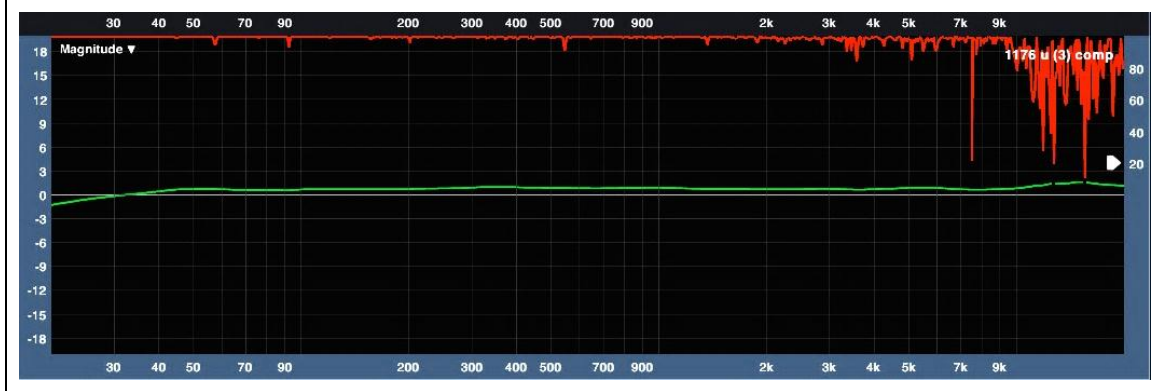
*Gain Reduction: -7dB*

*Ratio: 12:1*

*Attack: 9*

*Release: 9*

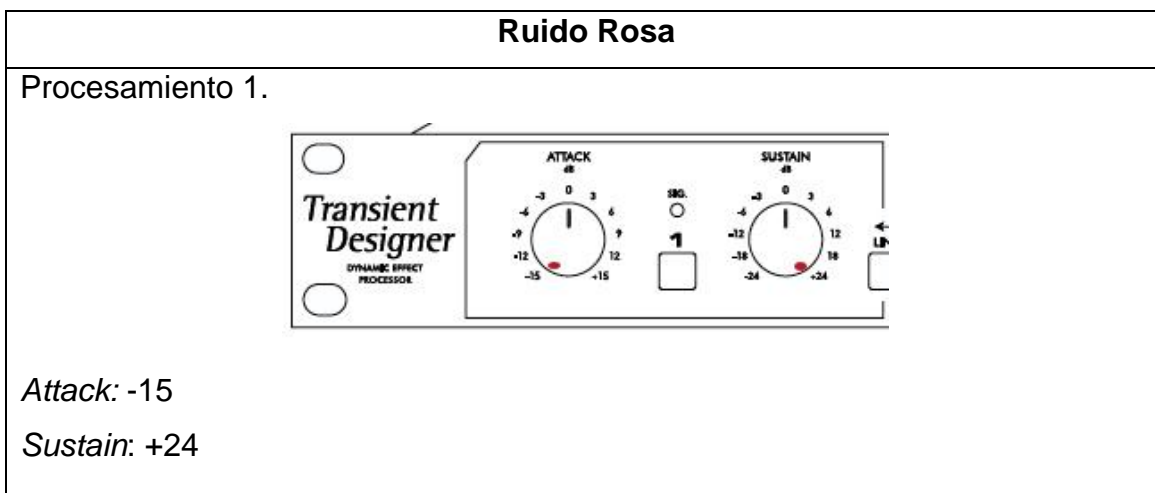
### Hardware vs. *Plug-in*

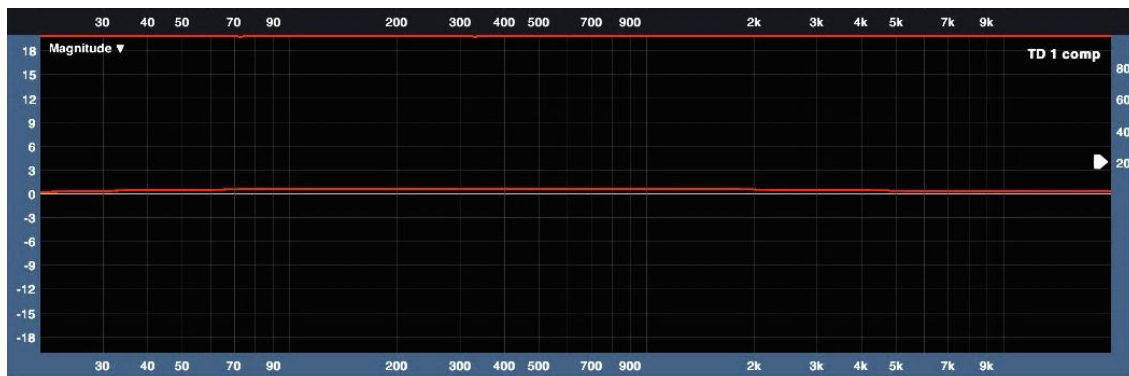


Para el compresor UAD 1176LN la coherencia entre muestras se vuelve baja a partir de los 9kHz, lo cual indica una diferencia considerable en el tratamiento dado a la señal entre el *plug-in* y la versión analógica. La respuesta en frecuencia presenta una reducción de hasta -3dB en el *plug-in* pero el rango de frecuencias que afecta esta cerca de la sección no audible por lo que no tendría mayor impacto en la aplicación del mismo para determinados instrumentos.

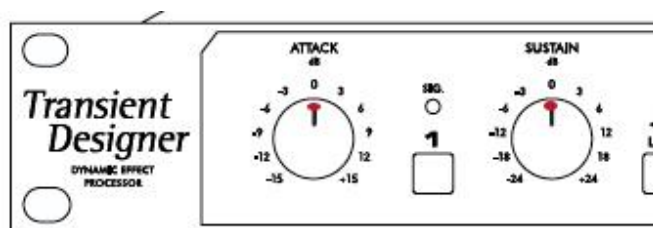
#### 3.1.2.4. Compresor SPL Transient Designer

Tabla 61. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el SPL Transient Designer.



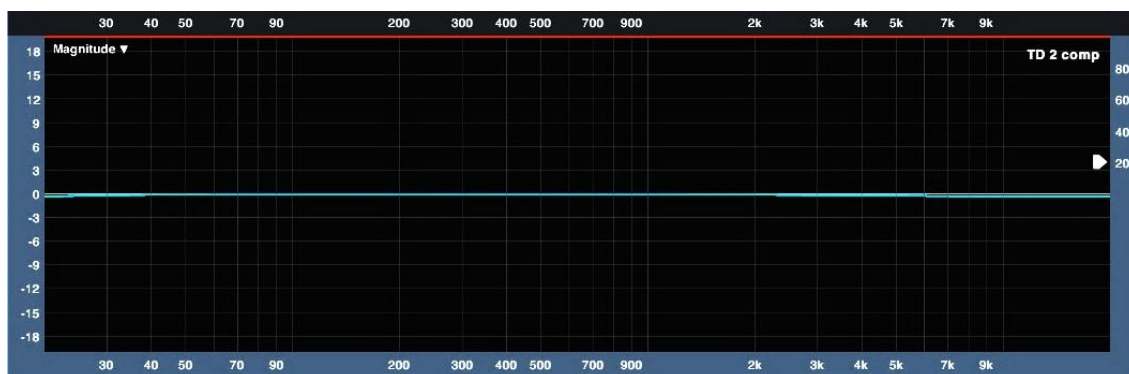
Hardware vs. *Plug-in*

## Procesamiento 2.

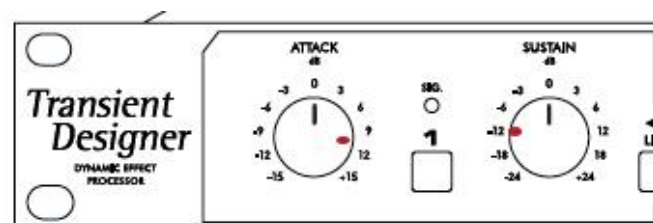


*Attack*: 0

*Sustain*: 0

Hardware vs. *Plug-in*

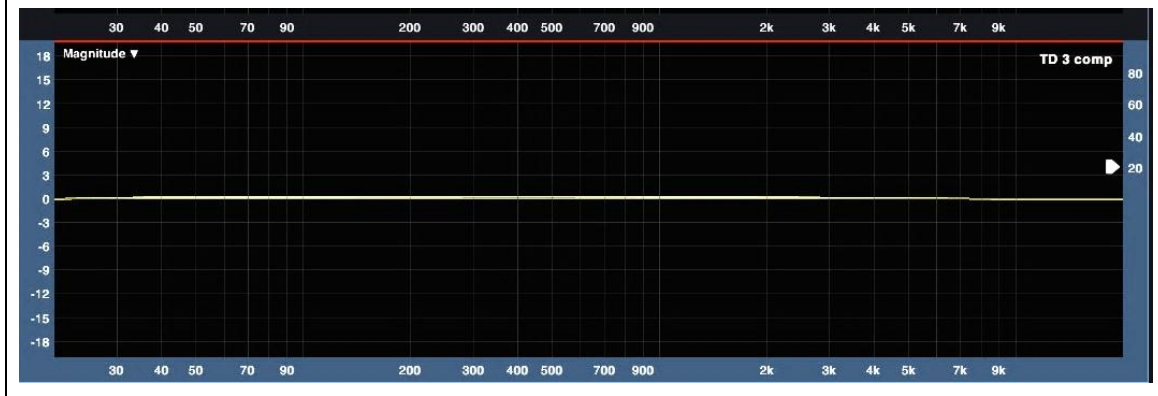
## Procesamiento 3.



*Attack*: +10

*Sustain*: -12

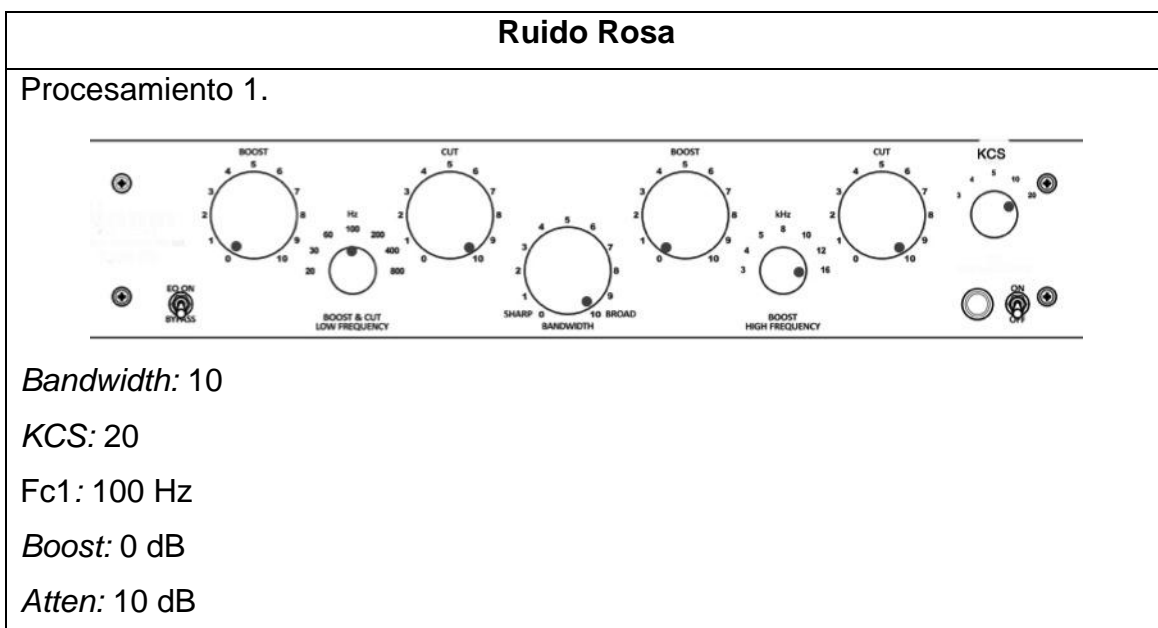
### Hardware vs. *Plug-in*



En el SPL Transient Designer se aprecia una coherencia total entre las muestras y en todos los niveles de procesamiento no hay variaciones destacables en la respuesta en frecuencia; gracias a esto se puede hablar de una emulación de trabajo ideal para procesamiento por parte del *plug-in* en comparación al hardware.

#### 3.1.2.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3

Tabla 62. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el Pultec EQP-1A3.

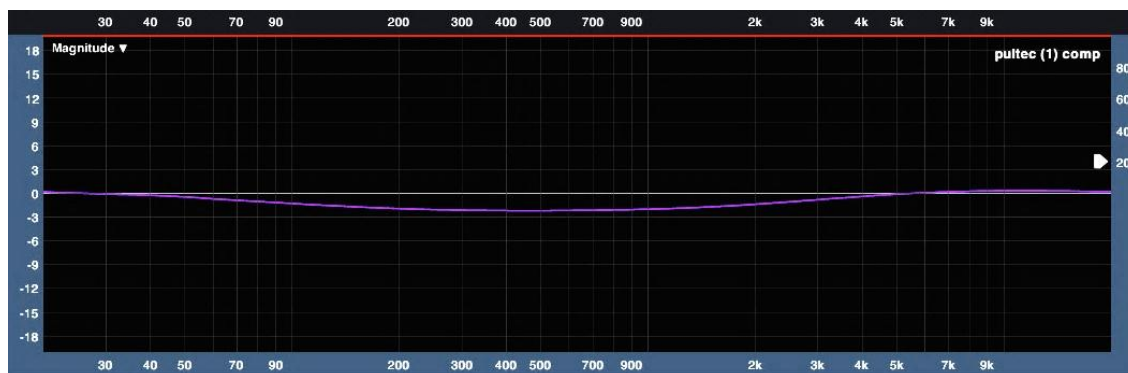


Fc2: 16 kHz

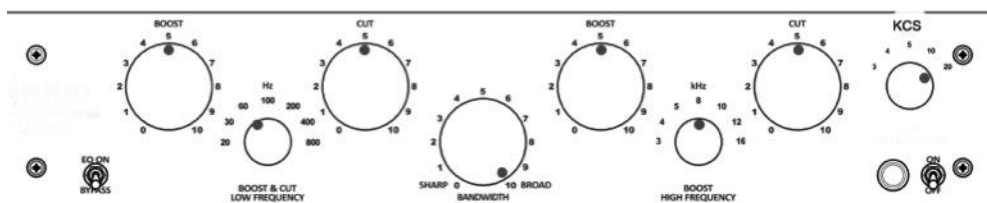
Boost: 0 dB

Atten: 10 dB

Hardware vs. *Plug-in*



Procesamiento 2.



Bandwidth: 10

KCS: 20

Fc1: 60 Hz

Boost: 5 dB

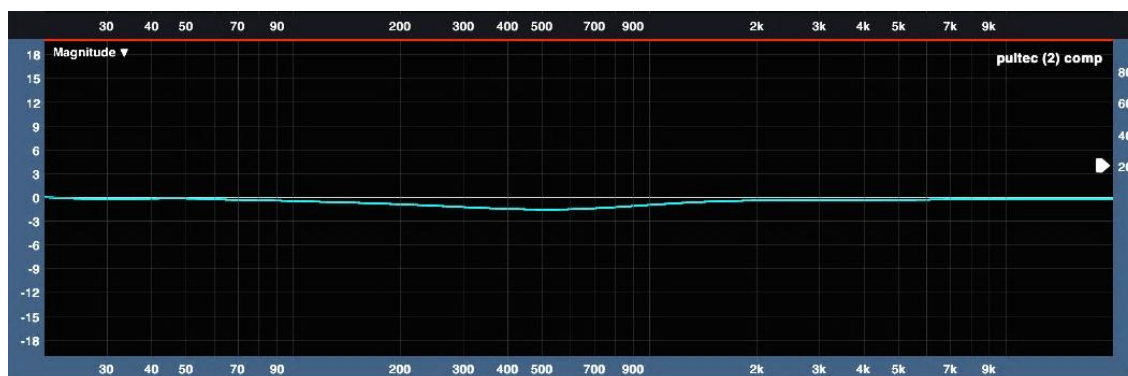
Atten: 5 dB

Fc2: 8 kHz

Boost: 5 dB

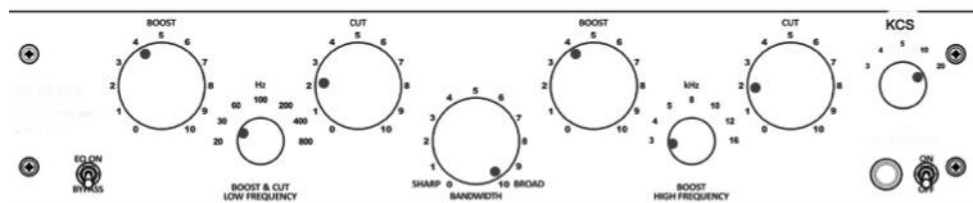
Atten: 5 dB

Hardware vs. *Plug-in*





## Procesamiento 3.



*Bandwidth:* 10

*KCS:* 20

*Fc1:* 30 Hz

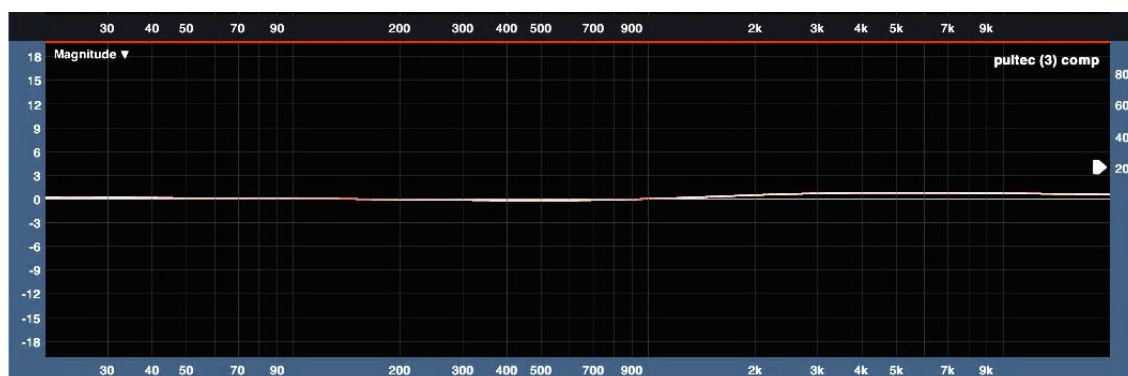
*Boost:* 4 dB

*Atten:* 2 dB

*Fc2:* 3 kHz

*Boost:* 4 dB

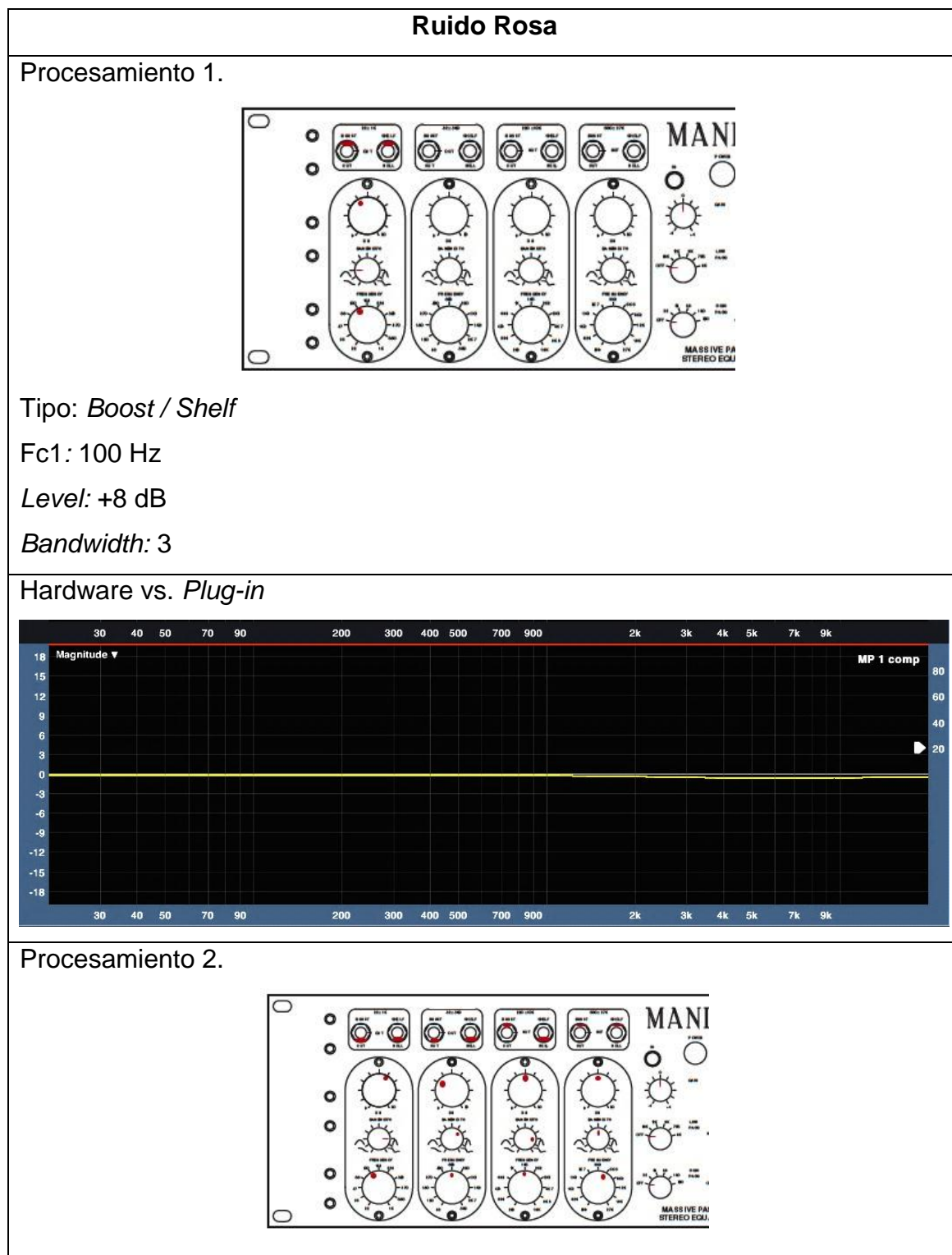
*Atten:* 2 dB

Hardware vs. *Plug-in*

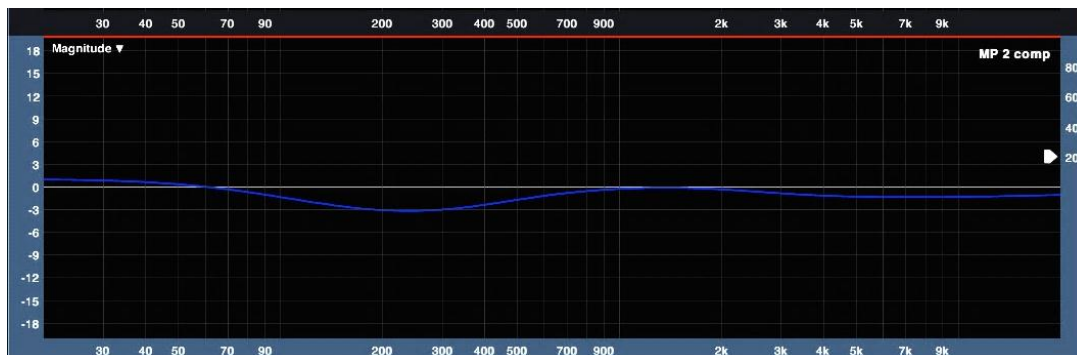
En el Pultec EQP-1A3 es notorio la pérdida de frecuencias medias, llegando hasta -3dB en el plug-in. Considerando que los procesamientos fueron iguales para las versiones hardware y software del equipo, es posible considera que la emulación *plug-in* enfoca su funcionamiento en las bandas que se pueden modificar en el equipo mientras que la versión hardware pese a no presentar parámetros de modificación específicos para las frecuencias medias, no las reduce o excluye del todo.

### 3.1.2.6. Ecualizador Manley Massive Passive EQ

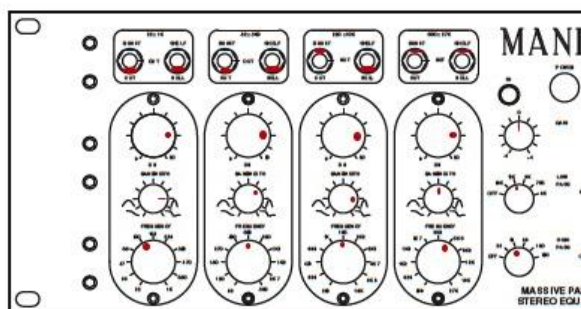
Tabla 63. Resultados de respuesta en frecuencia para todas las muestras en el Manley Massive Passive.



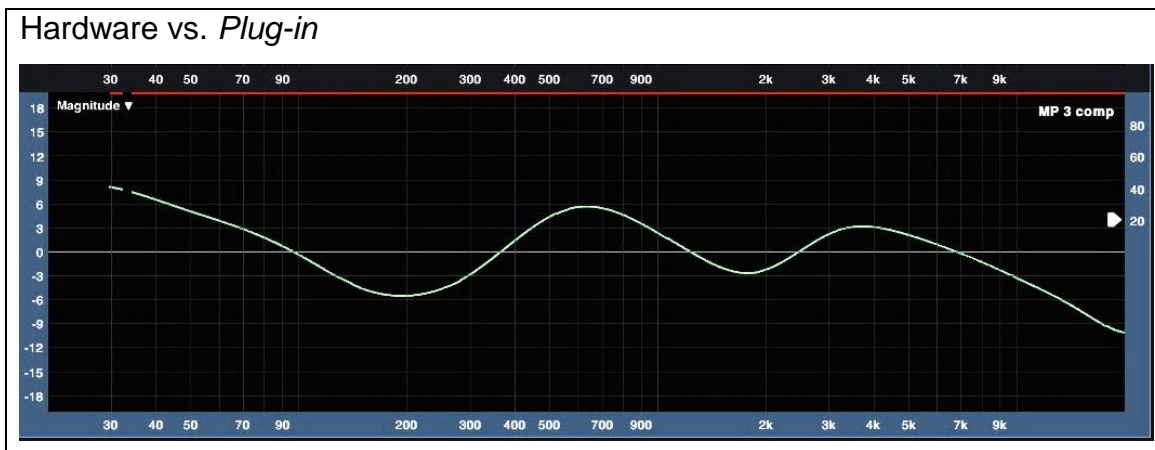
Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc1: 100 Hz Level: +12 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc2: 560 Hz Level: +6 dB Bandwidth: 8	Tipo: <i>Boost / Bell</i> Fc3: 1k5 Hz Level: +10 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Boost / Shelf</i> Fc4: 5k6 Hz Level: +10 dB Bandwidth: 6	Gain: 0 dB LP: off HP: off
---	--	---	--	----------------------------------

Hardware vs. *Plug-in*

## Procesamiento 3.



Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc1: 100 Hz Level: +16 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Cut / Bell</i> Fc2: 560 Hz Level: +16 dB Bandwidth: 8	Tipo: <i>Boost / Bell</i> Fc3: 1k5 Hz Level: +16 dB Bandwidth: 9	Tipo: <i>Boost / Shelf</i> Fc3: 5k6 Hz Level: +8 dB Bandwidth: 6	Gain: 0 dB LP: 12kHz HP: 39Hz
---	---	---	---	-------------------------------------



Para el Massive Passive es notable que mientras más bandas de frecuencias se modifican mayor es la pérdida en las frecuencias excluidas de dichos procesamientos por parte del *plug-in*. Se puede suponer que esta emulación, pese a ser la más similar en valores THD y presencia de armónicos, no funciona de forma similar al equipo hardware en cuanto al ancho de banda de ecualización, posiblemente debido a que el software emula el funcionamiento común del parámetro *bandwidth* mientras que en el hardware este parámetro funciona como tipo Pultec.

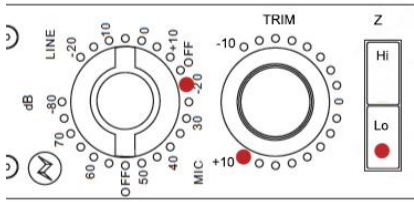
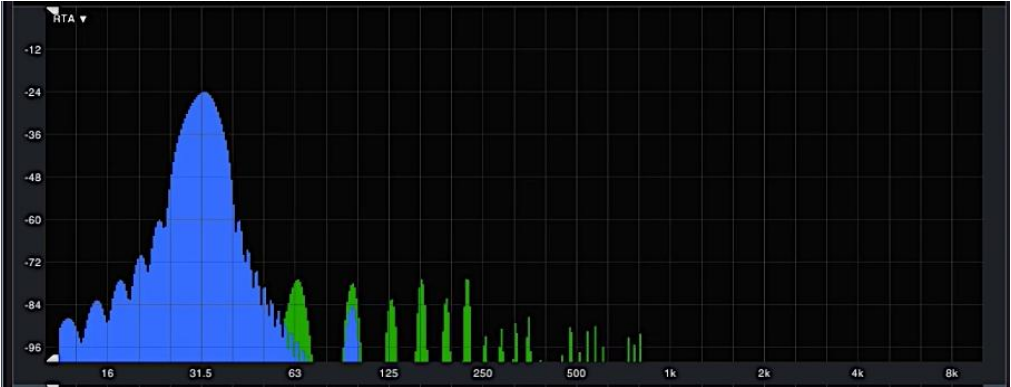
### 3.1.3. Distribución Armónica: hardware vs *plug-in*

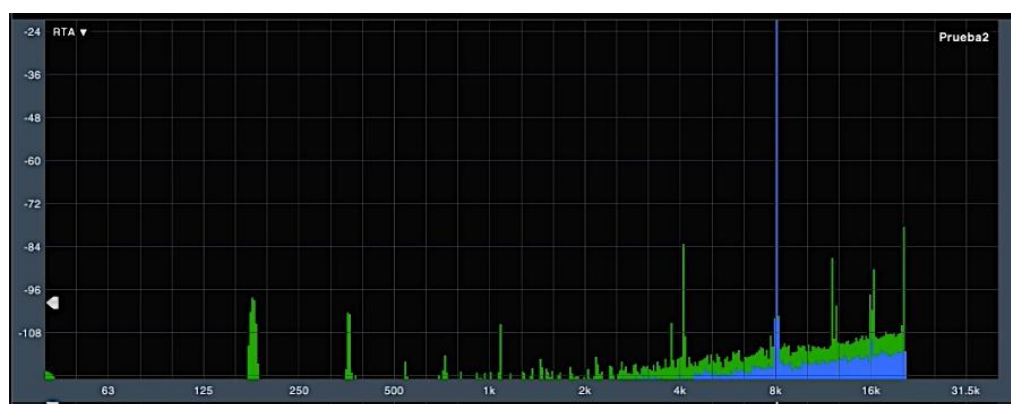
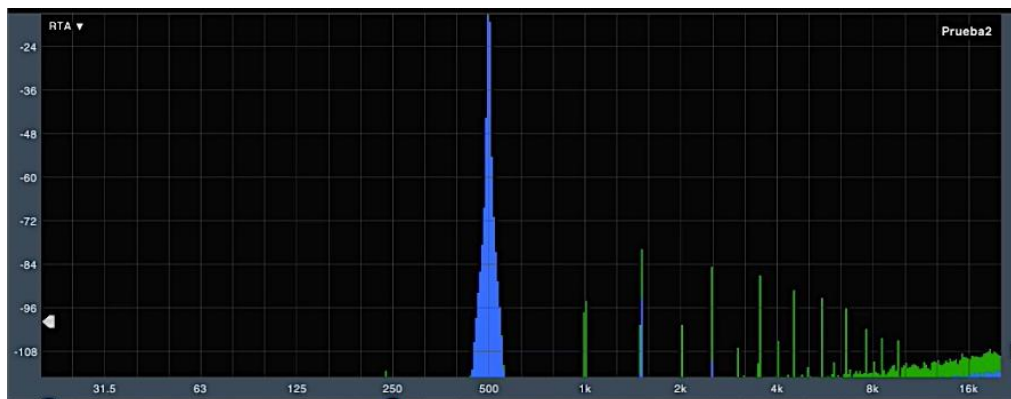
Para evaluar la distribución armónica de los equipos se usó la medición de canal simple de Smaart de forma simultánea con cada muestra de barrido de frecuencia procesada por el equipo analógico y el *plug-in*. Se consideró realizar esta prueba debido a que los equipos, sean de la naturaleza que fueren, no presentan una presencia de armónicos igual en todas las frecuencias y es esta característica la que convierte a un equipo en más o menos adecuado para un determinado tipo de señales. Por ejemplo, el conocido compresor Fairchild es nombrado para procesar señales como bajo y bombo; y gracias a análisis del mismo se comprobó que este equipo tiene más presencia de armónicos en frecuencias bajas, lo cual enriquece a dichas señales.

En las imágenes de RTA presentadas en las siguientes tablas se observa la distribución armónica en frecuencias bajas, medias y altas para cada procesamiento de cada equipo. El RTA azul es el hardware y el RTA verde es el *plug-in*. Las imágenes están dispuestas de tal forma que se diferencian más los armónicos extras que suma cada versión.

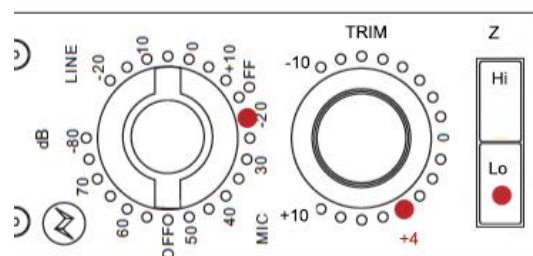
### 3.1.3.1. Preamplificador Neve 1073 DPA

Tabla 64. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el Neve 1073.

<b>Barrido de frecuencias</b>	
<p>Procesamiento 1.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Input Gain: -20dB Trim: +10dB Z: Lo</p> <p><i>Nota:</i> Con estos valores de entrada y salida la señal final tenía un nivel superior al manejado durante todo el estudio pero sin llegar a una saturación total o desagradable.</p>	
<b>Hardware vs <i>Plug-in</i></b>	
	



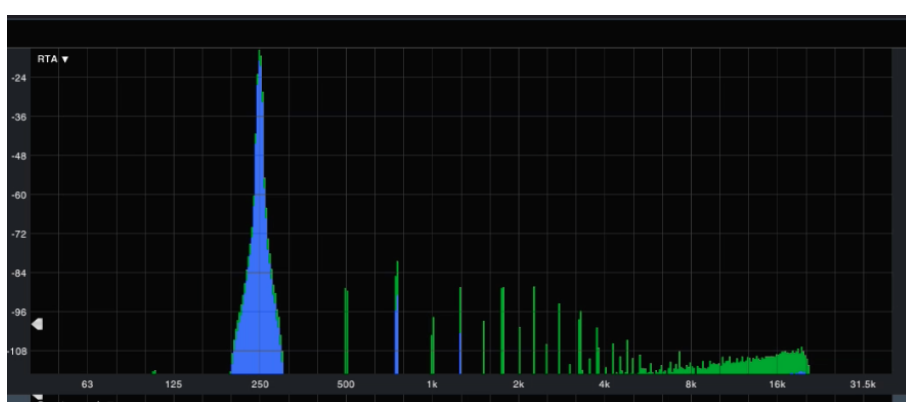
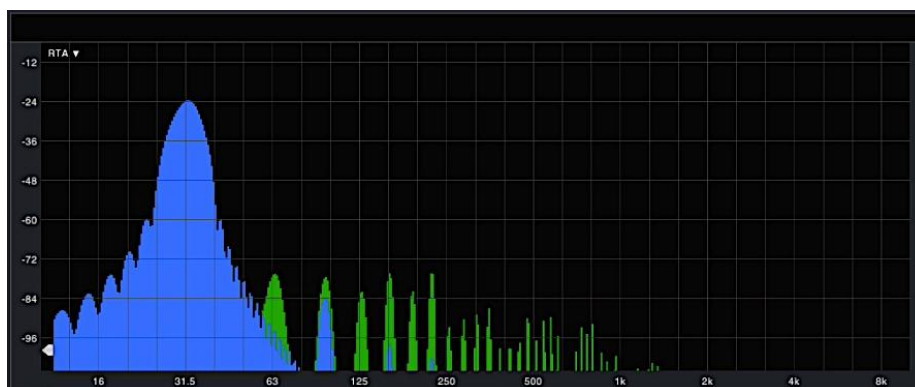
## Procesamiento 2.



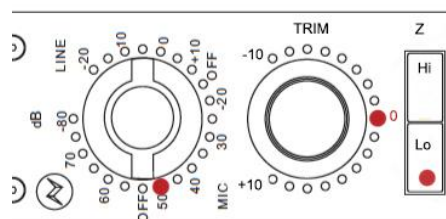
Input Gain: -20dB

Trim: +4dB

Z: Lo

Hardware vs *Plug-in*

## Procesamiento 3.

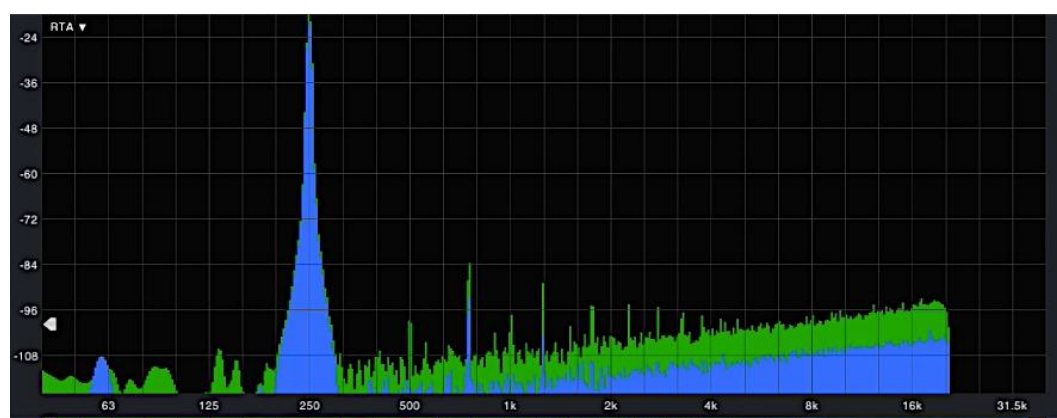
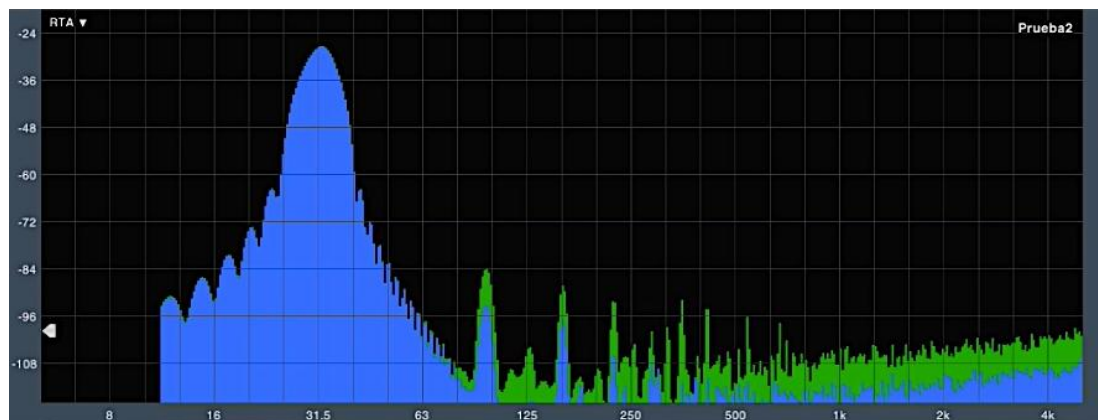


Input Gain: +50dB

Trim: 0dB

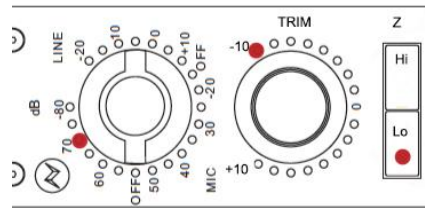
Z: Lo

### Hardware vs *Plug-in*





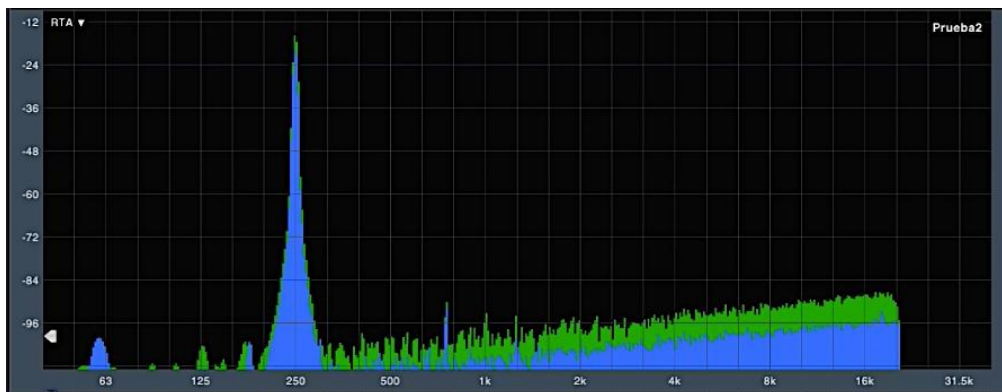
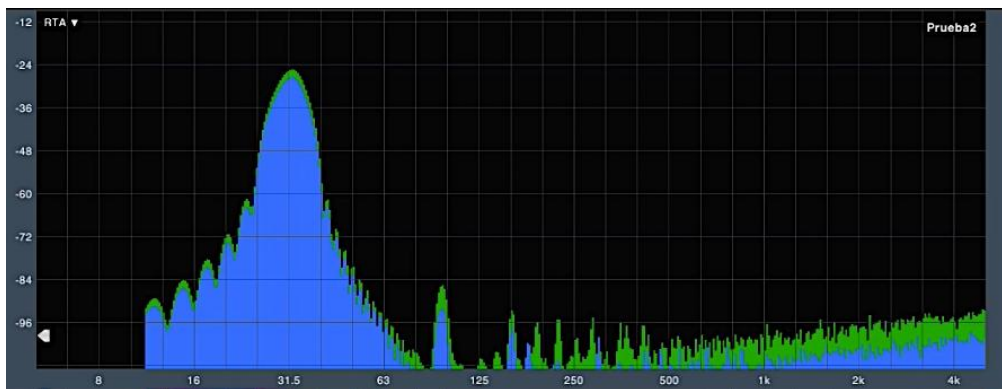
## Procesamiento 4.

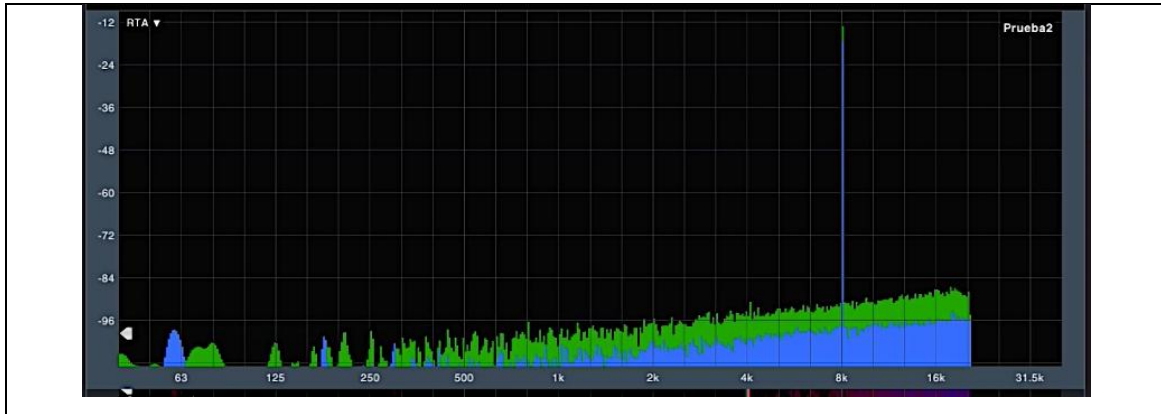


Input Gain: +70dB

Trim: -10dB

Z: Lo

Hardware vs *Plug-in*



El Neve 1073 presenta mucho más contenido armónico en su versión en *plug-in* a lo largo de todo el rango de frecuencias, mientras que su versión hardware mantiene el enfoque en su segundo y tercer armónico y a partir de 4kHz se vuelve muy nítido ya que incluso la presencia de estos armónicos se reduce hasta desaparecer bajo el ruido de fondo. Es en este mismo rango, de 4kHz hasta 20kHz que el *plug-in* pierde sentido ordenado y adquiere presencia de armónicos de orden inferior en varias bandas considerables. Únicamente en el procesamiento 4, que es el que mayor ganancia de entrada tiene, la versión *plug-in* tiene un comportamiento similar al equipo analógico y con menos armónicos.

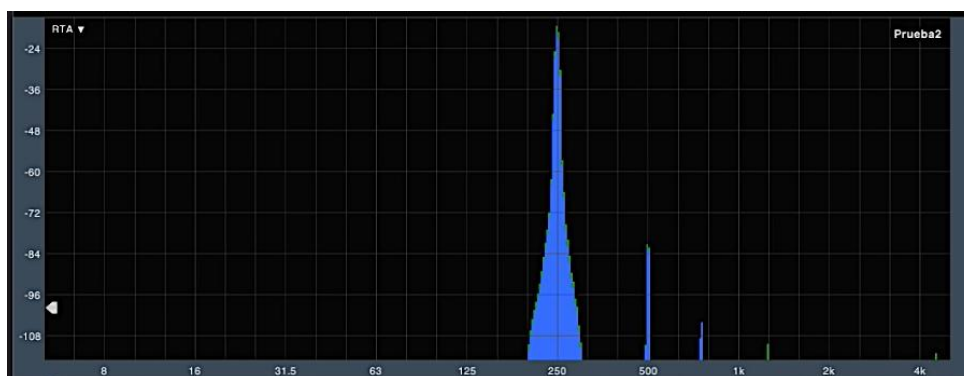
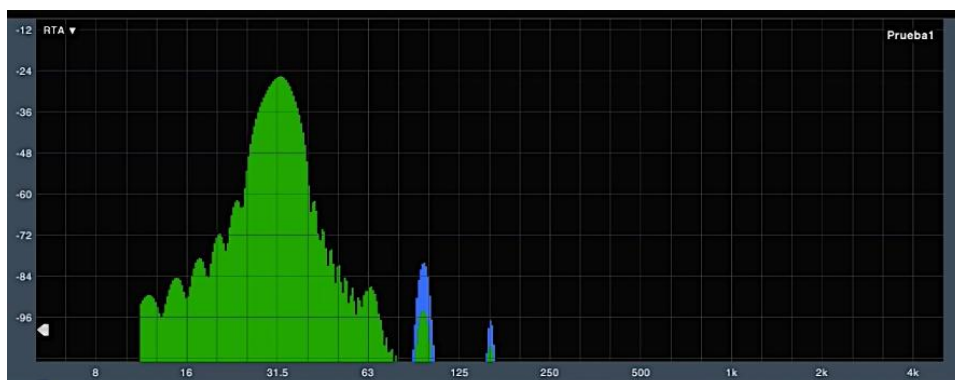
### 3.1.3.2. Preamplificador UAD 610B

Tabla 65. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el UAD 610B.

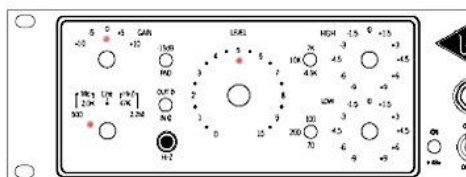


Z: 500 Ohms.

### Hardware vs *Plug-in*

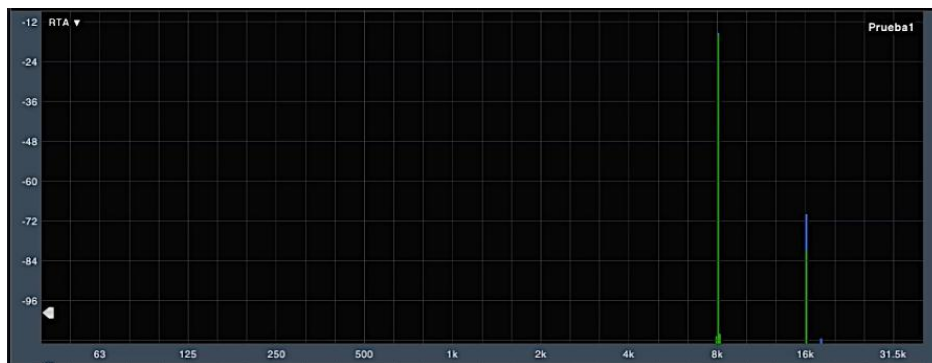
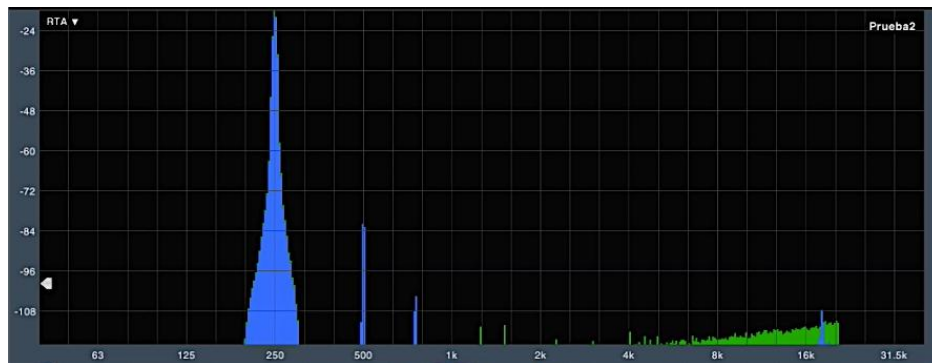
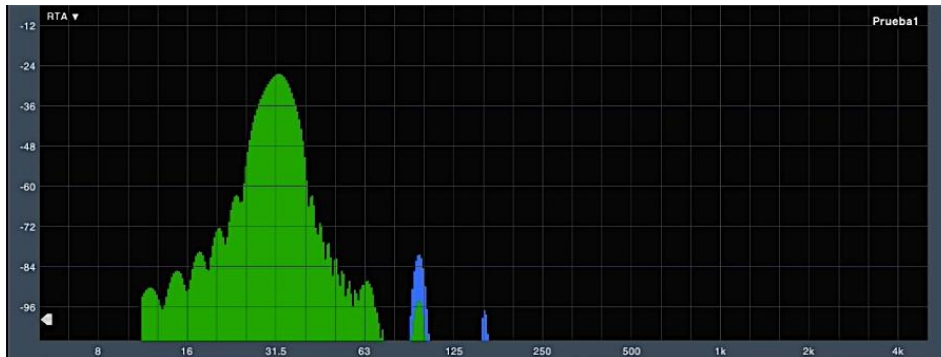


Procesamiento 2.

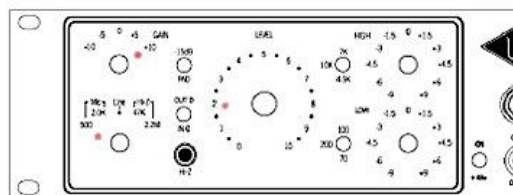


Level: +5dB  
 Z: 500 Ohms

Hardware vs *Plug-in*



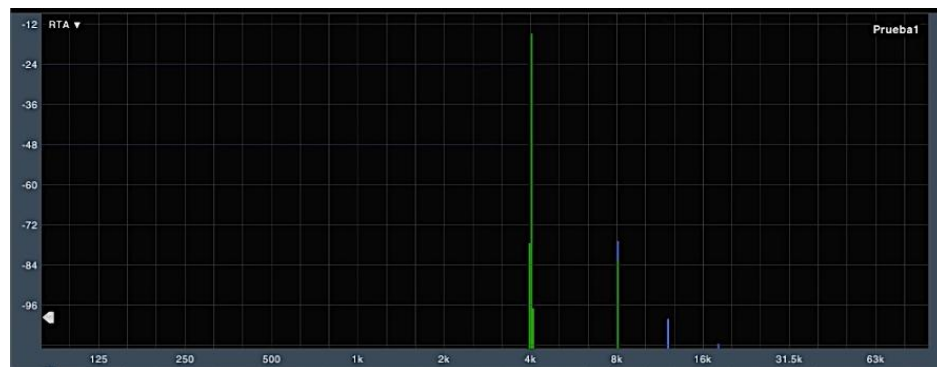
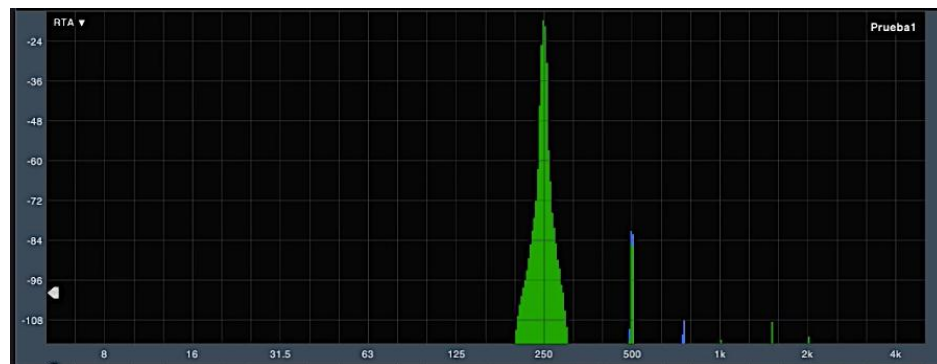
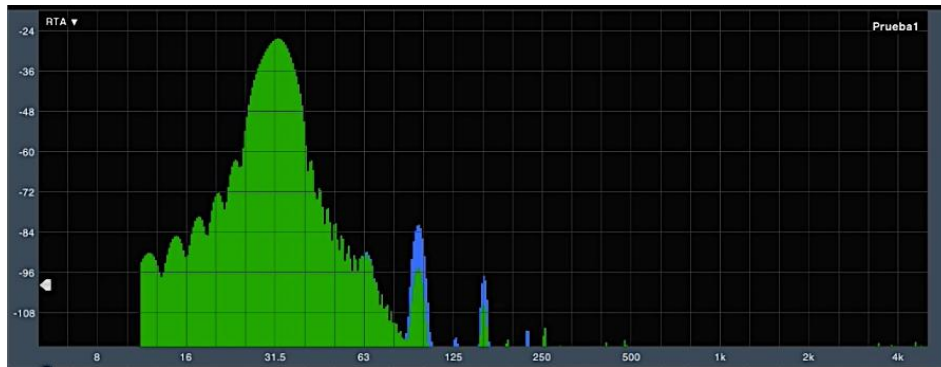
Procesamiento 3.



Input Gain: +10dB

Level: 2dB

Z: 500 Ohms

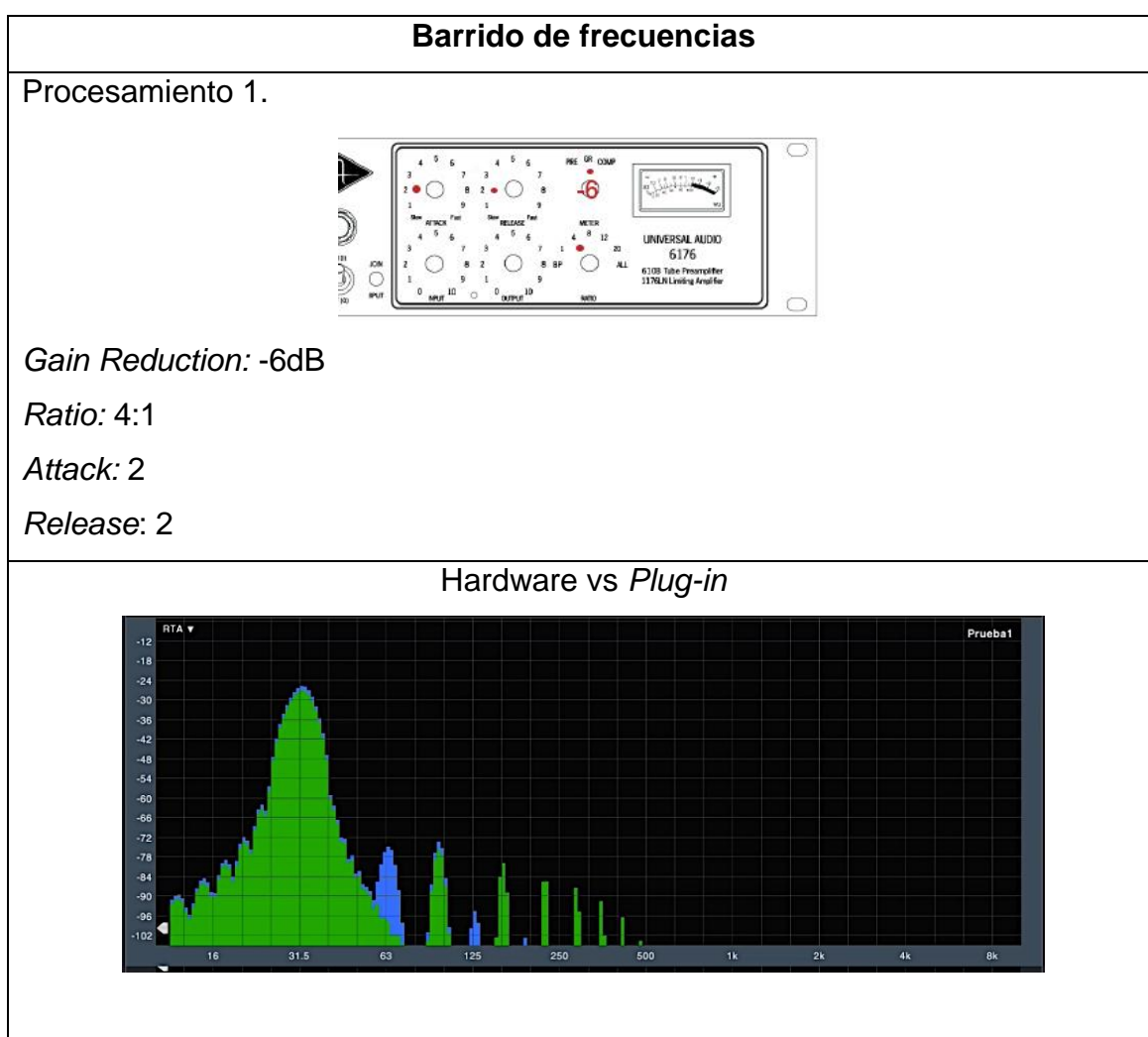
Hardware vs *Plug-in*

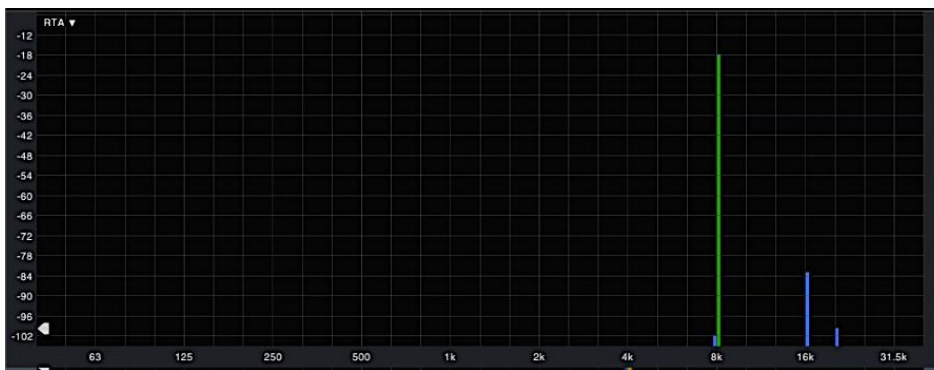
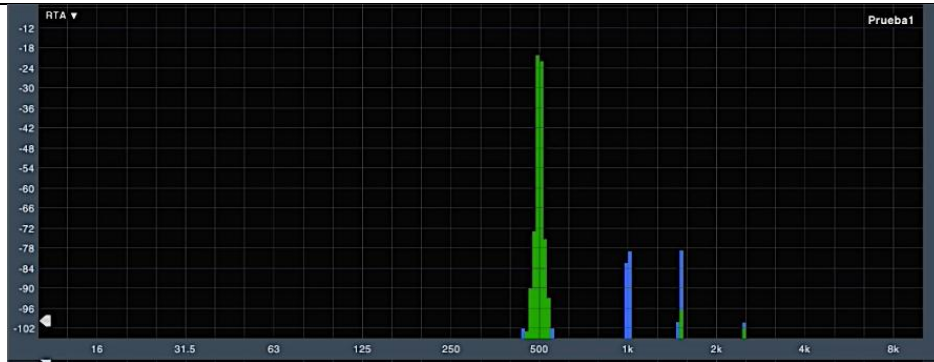
El UAD 610B presenta un comportamiento similar en *plug-in* y hardware en todas las frecuencias y procesamientos, sin embargo el equipo analógico tiene mayor magnitud en el tercer armónico durante casi todo el proceso a partir de los 2kHz el *plug-in* vuelve más precisa su emulación en cuanto a armónicos de orden superior y a partir de los 16kHz ambas versiones se vuelven muy limpias,

sin presentar adición armónica notable. En el procesamiento 2 es cuando el comportamiento del *plug-in* en relación al hardware guarda más relación y menor diferencia en la magnitud de los armónicos. En el procesamiento 3 ambas versiones presentan menor contenido armónico en todo el rango de frecuencias que en los procesamiento anteriores.

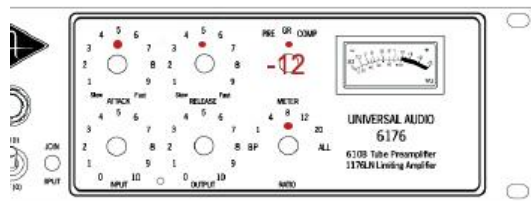
### 3.1.3.3. Compresor UAD 1176LN

Tabla 66. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el UAD 1176LN.





## Procesamiento 2.



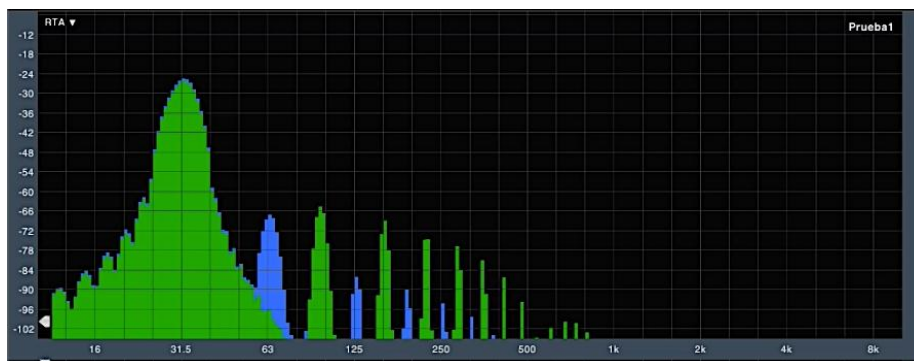
*Gain Reduction: -12dB*

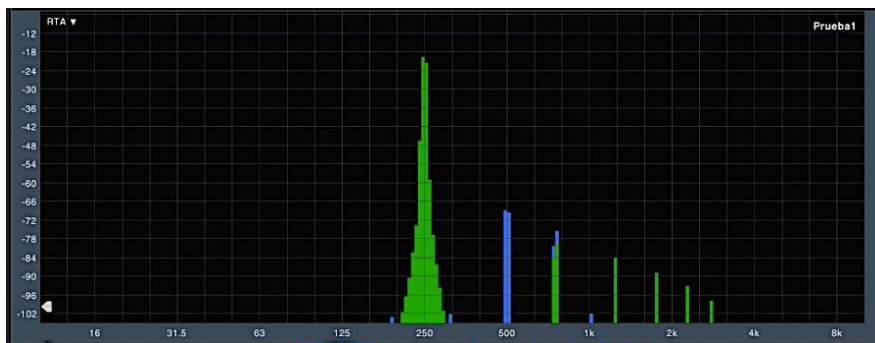
*Ratio: 8:1*

*Attack: 5*

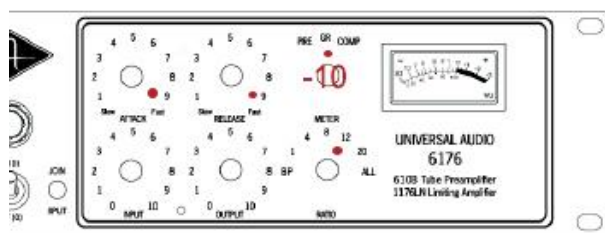
*Release: 5*

## Hardware vs *Plug-in*





### Procesamiento 3.



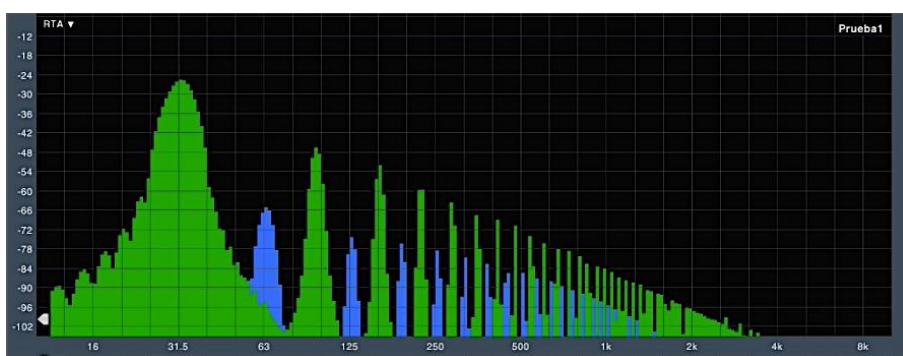
Gain Reduction: -10dB

Ratio: 12:1

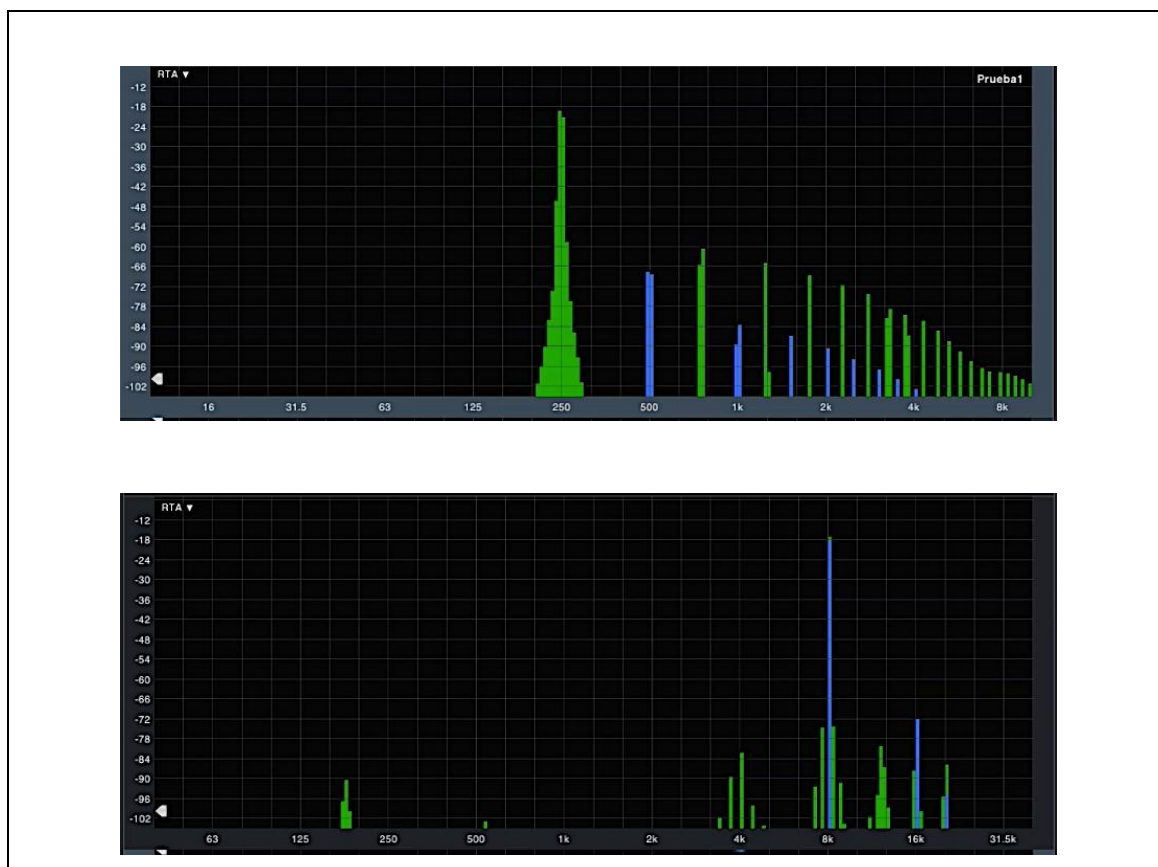
Attack: 9

Release: 9

### Hardware vs *Plug-in*







En el UAD 1176LN en el procesamiento 1 se nota mayor presencia armónica en bajas frecuencias por parte del *plug-in*, a partir de 2kHz el *plug-in* deja de presentar armónicos mientras que el hardware tiene el segundo y tercer armónico con amplitud notable, desde los 16kHz ambas versiones dejan de tener armónicos.

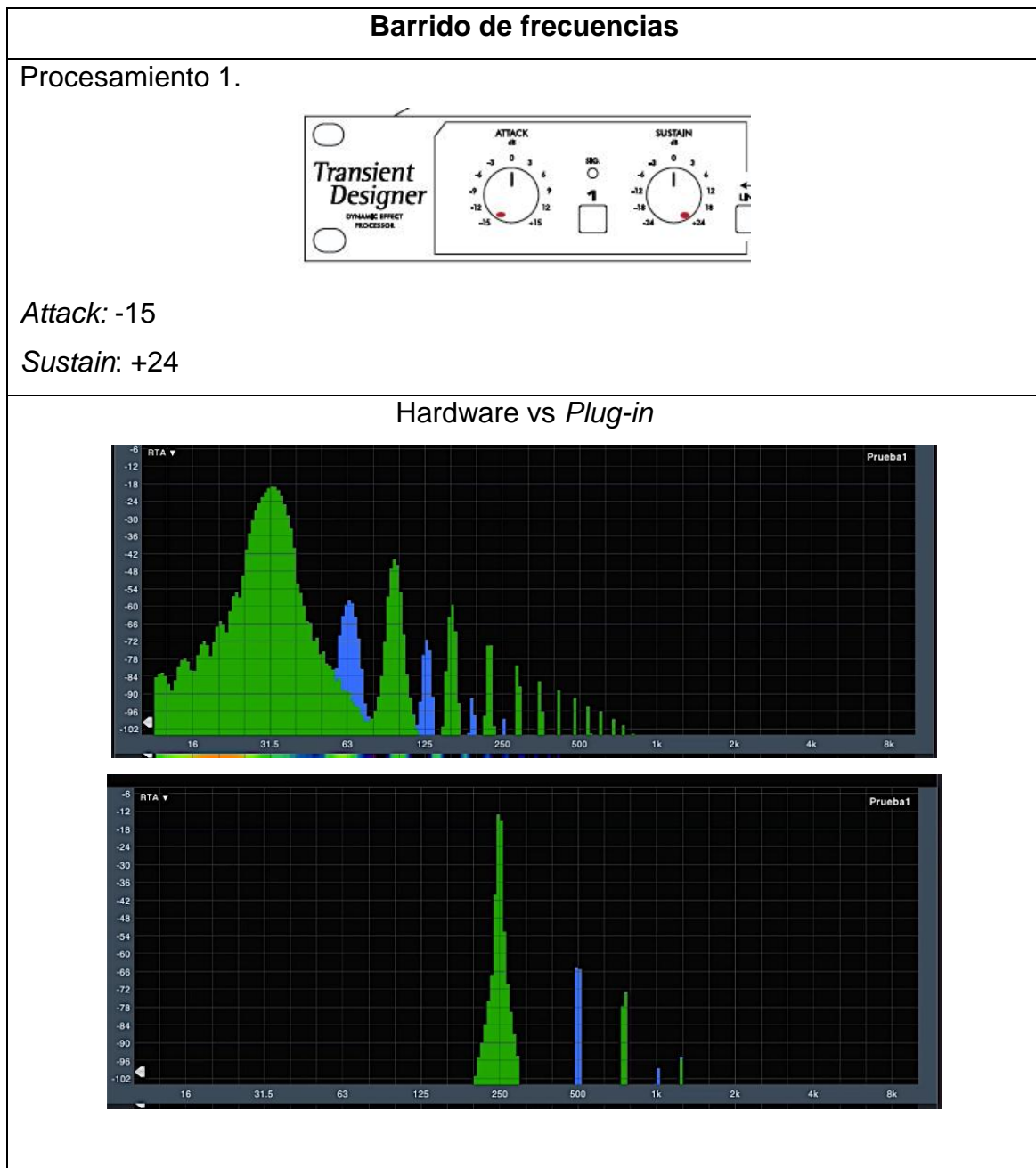
El procesamiento 2 tiene comportamiento similar al 1, a diferencia que la carga armónica en el *plug-in* no se vuelve totalmente despreciable en 2kHz y el mismo presenta armónicos de poca amplitud de orden inferior desde los 8kHz. El hardware deja de tener armónicos en 16kHz.

Para el procesamiento 3 la carga armónica en bajas frecuencias se vuelve notable por parte del *plug-in*. El comportamiento armónico de ambas versiones se estabiliza en frecuencias medias y en desde los 8kHz el *plug-in* tiene armónicos de orden inferior con amplitud considerable que no desaparecen; el hardware deja de tener armónicos desde 16kHz.

En todos los procesamientos la versión hardware tiene mayor amplitud en el segundo armónico que el *plug-in*.

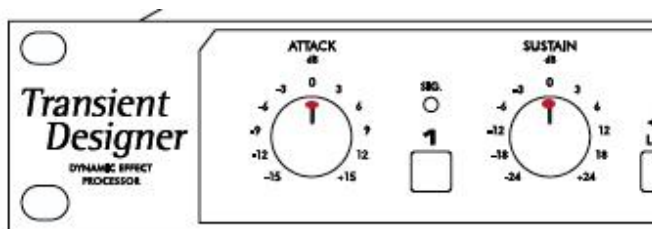
### 3.1.3.4. Compresor SPL Transient Designer

Tabla 67. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el SPL Transient Designer.





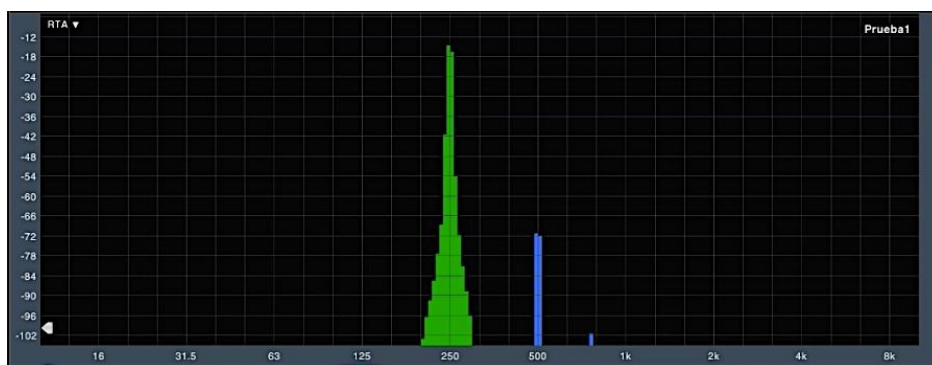
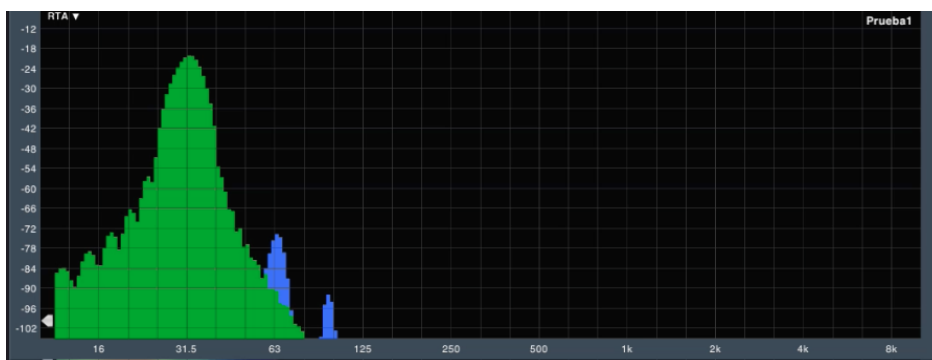
Procesamiento 2.

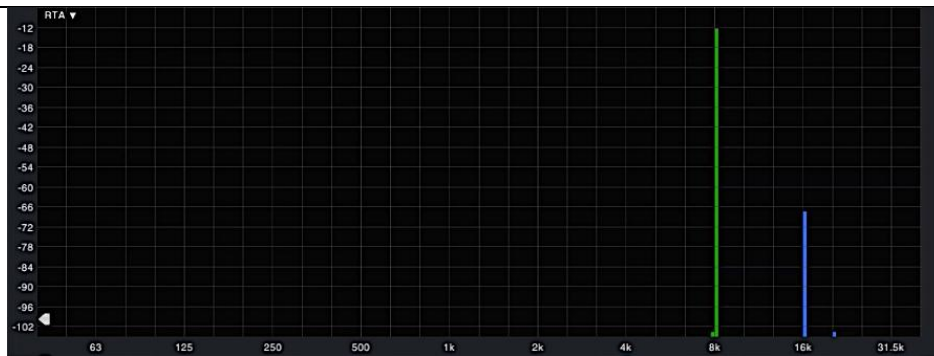


Attack: 0

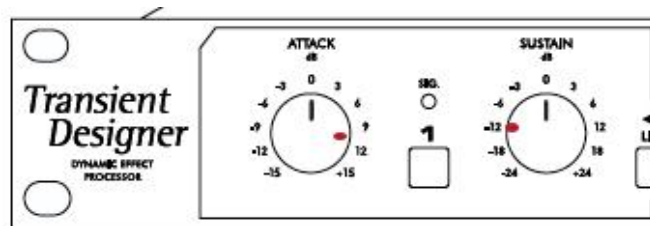
Sustain: 0

Hardware vs Plug-in





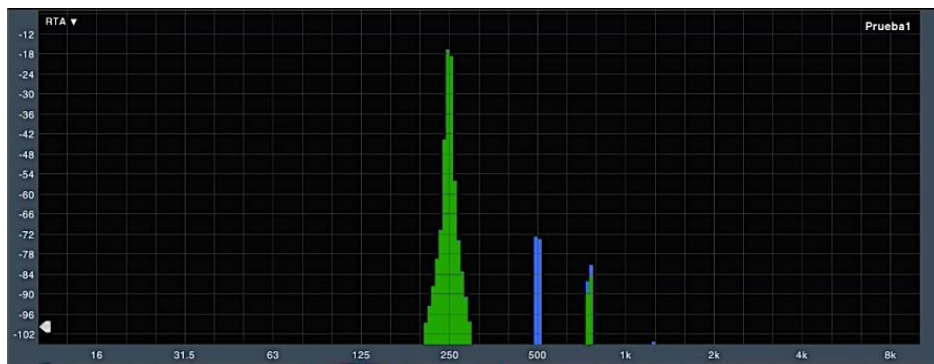
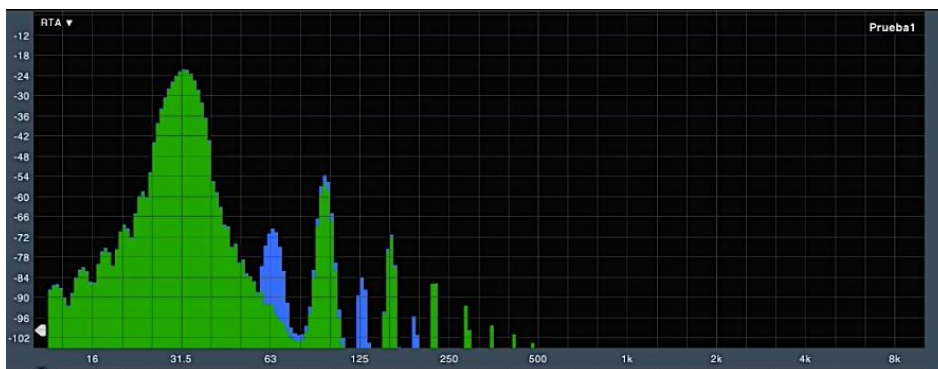
### Procesamiento 3.

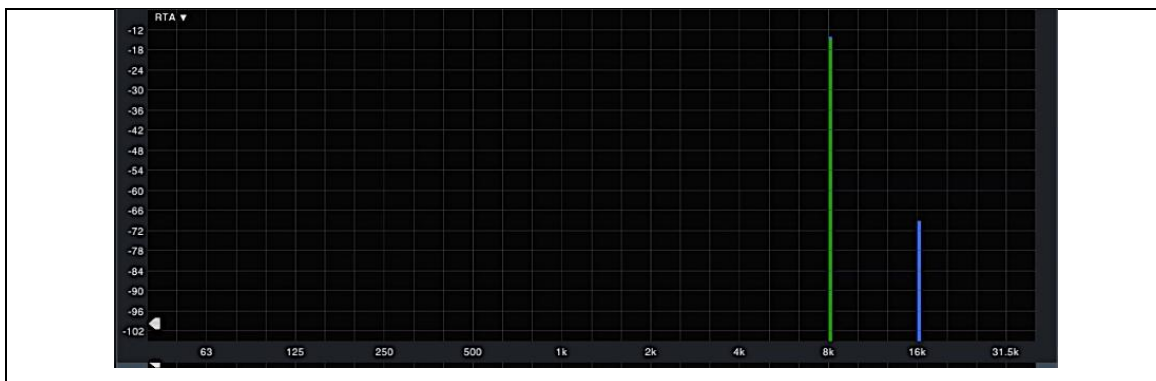


Attack: +10

Sustain: -12

### Hardware vs Plug-in



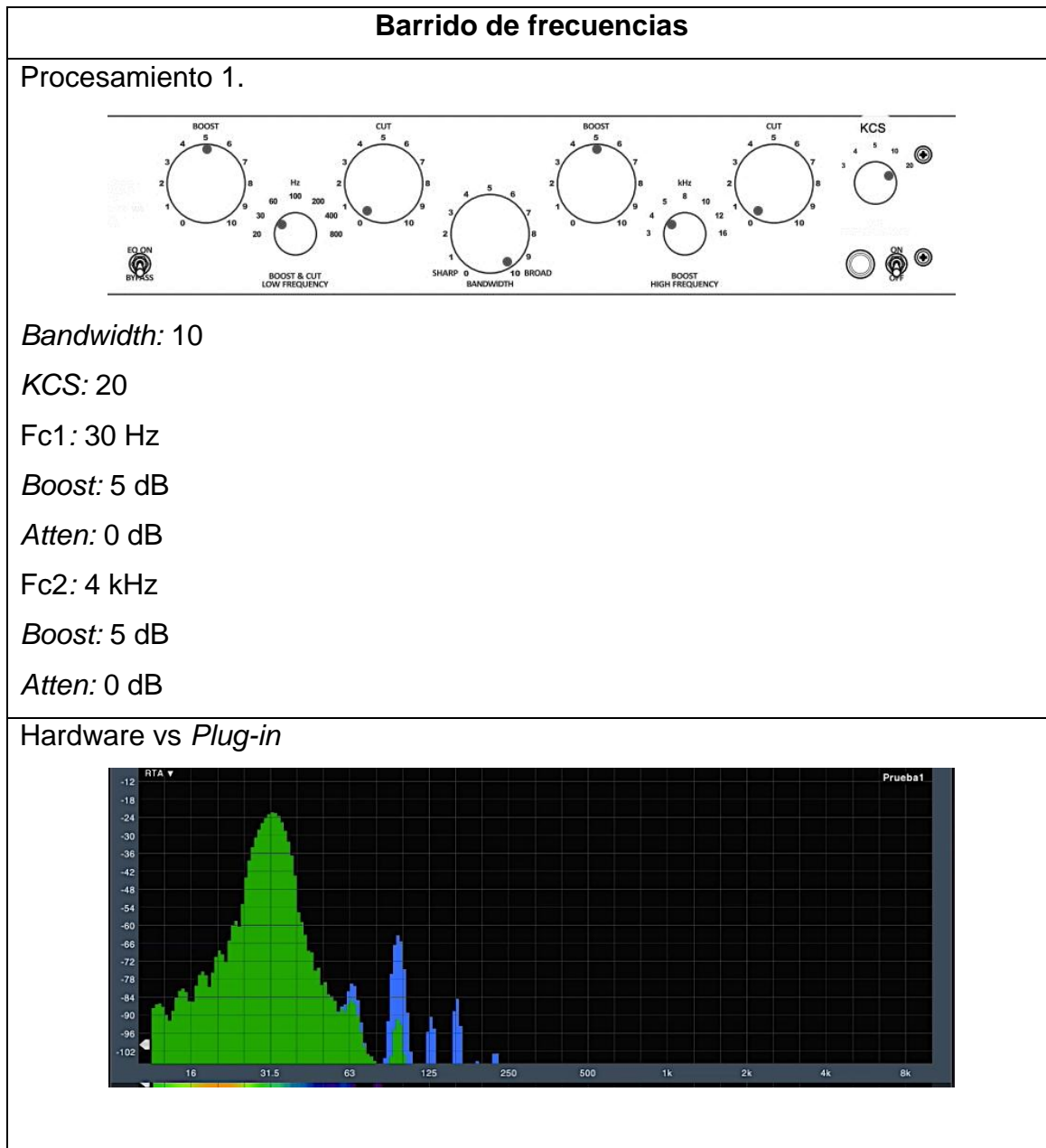


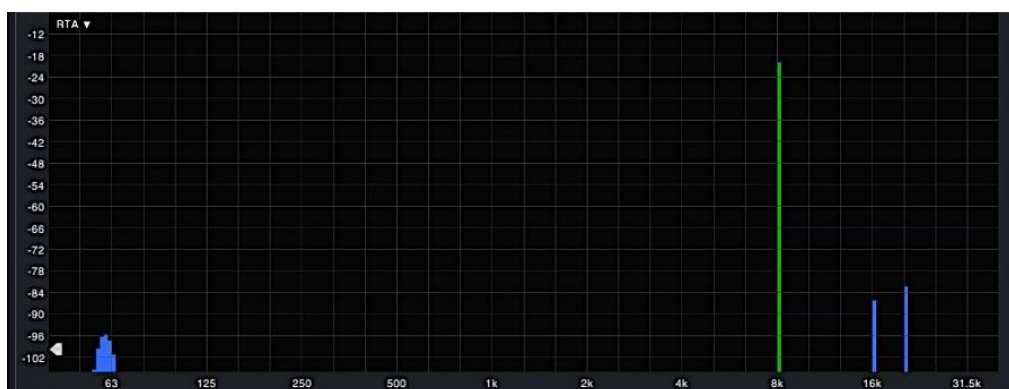
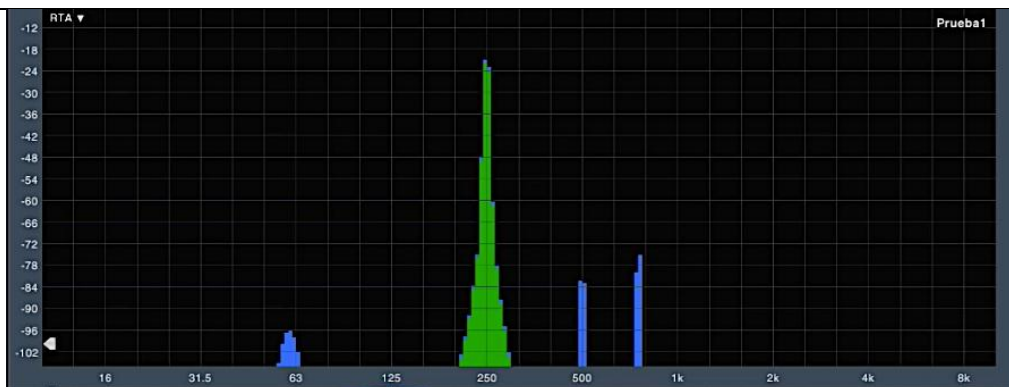
El Transient Designer tiene mucha presencia armónica en bajas frecuencias, tanto en *plug-in* como en hardware. En el procesamiento 1 el *plug-in* presenta mayor carga armónica que el hardware en bajas frecuencias. El procesamiento 2 es el que mayor similitud presenta en la distribución armónica de ambas versiones. En el procesamiento 3 el hardware tiene mayor presencia de armónicos en bajas frecuencias. En todos los procesamientos, a partir de 1kHz el *plug-in* deja de presentar armónicos; en esta misma frecuencia el hardware reduce su cantidad armónica a solo el segundo y tercer armónico con amplitud considerable. A partir de los 16kHz hardware y *plug-in* se quedan solo con la frecuencia fundamental.

Esta forma de trabajo evidencia la razón de que este equipo sea usado especialmente para el tratamiento de instrumentos percutivos, cuyas fundamentales se encuentran en bajas y medias frecuencias que es el rango en que el Transient Designer otorga mayor coloración armónica.

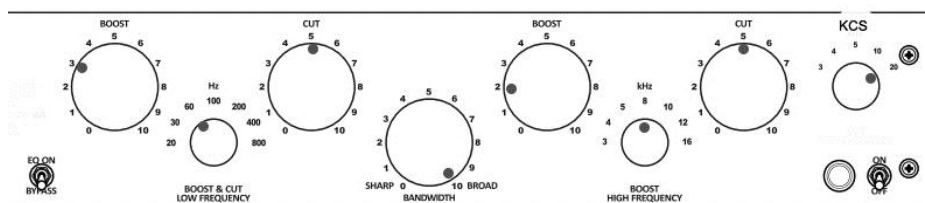
### 3.1.3.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3

Tabla 68. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el Pultec EQP-1A3.





## Procesamiento 2.



*Bandwidth: 10*

*KCS: 20*

*Fc1: 60 Hz*

*Boost: 3 dB*

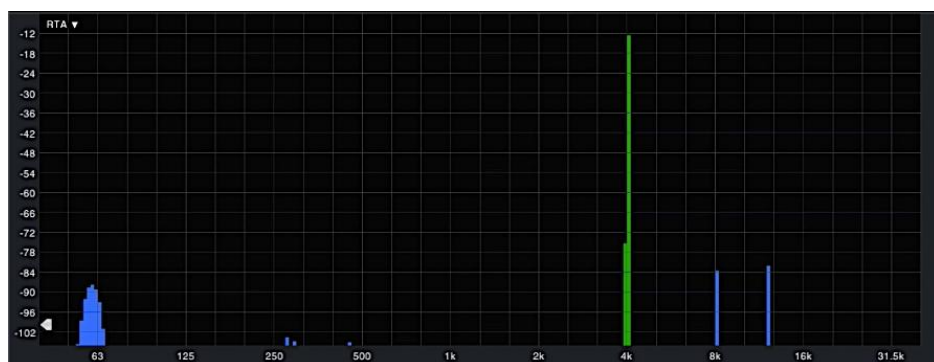
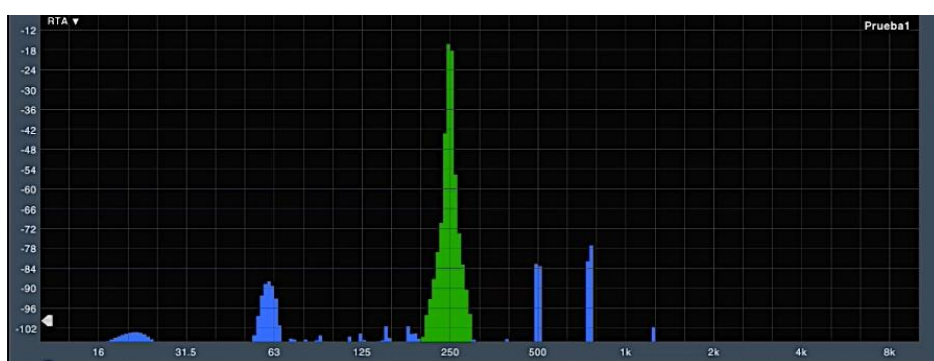
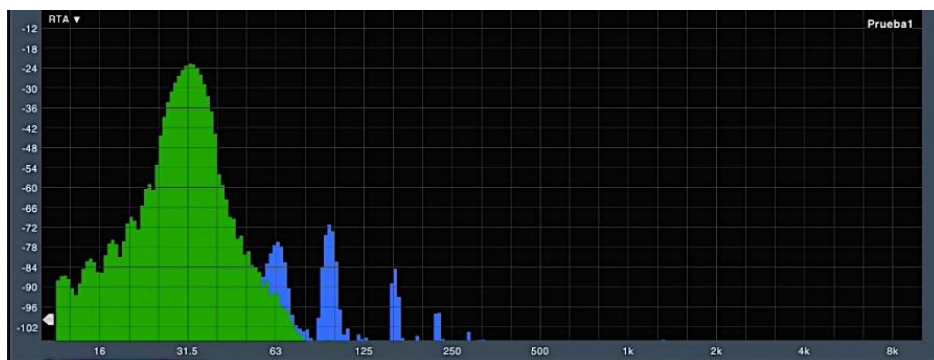
*Atten: 5 dB*

*Fc2: 8 kHz*

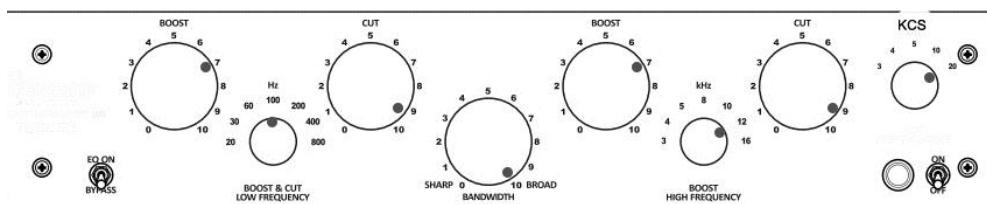
*Boost: 2 dB*

*Atten: 5 dB*

### Hardware vs Plug-in



### Procesamiento 3.



Bandwidth: 10

KCS: 20

Fc1: 100 Hz



Boost: 7 dB

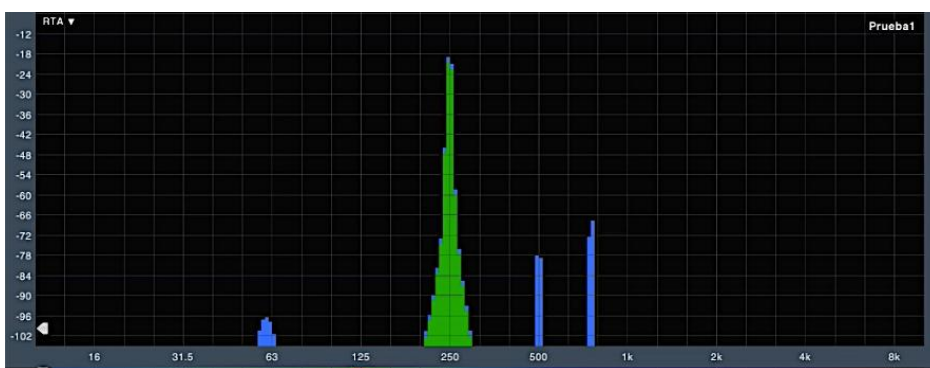
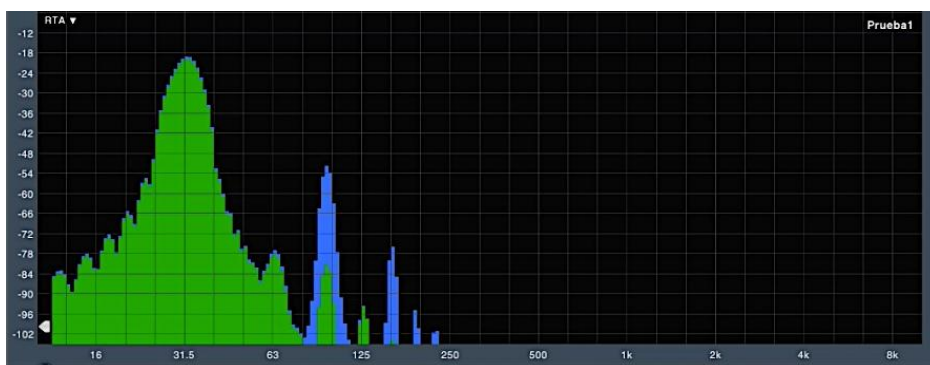
Atten: 9 dB

Fc2: 12 kHz

Boost: 7 dB

Atten: 9 dB

### Hardware vs *Plug-in*



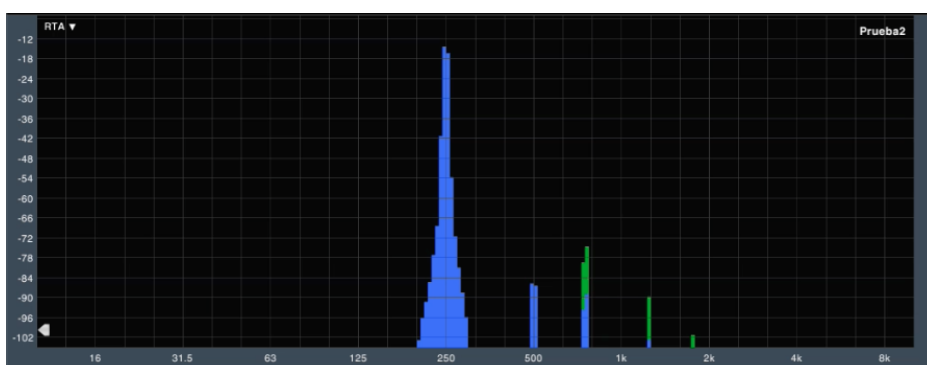
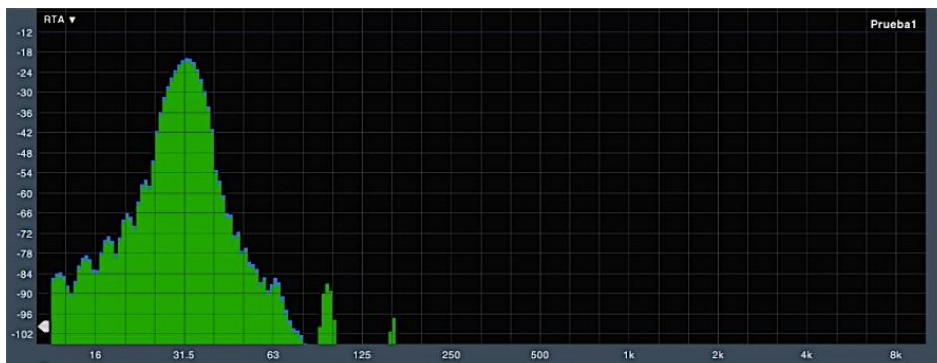
El Pultec EQP-1A3 presenta muchos armónicos en las frecuencias bajas, llegando hasta el sexto armónico en el hardware; la versión *plug-in* tiene menor

presencia armónica. Desde los 125 Hz se percibe en el hardware la frecuencia resonante de 63Hz que fue mencionada en el apartado de THD, esta frecuencia permanece durante todo el rango de frecuencias audibles. A partir de 250 Hz en los procesamientos 1 y 3 el *plug-in* deja de tener armónicos notables y el hardware vuelve estable la cantidad de armónicos dejando solo el segundo y tercer armónico con amplitud considerable. Desde los 16kHz en el hardware se aprecian dos armónicos de orden inferior. En el procesamiento 2 el comportamiento del hardware se vuelve ordenado, teniendo en todo el rango la presencia del segundo y tercer armónico con amplitud alta, sin embargo, en este caso el *plug-in* no presenta armónicos audibles en ningún momento. Todas las características armónicas mencionadas dan razón al sonido cálido de este equipo, especialmente en frecuencias bajas.

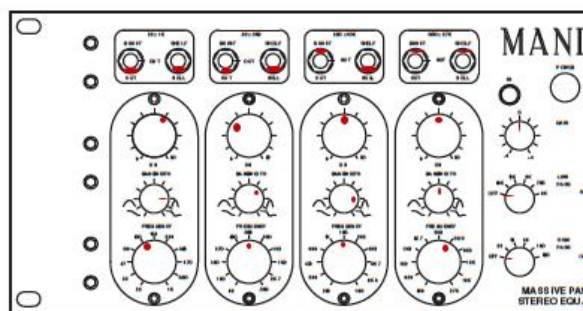
### 3.1.3.6. Ecuador Manley Massive Passive EQ

Tabla 69. Resultados de distribución armónica para todas las muestras en el Manley Massive Passive

<b>Barrido de frecuencias</b>	
Procesamiento 1.	
<p>Tipo: <i>Boost / Shelf</i></p> <p>Fc1: 100 Hz</p> <p>Level: +8 dB</p> <p>Bandwidth: 3</p>	

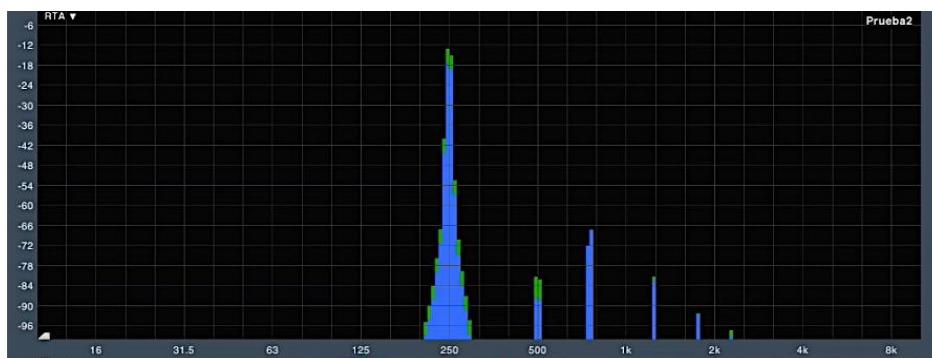
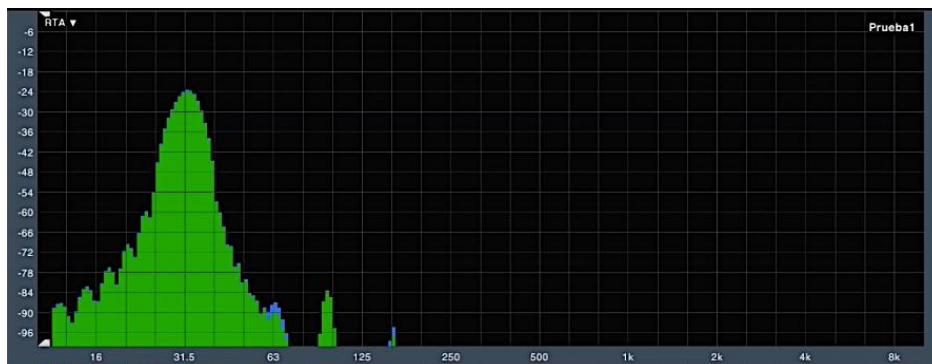
Hardware vs *Plug-in*

## Procesamiento 2.

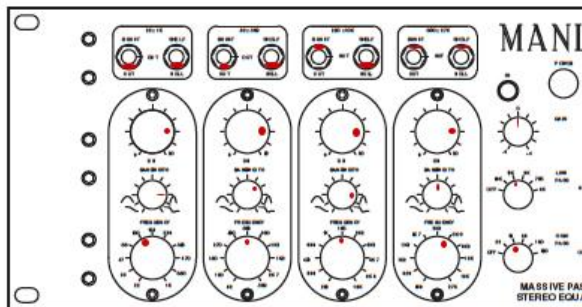


Tipo: <i>Cut / Bell</i>	Tipo: <i>Cut / Bell</i>	Tipo: <i>Boost / Bell</i>	Tipo: <i>Boost / Shelf</i>	Gain: 0 dB LP: off HP: off
Fc1: 100 Hz	Fc2: 560 Hz	Fc3: 1k5 Hz	Fc4: 5k6 Hz	
Level: +12 dB	Level: +6 dB	Level: +10 dB	Level: +10 dB	
Bandwidth: 9	Bandwidth: 8	Bandwidth: 9	Bandwidth: 6	

### Hardware vs Plug-in

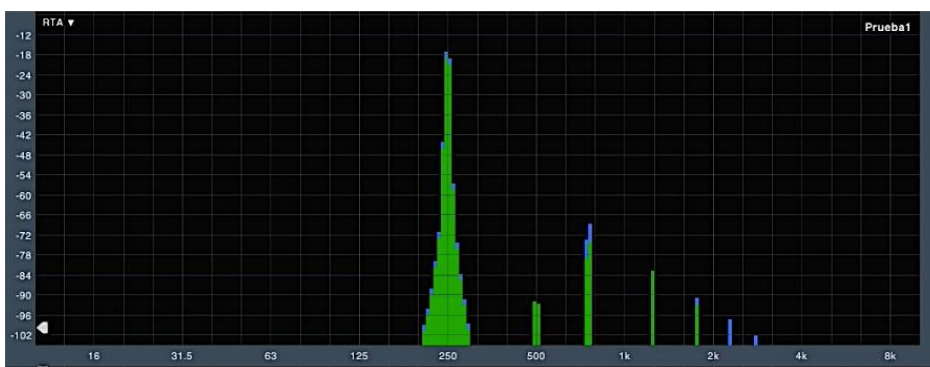
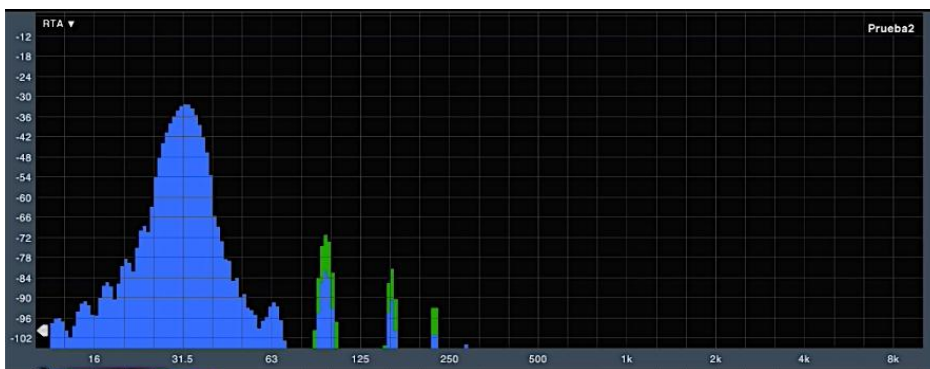


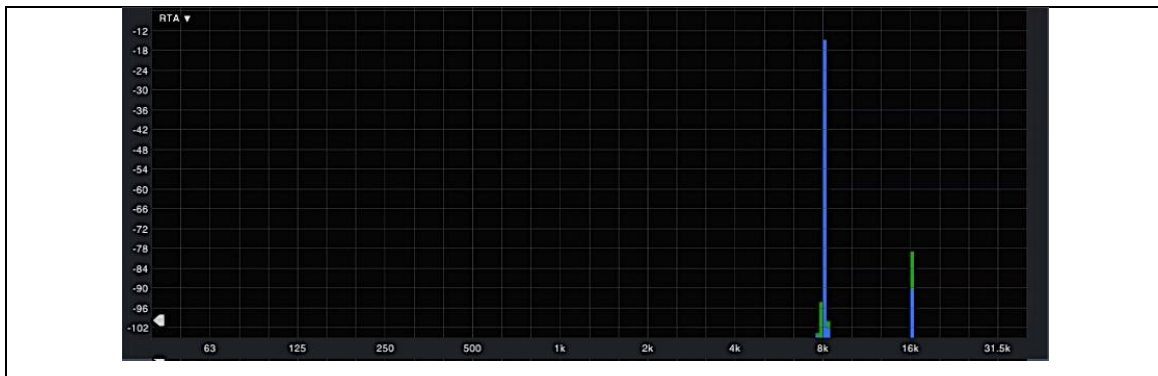
Procesamiento 3.



Tipo: <i>Cut / Bell</i>	Tipo: <i>Cut / Bell</i>	Tipo: <i>Boost / Bell</i>	Tipo: <i>Boost / Shelf</i>	Gain: 0 dB LP: 12kHz HP: 39Hz
Fc1: 100 Hz	Fc2: 560 Hz	Fc3: 1k5 Hz	Fc3: 5k6 Hz	
Level: +16 dB	Level: +16 dB	Level: +16 dB	Level: +16 dB	
Bandwidth: 9	Bandwidth: 8	Bandwidth: 9	Bandwidth: 6	

Hardware vs Plug-in





En el Massive Passive, para el procesamiento 1 el *plug-in* tiene mayor presencia de armónicos pero no es abismal; a partir de 2kHz tanto *plug-in* como hardware igualan su comportamiento a tener el segundo y tercer armónico como única coloración notable y en los 16kHz ambos dejan de presentar armónicos.

Para el procesamiento 2, ambas versiones muestran mayor coloración en bajas frecuencias y hasta los 2kHz ambas tienen igual contenido armónico. Desde los 2kHz el hardware presenta varios armónicos de orden inferior con baja amplitud y desde los 16kHz el *plug-in* deja de presentar armónicos.

En el procesamiento 3 en bajas frecuencias el *plug-in* presenta mayor cantidad de armónicos; a partir de los 125Hz el comportamiento armónico se normaliza entre ambas versiones pero en el *plug-in* se observa la presencia de ruido de fondo a bajo nivel que fluctúa al cambiar las frecuencias. En frecuencias medias ambas versiones tienen poco contenido armónico. En los 4kHz el *plug-in* reduce la amplitud del segundo armónico mientras que el hardware continúa con el segundo y tercer armónico. En 8kHz ambas versiones presentan únicamente el segundo armónico con amplitud considerable. Desde los 16kHz el hardware presenta armónicos de orden inferior y el *plug-in* deja de presentar armónicos.

### 3.2. Resultados de las encuestas auditivas.

Las encuestas auditivas se realizaron con el fin de relacionar los resultados técnicos obtenidos de las mediciones con la percepción auditiva de los ingenieros de sonido y productores musicales al ser este factor el más

importante al procesar señales. Se debe considerar que la edad de la mayoría de encuestados se encuentra entre los 18 y 29 años, con apenas 13 de 30 años de edad en adelante.

A continuación se presentan las gráficas obtenidas tras la tabulación de las 95 encuestas realizadas y su correspondiente análisis.

### 3.2.1. Salud auditiva de los encuestados.

Algunas de las preguntas sobre datos personales de utilidad hacía referencia a la salud auditiva y el cuidado auditivo que llevan los encuestados, debido a que si la salud auditiva de los encuestados variaba mucho podría influir directamente en la diferencia de percepción auditiva.



En la figura 50 se nota que únicamente una de las personas encuestadas tenía una afección auditiva, tinitus; por lo que los resultados generales de percepción no se verán afectados por este parámetro.



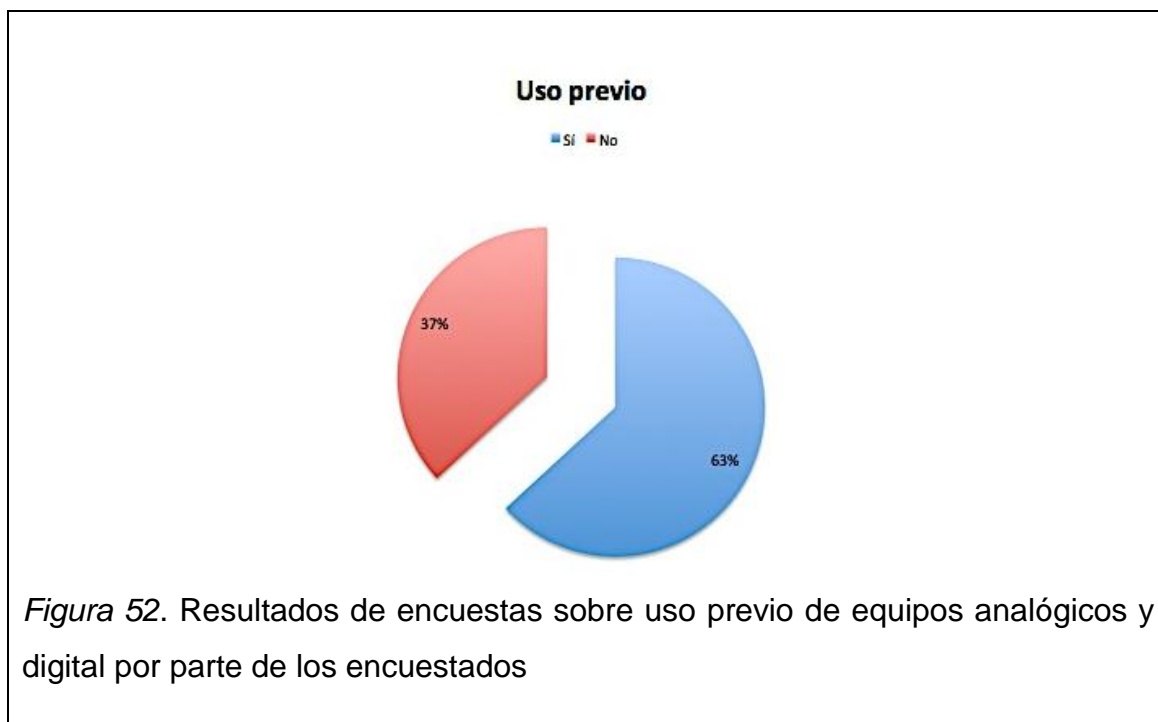
Para los resultados sobre exposición a altos niveles de presión sonora se observa que el 67% de los encuestados no se expone diariamente a estos niveles, y del 33% que sí lo hace sólo el 4% tiene una exposición mayor a 8 horas diarias que es el rango en el cuál se presentan problemas auditivos a largo plazo.

Gracias a estos resultados se determinó que la salud auditiva de los encuestados en general era adecuada para este tipo de encuesta.

### 3.2.2. Preferencias Hardware vs *Plug-in*

Fue importante conocer si los encuestados habían usado con anterioridad equipos analógicos en su trabajo o si sólo trabajan con *plug-ins* debido a su fácil obtención y, como consecuencia de ello, si tenían preferencias entre el uso de equipo analógico o digital.





Gracias a los datos presentados en las figuras 52 y 53 se observa que el 63% de los encuestados sí había trabajado con equipos análogos previamente, pese a ello el 59% no tenía preferencia al usar equipos analógicos o digitales y,

de quienes respondieron que sí únicamente, el 6% prefería trabajar con equipos digitales (la mayoría especificó que esto se debía al fácil acceso a los *plug-ins*).

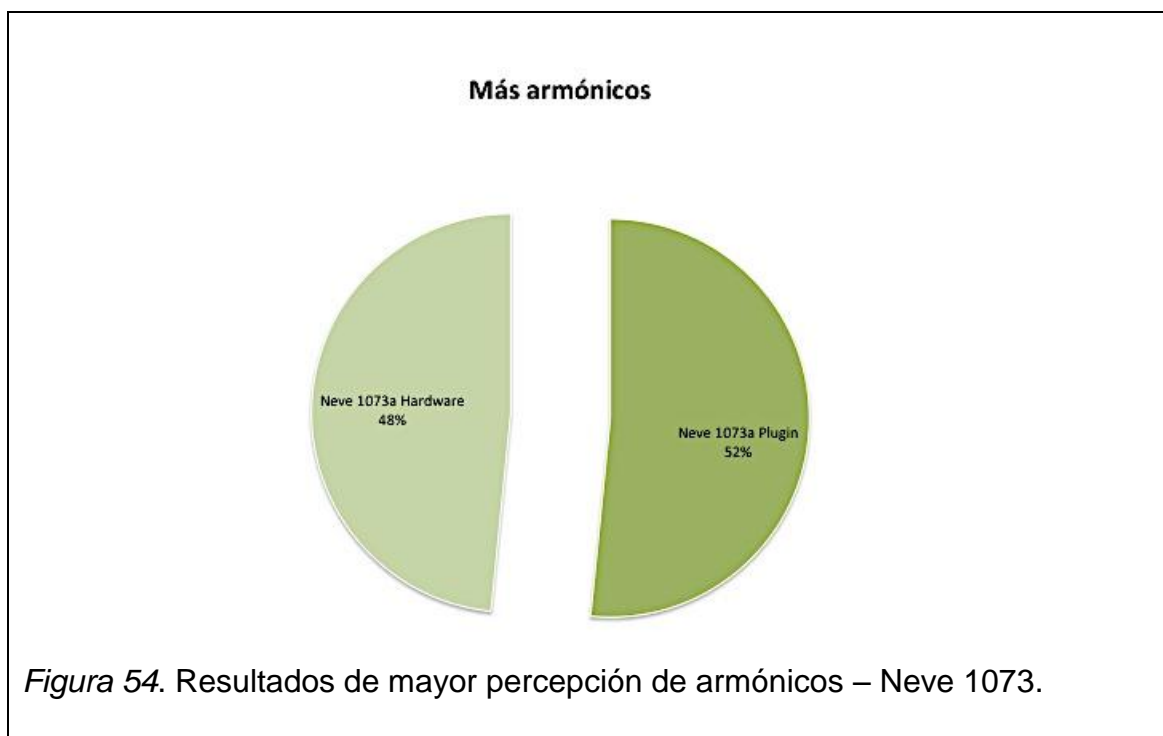
### 3.3. Análisis de resultados de las encuestas auditivas.

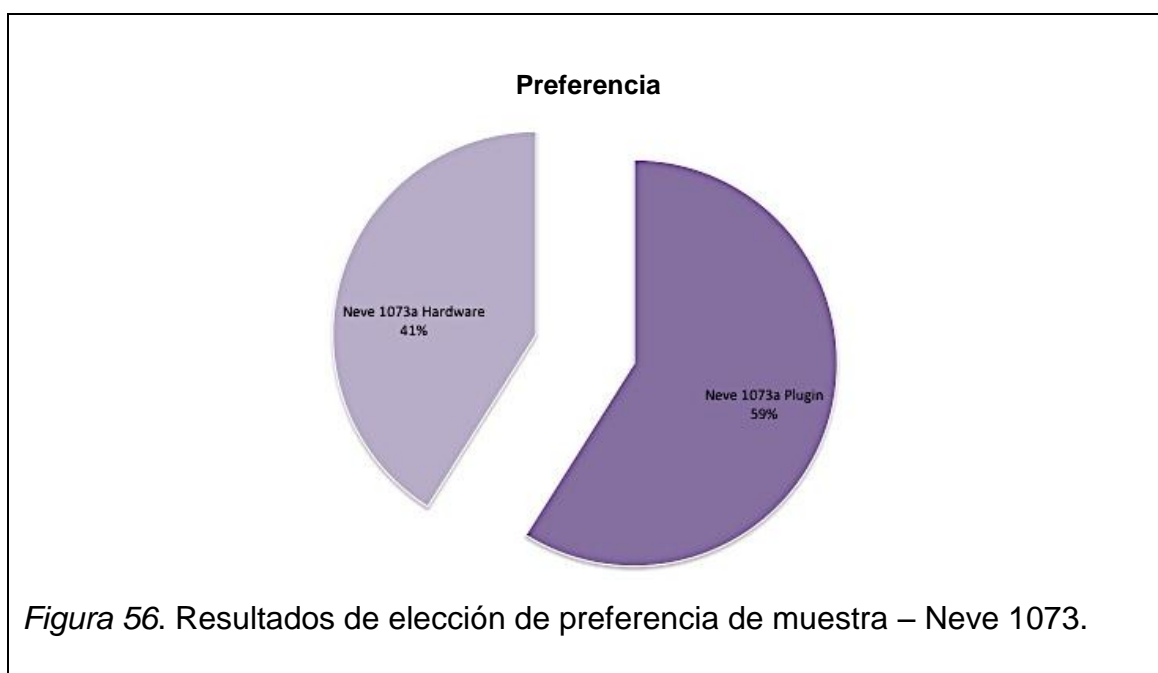
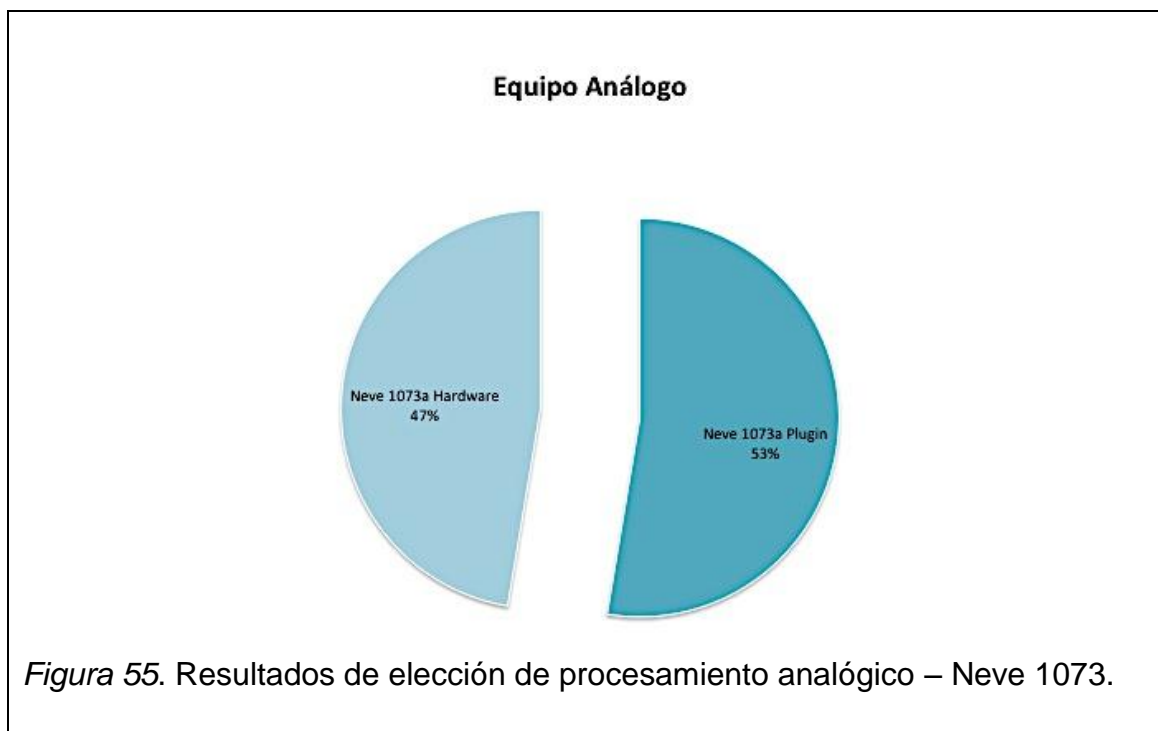
Las preguntas tipo ABX de la encuesta eran determinar cuál de las muestras (A o B) cumplía con el enunciado según la percepción del encuestado, los enunciados consistían en indicar:

- ¿Cuál era la muestra con mayores armónicos?
- ¿Cuál era la muestra procesada en hardware?; y
- ¿Cuál era la muestra que más le gustaba al encuestado?

Esto para cada equipo. Los resultados fueron los siguientes:

#### 3.3.1. Preamplificador Neve 1073





La Figura 54 muestra que según la percepción de los encuestados el procesamiento del *plug-in* presenta mayor contenido armónico. Sin embargo, la diferencia es de 3%, un porcentaje bastante bajo.

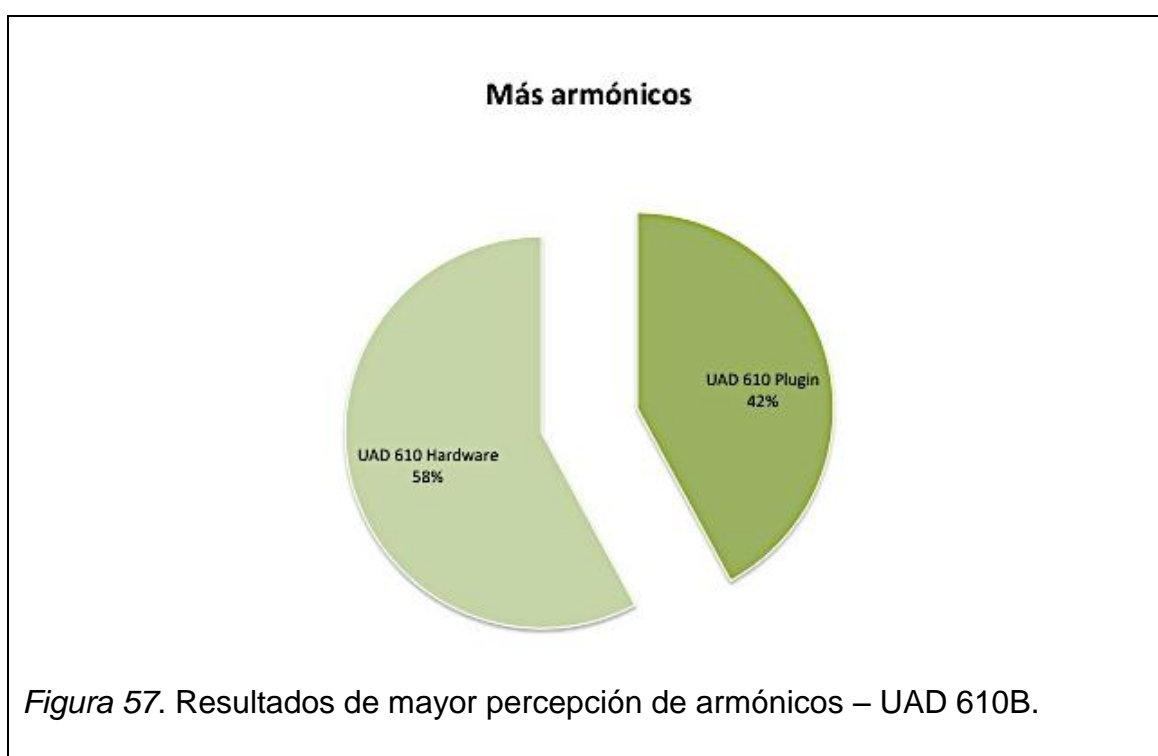
En la figura 55 se observa que el 53% de los encuestados considera que el procesamiento hardware es la muestra del *plug-in*. Esto concuerda con la

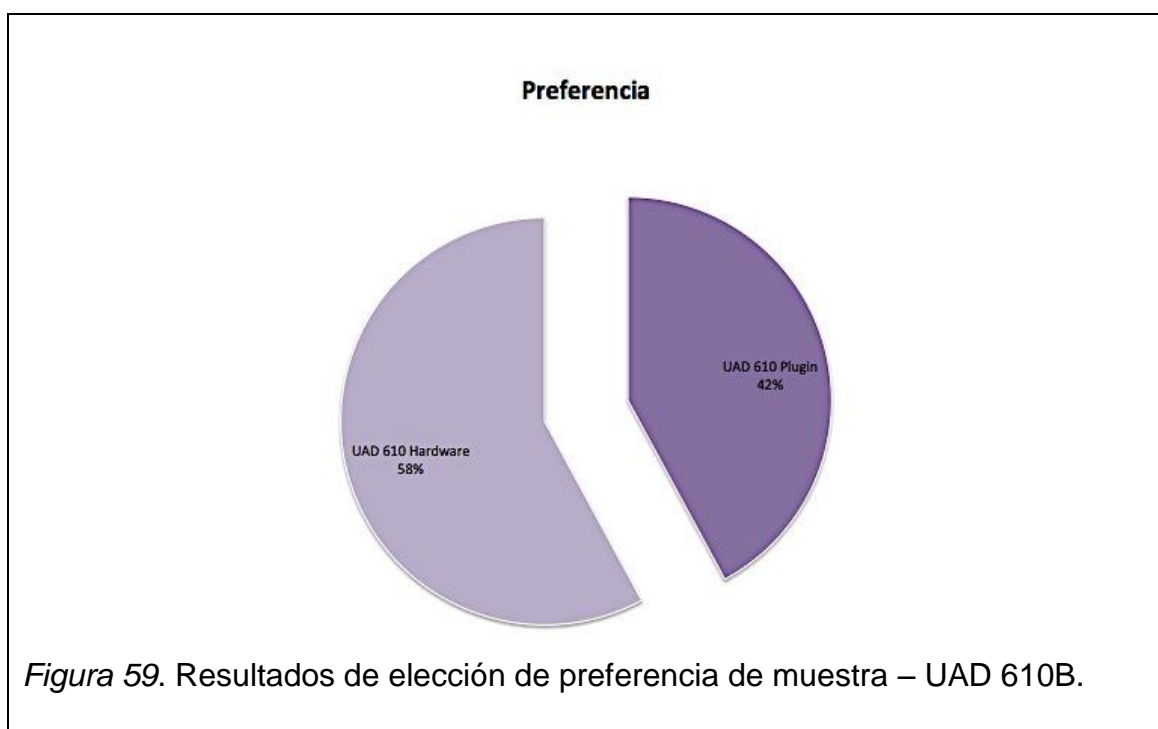
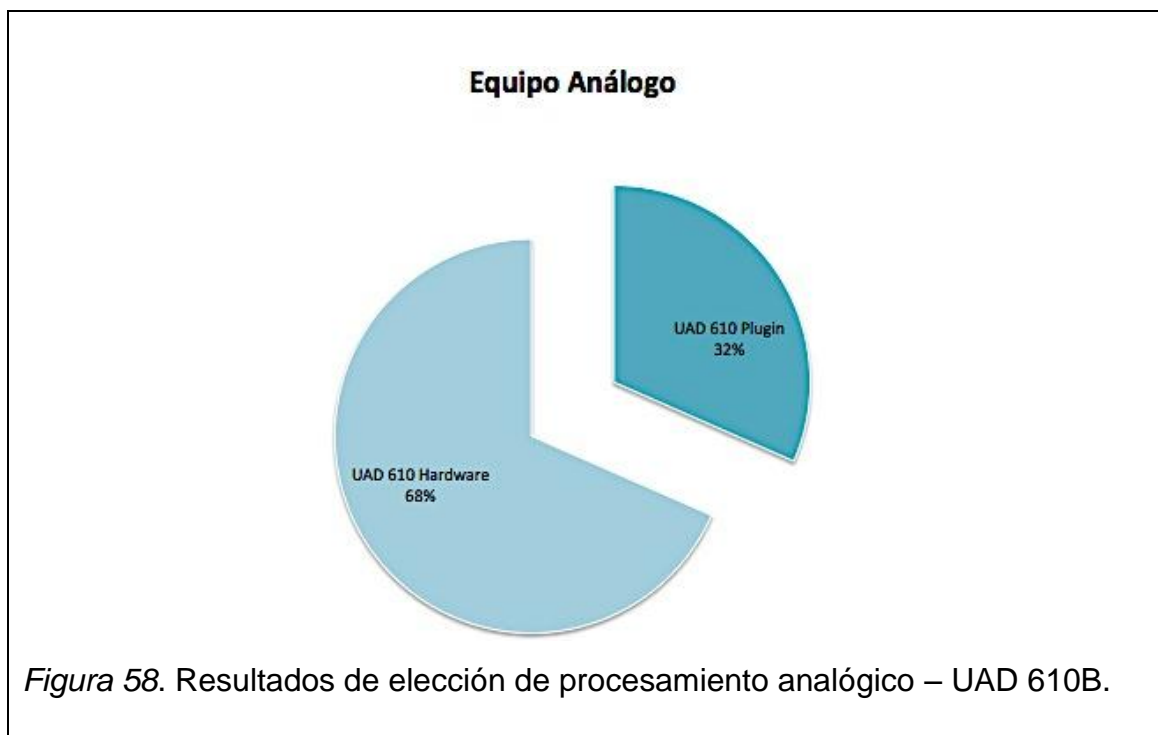
creencia de que los equipos analógicos son los que presentan mayor contenido armónico.

La figura 56 indica que la muestra que más agradó a los encuestados fue la procesada en *plug-in*, con un 59%.

Este equipo presenta concordancia en todas las respuestas, siendo el *plug-in* el elegido, pero con una escasa diferencia.

### 3.3.2. Preamplificador UAD 610B

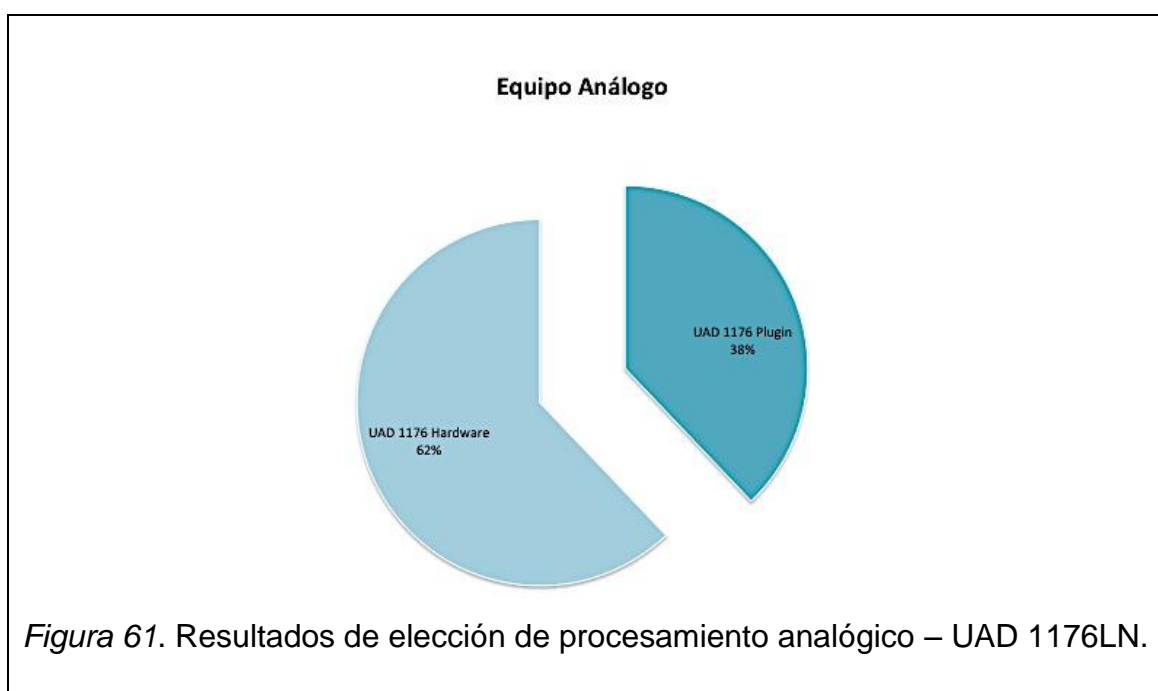
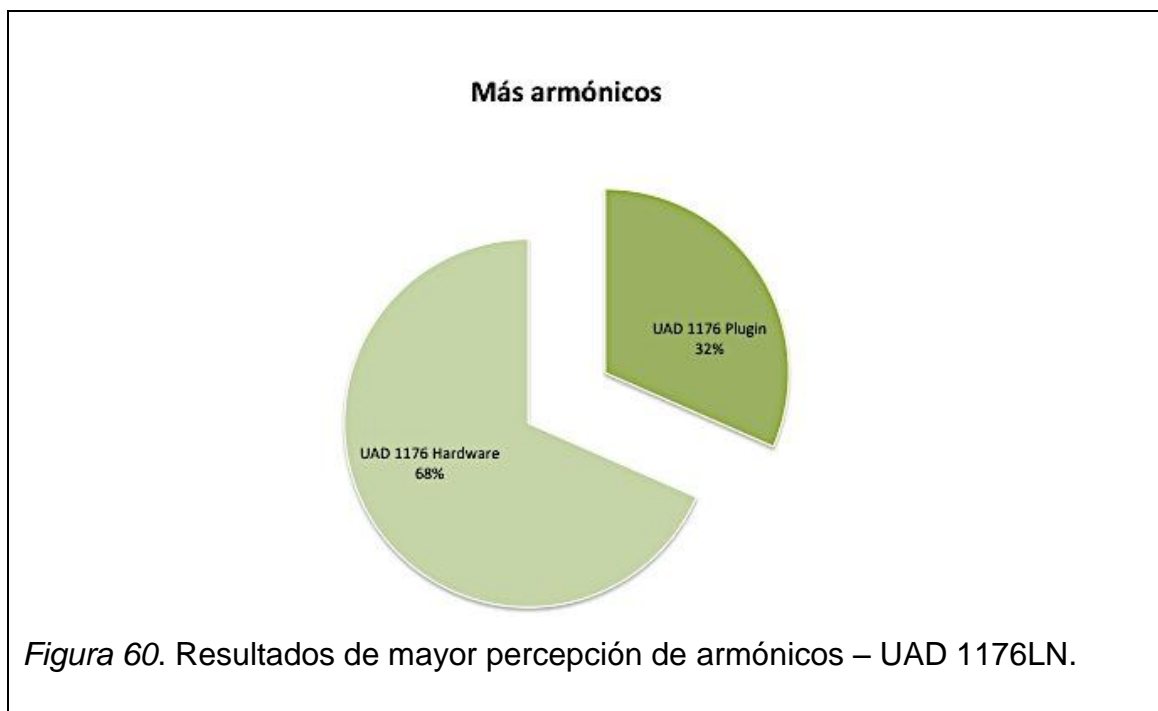


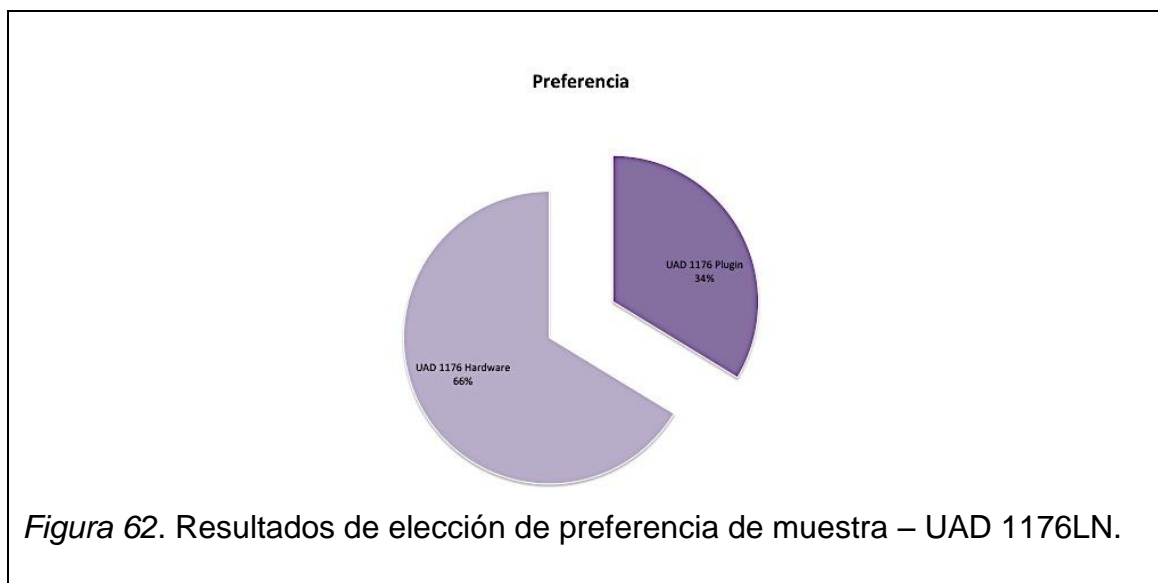


En las figuras 57, 58 y 59 se observan los resultados de las encuestas para el UAD 610B; en ellos se aprecia que hay concordancia en la preferencia de los encuestados, habiendo elegido el hardware como aquel con mayor contenido armónico (un 58%), la muestra procesada en hardware (siendo acertada con

un 68%) y el procesamiento que resultó más agradable para un 58% de los encuestados fue también la muestra procesada por el equipo analógico.

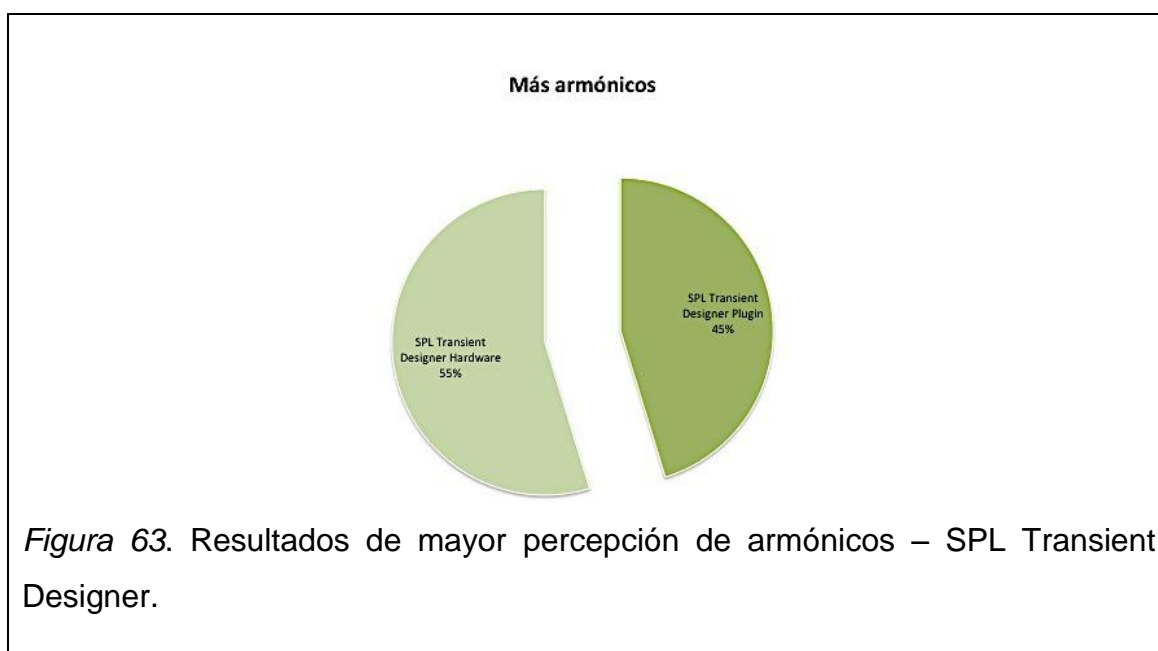
### 3.3.3. Compresor UAD 1176LN

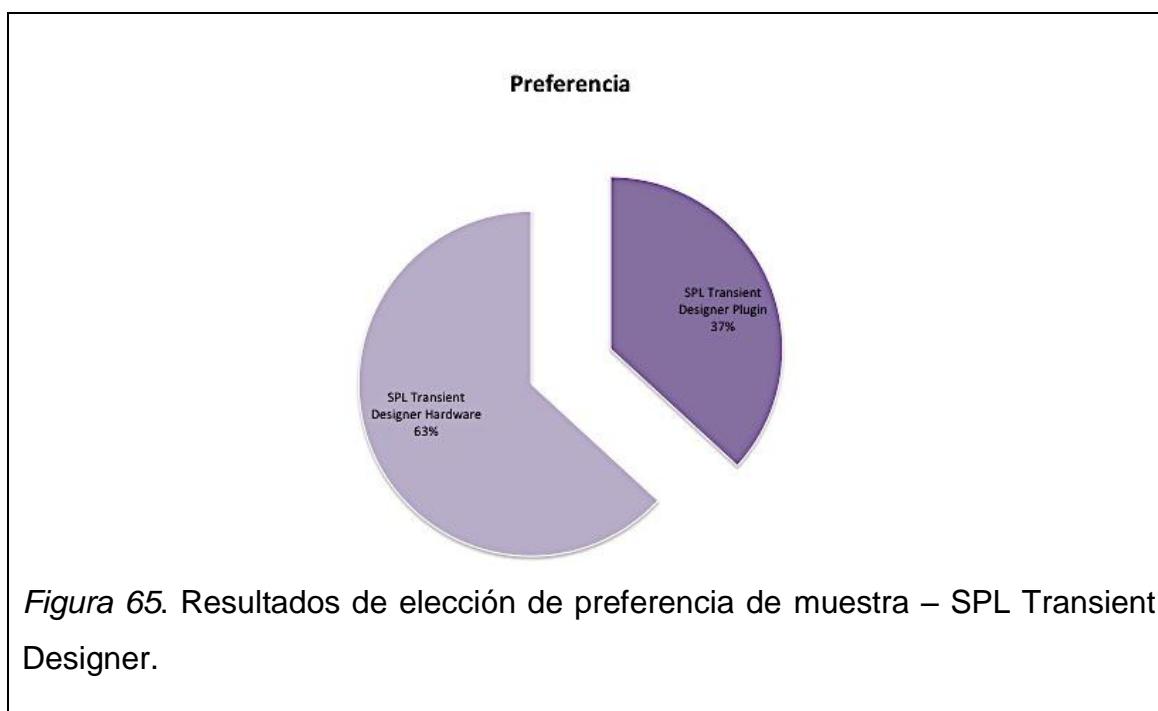
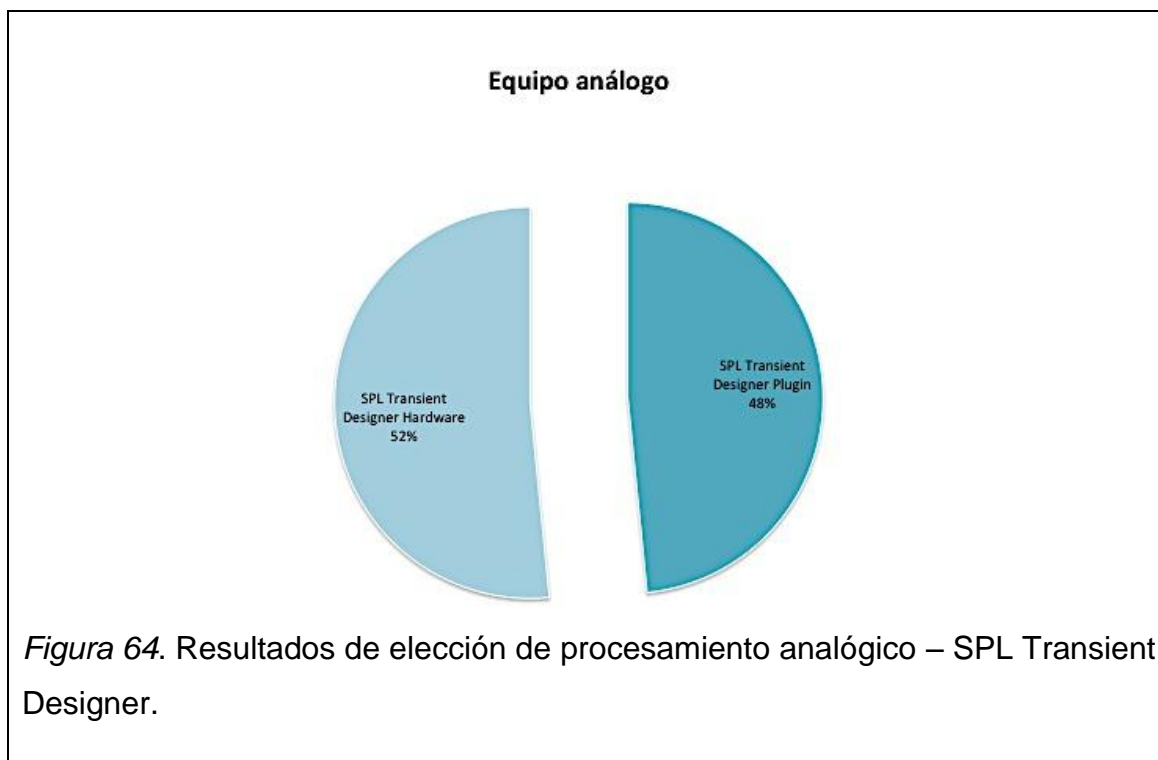




Como se puede observar en las figuras de la 60 a la 62 el UAD 1176LN tiene resultados similares a los presentados por el UAD 610B. Los encuestados eligieron el hardware en todas las preguntas. Con contenido armónico que presenta un 68% a favor del hardware, se seleccionó asertivamente el equipo analógico en la pregunta dos con un 62% y la versión más agradable para los encuestados fue la analógica con un 66%.

#### 3.3.4. Compresor SPL Transient Designer



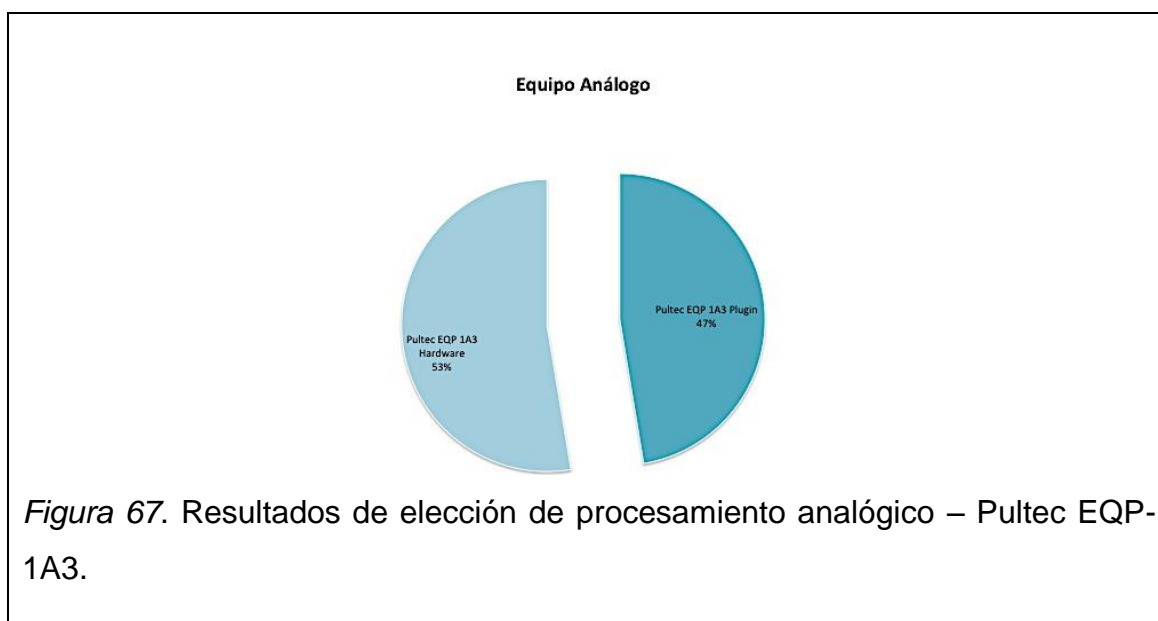
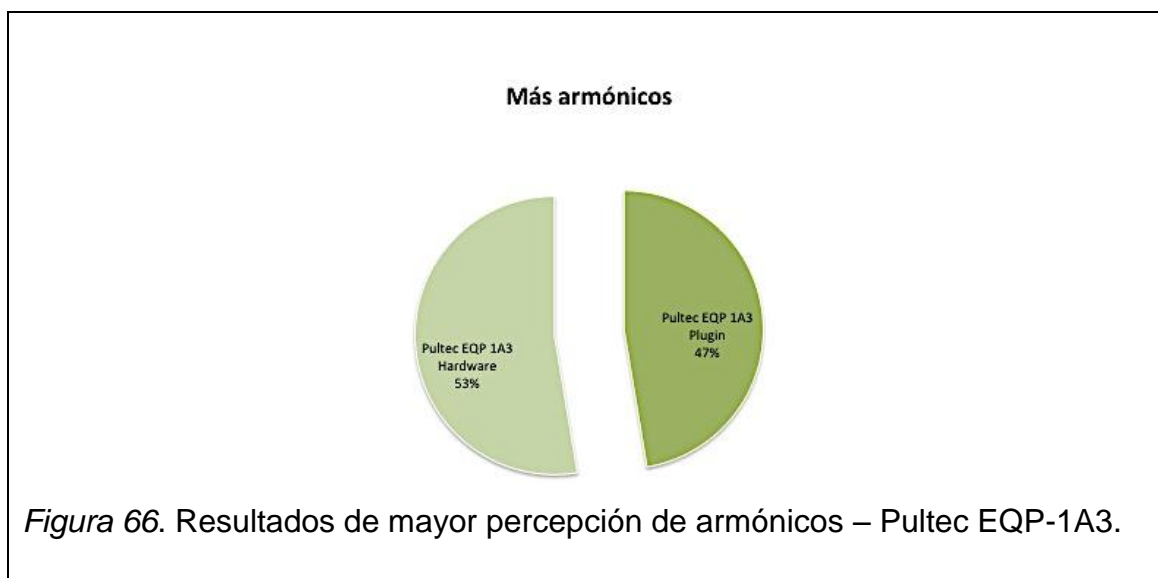


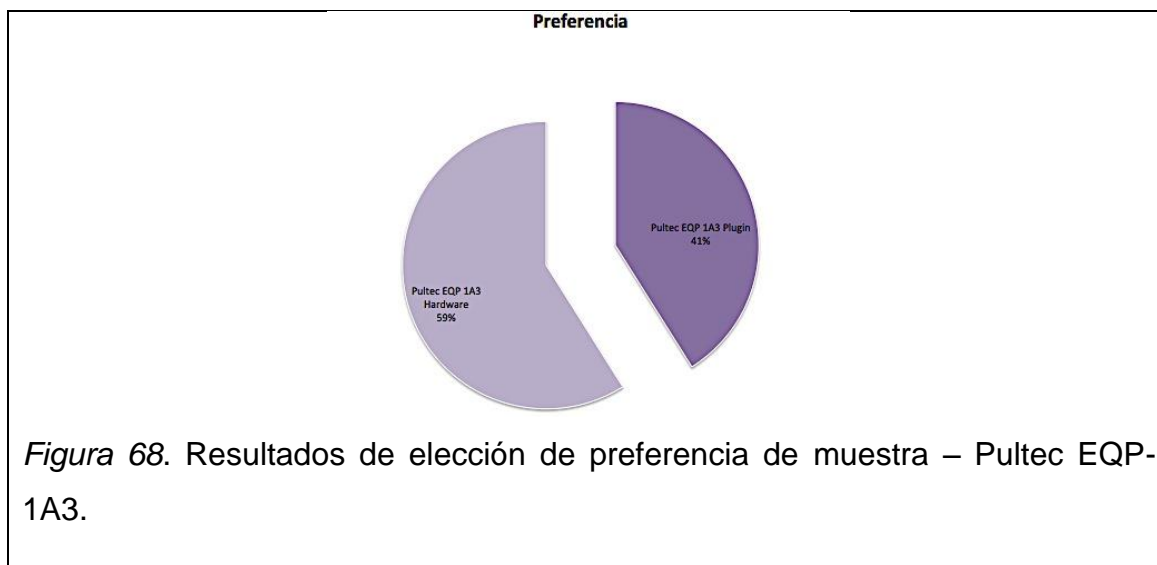
Los resultados subjetivos del SPL Transient Designer, mostrados en las tres figuras anteriores, muestran preferencia por el equipo analógico. Es la diferencia en porcentaje, escasa en las dos primeras preguntas, lo que denota la similitud en percepción sonora para muestras musicales: la figura 63 muestra



un 55% a favor del hardware mientras que la figura 64 tiene un 52% a favor del mismo. Sin embargo, en la tercera pregunta la diferencia es amplia e indica que la muestra que más les gustó a los encuestados es la procesada en hardware (con un 63% a favor), esto se puede relacionar directamente con el contenido armónico medido en dicho equipo.

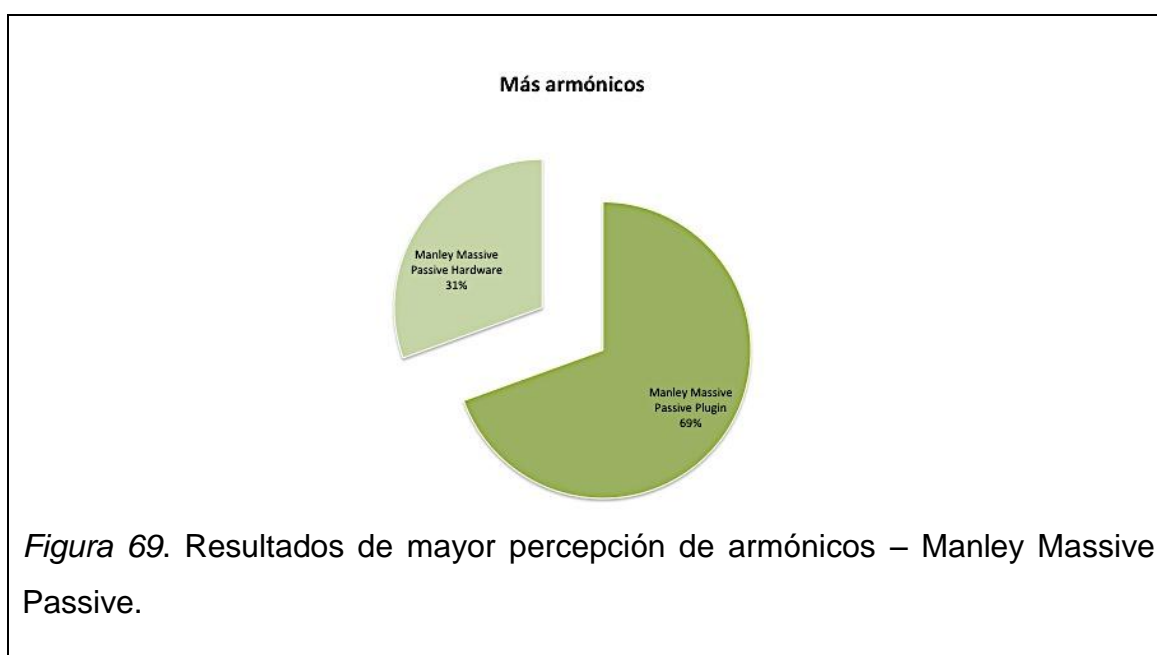
### 3.3.5. Ecualizador Pultec EQP-1A3

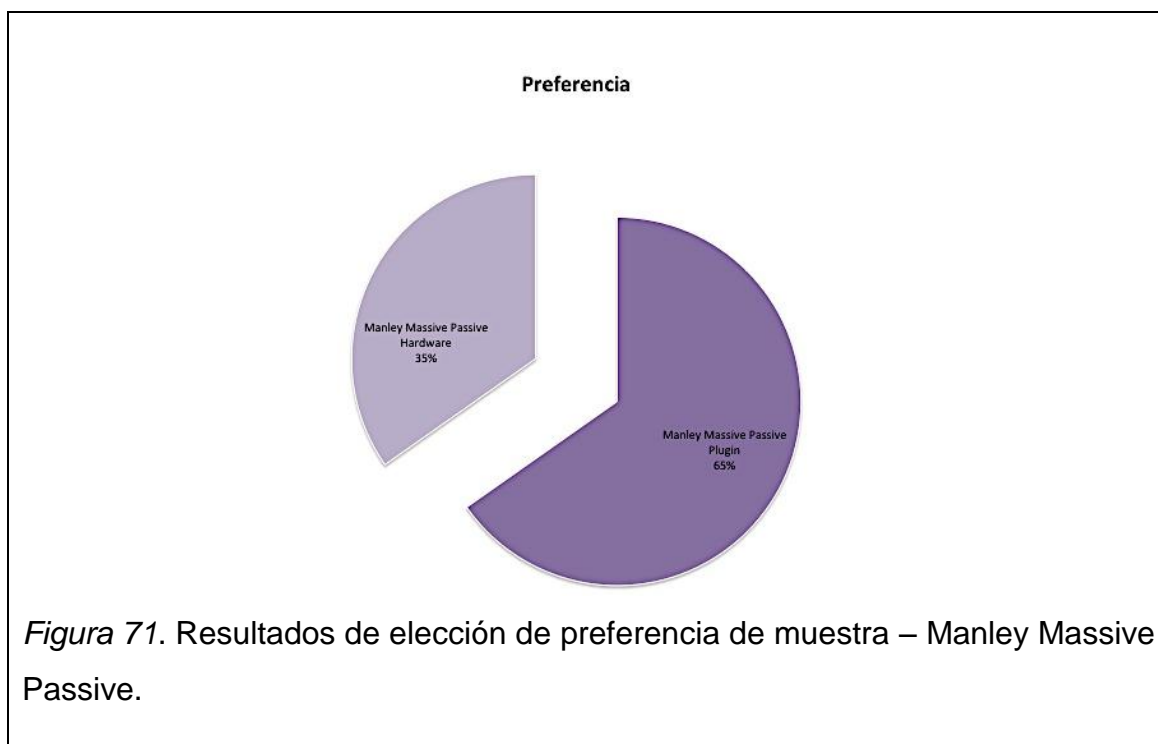
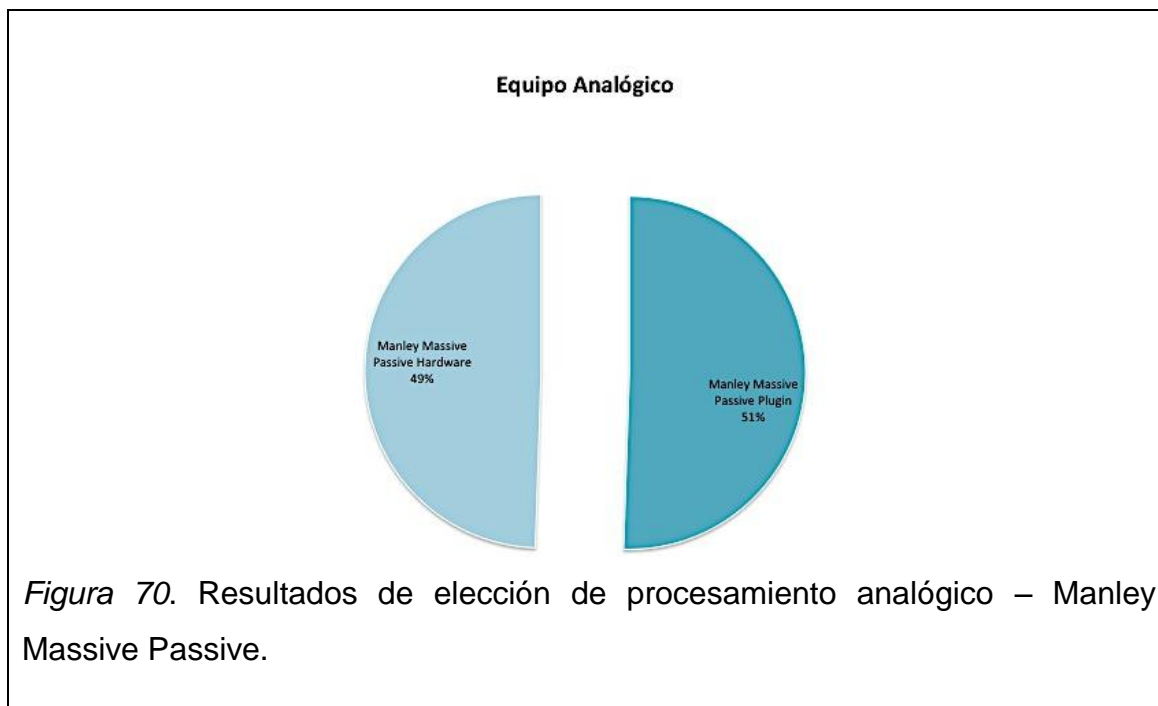




El Pultec EQP-1A3 muestra resultados homogéneos para las tres preguntas, resulta evidente que a los encuestados no les resultó fácil determinar qué muestra los satisfacía, sin embargo, en la preferencia auditiva el 59% se decantó por el equipo hardware. En las figuras 66 y 67, correspondientes a la muestra con mayor contenido armónico y la muestra procesada por la versión analógica se presenta un 53% a favor del hardware.

### 3.3.6. Ecuador Manley Massive Passive





Para el Massive Passive, en la figura 69 se puede ver que el 69% de los encuestados concuerda en que la muestra procesada por *plug-in* fue la que mayor contenido armónico presentaba; se relaciona directamente con los

resultados mostrados en la figura 71, cuyo 65% pertenece a los encuestados que encontraron más agradable a la muestra procesada por *plug-in*.

Sólo en la figura 70 se observa que a los encuestados les resultó difícil determinar qué muestra pertenecía al procesamiento analógico, habiendo elegido un 51% la muestra procesada en *plug-in*.

### 3.4. Comparación entre los resultados de encuestas auditivas con la medición de parámetros técnicos: *Plug-ins* vs Hardware.

Considerando la cantidad de pruebas realizadas para los aspectos objetivos y subjetivos del procesamiento de señales se vuelve necesario relacionar ambas versiones de la investigación. De esta forma se puede encontrar la relación existente entre las preferencias sensoriales de un ingeniero de sonido o productor musical con los valores de THD y la distribución armónica que presenta un equipo al procesar señales.

Tabla 70. Tabla comparativa de resultados objetivos y subjetivos

Equipo	THD1	THD2	THD3	THD4	D. Armónica	E. 1	E. 2	E. 3
Neve 1073a	0.011 %	0.014 %	0.021 %	0.046 %	Presencia constante de segundo y tercer armónico	48%	47%	41%
<i>Plugin</i> UAD Neve 1073a	0.089 %	0.088 %	0.081 %	0.068 %	Mayor carga armónica en todo el rango	52%	53%	59%
UAD 610	0.097 %	0.016 %	0.112 %		Mayor amplitud en armónicos	58%	68%	58%
<i>Plugin</i> UAD 610b	0.086 %	0.079 %	0.059 %		Similar carga armónica	42%	32%	42%
UAD 1176	0.116 %	0.255 %	0.482 %	0.003 %	Más amplitud en el segundo armónico	68%	62%	66%

<i>Plugin UAD 1176</i>	0.007 %	0.001 %	0.274 %	0.003 %	Más armónicos en bajas frecuencias + armónicos de orden inferior en altas	32%	38%	34%
SPL Transient Designer	0.419 %	0.275 %	0.226 %	0.004 %	Más armónicos en bajas frecuencias	55%	52%	63%
<i>Plugin UAD SPL Transient Designer</i>	0.007 %	0.003 %	0.006 %	0.003 %	Casi no armónicos	45%	48%	37%
Pultec EQP 1A3	0.338 %	0.108 %	0.720 %	0.137 %	Más armónicos en bajas frecuencias + resonancia en 63Hz	53%	53%	59%
<i>Plugin UAD Pultec EQP 1A3</i>	0.005 %	0.004 %	0.005 %	0.003 %	Menos armónicos	47%	48%	41%
Manley Massive Passive	0.043 %	0.065 %	0.026 %	0.004 %	Pequeños armónicos de orden inferior en >2kHz	31%	49%	35%
<i>Plugin UAD Manley Massive Passive</i>	0.064 %	0.061 %	0.646 %	0.003 %	Más armónicos en bajas frecuencias	69%	51%	65%

En la tabla 70 se observan los resultados de las encuestas y los valores de THD y la distribución armónica obtenidos tras las pruebas técnicas. Las casillas nombradas E.1 se refieren a la pregunta número 1 de las encuestas referente a mayor contenido armónico; las casillas E.2 a la segunda pregunta que hace referencia a qué procesamiento es el analógico y las casillas E.3 se refieren a la pregunta de qué muestra resulta más agradable.

Las casillas en verde indican los porcentajes mayores para las encuestas, los valores más altos de THD y la versión que presenta mayor presencia armónica o alguna singularidad en este aspecto. La casilla amarilla indica un caso especial que puede ser determinante, al tratarse del segundo armónico, pese a que esa versión no presenta más armónicos que su homólogo.

Para el Neve 1073 coincide que el *plug-in*, que tiene mayor contenido armónico a lo largo de todo el rango de frecuencias y valor más alto de THD, fue elegido en todas las preguntas auditivas.

El UAD 610B también tiene relación directa en las respuesta ya que el equipo analógico presenta mayor THD, más amplitud de los armónicos en bajas frecuencias y fue el elegido en las encuestas auditivas.

En el compresor UAD 1176LN también fue el hardware el elegido durante las encuestas auditivas, a su vez es la versión que tiene más THD y pese a no tener mayor contenido armónico es aquella que tiene mayor amplitud en el segundo armónico, al ser uno de los más sencillamente percibidos por el oído humano este factor se considera determinante.

Tanto en el UAD 610B como en el 1176LN la mayoría de los encuestados manifestaron después de realizar la encuesta que fueron las muestras más difíciles de diferenciar para ellos.

Para el SPL Transient Designer el elegido también fue el hardware y cumple con los parámetros establecidos en los equipos anteriores. En cuanto a distribución armónica el hardware presenta mayor presencia armónica en todo el rango de frecuencias, especialmente en bajas.

El Pultec EQP-1A3 presenta mayor THD y distribución armónica en el equipo analógico además de una frecuencia en 63Hz constante que puede deberse al desgaste del equipo debido al tiempo que ha sido utilizado. Estas serían las

razones por las que el hardware se eligió en todas las preguntas de la encuesta.

En el caso del Manley Massive Passive el *plug-in* tiene un valor superior de THD; y en distribución armónica, pese a que la respuesta de ambas versiones es muy similar, el *plug-in* presenta un poco más de contenido armónico en frecuencias bajas. Por esto el *plug-in* fue elegido en las tres preguntas de las encuestas.

Para todos los equipos las respuestas de las encuestas se relacionan directamente con los resultados técnicos. Y las 3 respuestas entre sí tienen relación, la diferencia porcentual entre ellas es muy baja.

#### CAPÍTULO IV. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Si se considera que la percepción auditiva es el factor de elección definitivo para un ingeniero de sonido o productor musical con criterio y experiencia, son estos resultados los de mayor influencia dentro de la presente investigación.

Pese a la importancia de los equipos analógicos en el medio musical cada vez más ingenieros consideran que el bajo valor de adquisición de los *plug-ins* y la respuesta, nada desagradable, de los mismos cobra peso al momento de elegir los equipos de trabajo.

Tomando en cuenta que pese a las diferencias en valores técnicos, entre las versiones hardware y *plug-in* de un equipo, los valores porcentuales finales de las encuestas no difieren drásticamente entre ellos se puede concluir que el factor de elección debe ser la preferencia auditiva. Si un ingeniero está acostumbrado a trabajar con *plug-ins*, su trabajo puede o no ser mejor con la versión analógica de los equipos con los que trabaje; de esta forma si se prefiere el uso de *plug-ins* económicamente se conseguirá ahorrar grandes cantidades de dinero y la calidad sonora del trabajo no se verá afectada.

Tabla 71. Tabla comparativa de precios aproximados hardware vs. *plug-in*.

<b>Equipo</b>	<b>Versión analógica</b>	<b>Versión <i>plug-in</i></b>
Neve 1073.	\$ 3 395 (Neve 1073 CH) \$ 2 995 (Neve 1073 DPA)	\$ 199 (Neve 1073 Preamp & EQ)
UAD 610B	\$ 999 (UAD 610 solo) \$ 2 499 (UAD 6176)	\$ 129 (UA 610 Collection: UAD 610B y 610A)
UAD 1176LN	\$ 1 999 (UAD 1176LN) \$ 2 499 (UAD 6176)	\$ 149 (1176 Classic Limiter Collection: 3 versiones del compresor)
SPL Transient Designer	\$ 1 299 (4 canales) \$ 699 (2 canales)	\$ 99 (un canal)
Pultec EQP-1A3	\$ 3 895 (EQP-1A) \$ 3 695 (EQP-1A3)	\$ 149 (Pultec EQ Collection) - Pultec EQP-1A y MEQ-5 disponibles con las interfaces UAD.



Manley Massive Passive	\$ 5 040	\$ 149
---------------------------	----------	--------

Se puede notar en la tabla anterior las abismales diferencias en los precios de las versiones analógicas y *plug-ins*. Se debe considerar también que los *plug-ins* de UAD se compran por paquetes, en la tabla las versiones *Collection* son las que proporcionan varias versiones de un mismo equipo al comprar el *plug-in*.

## CAPÍTULO V. PROYECCIONES.

El mundo de las versiones emuladas de equipos no se limita a compresores, ecualizadores y preamplificadores, como se nombró con anterioridad existe una infinidad de emulaciones de famosos instrumentos; últimamente la emulación de amplificadores de guitarra y pedales de efectos ha crecido exponencialmente, muchos músicos coinciden en que son tan buenas que vuelven innecesario contar con costosos amplificadores físicos para grabar guitarras con un sonido de alta calidad.

En el mundo de los efectos la emulación de reverberaciones es una de las más complejas y deseadas, debido a la dificultad al emular las diferentes respuestas a impulso que se presentan, y su popularidad se debe al amplio uso de este efecto dentro de la producción musical.

De esta manera se puede extender la presente investigación a muchas más ramas de la producción musical, ayudando así a clarificar la razón de la fortaleza que día a día obtienen los instrumentos virtuales y las emulaciones de los más famosos equipos de procesamiento y grabación de audio.

Un enfoque concreto en la comparación de un solo equipo permitirá mayores pruebas y análisis más detallados de cada parámetro que modifica el comportamiento del circuito y por ende la forma de emulación. Por ejemplo, comparar los diferentes tipos de reverberaciones ayudará a estudiar la respuesta de impulso presente en los procesos de emulación por convolución, usado en el desarrollo de *plug-ins* como el Ocean Way Studios de UAD que simula el comportamiento de la reverberación en la conocida sala de grabación de este estudio usando diferentes micrófonos y posiciones de los mismos.

A su vez, enfocarse en amplificadores de instrumentos con diferentes tipos de microfonía aportan con nuevos tipos de pruebas que permitan ahondar en la emulación algorítmica combinada con los estudios de respuesta de impulso y convolución.

Es importante tener en cuenta que mientras se realicen más trabajos de investigación que estudien los diferentes procesos de emulación para equipos digitales se podrá clarificar de mejor manera las dudas aún existentes sobre la eficiencia de este entorno en el procesamiento de señales de audio.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1. Conclusiones.

Las emulaciones en *plug-ins* no llegan a ser réplicas perfectas de los equipos analógicos. Difieren especialmente en la distribución armónica en bajas y altas frecuencias. En los niveles de procesamiento medio y en el rango de frecuencias medias bajas, medias y medias altas el THD y la distribución armónica entre las versiones analógicas y digitales es más parecido. Se puede asegurar que dicho comportamiento es consecuencia de la complejidad de emulación que se necesita en los rangos extremos del ancho de banda de frecuencias audibles.

El Neve 1073 y el Manley Massive Passive fueron los únicos equipos cuyas versiones *plug-ins* fueron elegidas como favoritas en las encuestas auditivas. Coinciden con que son las versiones que tienen mayor contenido armónico en bajas frecuencias, relacionado directamente con la percepción de calidez. Gracias a esto es justo decir que el contenido armónico en frecuencias bajas es el factor determinante en la elección de qué sonido resulta más agradable.

En el UAD 1176LN la versión analógica fue elegida como favorita en las encuestas auditivas, pese a que la versión *plug-in* presenta mayor contenido armónico en bajas frecuencias. Para este caso se debe notar que la versión hardware presenta mayor amplitud en el segundo armónico que la versión digital, considerando el enmascaramiento por bandas críticas y en función del tiempo se concluye que la amplitud de dicho armónico más su cercanía a la fundamental ayuda a la percepción de mayor calidez y profundidad en la muestra procesada analógicamente.

Para el Pultec EQP-1A3 la versión analógica presenta una frecuencia resonante en los 63Hz y esta también es la versión elegida como favorita. Este resultado aporta a la relación de presencia armónica en bajas frecuencias con percepción de calidez y profundidad, siendo estas características las que los ingenieros de sonido prefieren en las muestras.

En cuatro de los seis equipos comparados se mostró preferencia por las muestras procesadas en las versiones analógicas, pese a que la diferencia porcentual entre ambas versiones es baja. Estos resultados demuestran que auditivamente sí son notorias las características sonoras de los equipos analógicos. La calidez y ciertas propiedades sonoras adquiridas por los equipos con el paso del tiempo son parte de los factores que aún no se emulan a la perfección y muchas veces son ellos los que se busca diferenciar al escuchar muestras procesadas por ambas versiones.

Pese a que en las encuestas auditivas se puede elegir una muestra sobre otra, los encuestados manifestaron la dificultad existente al momento de identificar el procesamiento analógico, especialmente en los equipos UAD 610B y UAD 1176LN. Esto ayuda a concluir que la elección de una sonoridad preferida no depende de si se usa procesamiento analógico o digital, sino de las características armónicas que pueda otorgar un equipo, sea este hardware o *plug-in*.

En cuanto a las mediciones técnicas, pese a que hay equipos con un valor THD similar, su comportamiento en todo el rango de frecuencias en ningún caso es exactamente igual. En casi todos los casos, sólo en la frecuencia de medición de THD y las frecuencias de banda adyacente el comportamiento armónico es similar o incluso igual. Esto quiere decir que las emulaciones se basan en las frecuencias de medición, o en todo caso, es más sencillo lograr el comportamiento igual en estas frecuencias que en otras. Las frecuencias bajas, los resultados de distribución armónica son sumamente distinto entre las versiones.

Gracias a las mediciones de función de transferencia se pudo comprobar que, pese a la similitud de las versiones en los demás parámetros medidos, para los dos ecualizadores debido a la singularidad de su comportamiento en el ancho de banda (tipo Pultec) este parámetro no es igual en las emulaciones *plug-in*.

Por esta razón en los análisis de respuesta en frecuencia se pueden apreciar los vacíos existentes en la gráfica de respuesta en frecuencia hardware vs *plug-in*.

Las emulaciones de equipos analógicos cada vez están más cerca de cubrir sus errores aún presentes, y con el imparable avance tecnológico, es posible que esto ocurra pronto. Pese a ello, el criterio principal de elección debe seguir siendo auditivo, no importa por lo tanto si la versión digital no emula a la perfección la analógica siempre y cuando el resultado sonoro resulte atractivo.

## **6.2. Recomendaciones.**

Al realizar este tipo de estudios y mediciones comparativas se debe considerar el mayor número de pruebas realizables, tomando en cuenta que es necesario analizar los equipos en todas las configuraciones posibles. Se deben comparar los *plug-ins* también en todas estas configuraciones ya que en los límites extremos de cada parámetro, su funcionamiento difiere considerablemente respecto en las pruebas con los parámetros en configuraciones medias.

Se debe conseguir que la cadena electroacústica dedicada a generar y procesar las señales a medir, sea lo más sencilla posible para evitar incluir equipos adicionales capaces de alterar el contenido armónico propio de los procesadores a analizar. La cantidad y calidad de los cables que se utilicen también afectarán los resultados.

Al elegir las muestras para pruebas auditivas, se debe tomar en cuenta las características tímbricas de las mismas y elegir aquella que mejor manifieste la sonoridad propia de los equipos y los procesamientos realizados.

En una encuesta auditiva de este tipo es recomendable realizar una inducción previa a los encuestados para que entiendan la finalidad del estudio. A su vez, la comodidad auditiva es de suma importancia ya que si el nivel de escucha no es el adecuado afecta a la percepción de los encuestados. De la misma

manera, se debe conseguir que la sonoridad de las muestras a comparar sea la misma para que su influencia en la percepción psicoacústica tampoco determinen las decisiones comparativas.

Al elegir con qué modelos de equipos trabajar durante los procesos de grabación, mezcla o masterización no basta con guiarse únicamente por sus especificaciones técnicas o recomendaciones subjetivas. Dicha elección debe basarse en la praxis y en los condicionantes sonoros propios de cada proyecto musical.

En procesos de medición se puede conseguir resultados mucho más específicos al analizar los equipos en ambas versiones en un laboratorio controlado, sin cambiar las cadenas electroacústicas entre ellos; y al medir parámetros como el THD y respuesta en frecuencia el uso de equipos como osciladores de frecuencia y analizadores externos de espectro a tiempo real mejorarán los resultados y la presentación de los mismos.

## 7. REFERENCIAS

- A *History of Audio Plug Ins: Invasion of the "Sound Snatchers"*. (2012). Recuperado el 18 de mayo de 2016 de Delicious Audio: <http://audio.thedelimagazine.com/the-history-of-audio-plug-ins-invasion-of-the-sound-snatchers/>
- AMS Neve. (2005). *1073 DPA and 1073 DPD Mic Pre\_Amplifier User Guide*. Burnley, England: AMS Neve Inc.
- Blomgren, K. (2012). *Comparison of the Teletronix LA-2A and 1176LN, Hardware and Software*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015 de Lulea University of Technology: <http://pure.ltu.se/portal/files/37130304/LTU-EX-2012-37089374.pdf>
- Bohn, D. (2000). *Audio Specifications*. Recuperado el 27 de Octubre de 2015 de Rane Corporation: [http://www.epanorama.net/sff/Audio/Pro\\_Audio/Products/Rane/Rane%20Corporation%20Paper%20on%20Audio%20Specifications.pdf](http://www.epanorama.net/sff/Audio/Pro_Audio/Products/Rane/Rane%20Corporation%20Paper%20on%20Audio%20Specifications.pdf)
- Cabrera, A. (2006). *Identifying and Analyzing Relevant Characteristics of Dynamic Range Compression*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2015 de Pontificia Universidad Javeriana: [http://www.dafx.ca/proceedings/papers/p\\_061.pdf](http://www.dafx.ca/proceedings/papers/p_061.pdf)
- Case, A. (2007). *Sound FX*. Burlington: Elsevier Inc.
- Collins, M. (2003). *A Professional Guide to Audio Plug-ins and Virtual Instruments*. Jordan Hill, Oxford: Focal Press.
- Davis, D. Patronis, E. Brown, P. (2013). *Sound System Engineering*. Abingdon, UK: Focal Press.
- eCircuit Center. (2002). *About SPICE*. Recuperado el 30 de mayo de 2016 de eCircuit Center: <http://www.ecircuitcenter.com/AboutSPICE.htm>
- EMAG Technologies Inc. (2014). *Spice A/D Simulation Software*. Recuperado el 30 de mayo de 2016 de EMAG Technologies Inc.: <http://www.beigebag.com/>
- Euridia. (2014). *Análisis en profundidad del Neve 1073 DPA*. Recuperado el 01 de junio de 2016 de Hispasonic:

<http://www.hispasonic.com/blogs/analisis-profundidad-neve-1073-dpa/39070>

- Fuston, L. (2013). *The Authoritative History of Pulse Techniques (Pultec) and the EQP1A*. Recuperado el 07 de junio de 2016 de 3D Audio Inc.: [http://www.3daudioinc.com/3db/showthread.php?23578-The-Authoritative-History-of-Pulse-Techniques-\(Pultec\)-and-the-EQP1A](http://www.3daudioinc.com/3db/showthread.php?23578-The-Authoritative-History-of-Pulse-Techniques-(Pultec)-and-the-EQP1A)
- Future Music. (2014). *Manley Massive Passive, ecualizador estéreo a válvulas*. Recuperado el 08 de junio de 2016 de Future Music: <http://www.futuremusic-es.com/manley-massive-passive-ecualizador-estereo-valvulas/>
- Gardner, B. (2013). *MANLEY Massive Passive Review*. Recuperado el 08 de junio de 2016 de SafeandSound Mastering: <http://www.masteringmastering.co.uk/manley-massive-passive-review.html>
- García, J. (2004). *Así funciona la conversión Analógico-Digital*. Recuperado el 27 de mayo de 2016 de: [http://www.asifunciona.com/electronica/af\\_conv\\_ad/conv\\_ad\\_5.htm](http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_5.htm)
- Gier, H., & White, P. (2000). *Transient Designer Model 9842*. Niederkrüchten, Germany: Sound Performance Lab.
- GM Arts. (2016). *Overdrive and Distortion*. Recuperado el 02 de junio de 2016 de GM Arts: <http://gmarts.org/index.php?go=217>
- Gungormusier, A. (2013). *Analysis of Interactive Sound Synthesis and Audio Plugin Development*. Recuperado el 15 de noviembre de 2015 de Bogazici University: <http://www.anokta.tv/wp-content/uploads/2013/12/Alper-Gungormusler-CMPE492-Final-Report.pdf>
- Inc., W. (2016). *About Us*. Recuperado el 22 de mayo de 2016 de Waves: <http://www.waves.com/about-us>
- Jones, C. (2013). *The Basics of Equalization*. Recuperado el 06 de junio de 2016 de envatotuts+: <http://music.tutsplus.com/tutorials/the-basics-of-equalization--audio-16587>



- Lambert, M. (2010). *Plug-in Modelling*. Recuperado el 30 de mayo de 2016 de Sound On Sound: <http://www.soundonsound.com/sos/aug10/articles/modelling-plugins.htm>
- Liljeblad, U. *Digital vs. Analog - Mixing*. (2016). Recuperado el 16 de mayo de 2016 de UnneLiljeblad | Mix Engineer: <http://www.mix-engineer.com/audio-philosophy/digital-vs-analog-mixing/>
- Manley Laboratories Inc. (2011). *Manley Massive Passive Stereo Tube EQ Owner's Manual*. Chino, California, USA: Manley Laboratories Inc.
- Marcolini, K., & Chemistruck, M. (2011). *Acoustics Project*. Recuperado el 30 de mayo de 2016 de Kyle Marcolini: <http://rabbit.eng.miami.edu/students/kmarcolini/acoustics.html>
- Miyara, F. (2003). *Acústica y Sistema de Sonido*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Rosario.
- Moore, B. (2013). *An Introduction to the Psychology of Hearing (Vol. 6)*. Cambridge, United Kingdom: Leiden.
- Pulse Techniques Inc. (1961). *Program Equalizer User Manual*. Teaneck, New Jersey, USA: Pultec.
- Quirante, C. (2008). *Implementación de Algoritmos de efectos de audio en un procesador DSP de TI*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2015 de UPC: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/4750>
- Rational Acoustics LLC. (2011). *Introducción a Smaart v7: Configuración Básica y Medición*. Connecticut: Rational Acoustics LLC.
- Self, D., Brice, R., Duncan, B., Linsley, J., Sinclair, I., Singmin, A., et al. (2009). *Audio Engineering*. Jordan Hill, Oxford, UK: Elsevier Inc.
- Serrano, G. (2016). *Diseño y Fabricación de un Pedal Multibanda*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Shmilovirz, D. (2005). *On the Definition of Total Harmonic Distortion and its Effect on Measurement Interpretation*. IEEE Transactions on Power Delivery , 20 (1).

- Sound on Sound. (1998). *SPL Transient Designer*. Recuperado el 03 de junio de 2016 de Sound on Sound: <http://www.soundonsound.com/sos/oct98/articles/spltransient.html>
- SPL. (2016). *Transient Designer 4*. Recuperado el 03 de junio de 2016 de SPL: <https://spl.info/en/products/processing/transient-designer-4/overview.html>
- Studiocare Professional Audio. (2016). *Pulse Techniques EQP-1A3 - Pultec EQP-1A3 Program Equalizer*. Recuperado el 07 de junio de 2016 de Studiocare Professional Audio: <http://www.studiocare.com/pulse-techniques-eqp-1a3-pultec-eqp-1a3-program-equalizer.html>
- Sweetwater. (2016). *Two Studio Classics in One Affordable Box*. Recuperado el 01 de junio de 2016 de Sweetwater: <http://www.sweetwater.com/store/detail/6176>
- UAD. (2016). *Our Story*. Recuperado el 22 de mayo de 2016 de Universal Audio: <http://www.uaudio.com/about/our-story>
- Universal Audio Inc. (2009). *Model 6176 Channel Strip*.
- Universal Audio. (2012). *Universal Audio's Classic 1176 Compressor — A History*. Recuperado el 03 de junio de 2016 de Universal Audio: <http://www.uaudio.com/blog/analog-obsession-1176-history/>
- Universal Audio. (2016). *1176LN Classic Limiting Amplifier*. Recuperado el 03 de junio de 2016 de Universal Audio: <http://www.uaudio.com/hardware/compressors/1176ln.html>
- Universal Audio. (2009). *Audio Compression Basics*. Recuperado el 03 de junio de 2016 de Universal Audio: <http://www.uaudio.com/blog/audio-compression-basics/>
- Watkinson, J. (1994). *An Introduction to Digital Audio*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann Ltd.
- Watts, B. (1999). *Manley Massive Passive Stereo Tube EQ*. Recuperado el 08 de junio de 2016 de Manley Laboratories Inc.: [http://mail.manley.com/msmpx\\_watts\\_review.php](http://mail.manley.com/msmpx_watts_review.php)

## **ANEXOS**

## **Anexo 1. Glosario**

**Pista.-** Representación digital de una señal grabada y consolidada en programas de audio como Pro Tools.

**Rango dinámico.-** Rango de decibeles en los que trabaja un equipo, desde donde es perceptible el ruido de fondo hasta el nivel en el que la señal satura.

**Nivel Nominal.-** Nivel cero dentro del rango dinámico de un equipo de audio. Dependiendo del equipo este puede ser -10dBm o +4dBu en el entorno analógico y -18dBFS en plataformas digitales.

**Headroom.-** En traducción literal a español: Techo. Se refiere a la sección del rango dinámico existente entre el nivel nominal y el nivel pico de saturación.

**Masterización.-** Último paso en el proceso de producción musical, consiste en la nivelación de las pistas y como resultado presenta el *master* del cual se sacaran las copias necesarias para la distribución del material.

**Reverberación.-** Efecto auditivo producido por las reflexiones presentes en una sala, depende directamente de las dimensiones y formas del recinto. Se usa en la producción musical para otorgar profundidad a la mezcla.

## Anexo 2. Fotografías.



*Figura 72.* Primeras encuestas realizadas con alumnos de la tecnicatura en producción musical.



*Figura 73.* Jero Cilveti participando en las encuestas auditivas.



*Figura 74.* Alumnos de ingeniería en sonido y profesores durante la encuesta.



*Figura 75.* Alumnos de Ingeniería en Sonido durante las encuestas.



Figura 76. Procesos de re-amplificación en el estudio CR3.

### Anexo 3. Tabla general de resultados de las encuestas

Tabla 72. Resultados generales de las encuestas.

Datos Generales				
Edad	18 a 22	23 a 29	30 en adelante	
	43	39	13	
Afecciones auditivas	Sí	No		
	1	94		
Exposición a Altos Niveles	Sí	Menos de 8 horas diarias	Más de 8 horas diarias	No
	31	27	4	64
Uso previo de equipos análogos	Sí	No		
	60	35		
Preferencias	Análogo	Digital	No	
	33	6	56	
Muestras		Más armónicos	Equipo Análogo	Preferencia
Neve 1073a	Plugin	49	50	56
	Hardware	46	45	39
UAD 610	Plugin	40	30	40
	Hardware	55	65	55
UAD 1176	Plugin	30	36	32
	Hardware	65	59	63
SPL Transient Designer	Plugin	43	46	35
	Hardware	52	49	60
Manley Massive Passive	Plugin	66	48	62
	Hardware	29	47	33
Pultec EQP 1A3	Plugin	45	45	39
	Hardware	50	50	56

### Anexo 4. Vídeos de distribución armónica. (Adjunto en CD)