

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación



**Estrategias de Aumentación para la
Guitarra Eléctrica en la Interpretación
de Música Contemporánea**

TESIS DOCTORAL

Presentada para optar al título de Doctor por:

Daniel Santos Rodríguez

Master en Nuevas Tecnologías de la Música Actual

Madrid, 2025



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas
de Telecomunicación

Doctorado en Música, su Ciencia y Tecnología

Estrategias de Aumentación para la

Guitarra Eléctrica en la Interpretación

de Música Contemporánea

TESIS DOCTORAL

Presentada para optar al título de Doctor por:

Daniel Santos Rodríguez

Master en Nuevas Tecnologías de la Música Actual

Bajo la dirección de:

Dr. Henrique Portovedo Marques

Tutor: Dr. Yago Torroja Fungairiño

Madrid, 2025

Título: Estrategias de Aumentación para la Guitarra Eléctrica en la Interpretación de Música Contemporánea

Autor: Daniel Santos Rodríguez

Programa de Doctorado: Doctorado en Música, su Ciencia y Tecnología

Dirección de tesis:

Dr. Henrique Portovedo Marques, profesor auxiliar, Universidad de Aveiro (director).

Dr. Yago Torroja Fungairiño, profesor titular, Universidad Politécnica de Madrid (tutor).

Revisores externos:

Dr. António de Sousa Dias, profesor asociado con agregación, Universidad de Lisboa.

Dr. Juan Pablo Martínez Ávila, profesor asistente, Universidad de Nottingham.

Tribunal de tesis:

Fecha de defensa:

Dedicatoria

A mis padres, escribir una tesis merece la pena para poder decir algo bello sobre ellos: Nieves y Celestino.

A mi primo Guillermo, que también escribe su tesis, a mi hermana Clara, a mi prima Paula, y a toda mi familia y amigos.

A mi director Henrique.

Y por supuesto a Daniela.

Agradecimientos

A Yaron Deutsch por dedicar de manera altruista su tiempo y su simpatía colaborando con la investigación.

A António de Sousa Dias y Juan Martínez Ávila por aceptar revisar mi tesis y aportar mejoras y correcciones a la misma.

A la Universidad de Aveiro por acogerme durante 6 meses en las etapas finales de la redacción de la tesis, y permitirme usar el laboratorio de música electrónica.

Abstract

This PhD focuses on the process of electric guitar augmentation, through which a layer of computer control is added to the instrument via sensors and electronic components. This additional layer enables the sound produced by the instrument to be modified through digital transformation, typically carried out by computer software.

Musical instruments that incorporate such processes are commonly referred to as *augmented instruments* and are based on existing acoustic instruments. They differ from DMIs (Digital Musical Instruments) in that they produce sound acoustically. This acoustic source is then integrated into a sound system or signal chain. Within this system, a distinction is made between the processing unit (computer, sound card, etc.) and an auxiliary musical interface embedded in the instrument, through which performers control various sonic parameters.

The thesis specifically proposes the design and implementation of a wireless interface integrated into the body of the instrument to control musical software. It also includes an evaluation and optimisation of the software responsible for the processing.

To support this development, the thesis analyses the sonic and technological transformations that the electric guitar has undergone, and how these relate to current strands of musical research involving instruments and technology. Within the field of augmented instruments, the electric guitar occupies a unique position, as its sonic expansion through technology has been integral to its identity since its inception.

From this theoretical framework, the thesis seeks to answer three key questions:

1. What happens to the electric guitar when its audio processing depends exclusively on integration with a computer?
2. How can the guitar–computer interaction be optimised, based on existing interfaces, and how might a new, effective interface be designed for this ecology of effects?
3. How can this knowledge be applied both to the performance of existing works and to the creation of new ones?

In the case of the electric guitar, augmentation entails a shift not only from analogue to digital signal processing but, more fundamentally, a process of

computerisation of music and an abstraction of sound control via software and new interfaces. This process affects the sonic dimension but also the technical one: traditional electronic pedals are placed on the floor, operated with the feet, and tend to require significant physical space. In contrast, augmentation interfaces are generally more compact and allow greater freedom in terms of form and placement.

The thesis aims to demonstrate that the development of reduced-scale augmentation in the electric guitar addresses a current and future need for lightness, computer-based control, gestural interaction, consolidation of effects banks, and digitalisation of electronic processes. This integration, which holds vast expressive potential, is explored in two principal ways: as a tool for the performance of contemporary musical works and as a foundation for new creative practices. Its conception is not intended to disrupt the instrument, but rather to embrace the existing repertoire and its reinterpretations, while simultaneously offering a platform for exploration and experimentation. In this respect, the thesis engages with the concept of technological transfer, considering how works conceived for specific technologies can be adapted—and, to a certain extent, resolved—through alternative technical and technological approaches.

Thus, this is not solely a thesis centred on a specific development, but also an attempt to critically assess the broader relationships between technologies, interfaces, and musical creation and performance in the realm of the contemporary electric guitar. In this sense, it constitutes an effort to bring a wide-ranging cultural and theoretical perspective to the significant influence of technology on the instrument—an influence that, now more than ever, requires interpreters not only of its repertoire or capabilities, but of its very history and nature.

Resumen

La tesis se centra en el proceso de aumentación de la guitarra eléctrica por el cual se añade, a través de sensores y componentes electrónicos, una capa de control informático al instrumento. Gracias a esta capa, el sonido producido es modificado a través de una transformación digital habitualmente ejecutada por el software de un ordenador.

Los instrumentos musicales que implementan dichos procesos reciben genéricamente el nombre de aumentados y parten de un instrumento existente. Se diferencian de los DMI (Digital Music Instruments) por generar el sonido de una manera acústica. Esta fuente acústica se incorpora a un sistema o cadena de sonido. Dentro de este sistema se diferencia una parte de procesamiento (ordenador, tarjeta de sonido etc.), de una interfaz musical auxiliar en el instrumento, a través de la cual los músicos controlan parámetros del sonido.

Precisamente, en la tesis se diseña y se propone el uso de una interfaz inalámbrica, integrada en el cuerpo del instrumento para el control del software musical. También se efectúa una evaluación y optimización del software que realiza el procesamiento.

Para ello se analiza qué transformaciones sonoras/tecnológicas ha experimentado la guitarra eléctrica y como se relacionan con las líneas de investigación musical sobre instrumentos y tecnología. Dentro de los instrumentos aumentados la guitarra eléctrica ocupa un lugar diferenciado pues la expansión de sus posibilidades sonoras a través de la tecnología viene dada desde su origen.

Partiendo de este análisis teórico la tesis busca responder a tres preguntas clave:

1. Qué le sucede a una guitarra eléctrica cuando su procesamiento de audio se basa exclusivamente en la combinación con el ordenador.
2. Cómo se puede optimizar esta combinación guitarra eléctrica ordenador, a partir de las interfaces existentes y como se puede crear una interfaz útil para esta ecología de efectos.
3. Cómo se puede aplicar todo este conocimiento a la interpretación de música ya existente y de nuevas creaciones.

En la guitarra eléctrica, la aumentación supone un salto del tratamiento de la señal analógica hacia la digital, pero, sobre todo, un proceso de informatización de la música y de abstracción del control del sonido a través de software y de nuevas interfaces. Dicho proceso afecta al nivel sonoro, pero también a nivel técnico, ya

que los pedales electrónicos se disponen en el suelo, se activan con los pies y tienden a expandirse espacialmente. En contraposición, las interfaces de aumentación suelen ser más reducidas y tienen mayor libertad en su forma y disposición.

En la tesis se pretende mostrar que el desarrollo de la aumentación reducida en la guitarra eléctrica viene a cubrir una necesidad presente y futura de ligereza, control informático, control gestual, aglutinación de bancos de efectos y digitalización de procesos electrónicos. Se trata de una integración cuyo potencial expresivo es insondable y que en el trabajo se refleja de dos maneras: como herramienta para la interpretación de obras de música contemporánea y como desarrollo de nuevas creatividades. De esta forma, su concepción no es rupturista con el instrumento, sino que busca abarcar el repertorio existente, así como sus relecturas, y paralelamente convertirse en una herramienta de exploración y experimentación. Se trata en este supuesto, de abordar el concepto de la transferencia tecnológica, y cómo obras que están pensadas para determinada tecnología se pueden trasladar, y, en cierto sentido, solucionar, por medio de otra propuesta técnica y tecnológica.

No es, por tanto, o no es solo, una tesis centrada en un desarrollo concreto, sino que además pretende tomar el pulso a las relaciones existentes entre tecnologías, interfaces y creación e interpretación musical en el ámbito de la guitarra eléctrica contemporánea. En cierto sentido, supone un esfuerzo por dotar de una perspectiva cultural y teórica amplia a la enorme influencia de la tecnología en el instrumento. Influencia que más que nunca necesita intérpretes, no solo de su repertorio o de sus posibilidades, sino de su propia historia y naturaleza.

Tabla de Contenido

| | |
|--|-----------|
| 1. Chapter 1 - Introduction | 23 |
| 1.1. Motivation | 23 |
| 1.2. Research Questions | 24 |
| 1.3. Objectives | 25 |
| 1.4. Methodological Approach and Design | 26 |
| 1.4.1. Methodologies | 26 |
| 1.4.2. Materials | 28 |
| 1.4.3. Procedures | 29 |
| 1.4.4. Metrics and Analysis Criteria | 29 |
| 1.5. Context and Background | 30 |
| 1.6. Structure of the Thesis | 31 |
| 2. Capítulo 2 - Guitarra eléctrica contemporánea: historia tecnológica y cultural, construcción y estado del arte de la aumentación | 32 |
| 2.1. Historia tecnológica y cultural de la guitarra eléctrica | 32 |
| 2.1.1. Introducción | 32 |
| 2.1.2. Orígenes del instrumento | 33 |
| 2.1.3. Guitarra eléctrica y música popular en los años 30, 40 y 50: accesibilidad | 37 |
| 2.1.4. Guitarra eléctrica y música popular en los años 60 y 70: primera aumentación | 38 |
| 2.1.5. Guitarra eléctrica y música popular en los años 80: digitalización | 40 |
| 2.1.6. Música clásica contemporánea en la guitarra eléctrica | 43 |
| 2.1.7. Años 90 y siglo XXI: nuevas prácticas instrumentales | 45 |
| 2.2. Construcción, tecnología integrada y límites del instrumento | 46 |
| 2.2.1. Cuerpo, pastillas, controles manuales, clavijero y trastes | 46 |
| 2.2.2. Construcción en función de la electrónica integrada | 53 |
| 2.2.3. Accesorios | 56 |
| 2.3. Amplificación, cadena de sonido y sonorización | 57 |
| 2.3.1. Amplificación | 57 |
| 2.3.2. Pedales de efectos y procesamiento | 64 |
| 2.3.3. Ordenador, tarjeta de sonido, <i>smartphones</i> y software | 71 |
| 2.3.4. Sonorización | 77 |
| 2.4. La guitarra eléctrica como instrumento aumentado | 83 |
| 2.5. Literatura y fuentes relevantes | 87 |
| 2.5.1. Artículos sobre guitarra eléctrica e instrumentos aumentados | 87 |
| 2.5.2. Libros y tesis sobre guitarra eléctrica y aumentación | 89 |
| 2.5.3. Conferencias y revistas influyentes en el ámbito de la investigación | 90 |

| | | |
|--|---|------------|
| 2.5.4. | Efectos y amplificación | 90 |
| 2.5.5. | Compositores y teoría artística | 91 |
| 2.6. | Síntesis de las problemáticas del estado del arte y aspectos donde actúa la tesis | 93 |
| 3. Capítulo 3 - Arquitecturas de rigs y virtualización informática de la cadena de sonido | | 97 |
| 3.1. | Análisis de los rigs y sus arquitecturas | 97 |
| 3.1.1. | Introducción | 97 |
| 3.1.2. | Arquitectura básica y cambio de canal | 98 |
| 3.1.3. | División de la señal: estéreo y mono duplicado | 102 |
| 3.1.4. | Arquitectura básica con división de efectos | 102 |
| 3.1.5. | Arquitectura con <i>loop</i> de efectos | 104 |
| 3.1.6. | Arquitectura con módulos en rack | 105 |
| 3.1.7. | Uso de pedaleras digitales (<i>profilers</i> y <i>modelers</i>) | 107 |
| 3.1.8. | Resumen de todos los casos analizados | 107 |
| 3.1.9. | Algunos ejemplos de guitarristas eléctricos | 109 |
| 3.2. | Virtualización de los sets | 110 |
| 3.2.1. | Metodología y exposición de un set informatizado | 110 |
| 3.2.2. | Marco conceptual: virtualizar, emular y re-construir el sonido | 121 |
| 3.2.3. | Emulación informática de los sets clásicos | 123 |
| 3.2.4. | Aplicación a estudios de caso de música clásica contemporánea | 128 |
| 3.2.5. | Una construcción más avanzada utilizando el <i>loop</i> de efectos | 131 |
| 3.2.6. | Una construcción experimental | 133 |
| 3.2.7. | La perspectiva de crear una interfaz de aumentación | 134 |
| 3.2.8. | Discusión sobre el apartado | 135 |
| 3.3. | Conversation with Yaron Deutsch | 138 |
| 3.3.1. | Introducción | 138 |
| 3.3.2. | Entrevista | 140 |
| 3.4. | Diseño de una interfaz de aumentación | 150 |
| 3.4.1. | Primer Prototipo | 153 |
| 3.4.2. | Segundo Prototipo | 155 |
| 3.4.3. | Tercer Prototipo | 158 |
| 3.4.4. | Construcción del Prototipo Esquemático, código e impresión 3D | 159 |
| 4. Capítulo 4 - Repertorio contemporáneo para guitarra eléctrica: casos de estudio | | 161 |
| 4.1. | Introducción a los casos de estudio | 161 |
| 4.2. | <i>Electric Counterpoint</i> | 165 |
| 4.2.1. | Introducción y contexto de la obra | 165 |
| 4.2.2. | Plantilla de la obra | 165 |
| 4.2.3. | Análisis de la interpretación musical | 170 |
| 4.2.4. | Discusión sobre el planteamiento de la interpretación | 171 |
| 4.3. | <i>Electric Guitar Phase</i> | 172 |
| 4.3.1. | Introducción y contexto de la obra | 172 |
| 4.3.2. | Plantilla de la obra | 173 |
| 4.3.3. | Análisis de la interpretación musical | 178 |
| 4.3.4. | Discusión sobre el planteamiento de la interpretación | 178 |

| | |
|--|------------|
| 4.4. La Cité des Saules | 180 |
| 4.4.1. Introducción y contexto de la obra..... | 180 |
| 4.4.2. Plantilla de la obra..... | 182 |
| 4.4.3. Análisis de la interpretación musical | 192 |
| 4.4.4. Discusión sobre el planteamiento de la interpretación | 194 |
| 4.5. <i>Trash TV Trance</i> | 195 |
| 4.5.1. Introducción y contexto de la obra..... | 195 |
| 4.5.2. Plantilla de la obra..... | 198 |
| 4.5.3. Análisis de la interpretación musical | 203 |
| 4.5.4. Discusión sobre el planteamiento de la interpretación | 207 |
| 5. Capítulo 5 - Creación propia y validación performativa | 211 |
| 5.1. <i>Hipnótica</i> | 211 |
| 5.1.1. Introducción y contexto de la obra..... | 211 |
| 5.1.2. Proceso de Composición Musical | 212 |
| 5.1.3. Plantilla de la obra..... | 215 |
| 5.1.4. Anotaciones sobre la Escritura..... | 222 |
| 5.1.5. Análisis de la composición e interpretación musical | 223 |
| 5.1.6. Discusión sobre la composición | 231 |
| 5.2. <i>Corps Seul: Composición para danza contemporánea a través de la guitarra eléctrica aumentada</i> ... | 232 |
| 5.2.1. Proceso de Composición Musical | 235 |
| 5.2.2. Plantilla de la obra..... | 237 |
| 5.2.3. Anotaciones sobre la Escritura..... | 245 |
| 5.2.4. Análisis de la composición e interpretación musical | 246 |
| 5.2.5. Discusión sobre la Composición | 259 |
| 6. Chapter 6 - General Discussion, Future Improvements and Conclusion | 262 |
| 6.1. General Discussion..... | 262 |
| 6.2. Futures Improvements and Evaluation | 267 |
| 6.3. Conclusion | 268 |
| 7. Referencias | 270 |
| 8. Anexos | 282 |
| 8.1. Anexo A - Antecedentes: detalle documental y artículo manuscrito | 282 |
| 8.1.1. Asistencia a congresos y simposios | 282 |
| 8.1.2. Artículos publicados | 282 |
| 8.1.3. Composiciones..... | 283 |
| 8.1.4. Actuaciones | 283 |
| 8.1.5. Formación Académica | 284 |
| 8.1.6. Artículo manuscrito: Status of the electric guitar in higher education institutions in the European Union | 284 |
| 8.2. Anexo B - Archivos para replicar la construcción de la interfaz manual | 315 |
| 8.2.1. Esquemático y lista de materiales | 315 |
| 8.2.2. Código..... | 316 |

| | | |
|--------|-------------------------------|-----|
| 8.2.3. | Impresión 3D | 320 |
| 8.2.4. | Vídeos testing y montaje..... | 320 |

Lista de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 2-1: <i>Arch-top Guitar</i> , imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT de OpenAI (2025)..... | 34 |
| Figura 2-2: <i>Lap Steel</i> Hawaino de Rickenbacher con la pastilla <i>horseshoe</i> . By Museum of Making Music at English Wikipedia..... | 36 |
| Figura 2-3: Jimi Hendrix <i>setup</i> | 39 |
| Figura 2-4: Funcionamiento de una pastilla magnética (Darr 1973)..... | 48 |
| Figura 2-5: A la izquierda, pastilla <i>Single Coil</i> , se observa la bobina de cobre. A la derecha pastilla <i>Humbucker</i> Imagen generada con inteligencia artificial mediante OpenAI (DALL-E). 49 | |
| Figura 2-6: Interfaces manuales, arriba guitarra con <i>touchpad</i> de Hugh Manson, debajo guitarra multimodal de Otso Lähdeoja, a la derecha guitarra con keypad Tornd Engum. Adaptado de <i>Exploring the Design Space of Hand-Controlled Guitar Effects for Live Music</i> (Hödl and Fitzpatrick 2013). | 54 |
| Figura 2-7: Goodwin <i>guitar organ</i> | 55 |
| Figura 2-8: Etapas de amplificación (Darr 1970) | 59 |
| Figura 2-9: Entradas y salidas del Marshall <i>Origin 20C</i> donde se puede ver el <i>loop</i> de efectos, extraído del manual del amplificador..... | 62 |
| Figura 2-10: Disposición básica de los pedales de efectos sin <i>loop</i> de efectos. | 68 |
| Figura 2-11: Disposición de los pedales con <i>loop</i> de efectos..... | 69 |
| Figura 2-12: Dispositivo <i>iRig</i> | 76 |
| Figura 2-13: Graham Banfield (imagen superior) y Yaron Deutsch (imagen inferior)..... | 83 |
| Figura 3-1: Arquitectura básica..... | 99 |
| Figura 3-2: Arquitectura básica con <i>jack</i> inalámbrico y cambios de canal | 101 |
| Figura 3-3: Pedal de Reverberación con salida en estéreo | 102 |
| Figura 3-4: Divisor de señal | 103 |
| Figura 3-5: Colocación estratégica de los efectos (FX) en el <i>loop</i> de efectos | 104 |
| Figura 3-6: <i>Setup</i> del guitarrista Yaron Deutsch con rack de efectos y controladoras MIDI. 106 | |

| | |
|--|-----|
| Figura 3-7: <i>Setup</i> con pedalera multiefectos..... | 107 |
| Figura 3-8: <i>Setup</i> informatizado básico | 111 |
| Figura 3-9: Configuración de audio Ableton (izquierda) y Reaper (derecha)..... | 113 |
| Figura 3-10: Configuración de <i>plugins</i> en Ableton (izquierda) y Reaper (derecha) | 114 |
| Figura 3-11: Configuración MIDI en Ableton (izquierda) y Reaper (derecha) | 115 |
| Figura 3-12: Configuración de los envíos y las rutas de audio en Ableton (izquierda) y Reaper (derecha) | 116 |
| Figura 3-13: Imagen ejemplo de mapa o partitura de controlador MIDI..... | 117 |
| Figura 3-14: Arriba Yamaha <i>HS8</i> , Abajo izquierda Marshall <i>Origin</i> . Abajo derecha Vox <i>Night Train</i> | 119 |
| Figura 3-15: Visualización de los efectos del <i>setup</i> virtualizado en Ableton | 124 |
| Figura 3-16: Mapa MIDI para controlar el set clásico con la Pedalera MIDI..... | 124 |
| Figura 3-17: Ejemplo de la virtualización de Jimi Hendrix. En este caso se puede observar el plugin desplegado, en visualización tipo <i>standalone</i> (parte superior de la imagen) y el plugin esquematizado como un módulo de Ableton (parte inferior)..... | 125 |
| Figura 3-18: Ejemplo de virtualización del set de Robert Smith en Ableton | 126 |
| Figura 3-19: Asignación de controles del set de Robert Smith en la pedalera..... | 127 |
| Figura 3-20: División del control MIDI del set de Robert Smith entre dos interfaces..... | 128 |
| Figura 3-21: <i>Loop</i> de pista situado en el primera escena de la pista ALL (a la izquierda). <i>Looper</i> efecto con varios controles: número de compases, <i>feedback</i> -equilibrio de volumen entre capas, <i>reverse</i> , <i>song control</i> , <i>tempo control</i> , <i>undo</i> , <i>clear</i> , <i>quantization</i> etc. (a la derecha) | 130 |
| Figura 3-22: Arquitectura informatizada utilizando el <i>loop</i> de efectos del amplificador | 132 |
| Figura 3-23: Yaron Deutsch's <i>setup</i> | 141 |
| Figura 3-24: Primer prototipo, con la Neurona unida por cable a la pedalera, y los controles lumínicos. | 155 |
| Figura 3-25: Segundo prototipo con los ocho potenciómetros y la instalación en la guitarra..... | 156 |
| Figura 3-26: Arquitectura acoplando la Neurona al <i>setup</i> | 157 |
| Figura 3-27: Aplicación de la Neurona a las obras de música contemporánea..... | 158 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3-28: Prototipo de la Neurona..... | 159 |
| Figura 3-29: Esquemático con las conexiones | 159 |
| Figura 4-1: Envíos a la distorsión | 163 |
| Figura 4-2: <i>Setup Electric Counterpoint</i> | 166 |
| Figura 4-3: Visualización en el DAW de <i>Electric Counterpoint</i> | 168 |
| Figura 4-4: Pedalera MIDI <i>Electric Counterpoint</i> | 169 |
| Figura 4-5: Interfaz manual Neurona en <i>Electric Counterpoint</i> | 169 |
| Figura 4-6: <i>Setup Electric Guitar Phase</i> | 173 |
| Figura 4-7: Visualización en el DAW de <i>Electric Guitar Phase</i> | 175 |
| Figura 4-8: Pedalera MIDI en <i>Electric Guitar Phase</i> | 176 |
| Figura 4-9: Interfaz manual Neurona en <i>Electric Guitar Phase</i> | 176 |
| Figura 4-10: Interfaz manual Neurona y pedalera MIDI en conjunto en <i>Electric Guitar Phase</i> | 177 |
| Figura 4-11: <i>Setups</i> 1 y 2 sin <i>loop</i> de efectos, <i>La Cité des Saules</i> , con salidas de amplificador (izquierda) y de PA (derecha) | 183 |
| Figura 4-12: <i>Setup</i> 3 con <i>loop</i> de efectos para <i>La Cité des Saules</i> | 184 |
| Figura 4-13: Imagen de los siete <i>presets</i> de la obra con el quinto encendido | 189 |
| Figura 4-14: Visualización de la pista de guitarra en la primera opción..... | 189 |
| Figura 4-15: Pedalera MIDI con las opciones 1(arriba),2 (izquierda) y 3 (derecha) de la configuración del DAW..... | 190 |
| Figura 4-16: Interfaz manual Neurona (izquierda) y pedalera MIDI (derecha), con pedales de expresión | 191 |
| Figura 4-17: <i>Setup</i> de <i>Trash TV Trance</i> utilizando un amplificador dedicado a generar los ruidos de la obra..... | 198 |
| Figura 4-18: Visualización en el DAW de <i>Trash TV Trance</i> | 200 |
| Figura 4-19: Pedalera MIDI en <i>Trash TV Trance</i> | 201 |
| Figura 4-20: Interfaz manual Neurona y pedalera MIDI <i>Trash TV Trance</i> | 201 |
| Figura 5-1: Carteles con actuaciones de la obra | 212 |
| Figura 5-2: <i>Setup</i> de <i>Hipnótica</i> | 215 |

| | |
|--|-----|
| Figura 5-3: Visualización de <i>Hipnótica</i> en el DAW..... | 218 |
| Figura 5-4: Configuración de interfaces MIDI en <i>Hipnótica</i> | 220 |
| Figura 5-5: Material musical del preludio de <i>Hipnótica</i> | 224 |
| Figura 5-6: Material musical de <i>Las Dos Lunas parte I</i> | 226 |
| Figura 5-7: Material musical <i>Las Dos Lunas parte II</i> | 228 |
| Figura 5-8: Material musical <i>Hipnótica</i> | 230 |
| Figura 5-9: Carteles con las actuaciones de <i>Corps Seul</i> | 234 |
| Figura 5-10: <i>Setup</i> de <i>Corps Seul</i> | 238 |
| Figura 5-11: DAW de <i>Corps Seul</i> | 240 |
| Figura 5-12: Configuración MIDI de <i>Corps Seul</i> , arriba los dos canales de las pedaleras MIDI, debajo el AKAI MPC mini, debajo a la izquierda la neurona, a su derecha el KP3..... | 243 |
| Figura 5-13: Compás, tempo y método de <i>Looping</i> , visualización en Ableton | 246 |
| Figura 5-14: Material musical primer movimiento de <i>Corps Seul</i> | 247 |
| Figura 5-15: Visualización en el DAW de la primera sección del primer movimiento de <i>Corps Seul</i> | 248 |
| Figura 5-16: Material musical de la segunda sección del primer movimiento..... | 249 |
| Figura 5-17: Visualización en el DAW de la segunda sección del primer movimiento..... | 251 |
| Figura 5-18: Material del segundo movimiento de <i>Corps Seul</i> | 251 |
| Figura 5-19: Visualización del segundo movimiento de <i>Corps Seul</i> en el DAW..... | 254 |
| Figura 5-20: Material musical del tercer movimiento | 254 |
| Figura 5-21: Visualización del tercer movimiento de <i>Corps Seul</i> en el DAW | 256 |
| Figura 5-22: Material piezas 1, 2 y 3 del cuarto movimiento de <i>Corps Seul</i> | 257 |

Lista de Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 2-1: Afinaciones de la guitarra (elaboración propia) | 53 |
| Tabla 4-1: Elementos <i>Setup Electric Counterpoint</i> | 166 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 4-2: <i>Pistas, master y envíos de Electric Counterpoint</i> | 167 |
| Tabla 4-3: <i>Pistas, envíos y master de Electric Guitar Phase</i> | 174 |
| Tabla 4-4: <i>Elementos de La Cité des Saules</i> | 185 |
| Tabla 4-5: <i>Pistas y envíos para La Cité des Saules, primera opción</i> | 187 |
| Tabla 4-6: <i>Pistas y envíos para La Cité des Saules, segunda opción</i> | 188 |
| Tabla 4-7: <i>Pistas y envíos para La Cité des Saules, tercera opción</i> | 188 |
| Tabla 4-8: <i>Elementos de Trash TV Trance</i> | 199 |
| Tabla 4-9: <i>Pistas de Trash TV Trance</i> | 199 |
| Tabla 5-1: <i>Elementos Hipnótica</i> | 215 |
| Tabla 5-2: <i>Pistas, envíos y máster de Hipnótica</i> | 216 |
| Tabla 5-3: <i>Loops de Hipnótica</i> | 219 |
| Tabla 5-4: <i>Actuaciones de Corps Seul</i> | 233 |
| Tabla 5-5: <i>Pistas, envíos y master de Corps Seul</i> | 239 |
| Tabla 5-6: <i>Sonidos pregrabados Corps Seul</i> | 241 |
| Tabla 5-7: <i>Loops de Corps Seul</i> | 241 |
| Tabla 5-8: <i>Cambios de volumen primera sección del primer movimiento</i> | 247 |
| Tabla 5-9: <i>Control de volúmenes de la segunda sección del primer movimiento</i> | 250 |
| Tabla 8-1: <i>Actuaciones</i> | 283 |

Abreviaturas y Acrónimos

| | |
|-------|---|
| ADC | Analog-to-Digital Converter |
| DAW | Digital Audio Workstation |
| DAC | Digital-to-Analog Converter |
| DI | Direct Injection |
| DMI | Digital Music Instrument |
| DSP | Digital Signal Processing |
| IA | Inteligencia Artificial |
| IOT | Internet of Things |
| IR | Impulse Response |
| KP3 | Kaoss Pad 3 |
| MIDI | Musical Instrument Digital Interface |
| NAM | Neural Amp Modeler |
| OSC | Open Sound Control |
| PA | Public Address |
| SHARC | Super Harvard Architecture Single-Chip Computer |
| TS | Tip-Sleeve |
| TRS | Tip-Ring Sleeve |
| TTVT | Trash TV Trance |
| UPM | Universidad Politécnica de Madrid |
| USB | Universal Serial Bus |
| VST | Virtual Studio Technology |

Anglicismos y traducciones

| | |
|--------------------|---|
| <i>setup</i> | Configuración o montaje, de dispositivos, instrumentos y/o software para la actuación musical |
| <i>arch-top</i> | Guitarra de tipo arqueada |
| <i>lap-top</i> | Guitarra de tapa plana |
| <i>Arduino</i> | Plataforma de hardware libre (placas electrónicas) |
| <i>Open Source</i> | Software cuyo diseño es accesible públicamente |

1. Chapter 1 - Introduction

1.1. Motivation

The thesis combines knowledge of technological processes with its orientation toward a musical and creative purpose. The study of the instrumental characteristics of the electric guitar is the central focus of this work.

Instruments are technology, some more ancient, some more recent, but technology nonetheless. Their musical use is closer than it might seem to that of other disciplines, such as physics. In fact, we might even think of the musical instrument as a tool of acoustics. The instrument objectifies our knowledge, provides answers to our questions, makes our intentions attainable, and reveals unknown potentialities.

Very often, the instrument comes before the discovery of its utility. In other words, through the instrument we not only objectify but also discover. Studying instruments in depth is of great significance for the art of music. Great composers have reflected upon them; Steve Reich once said, “New instruments create new music.” (EuroArts Channel 2019) and Helmut Lachenmann “To compose is to build an instrument” (Lachenmann 1996). Trying to make them evolve or to understand their possibilities is rarely a futile effort, since the instrument not only expresses but also reveals. Understanding how they work, how they transform, and how they evolve historically also provides clues about the meaning of music. As Wittgenstein said in *The Blue Book*, a good way to understand a concept is to understand how it is measured. (Wittgenstein 1968).

The instrument under study, the electric guitar, is a guitar transformed first by electricity, then by electronics, and later by computer technology. In its development, it musically expresses its era in a direct way, drawing upon and integrating technological advances, while permeating different layers of society and culture. All of this has been possible thanks to its great flexibility and to a vast community of users at every level.

Two techniques have shaped the electric guitar: extension and augmentation. Extension is inherited from mechanical instruments, such as the classical guitar itself, and consists of processes that modify the materiality of the instrument:

adding strings and frets (a very popular trend for this instrument), changing its actuation (pick, bow, slide), or altering its form (multiple necks). Augmentation, on the other hand, focuses on signal processing. Since an electrical signal is generated, it can be transformed both analogically and digitally, reaching new sonic possibilities.

Today, augmentation is transversal to several instruments and relies on well-established foundations that can be summarized in three main axes:

- Sensing of gesture through an interface.
- Hardware/software processing.
- Amplification and separation of acoustic sources.

Interpretatively, the musician proposes a gesture to express a musical intention, which the interface captures; the processor then transforms it and imbues it with its sonic qualities (gain, distortion, reverberation, echo, etc.); finally, the amplifier makes it sound.

Studying the electric guitar as an augmented instrument, while considering this complete system that involves the performer, the instrument and its interfaces, processing, and amplification, is the starting point of the research. From this initial motivation arise the ideas of evaluating the digitalization of guitar setups and their possibilities, developing a new augmentation interface, and addressing the challenges of technological transfer of repertoire and musical creation within this framework.

1.2. Research Questions

The main questions guiding this thesis are the following:

1. Virtualization of guitar effects. Is it truly possible to virtualize guitar effects with a high and faithful level of quality? If so, could computer-based guitar processing become the primary path for most performers? To what extent is this necessary? The goal is to demonstrate that there are multiple reasons justifying it, among which scalability and economic accessibility are by no means minor.
2. MIDI and OSC interfaces. For the digitalization and virtualization of the setup, the use of MIDI and OSC interfaces to communicate musical actions to the computer is fundamental. Could existing interfaces, as well as new

designs, become far more relevant than they currently are? Is it possible to develop a manual augmentation interface integrated into the guitar body, whose value becomes especially evident in this context?

3. Technical transferability and gestural control. One of the key aspects of the augmented instrument is that much of its technique remains transferable to performance. This raises the question: to what extent does a reduced augmentation, integrated into the body of the instrument, improve performance practice and the management of setups in the contemporary electric guitar? What are the most effective gesture–control mappings to standardize operations (effects, monitoring, click track, loop) without compromising expressivity?
4. Towards a holistic system. The development of new interfaces sometimes overlooks other elements of the sound chain. Thus, the research asks whether it is possible to generate a holistic system that includes all dimensions of instrumental performance, incorporating not only the interface but also effects processing and amplification. How are these elements interrelated in solving existing problems (such as the absence of clear sound-chain schemes), and how can such a system enable the virtualization of setups and the technological transfer between works, reducing technical variability in concert setups?
5. Application to repertoire and creation. Can this complete system be applied to a repertoire of contemporary music (works by Steve Reich, Fausto Romitelli, and Hugues Dufourt)? Can this system facilitate technological transfer between works, simplifying their setup and operation? To what extent does it enhance performance both sonically and in the performer’s experience? Finally, it is worth asking whether the proposed augmentation system could be employed for the exploration and creation of new compositions and performance challenges.

1.3. Objectives

Given the precedents outlined above, the following objectives have been established for this thesis:

1. To explain the processes that affect the construction of the electric guitar as an instrument. To clarify its relationship with augmented instruments and

computer technology, and to describe its technological history, current state, and possible future developments.

2. To explain how guitarists' main setups are digitalized and virtualized through computer processing. To describe how two central musical dimensions in this study are managed: effects and amplification.
3. To develop a manual augmentation interface integrated into the guitar body. This interface should fulfill the requirements of lightness, reduced augmentation, wireless control, and gradual control. It must serve especially for configuring and controlling the instrument's effects and linking the electric guitar with the computer, as well as managing more technical controls such as monitoring, click track, etc.
4. To apply computerization and the digital setup to the technological transfer of works in the contemporary electric guitar repertoire. To explain two implementations—one stable and one experimental—and to generate diagrams that help visualize the electronic configuration of the works. The aim is to homogenize different setups in order to encompass them all within a single model.
5. To use all the knowledge acquired about the computerized setup and augmentation processes in the creation of new musical material. These compositions will seek to push further certain software potentialities, demonstrating not only their unifying aspect but also their creative potential.

1.4. Methodological Approach and Design

1.4.1. Methodologies

This work is developed following a mixed, iterative, and applied process, with a strong qualitative foundation and phases of design and experimentation. The methodology is structured into four stages:

1. Bibliographic and documentary review: A broad exploration of specialized bibliographic sources is carried out on the cultural and technological history of the electric guitar, as well as its relationship with augmented instruments, with the purpose of building the theoretical framework and situating the research within the state of the art.

2. Analysis of the performer's experience: Issues of the instrument are examined from the perspective of performance, with the aim of enriching the understanding of technology applied to musical practice. For this purpose, the following are considered:
 - Consultation with an expert performer, in this case Yaron Deutsch, one of the most prestigious electric guitarists in contemporary music.
 - The analysis of electric guitar setups used by leading performers in Jazz, Pop, and Rock music.
3. Design and development of the musical-technological component: Based on the theoretical review and the analysis of the performance experience, a prototype of a manual interface is designed and built using the method of reverse engineering. The process combines conceptual aspects with phases of practical experimentation in search of a solution relevant to the identified needs.
4. Testing and validation in musical contexts: Finally, the developed component is tested in various musical performance situations, both in works by other composers and in original creations. This stage allows for the evaluation of its functionality, relevance, and methodological potential in real application scenarios.

Within the testing and validation in musical contexts, two levels of contribution of the dissertation are distinguished:

- The conceptual–methodological framework: constructed from the bibliographic review and the analysis of performance experience. This framework aims to be applicable and transferable to musical practice more broadly, regardless of the technological component.
- The experimental technological development of the manual interface: conceived as a specific implementation within that framework. The main objective of this development is not to be immediately established in common practice, but rather to explore the possibilities that arise from materializing the principles of the framework into a functional prototype.

In line with this distinction, the testing and validation models were designed considering both possibilities:

- With the manual interface: to examine the specific possibilities that its use offers and the ways in which it may influence performance practice.

- Without the interface, but within the methodological framework of augmentation and virtualization: to demonstrate that the principles underpinning the proposal are applicable and beneficial in musical practice even without relying on the experimental tool.

1.4.2. Materials

For the development of the manual interface, the following software and hardware have been used:

- Arduino IDE 2.3.4.
- Fusion 360 2.0.21550.
- Original Prusa i3 MK3.
- Prusa Slicer.
- Bluetooth MIDI connect, Korg.

For the musical performance tests, the following sound equipment was primarily used:

- PA: Yamaha HS8 (stereo pair), nearfield monitor with 8-inch cone woofer and 1-inch dome tweeter.
- Amplifier: Marshall Origin 20C, 20-watt combo type, 10-inch speaker.
- Amplifier: Vox Night Train, 15-watt head with a Vox Night Train V112NT cabinet, 12-inch speaker, 16 Ohm.
- Pair of microphones: Oktava MK 012.
- Main DAWs: Ableton 11 and 12.
- Secondary DAW: Reaper 7.42.
- Main plugins: Proteus, NAM, ChowDSP, Roland Cloud, RNBO guitar pedals, Convology, Valhalla DSP.
- Electric guitar: Gibson Les Paul Studio.
- MIDI foot controller: Behringer FCB1010.
- Audio interface: SSL 12.
- Computer: MacBook Pro 2019.

In addition, at the Acoustics Laboratory of the University of Aveiro, work was carried out with Focal Twin 6 Red stereo loudspeakers and Genelec monitors in an octophonic system. The Grace Design m108 audio interface was also used.

1.4.3. Procedures

The supplementary documentation for the development of the project interface in Chapter 3 has been organized according to the following scheme:

- Code.
- Inventory.
- Block Diagram.
- 3D Printing Plans.

The case studies in Chapter 4 are methodologically structured as follows:

- Setup: Presented both in tabular form and as a diagram.
- DAW: Presented both as a table and as an image of the DAW itself.
- MIDI Map: Presented graphically.
- Sound system design: Presented as a diagram.

Chapters 4 and 5 are supported by audiovisual material to make them more accessible. This audiovisual material is centralized in the web [repository](#).

1.4.4. Metrics and Analysis Criteria

Within the computerized setups, the goal has been to ensure that latency always remains below 12 ms, CPU load does not exceed 50%, and the sampling rate is consistently 44.1 kHz.

Regarding MIDI interface connectivity, Bluetooth MIDI was chosen. At the latency level, the only requirement was that the response be functional without adhering to a specific metric, while ensuring it can operate at distances of at least three meters from the computer.

In terms of interface analysis criteria, several were drawn from *Exploring the Design Space of Hand-Controlled Guitar Effects for Live Music* (Hödl and Fitzpatrick 2013). Specifically: cost, fault tolerance, usability (playability), versatility, learning effort, and assembly difficulty. Its application to performance contexts was also assessed qualitatively.

For the sound quality criterion within the proposed instrument setup, a qualitative comparison was chosen based on listening to the generated recordings (especially those related to the works in Chapter 6). As in the previous chapter, the sound obtained in concerts was also evaluated qualitatively.

1.5. Context and Background

During the preparation of this dissertation, experience has been accumulated in the form of conferences, symposia, publications, compositions, and live performances. All these works are detailed in Annex A of the dissertation.

Among the conferences, presentations were given at *NCMM: Musical Performance as Creation 2021* at Universidade Nova de Lisboa, *Xperimus 2022 Music and Beyond* at Casa da Música in Porto, and *Multimodus 2022 International Conference on Sound and Image in Art & Design* in Portalegre (Portugal). Participation also included the symposia *XCOAX 2022* in Coimbra and the *2023 Present Your Thesis Symposium* at UPM in Madrid.

The article *The electric guitar forms of augmentation and their use in the contemporary repertoire* has been published. Another article, *Human-centered computing in augmented instruments: E-guitar interface case study*, has been accepted for publication. Finally, the unpublished manuscript *Status of the electric guitar in higher education institutions in the European Union* is included as Annex A of the doctoral dissertation.

As part of the thesis, the musical compositions *Corps Seul*, for augmented electric guitar and technological means for contemporary dance, and *Hipnótica*, for augmented electric guitar, are presented. These compositions were accompanied by ten live performances in theaters, concert halls, and institutions across different regions of Spain, also documented in Annex A.

A five-month doctoral research stay was carried out at the University of Aveiro within the Erasmus Internship program, with the aim of advancing doctoral research and being part of the research group *Performatividades Digitais e Tecnológicas*. In addition, the first cycle (120 ECTS) of the *Sound and Image Engineering* degree was completed at Universidad Carlos III de Madrid in order to gain a clearer overview and acquire a more transversal and multidisciplinary training. Prior to that, the *Master's Degree in New Technologies of Contemporary Music* was completed at the Royal Conservatory of Music of Madrid.

1.6. Structure of the Thesis

The dissertation is conceptually organized into two parts. The first part addresses the historical and technological framework and the state of the art, while the second part develops the models, results, and applications of the research. The first part includes Chapters 1 and 2, and the second part comprises Chapters 3, 4, 5, and 6.

Chapter 1 covers the introduction, including context and background, motivations, research questions, objectives, and methodological approach and design.

Chapter 2 is a compendium of the technological and cultural history of the electric guitar, also addressing its construction and its relationship with augmented instruments. This chapter provides the framework and critical apparatus of the dissertation, establishing the state of the art and the unresolved issues that the dissertation seeks to address.

Chapter 3 belongs to the second part, although it acts as a bridge between the first and the second, as it delves deeper into the analysis of electric guitar rigs and performers' experiences, ultimately leading to the design and prototyping of an augmentation interface.

Chapters 4 and 5 focus on the performance practice of the augmented instrument by integrating the developed interface. Chapter 4 does so through case studies of contemporary music, specifically: *Electric Counterpoint* and *Electric Guitar Phase* (Reich, 1987), *Trash TV Trance* (Romitelli, 2002), and *La Cité des Saules* (Dufourt, 1997). Chapter 5 does so through two original compositions: *Hipnótica* for augmented electric guitar, and *Corps Seul* for augmented electric guitar and other electronic media, used as stage music in the contemporary dance piece of the same name by Christine Cloux.

Finally, Chapter 6 discusses the development of the dissertation and evaluates its results in relation to the research questions and objectives set, concluding with the most relevant findings from the research as well as potential future developments.

2. Capítulo 2 - Guitarra eléctrica contemporánea: historia tecnológica y cultural, construcción y estado del arte de la aumentación

2.1. Historia tecnológica y cultural de la guitarra eléctrica

2.1.1. Introducción

En este bloque se describe, desde una perspectiva historiográfica, la evolución de la guitarra eléctrica y se analizan sus componentes claves en la cadena de sonido (amplificadores, pedales de efectos, tarjeta de sonido, sonorización y ordenador). El análisis combina una aproximación histórica con una visión técnica. En el siguiente bloque, sobre estrategias de aumentación, ya se exploran las configuraciones prácticas de sonido mediante ejemplos de *setups* guitarrísticos y de distintas propuestas técnicas concretas.

La historia cultural aquí tratada no pretende ser exhaustiva, pero sí ofrecer una visión integral del instrumento. Se aborda desde múltiples perspectivas, incluyendo referencias al estilo, la cultura, la economía, la industria y la educación. Este enfoque responde a la fragmentación temática de los textos sobre guitarra eléctrica. Mientras algunos analizan su impacto icónico y cultural (Danaher 2014; Millard 2004), o el punto de vista de los intérpretes (DePue 2022), otros se centran en la construcción de la guitarra (French 2009; Schneider 1985), en la invención y el funcionamiento de los amplificadores (Hunter 2012; 2005; Darr 1973), en los procesadores de efectos (Bailey, Dickson, and Hamilton 2017; Mačák 2012), en la historia (McSwain 1995) o en la educación (Boone 2003). Cada texto resalta una característica, pero pocos articulan estos enfoques de manera unificada. Una excepción parcial es la tesis de Banks (2013), aunque su descripción es más esquemática.

Sin embargo, la guitarra eléctrica funciona como un sistema profundamente interconectado: guitarra, amplificador, efectos y sonorización forman un único instrumento. Observar dicho conjunto, incluyendo sus aspectos culturales e interpretativos, permite identificar las dinámicas sociológicas que entrelazan

músicos, constructores, desarrollos tecnológicos y tendencias culturales y artísticas. Así, se comprende la lógica evolutiva del instrumento y las ideas que lo modelan. Finalmente, esta interpretación facilita anticipar futuros desarrollos técnicos y estéticos, proporcionando una visión amplia y fundamentada.

2.1.2. Orígenes del instrumento

Como se encargan de destacar casi todos los textos, la guitarra eléctrica es un instrumento genuinamente estadounidense en su invención y, además, un elemento característico de su proyección cultural (Danaher 2014; Millard 2004). Por tanto, está ligada a los estilos de música norte americanos y, en su origen, es común encontrarla en el blues, country, ragtime y jazz (Boone 2003). Es importante notar que viene precedida de dos modificaciones importantes sobre su molde original que fue la guitarra española. Primero, las cuerdas de acero, que dan lugar a la guitarra acústica. Segundo, la tapa tipo *arch-top* (Figura 2-1) frente a la *lap-top*.

Las cuerdas de acero, aunque no se instalaron de fábrica en las guitarras Martin antes de 1922, se introdujeron gradualmente a lo largo del siglo XIX para emular a otros instrumentos de cuerda. Generaron un nuevo tipo de sonido, más fuerte y con más percusión que el que producían las cuerdas de tripa más silenciosas de las guitarras clásicas y españolas (Boone 2003).

Se observan dos procesos importantísimos en este cambio del material de las cuerdas. El primero es modificar paulatinamente un instrumento que ya existe. Esto es una constante en la historia de la guitarra y de la guitarra eléctrica. Dichos cambios, aunque parecen anecdóticos, implican modificaciones en cadena en el resto de la guitarra.

Por ejemplo: la guitarra clásica no tiene la fuerza suficiente para resistir la tensión que infringe una cuerda de acero, de manera que hay que realizar cambios en el puente y en la sujeción de las cuerdas.

El segundo proceso importante es la evolución en base a la necesidad musical, en este caso, la búsqueda de volumen para sonar en agrupaciones, clave en el avance en la construcción de la guitarra eléctrica. Por su parte, la modificación de la tapa influye estilísticamente, puesto que empieza a ser preferida por los músicos de jazz. En este proceso se observa un tercer factor clave: las modificaciones del instrumento se van asociando a determinadas estéticas.

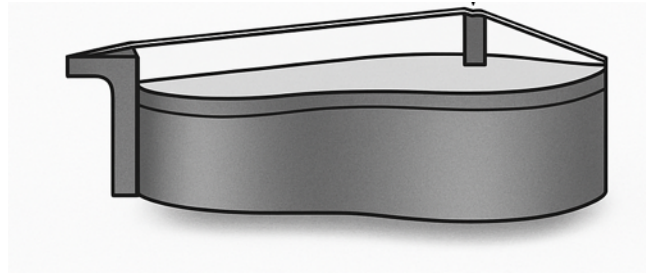


Figura 2-1: *Arch-top Guitar*, imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT de OpenAI (2025).

La guitarra eléctrica como la conocemos fue desarrollada en la década de 1930 y puede ser considerada un antecedente de los instrumentos aumentados al insertar el instrumento en una cadena de sonido (Lähdeoja and Navarret 2010; Lähdeoja 2008). La electrificación culmina el proceso de la búsqueda de volumen de las guitarras acústicas a la hora de sonar en conjuntos instrumentales. Curiosamente, en este caso, la electricidad no supuso en origen un cambio estilístico sino un cambio técnico. Es interesante escuchar a Lonnie Johnson junto a Eddie Lang y notar como su transición a nivel de técnica y de lenguaje es pequeña. Tanto él como otros (por ejemplo, Muddy Waters) aplicaron a la guitarra eléctrica un estilo que ya conocían y dominaban a la perfección en la guitarra acústica.

Aunque el instrumento se comercializa a partir de 1930, previamente, entre 1920 y 1930 Van Eps, Les Paul y Lloyd Loar habían desarrollado guitarras eléctricas (Boone 2003).

In 1923, Gibson Guitars employee, Lloyd Loar (1886–1943) invented what is now considered to be the forerunner to the modern-day pickup.(Mackie Banks 2013).

Sin embargo, fueron Beauchamp y Rickenbacker quienes aplicaron la tecnología electromagnética de amplificación al instrumento y lo comercializaron, aunque su modelo de 1931-1932 no era una guitarra eléctrica sino un *Lap Steel* Hawaiano

(Figura 2-2). No hay que olvidar que en esa época el *Lap Steel* Hawaiano era un instrumento sumamente importante (McSwain 1995).¹

Thus, the earliest electric guitar brought successfully to the commercial market was the Hawaiian lap steel guitar; in 1931 the Electro String Instrument Corporation produced the "Frying Pan" Model A-22 lap steel. (...)The lap steel guitar played Hawaiian style was from the beginning a melodic lead instrument, and the Spanish guitar, originally cast as a rhythm instrument (McSwain 1995).

It is interesting to note that the first electric guitar models produced were designed for the electric Hawaiian guitar market (...). The first Spanish 'archtop' electric guitar to experience widespread commercial success was the Gibson ES-150 manufactured in 1936 and marketed as a jazz guitar (Mackie Banks 2013).

Por tanto, varios autores coinciden en el hecho de que la guitarra eléctrica se consolida a partir de 1935 en el ámbito del Jazz (Mackie Banks 2013; Boone 2003), y se convierte en un fenómeno de masas y ventas a principios de los años 50 con el nacimiento y auge del Rock, que perdura hasta nuestros días (McSwain 1995; Millard 2004; Martin and Lamond 2020). Además, también existe consenso en que fue el modelo de Gibson ES-150, el que en la segunda mitad de la década de los años 30 (1935, 1936) hizo despegar definitivamente a la guitarra eléctrica, especialmente en manos del guitarrista Charlie Christian, uno de los pioneros del instrumento.

The electric guitar was sold as early as the 1930s (Wheeler, 1990) and tied to guitarists, such as McKinley Morganfield (a.k.a., Muddy Waters) in early blues, Eldon Shamblin in western swing music, and Eddie Condon and Charlie Christian in jazz (Sallis, 1994). (...) During the 1950s, electric guitar sales climbed as young people took up the instrument (Wheeler, 1990). Kids were enamored first by guitarists such as Les Paul, Johnny Smith, and Chet Atkins and, later, Elvis Presley, Chuck Berry, and Link Wray (Waxman, 1999) (Millard 2004).

¹ Rickenbacker tiene, además, la primera patente de una pastilla *pickup*, comúnmente llamada *horseshoe*. La patente está datada en 1936.



Figura 2-2: *Lap Steel* Hawaino de Rickenbacher con la pastilla *horseshoe*.
By Museum of Making Music at English Wikipedia.

2.1.3. Guitarra eléctrica y música popular en los años 30, 40 y 50: accesibilidad

Desde su inicio en la guitarra eléctrica se perfilan varias de sus señas de identidad culturales. En el libro orígenes instrumentales del jazz, se describe como se interpretaba música con cazuelas, cucharas, y otros elementos cotidianos mostrando la realidad de escasez económica de muchos músicos (Roth 1952). La guitarra es un instrumento cuya adquisición es relativamente accesible y ello le ha permitido ser ubicua en todos los estratos sociales.

The guitar was already well entrenched as a versatile instrument for popular music: a "poorman's piano," maybe, but also a rich resource in its own right (Boone 2003).

An instrument that is to be successful in a democratic mass market must be accessible to working people of ordinary talents. The guitar has also always been relatively cheap; in 1908 one could be purchased from Sears and Roebuck for \$1.89, at a time when pianos were being offered for more than \$300 (...) (McSwain 1995).

The electric guitar achieved this status in the twentieth century because, like the phonograph, it was a "democratic instrument." Unlike its great competitor the piano, it was cheap to acquire, easy to learn, and simple to play. And this might explain why it went on to dominate the sound of American popular music. (Millard 2004).

Hasta el punto de que, en su momento, enviar a las guitarras fuera de la institución académica era indirectamente enviar a una clase social fuera de esos estudios y de ese status.

Sin embargo, es su relación con la música popular la que articula los programas educativos y, en gran medida, la causa de los ritmos de implantación del instrumento. Es remarcable que el carácter popular también supusiera problemas para convertir la guitarra clásica en un instrumento mayoritariamente aceptado por los conservatorios (Jameson 2017; Martín Gil 2023). (Santos and Portovedo 2025)

Otra característica, que se puede extraer del texto de McSwain, es su portabilidad, algo que ya había sido una prestación básica de la guitarra clásica. Una idea curiosa que también aparece es la insistencia en la facilidad de la práctica del instrumento, aunque en este caso más bien se podría relacionar con la curva de aprendizaje, que es más suavizada al inicio, ya que la guitarra puede ser un instrumento sumamente complejo de interpretar a determinado nivel. Finalmente,

muchos textos resaltan la masculinidad asociada al instrumento (Hallam, Rogers, and Creech 2008; Bourdage 2010; Jameson 2015), y otros muchos su relación con la ingeniería (Lähdevaara 2014; Rodríguez and Marone 2021; Carnegie, Murphy, and Placencia 2020; Caputi 1998; Joyce 2010; Vanags and Geidarovs 2021)

With its ease of play and malleable complexities, portable, subtle, musically polyglot, and multicultural, the guitar epitomizes middle-class American values as the 20th century ends. (McSwain 1995).

En los años 50 la explosión del instrumento coincidió con la construcción de los modelos más característicos de cuerpo sólido: Gibson *Les Paul*, Fender *Telecaster* y Fender *Stratocaster*. Como parte de la cultura americana su nivel de comercialidad fue clave. En esta época despuntan algunos de los que se consideran constructores e innovadores y fundamentales como el guitarrista Les Paul (Byrne 2012), también desarrollador de la grabadora multipista y de Leo Fender, inicialmente técnico de radio y telecomunicaciones, hasta que comenzó a diseñar y producir guitarras eléctricas y también amplificadores (Hunter 2021).

In 1950, (...) Leo Fender (1909 – 1991) invented a solid body electric guitar named The Broadcaster (later renamed Telecaster). The Broadcaster was simple in its design as Fender’s main aim was to manufacture a ‘blue-collar’, solid body electric guitar that would be multi-functional, reasonably priced and easy to assemble (...) Bond writes, “McCarty was to preside over Gibson’s ‘golden years’ of modernization and expansion – as well as supervising the introduction of its most famous solid body model, the Les Paul, in 1952 (...) (Hunter 2021).

2.1.4. Guitarra eléctrica y música popular en los años 60 y 70: primera aumentación

Aunque en origen se asociaba a diversos géneros, la popularidad instrumental de la guitarra eléctrica quedó estrechamente relacionada con los estilos musicales del Jazz y del Pop Rock. Ya citada la figura de Charlie Christian como pionero del instrumento, y la gran cantidad de instrumentistas de la época como el propio Les Paul o Chet Atkins, fue en los años 60 cuando se fraguó un cambio de estilo interpretativo se fraguó.

...popular genres of music such as jazz, country and blues were ‘clean’ as, at that point in the instrument’s development, the concept of effects pedals had not been explored. (Clean refers to a sound that is without distortion or any other sonic effects. Guitarists may add reverb to their clean tone for added warmth

and sustain). Pedals did not begin to take place in popular music until the mid to late 1960s (Mackie Banks 2013).

A finales de los años sesenta, entre una pléyade de guitarristas (Carlos Santana, Eric Clapton etc.), Jimi Hendrix emerge con una importancia singular, además de por sus muchas virtudes como músico e intérprete, por su configuración sónica del instrumento a través de pedales que elevaron a la guitarra eléctrica a una nueva categoría instrumental.²

Unido a la fuerza y ganancia que empieza a mostrar en su época se combina con un potencial tímbrico que la acerca a las posibilidades del sintetizador. Creando su clásica disposición de pedales en el suelo.

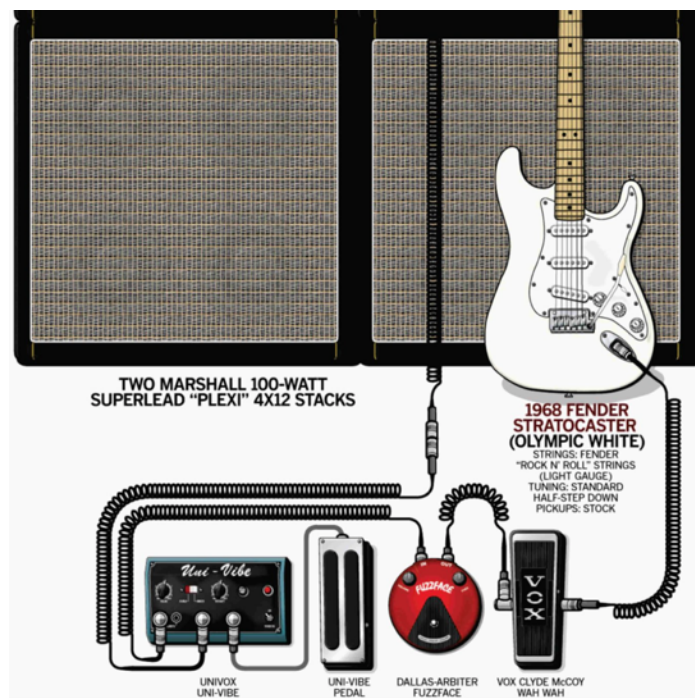


Figura 2-3: Jimi Hendrix *setup*

Curiosamente Jimi Hendrix (junto a Carlos Santana) es uno de los escasos músicos estadounidenses que ejercen una gran influencia a nivel comercial en su época, ya

² En una [entrevista](#) a Eric Clapton se le pregunta: *Along with Hendrix's "Burning Of The Midnight Lamp", "Tales Of Brave Ulysses" on Disraeli Gears must have been one of the first records to use a wah-wah pedal. How did that come about? A lo que Clapton responde: I picked it up at Manny's guitar shop in New York, I think. They said that Jimi had one and so that was enough for me. I had to have one, too.*

que en este momento dominó el mercado la llamada *British invasion* fechada entre 1964 y 1969 (Harry 2004), que no deja de ser un canto de ida y vuelta anglosajón, puesto que estos músicos están influidos por Muddy Waters y el blues y rock americanos. Su música conquista las listas de éxitos norteamericanas, relegando a una importancia secundaria a los artistas locales. En esta época influyeron primero Beatles, Kinks y Rolling Stones, aunque después de este fenómeno de impacto británico en la música estadounidense una serie de grupos del Reino Unido como Led Zeppelin o Pink Floyd continuarían marcando el principal impacto cultural en el rock, y, en gran medida en la guitarra eléctrica.

Otro fenómeno importante acontece cuando, a finales de los años 60, aparecen grupos que fuerzan los límites y la dureza del blues y el rock, comenzando a quedar fuera del alcance de su influencia. Aunque el mérito de ser los primeros *heavys* parece corresponder a Blue Cheer, probablemente sea Black Sabbath la banda que tiene la hegemonía entre los pioneros del metal, por su amplia influencia que supera las barreras del estilo (Jameson 2017).

Lo que interesa a la evolución de la guitarra eléctrica en este proceso es como el sonido de las configuraciones de efectos y amplificadores engendra los diferentes géneros que surgen a partir de los 60. Si bien la parte más brutal y distorsionada del sonido es heredada por el metal (Herbst 2018), la parte más experimental es recogida por la psicodelia, el funk y el progresivo (el género más híbrido en este sentido) y un canon de sonido limpio que incorpora especialmente *chorus*, reverberación, *delay* y en menor medida saturación (Bromham and Moore 2023) pasa a ser el favorito de la música jazz y del pop.

Resumiendo lo dicho, si los años 40 y 50 son décadas de consolidación del instrumento, las ubicadas entre principios de los años sesenta y finales de los setenta suponen, probablemente, la época dorada, donde la guitarra eléctrica es simultáneamente causa y efecto del estilo popular y comercial imperante en la música occidental.

2.1.5. Guitarra eléctrica y música popular en los años 80: digitalización

En los años ochenta la llegada de la era digital supone un punto de inflexión para el instrumento en nivel de modernidad y contemporaneidad. La nueva realidad tecnológica impone un cambio de paradigma que varios autores sitúan en el año 1983 (Manning 2013; Diegert and Artacho 2018).

1983 was an important landmark (...) establishing the credibility of digital rather than analog methods of synthesizer design at the very heart of the industry. (...) By the dawn of the MIDI era, however, the design and development of such computers was proceeding more rationally. Manufacturers had started to concentrate on generic approaches to the production of new models, in many instances designed specifically to accommodate applications developed for earlier technologies (Manning, 2013).

Hay que notar que, si la guitarra eléctrica y los sintetizadores habían propuesto un instrumento cuya electrónica era el eje de su sonido por encima de su acústica, la llegada del MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) supone un nivel de abstracción añadida, donde ya no es la electrónica, sino la lógica informática y digital la que controla ciertas características del sonido del instrumento.

A finales de los ochenta y en la década de los noventa, esta potencialidad de la electrónica digital y los ordenadores comienza a aportar a la música ejemplos concretos. Si hasta los años ochenta la guitarra eléctrica y los sintetizadores tenían el *hype*, ahora eran los DMI (*Digital Music Instrument*), en su forma de teclados digitales y de cajas de ritmos, los dueños de la innovación. Sin embargo, la guitarra eléctrica siguió resistiendo a nivel de popularidad en esa época.

Entre las causas hay dos destacables. En primer lugar, un nuevo *guitar hero* aparece, se trata de la figura de Van Halen, asociado al concepto de *shred* y virtuosismo en forma de velocidad, limpieza y escalas.

Shred guitar is synonymous with fast picked or slurred scale passages, sweep picked arpeggios, fret tapping, distortion, pick scrapes, pinch harmonics, tremolo picking and extreme use of the whammy bar (Mackie Banks 2013).

Su música está ligada, habitualmente, a géneros más duros que el rock e incluso que el *hard rock* (DePue 2022). Paradójicamente, estamos hablando de la misma época en la que el género del punk aparece. Situándose estilísticamente en las antípodas técnicas del *shred*, el punk también toma la guitarra eléctrica como motor instrumental. Esta decisión está más relacionada con la democratización y relativa sencillez del instrumento de la que se habla al principio de la sección.

Van Halen (...) Eruption which is one of the most influential, 1'42" of improvised, unaccompanied rock guitar ever recorded. This short improvisation contains a multitude of extended techniques which were groundbreaking at the time; these techniques include two handed fret tapping, pinch harmonics, extreme whammy bar dives... (Mackie Banks 2013).

En segundo lugar, muchos de los avances digitales y de control MIDI van a volver a recalar en la propia guitarra eléctrica, que supone un mercado gigantesco donde existe un gusto intrínseco por la exploración de la innovación tecnológica. Además, una ventaja económica se empieza a vislumbrar en el diseño digital, lo cual también impulsa innovaciones para el instrumento. Una gran cantidad de desarrollos a nivel software, hardware, digital y embebido comienzan a tomar cuerpo desde los años 80, todas ellas soluciones que tienen un profundo impacto en el mercado del instrumento. El preamplificador ADA *M-1P* Digitech *Whammy WH*, el *Digital Delay DD2* de Boss etc.

Es interesante observar este proceso que hace recaer esta explosión digital en la guitarra eléctrica, y notar como muchas de las posibilidades de los DMI acaban por recalar básicamente en instrumentos en forma teclados. Esta reflexión recorre algunos artículos como *The migration of musical instruments* (Magnusson 2021):

Considering the ubiquity, popularity and cost-effectiveness of digital technologies, it is remarkable how few original new digital musical instruments have become popular and taken into use by the general public. In fact, most new musical instruments we come across are either not digital (consider the turntable or electric string instruments) or they are digital simulations of acoustic and electronic technologies

Considering the ubiquity, popularity and cost-effectiveness of digital technologies, it is remarkable how few original new digital musical instruments have become popular and taken into use by the general public. In fact, most new musical instruments we come across are either not digital (consider the turntable or electric string instruments) or they are digital simulations of acoustic and electronic technologies

The inventions and innovations of musical technologies typically happen through the mechanisms of cultural and technical adaption

También se hace eco de esta idea cultural uno de los libros más influyentes en diseño de DMI: *New digital musical instruments control and interactions beyond the keyboard* (Miranda and Wanderley 2006). Esto lleva a reflexionar que utilizar formas instrumentales como la guitarra y el piano, que han arraigado profundamente en la cultura y los músicos, es propicio para hacer evolucionar su sonido hacia territorios que no les eran naturales. Esta estrategia, por tanto, suele tener más recorrido que diseñar instrumentos novedosos en su forma. Lo cual no hace sino reforzar una de las ideas centrales de instrumento aumentado, que es aprovechar y mantener la técnica de un instrumento que el músico ya conoce.

2.1.6. Música clásica contemporánea en la guitarra eléctrica

En torno a esta década de cambios trascendentales de 1980 sucede otro hecho clave: el verdadero interés de la academia por la guitarra eléctrica como instrumento lícito (Kozinn 1977). Habían existido compositores que esporádicamente habían usado el instrumento destacando Maderna, Bernstein y Stockhausen en sus inicios. Pero entre los años 1950 y 1959 Mackie Banks (2013) solo documenta 28 obras para el instrumento. Y el propio Seth Josel en su entrevista en la tesis de Banks observa que entre 1950 y 1965 aproximadamente en muchas obras ni tan siquiera se distingue entre guitarra eléctrica y guitarra española amplificada. Estando la obra de Feldman la primera para guitarra eléctrica solista datada de 1966 y además perdida por más de 50 años, se puede imaginar la escasa influencia que puede haber tenido, y es lícito concluir que entre 1950 y finales de 1960 la guitarra eléctrica apenas tuvo influencia en la música académica.

If you do the research, (...) you have this thing with amplified [classical] guitar and electric guitar. You have a syntax problem; it's more a semantic problem. I think that the words were interchangeable [during the 1950s and early 1960s]. My guess and I have to confess I haven't researched it to a great extent – if you look at Maderna, if you look at Berio, if you look at Boulez, you have to exercise extreme caution in it and the electric guitar and I think that if you move through the 1960s, the repertoire that is, then you have a slow 'coming in to being' of what we now commonly refer to as an electric guitar. (Entrevista a Seth Josel en la tesis de Banks, 2013).

En realidad, tomando en cuenta la opinión de Yaron Deutsch, las representaciones y grabaciones de las obras para el instrumento, y una apreciación de tipo cualitativa, pero bastante ajustada a una realidad objetivable, no fue hasta la publicación de *Vampyr* de Tristan Murail en 1984 y *Electric Counterpoint* de Steve Reich 1987 que la guitarra eléctrica tuvo un éxito y una alta aceptación en el mundo académico y también en la audiencia, gracias a estas dos obras solistas icónicas. No obstante, la música contemporánea para guitarra eléctrica nunca ha terminado de ser completamente aceptada, y su entrada en las instituciones superiores ha sido propiciada por el empuje del Jazz, el Rock y el Pop (Santos and Portovedo 2025). Paradójicamente las instituciones superiores actualmente enseñan músicas con varias décadas de existencia sin necesidad de impulso para sobrevivir, pero apenas enseñan el propio repertorio de altísimo valor artístico que sus compositores más afines han producido, y cuya fragilidad es bastante más manifiesta.

Otro suceso estilístico destacado y referido a la asimilación de la guitarra eléctrica por la academia es la hibridación entre la guitarra eléctrica, la composición clásica contemporánea y los géneros de música popular, especialmente el Rock. Esta apreciación está presente en la tesis *Negotiating the Cross-Cultural Implications of the Electric Guitar in Contemporary Concert Music* (Jameson 2017). Este proceso, además, ya se había dado en algunos casos en la otra dirección, por ejemplo, en el músico y guitarrista Frank Zappa que había sido influenciado por Stravinsky y Varese.

No obstante, la realidad de estar fuera de la oficialidad y de instrumento *underground* recorre la historia de la guitarra, no solo de la eléctrica, sino de la guitarra en general (Martín Gil 2023), y afecta especialmente a su relación con el mundo académico debido, principalmente, a su origen popular (Santos and Portovedo 2025). Esta ausencia de reconocimiento inicial también tiene un reflejo en el mundo de los instrumentos electrónicos y los instrumentos aumentados. En el libro *Electronic and Computer Music* de Manning (2013) no hay ninguna referencia a la guitarra eléctrica, pese a que recorre las épocas previas a 1945.

Adicionalmente, Manning también hace referencia a la tendencia de los instrumentos electrónicos a ser *keyboard-oriented*.

The majority relied on an electronic method of sound generation, for example, the Thérémin (1924), the Sphärophon (1927), the Dynaphone (1927–8), the Ondes Martenot (1928), and the Trautonium (1930). Most were keyboard-oriented, providing a single melodic output and an ancillary means of controlling volume, usually taking the form of a hand-operated lever or a foot-pedal. The Thérémin was a notable exception, having no keyboard at all (...) (Manning 2013).

El trabajo de Lähdeoja (2010) es interesante precisamente por revelar esta naturaleza de instrumento aumentado de la guitarra eléctrica, poniendo el foco de la aumentación en la disposición modular de su crecimiento en forma de red. Además, se podrían añadir el uso de controles de volúmenes, palancas, y pies en el control muchas veces directamente gestual (ejemplo de la *wah wah* o el pedal de volumen) de los parámetros de sonido, algo que se ha buscado en otros instrumentos aumentados, por ejemplo, trabajando con sensores en el arco en el caso del violín aumentado (Frédéric et al. 2006) o en el cuerpo con el violoncelista Yo Yo Ma en el origen de la experimentación con *Hyper Instruments* (Tod Machover, 1986).

Debido a este reconocimiento mutuo entre aumentación y guitarra, el campo académico también ha tomado consciencia del potencial de aumentación que tiene la guitarra eléctrica. Algunas de las ideas para crear hiper instrumentos a base de sensores y software, especialmente el procesamiento a partir de MAX MSP, pasan a la guitarra eléctrica. También algunos de los componentes originalmente utilizados para la guitarra eléctrica (*loops*, pedaleras, amplificadores etc.) pasan a ser usados por instrumentos diversos, para los cuales no fueron diseñados originalmente. Este es un proceso fascinante de hibridación de técnicas electrónicas, que finalmente se puede saldar con una conclusión: la aumentación que desde origen existe en el instrumento a nivel electrónico aprovecha ahora el potencial digital y computacional y lo integra en el instrumento.

2.1.7. Años 90 y siglo XXI: nuevas prácticas instrumentales

No es de extrañar, pues, el cambio producido a partir de los años 90 como dice Rock Guitar Virtuoso:

The 1990s and 2000s were characterised by experimentation with sound effects, seven-string guitars, and more modern amplifiers. After the shred boom, advances in guitar playing were grounded in bridging styles and genres. Inspired by other instruments, guitarists explored new affordances of techniques and technologies (...) (Herbst and Vallejo 2024).

En el siglo XXI, el foco de las propuestas de los guitarristas no está orientado hacia la técnica de digitación, sino hacia la propuesta sonora, la investigación y la experimentación, especialmente a partir de los nuevos diseños de guitarras, amplificadores, efectos, centrados en la búsqueda de nuevas posibilidades sónicas y elementos estéticos diferenciales.

Una de las consecuencias de esta evolución histórica conduce finalmente al empleo del ordenador en los sets de los guitarristas. Esto es común a intérpretes de diferentes estilos: desde músicos experimentales como Christian Fennesz hasta guitarristas de Metal, como Stephen Carpenter de Deftones, pasando por artistas del Pop Rock, como Johnny Greenwood de Radiohead. Además, en la actualidad, la guitarra eléctrica y sus principales intérpretes y compositores abarcan diferentes estéticas y su uso del instrumento es consciente del conjunto sónico que conforma el instrumento, y explora distintas posibilidades en su acercamiento electrónico.

Finalmente, existen varios ejemplos que muestran el potencial que tiene el instrumento fuera de sus ámbitos de acción recurrentes, y cómo hay corrientes de menor impacto en cuanto a su popularidad comercial, pero de gran trasfondo en lo relativo al enfoque y aprovechamiento de la guitarra eléctrica.

En este sentido, hay una serie de activos culturales que habitan una frontera difusa entre improvisación, *underground*, experimentación, música académica, *avantgarde*, y corrientes más radicales o alternativas del rock. Aquí se pueden ubicar a artistas que varían desde grupos de *shoegaze* como Sonic Youth, no wave como Glenn Branca, *krautrock* como Manuel Göttsching, rock experimental (David Torn), *avantgarde* (Elliot Sharp), *Japanoise* (Keiji Haino, artistas del colectivo Onkyokei), llegando hasta músicos del ámbito de la experimentación como Keith Rowe o Fred Frith. En el ámbito del jazz Pat Metheny es considerado un gran explorador del sonido y las posibilidades de la guitarra eléctrica y su familia instrumental, el guitarrista japonés Ryo Kawasaki es uno de los pioneros de la guitarra sintetizador, así como del jazz fusión y de la búsqueda de tecnologías del instrumento. Dentro del apartado de la música clásica contemporánea, donde el intérprete se separa más del compositor, destacan entre otros Yaron Deutsch, Seth Josel y Tom Pauwels.

En resumidas cuentas, la guitarra eléctrica es un instrumento que desde su origen se configura como una cadena de sonido con elementos modulares. Con la llegada de la revolución informática este instrumento se une a la expansión de los DMIs y los instrumentos aumentados incorporando la aumentación informática a su repertorio de recursos tecnológicos. Pero este cambio de paradigma a nivel técnico no supone necesariamente un cambio radical en sus fundamentos estéticos, ya que estos quedaron bastante definidos por ciertas tendencias en determinadas épocas del siglo XX, y a nivel estilístico su historia le precede.

2.2. Construcción, tecnología integrada y límites del instrumento

2.2.1. Cuerpo, pastillas, controles manuales, clavijero y trastes

En un instrumento tan cambiante en su forma y prestaciones como la guitarra y, especialmente, la guitarra eléctrica, es importante considerar algunas de sus características básicas: el cuerpo del instrumento, las cuerdas, las pastillas, los controles de volumen y tono, el puente, el clavijero, la tesitura y la necesidad e

importancia de su amplificación y electrónica (Schneider 1985). El modo en el que se estructura este apartado es analizando primero estos aspectos consolidados y centrales y después observando sus fronteras constructivas y sus procesos y evoluciones (e involuciones) tecnológicas.

1. En el cuerpo del instrumento podemos distinguir entre tres modelos clásicos: Cuerpo Sólido, Semi-Sólido y Hueco (Schneider 1985). A nivel teórico/práctico lo que diferencia a las guitarras eléctricas de las guitarras acústicas es principalmente que el volumen de cualquier guitarra eléctrica es inferior al necesario para poder tocar sin amplificación en un contexto real³. Esto no sucede con la guitarra acústica, que si puede llegar a tener un volumen equiparable o superior al de las guitarras españolas. En resumidas cuentas, la guitarra eléctrica no suena lo suficiente sin amplificación, la electro acústica sí. El porqué de esta diferenciación es clave, ya que un volumen en origen alto es perjudicial en el caso de amplificarse. De hecho, la amplificación de guitarras acústicas y clásicas suele ser más compleja y limitada debido a que su volumen y resonancias acostumbran a generar *feedbacks*.

The solid body electric guitar solved this problem of feedback, since the body was constructed from a solid piece or pieces of wood, and set the stage for a primacy of electrical over acoustic instruments in popular music (Danaher 2014).

Es importante notar que el factor del cuerpo no es lo mismo que el factor de forma. Aunque la diferencia puede ser confusa y es habitual mezclar los conceptos, se puede tomar en consideración lo siguiente: el hecho de que el cuerpo sea sólido, por ejemplo, no limita su forma. Las formas de las guitarras eléctricas son variadas, aunque destacan la forma *Stratocaster*, *Telecaster*, *Singlecut* y *Doblecut*. Además, existen guitarras con diferentes números de cuerdas, varios mástiles etc. Pero realmente el cuerpo siempre es sólido, semi-sólido o hueco. ⁴

2. Otro de los componentes de la construcción son las pastillas. De hecho, este es su elemento diferencial respecto a las otras guitarras susceptibles de ser amplificadas. Varios estudios tratan el tema, pero el fenómeno físico subyacente

³ Esto puede generar confusión al considerar la guitarra eléctrica como un instrumento aumentado, según determinadas referencias. Lo importante es que, pese a la escasez del volumen en origen, son las propiedades del diseño del instrumento (forma, madera, materiales etc) las que confieren propiedades tímbricas al instrumento.

⁴ A no ser que tengamos en cuenta las guitarras que también tienen simplemente aros, que podrían entrar en otra categoría especial.

es que las pastillas utilizan el electromagnetismo y no la presión sonora para captar la señal y transmitirla al amplificador (Figura 2-4).

The first electric guitars used contact microphones. (...) If the amplifier is turned up high enough to get an adequate output, the whole body of the guitar acts as a microphone (...) A different method of picking up the music is obviously needed. Since all guitars of this type use metal strings, a magnetic pickup has been developed. High impedance coils are wound on iron cores and placed under the strings at a point where the motion of the string is greatest (...) Movement of the metal string through the magnetic field of the coil induces a voltage in the coil. (Darr 1973).

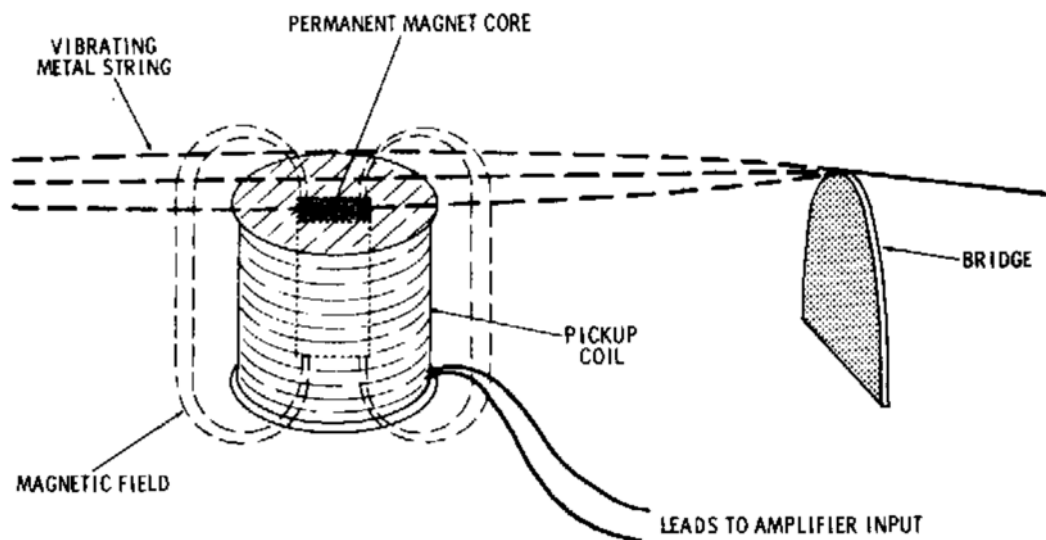


Figura 2-4: Funcionamiento de una pastilla magnética (Darr 1973).

Es imposible, por tanto, que esta forma de amplificación se dé en una guitarra clásica por el material de las cuerdas y muy raro que se dé de forma exclusiva en una acústica. Hay muchas marcas y modelos referidos a las pastillas ⁵ (Koch 2001; Lähdevaara 2014), pero las dos principales son la *Humbucker* y la *Single Coil* (Figura 2-5). La *Single Coil* está compuesta de seis cilindros magnéticos o piezas polares (uno por cuerda) y todos ellos son rodeados por un carrete de cobre o bobina simple, que le confiere el nombre, y transmite una corriente eléctrica basándose en la ley de inducción de Faraday.

⁵ Una pastilla más moderna es el sustainer: emite pulsos magnéticos para que las cuerdas vibren solas y de esta manera crea *feedbacks* naturales. Es muy parecido en su funcionamiento a un *ebow*.



Figura 2-5: A la izquierda, pastilla *Single Coil*, se observa la bobina de cobre. A la derecha pastilla *Humbucker* Imagen generada con inteligencia artificial mediante OpenAI (DALL·E).

Las *single coil* tienen menos vueltas en su bobina que las *humbuckers* y consiguen un sonido brillante que acostumbra a gustar al guitarrista por sus cualidades tímbricas, pero que genera más ruido. Esto se debe a que las pastillas son sensibles al ruido eléctrico, y funcionan como pequeñas antenas radio eléctricas. Dentro de los ruidos destaca el llamado *hum* que se da entre 50 y 60 Hz, debido a la interferencia electromagnética generada por la red eléctrica de las casas y edificios. Las pastillas *humbuckers* están diseñadas para eliminar este tipo de ruido gracias a su configuración de dos bobinas inversas conectadas en serie. Aunque esto también afecta a su señal eléctrica, más robusta, pero con una tímbrica distinta que se cataloga como más oscura.

Dependiendo de su tipo de circuito y alimentación las pastillas se clasifican en pasivas y activas. Las activas incorporan un *preamp* y consiguen un sonido más potente y uniforme, las pasivas no cuentan con alimentación externa y consiguen un sonido más orgánico que recoge mejor las variaciones de dinámica en la interpretación.

Actualmente también existen pastillas de captación hexafónica siendo un campo importante de la investigación en el desarrollo de la guitarra eléctrica (Graham and Harding 2015).

3. Los controles de volumen y tono de la guitarra son otro de los elementos fundamentales y diferenciales del instrumento. Se trata de potenciómetros o resistencias variables que están soldados directamente a las pastillas y controlan dos parámetros distintos (Koch 2001):

- El control de volumen regula gradualmente cuanta señal pasa hacia el amplificador. Opcionalmente puede tener un condensador en el circuito o alternativamente resistencia y condensador, para no perder brillo al reducir el volumen. Esto se conoce como [*treble bleed*](#).
- El control de tono tiene soldado un condensador que efectúa un corte en las frecuencias agudas. Si está abierto (en nivel 10) deja pasar todas las frecuencias agudas y es como si no actuara. A medida que se va cerrando filtra agudos. Cuanto mayor sea su capacitancia (valor en microfaradios) más cortes en estas frecuencias conseguirá, aportando un tono o tímbrica más oscura.
- Los selectores eligen con qué pastilla se recoge el sonido cuando hay más de una en la guitarra. Puede también ofrecer una mezcla entre dos pastillas.

En los potenciómetros de volumen y de tono se puede observar un ejemplo de control musical electrónico ubicado en el cuerpo de la guitarra. Otro caso de cómo los diferentes elementos que tiene un instrumento terminan por generar una técnica y una forma de *embodiment*. Un caso paradigmático de uso del control de volumen de manera musical es la técnica de Carlos [Santana](#), muy activo siempre con los potenciómetros de la guitarra para generar mayor *sustain*, *feedbacks* y diferencias tímbricas. Esta idea de los controles en el cuerpo de la guitarra es otra de las que recorren la historia de la lutería del instrumento, y será recurrente en diferentes etapas de su desarrollo histórico.

4. El puente es la pieza donde reposan las cuerdas en el cuerpo de la guitarra. Se trata de un componente muy delicado, que normalmente tiene tres ajustes posibles, altura de la cuerda, el tiro de la cuerda y la distancia entre cuerdas. Puede ser de los [siguientes tipos](#):
 - Puente fijo: está totalmente sujeto al cuerpo del instrumento a través de tornillos. En el caso del puente *hardtail*, típico de las guitarras Fender Telecaster, las cuerdas entran por la parte trasera del cuerpo del instrumento. El puente tipo *tune o matic*, cuenta con una segunda pieza, *stop bar*. A través de esa pieza entran las cuerdas y esto hace que no se agujeree la madera, mejorando el *sustain*. En este puente la altura de las cuerdas no es tan exacta en el ajuste. Otros puentes fijos también son el *ashtray* y el *warparound*. Finalmente, un caso especial es el puente *arch-top*. Este cuenta con dos piezas, como el *tune o matic*, pero en este caso la segunda pieza es todo un soporte que se encuentra en el extremo de la

guitarra. Este tipo de puente guarda similitudes con el *Bigsby* que se estudiará más adelante.

- Puentes de trémolo sincronizado: Conocidos popularmente como puentes semi flotantes. Cuentan con una palanca de trémolo que puede levantar parcialmente el puente, normalmente por su extremo superior. Es paradigmático el de la Fender Stratocaster, en este caso las cuerdas están enganchadas en el propio puente. Unos puentes de trémolo sincronizado un poco más avanzados son los llamados tipo *wilkinson*. El grado de flexibilidad que tiene el puente es relevante a la hora de usar la palanca, porque dependiendo de esta flexibilidad va a ser posible variar más la afinación de las cuerdas.
 - Puente Flotante. Fue registrado por la marca Floyd Rose. Permite bascular con total libertad hacia dentro y hacia fuera de las cuerdas. Las cuerdas están ancladas en la parte de arriba del puente y cuentan adicionalmente con otra pieza en la parte superior del mástil que cierra las cuerdas. Finalmente tiene unas tuercas bajo el puente para micro afinar, tipo violín. Estos modelos tienen una flexibilidad extrema en cuanto a los cambios de afinación de las guitarras. Son utilizados en ciertas marcas de guitarras, por ejemplo, las de marca Jackson, y es también asociado a ciertos géneros de música, especialmente Heavy Metal y Metal Progresivo.
5. Se puede observar que cuando se define el puente hay dos piezas afectadas, la palanca de trémolo y el clavijero. En los puentes fijos no existe palanca de trémolo. Esto tiene sentido ya que no se puede levantar el puente, y el mecanismo que utiliza la palanca es, precisamente, elevar el puente y cambiar la tensión de las cuerdas. Sin embargo, en los puentes flotantes y semi flotantes sí se puede emplear la palanca de vibrato en diferentes grados.

Este es un gran ejemplo de cómo los cambios en la construcción de la guitarra eléctrica se encadenan y afectan a la técnica del instrumentista, y siempre tienden en dirección a resolver ciertas necesidades musicales.⁶ En este caso, ha existido una búsqueda expresiva del cambio de la afinación a través de la palanca que ha ido evolucionando hasta derivar en el puente flotante.

⁶ Un ejemplo similar puede encontrarse en la sección anterior con el cambio hacia las cuerdas de metal.

La construcción del clavijero también ha cambiado notablemente a lo largo de la historia, existiendo dos enfoques principales. Se pueden dividir las cuerdas graves y las agudas en tres y tres y articular cada trío en cada uno de los lados del clavijero, o poner las seis cuerdas en un lado. Este es un claro ejemplo de que la guitarra eléctrica a veces adapta literalmente la construcción de la guitarra clásica y acústica y otras veces la cambia.

6. La tesitura de la guitarra normalmente abarca desde E2 hasta C#6 y cuenta con 21 trastes, pero dependiendo del modelo puede llegar hasta 24 trastes ampliando su tesitura hasta E6 y cubriendo exactamente 5 octavas. Por procedimientos electrónicos se puede ampliar su tesitura, básicamente hasta prácticamente cualquier sonido audible para el oído humano. Siendo esta, además, una de las grandes conquistas de la aumentación de instrumento. No obstante, esto genera algunos problemas a nivel tímbrico, pero sobre todo a nivel de coherencia. Básicamente, es imposible obtener todo el espectro de frecuencias en el mismo instante y se tiene que trabajar por bloques. Por ejemplo, si toda la guitarra está una octava baja, se gana una octava grave, pero se pierde una octava aguda.

Dentro de la tesitura de la guitarra existe el concepto de la *scordatura*, o lo que es lo mismo, el cambio de afinación estándar de las cuerdas. Esto es muy frecuente entre las bandas de Rock y Metal, aunque no se limita a este género⁷. Algunas de las afinaciones más conocidas en la guitarra eléctrica se pueden consultar en la tabla 2-1. Otra forma de cambiar la tesitura de la guitarra es usar más cuerdas de las habituales, siendo típico encontrar guitarras de 7 y 8 cuerdas. En los casos de los cambios de la afinación a veces es importante hacer ajustes en el puente y cambiar el calibre de las cuerdas. Cuando se añaden más cuerdas es necesario cambiar sustancialmente el diseño del instrumento.

⁷ Ni tan si quiera a la guitarra eléctrica, ya que el cambio de afinación de las cuerdas ha sido también una práctica común en otros instrumentos de cuerda pulsada. Sin embargo, en la guitarra eléctrica alcanza cotas nunca conocidas en la historia reciente.

Tabla 2-1: Afinaciones de la guitarra (elaboración propia)

| NOMBRE | AFINACIÓN CUERDAS (DE GRAVES A AGUDAS) |
|---------------|--|
| ESTÁNDAR | E A D G B E |
| DROP D | D A D G B E |
| DOUBLE DROP D | D A D G B D |
| DROP Db | Db Ab Db Gb Bb Eb |
| DROP C | C G C F A D |
| 1/2 DOWN | Eb Ab Db Gb Bb Eb |
| 1 DOWN | D G C F A D |
| DADGAD | D A D G A D |
| OPEN E | E B E G# B E |
| OPEN A | E A E A C# E |
| OPEN G | D G D G B D |
| OPEN D | D A D F# A D |
| DOBRO | G B D G B D |
| BARITONA | B E A D F# B |
| CUARTAS | E A D G C F |

2.2.2. Construcción en función de la electrónica integrada

Existe una categoría de guitarras que no es empleada en los niveles clásicos de la definición del instrumento. Esta categoría corresponde al instrumento en función a su electrónica. Aquí incorporamos, principalmente, las guitarras MIDI y las guitarras que tienen módulos electrónicos adicionales incorporados en su cuerpo (Figura 2-6). Su historia viene precedida por el modelo [VOX V251](#); este tipo de guitarras, también llamadas GuitOrgan, tiene incorporadas piezas del circuito de un órgano eléctrico. Además, la VOX V251 lleva incorporada una púa metálica electrónica enchufable a la guitarra (¿un posible antecesor del Magpick?) (Morreale, Guidi, and Mcpherson 2019). Asimismo, conecta con la idea de utilizar potenciómetros adicionales en el cuerpo de la guitarra, que es otra variable que se modifica habitualmente en su construcción.

In 1966, Vox introduced one of its most inventive and unique products, the Guitar Organ (...) The organ section had six tone generators, one for each of the guitar strings. (Lenhoff and Robertson 2019).

Lejos de ser una rareza o una curiosidad, este modelo es revolucionario y adelantado a su tiempo. La manera en la que integra los controles en el cuerpo de la guitarra será luego emulada por las demás guitarras-sintetizadores y muchas de las guitarras MIDI. Además, el procesamiento electrónico se hace internamente en el cuerpo de la guitarra. Estas ideas son recogidas por las guitarras Godwin de los años 70, también incluyendo controles en el cuerpo y procesamiento interno, así

como un pedal de expresión (Figura 2-7). A día de hoy se sigue insistiendo en diseños que incorporan controles en el cuerpo de la guitarra. Aunque utilizando otras tecnologías y procesamientos, es un concepto de *embodiment* muy similar. Esto refuerza las reflexiones de Magnusson al respecto:

Instruments are subjected to different and more chaotic laws than biological evolution, as the maker of the instrument can copy inventions from other species of instruments, go back in time and implement features that have been lost for generations of instruments (Eldredge & Temkin, 2007). Therefore, the evolution of cultural systems and technological artefacts can be seen to be more complex and discontinuous than biological evolution, with more branches, loopbacks in time and multiple siblings. Instead, two capacitor-based detectors were employed, one a vertical rod, the other a horizontal loop. These controlled pitch and amplitude, respectively, by generating electrical fields that altered according to the proximity of the hands of the performer. (Magnusson 2021).

Poco después, en el año 1977 se fabrica el modelo Roland GR-500, todavía no MIDI pero que ya incluye un procesamiento externo. Un modelo posterior y mejorado de 1980 la GR-300 ganó gran popularidad en manos de guitarristas destacados como [Pat Metheny](#) o Al Di Meola. En el año 1979 el guitarrista Ryo Kawasaki creó una



Figura 2-6: Interfaces manuales, arriba guitarra con *touchpad* de Hugh Manson, debajo guitarra multimodal de Otso Lähdeoja, a la derecha guitarra con keypad Tornd Engum. Adaptado de *Exploring the Design Space of Hand-Controlled Guitar Effects for Live Music* (Hödl and Fitzpatrick 2013).

guitarra sintetizador y la usó para grabar su álbum *Ryo*, uno de los primeros de estas características.⁸



Figura 2-7: Goodwin *guitar organ*

A partir de 1983 con la instauración del estándar MIDI llegan las primeras guitarras que incorporan esta tecnología, siendo una de las primeras la Roland GR-700. Dentro de las guitarras MIDI, alcanza la categoría de modelo legendario por su revolucionario diseño y su número limitado de existencias la *SynthAxe* de 1985. Actualmente algunos de los modelos más populares siguen siendo las guitarras de Roland y la serie GR, y también las guitarras de la marca Godin, que tiene modelos eléctricos y acústicos. Otras marcas importantes como Yamaha o Ampeg también fabrican este tipo de guitarras. Muchas de estas guitarras incluyen sistemas de tecnología hexafónica (captura independiente para cada cuerda). Estas pastillas

⁸ Ryo también creó cuatro programas musicales *Kawasaki Synthesizer*, *Kawasaki Rhythm Rocker*, *Kawasaki Magical Musicquill* y *Kawasaki MIDI Work-station*, para el ordenador Commodore 64 en la década de los 80.

también se venden de manera independiente y se pueden instalar en guitarras eléctricas convencionales.

Para terminar, hay que hablar de los controladores MIDI con forma de guitarra, como puede ser el Starr Labs *Z6 Series Star*. Este instrumento en esencia no es una guitarra sino un DMI con forma de guitarra.

2.2.3. Accesorios

Finalmente queda por resumir la importancia de los accesorios o *gadgets* de la guitarra eléctrica. Los *gadgets* (*whammy bar* o palanca de trémolo, diferentes púas, arcos, *ebow*, *bottleneck*...) suelen ser opcionales, pero en el caso de la *whammy bar* puede ser o no ser instalada en origen, como ya se ha visto. Este es un tema de la máxima importancia, hasta el punto de que puede suponer un cisma instrumental a nivel de categoría organológica. Una idea importante es que lo único que diferencia a estos accesorios de la guitarra eléctrica preparada es su nivel de aceptación, y que existen *gadgets* permanentes y móviles. (Martínez Ávila 2022). Otra idea importante es que estos accesorios afectan a la extensibilidad del instrumento y no al procesamiento de la señal.

En resumen, la guitarra eléctrica, pese a ser un instrumento sumamente flexible, tiene una serie de características que la definen y diferencian de otras guitarras: cuerpo, forma, pastillas, puente, clavijero, tesitura, necesidad de amplificación y posibilidad (nativa) de procesamiento de la señal emitida, además de una serie de *gadgets* que son típicamente empleados. Sin embargo, este núcleo clásico (que queda arquetípicamente definido en los modelos de la Fender *Stratocaster* y la Gibson *Les Paul*), debido a su flexibilidad conoce varias fronteras, múltiples puntos donde la estabilidad puede romperse y generar expansiones del instrumento. No obstante, casi todo lo que se puede hacer al desdibujar estas fronteras se puede dividir en tres grandes bloques. El bloque 1 son sus expansiones externas de la guitarra a través de sus trastes, cuerdas, mástiles, clavijeros, objetos de acción indirecta, que pueden coincidir con la idea de guitarra extendida, mientras el bloque 2 es lo que afecta a su señal eléctrica y la electrónica del instrumento. Finalmente, hay un bloque 3 que afecta digital/informáticamente al instrumento, éste, aunque está muy emparentado con el bloque 2 puede diferenciarse a través de algunas características propias. Tanto bloque 2 como bloque 3 serían parte de la guitarra eléctrica aumentada.

2.3. Amplificación, cadena de sonido y sonorización

2.3.1. Amplificación

Desde su origen, el sonido aportado por la amplificación juega un papel esencial en la construcción de la identidad de la guitarra eléctrica. Los amplificadores se empezaron a desarrollar a partir de 1907 con la mejora de las válvulas de vacío.

A third precondition was the adequate development of the basic and derivative technologies on which the electric guitar was based: the electromagnetic pickup, condensers, potentiometers, the vacuum tube for amplifiers, and so on (...) of such a device could not have been built before Lee DeForest perfected J.A. Fleming's vacuum tube for sound amplification, in 1907. (McSwain 1995).

No fueron un invento original para la guitarra eléctrica siendo su primera aplicación notable la radio AM. Se trata de otro ejemplo de cómo el instrumento ha ido aprovechando todos los avances científicos y tecnológicos. Como ya se ha repetido, la guitarra eléctrica y el amplificador son el mismo instrumento, conforman un todo indisoluble, de aquí la idea de que la guitarra en origen es un instrumento aumentado, expandido, electrónico. Incluso autores invierten la importancia habitual y conceden a la amplificación un estatus superior que a la calidad de la guitarra.

The electric guitar on its own is not an instrument. It requires an amplifier (...) before it becomes anything close to expressive, emotive, toneful. (Hunter 2005).

Por tanto, originalmente la guitarra eléctrica fueron guitarra eléctrica y amplificador. Los procesamientos más avanzados llegaron después, especialmente a partir de los años 50, y, sobre todo, de la década de los 60 con la incorporación de los transistores (Bailey, Dickson, and Hamilton 2017); pero, en esencia, la configuración del guitarrista consistía en una guitarra que junto a un amplificador encontrara un tono estético. Se ha hablado y se ha escrito mucho sobre esa búsqueda del tono, y también sobre la pureza de una guitarra y un buen amplificador, sin más procesamiento que el que esto genera. Es una estética muy querida en la música blues y blues rock. Inicialmente una guitarra eléctrica solo pretendía ser una guitarra con más volumen y el tono característico de la madera, las cuerdas de metal y la amplificación de las válvulas.

Los componentes de un amplificador se dividen en los siguientes:

- Preamplificador. Esta sección del amplificador toma la señal débil de la guitarra y la amplifica lo suficiente para que pueda ser procesada. Aquí se suele moldear el tono y se aplican controles como ganancia, ecualización (EQ) y cualquier característica tonal específica del amplificador. Es donde se genera la mayor parte del carácter sonoro (limpio, *crunch*, distorsión, etc.). Una parte del preamplificador que se puede considerar como una instancia en si misma es la ganancia de voltaje.
- Etapa de potencia. Esta sección toma la señal preamplificada y la amplifica aún más para que sea lo suficientemente fuerte como para mover el altavoz. Su función principal es proporcionar volumen. Dependiendo del diseño, también puede influir en el tono (por ejemplo, con válvulas que generan cierta compresión y saturación a volúmenes altos). En algunos circuitos se considera que la etapa de potencia se divide en dos: *driver stage* o etapa de excitación y etapa de potencia.
- Altavoz o cono. Convierte la señal eléctrica amplificada por la etapa de potencia en sonido audible. Su tamaño, material y diseño afectan el tono general del amplificador. Altavoces de 8 pulgadas son los más pequeños. Los más usados son de 10 y 12 pulgadas. La potencia debe de superar la potencia del amplificador. Celestion y Jensen son algunas de las marcas más populares de altavoces.
- Fuente de Alimentación. Su misión es transformar la corriente alterna de la toma de corriente en corriente continua que sea aprovechable por el amplificador. Es un componente delicado pues puede generar ruidos y problemas en el amplificador. La fuente de alimentación está estrechamente relacionada con el rectificador, que es el elemento que transforma la corriente alterna en una señal de corriente continua pulsante. Es decir, la rectificación no solo convierte corriente, también forma parte del carácter sonoro del amplificador.

En resumen: Guitarra → Preamplificador (da carácter y tono) → Etapa de potencia (da volumen) → Altavoz/cono (convierte la señal eléctrica en sonido). Además, la fuente de alimentación proporciona corriente a los diversos componentes de la amplificación. En el texto de Hunter se resume todo en estos tres estadios (Hunter 2005). En el de Darr (1973), sin embargo, se añaden componentes adicionales, como la ya mencionada amplificación del voltaje y la etapa de driver (Figura 2-8).

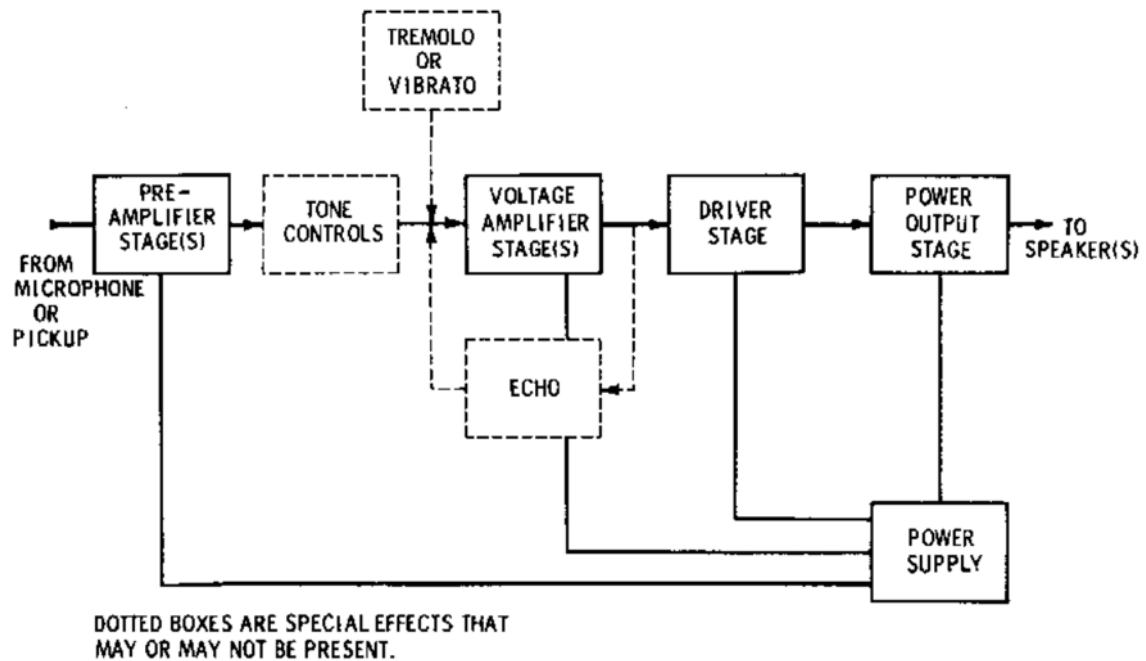


Figura 2-8: Etapas de amplificación (Darr 1970)

Esta diferencia se debe, principalmente, a que en una versión más reducida el *voltage amplifier* puede ser visto como parte de la preamplificación y el *driver stage* como parte de la etapa de potencia. Además, en *Electric Guitar Amp Handbook* también se encuentra una explicación de por qué son necesarias varias etapas en la amplificación:

The main consideration in designing high-gain voltage amplifier stages is not gain as much as noise. All high-gain stages have a tendency to make noises internally (...) This is the limiting factor in getting a lot of gain out of a single stage. The answer is to use more than one stage to get the amplification needed. By doing this, each stage can work at its maximum noise-free amplification level. Another troublesome thing is distortion. Every one of these stages must be designed for absolutely linear operation. This means that

the signal in the output must be exactly the same shape as the signal in the input.(Darr 1973).

Las válvulas pueden encontrarse en la preamplificación, la amplificación de potencia y en la fuente de alimentación. Como se puede observar, solo se han empleado dos tecnologías a la hora de amplificar el sonido en el instrumento: las válvulas y los transistores. Aunque los transistores son más modernos y económicos, a la par que limpios, son las válvulas de vacío las que acostumbran a ser preferidas por los guitarristas eléctricos a un nivel profesional. Se han escrito numerosos textos, tratando de explicar el porqué de esta decisión, y este es uno de los escasos ejemplos en que una tecnología anterior sobrevive e incluso domina a una posterior.

Algo en lo que coinciden los estudios técnicos es que las respuestas en frecuencia son distintas entre válvulas y transistores, y también es diferente el tipo de distorsión armónica que generan (Bussey and Haigler 1981; Hamm 1973; Keeports 2017). Además, es posible (y común) mezclar válvulas y transistores, usando las válvulas en la preamplificación y los transistores en la etapa de potencia. Las diferencias se estiman perceptibles en escuchas a ciegas.

Listening tests indicate two causes for differences in perceived sound of tube and transistors guitar amplifiers. These are ripple intermodulation distortion and frequency response differences caused by the reactive speaker load interaction with the output impedance of the amplifier. Although ripple intermodulation distortion is easily detected by trained listeners, only one of seventeen test subjects was able to detect it without training. The change in frequency response caused by the high output impedance of the tube amp is by far the predominant cause for differences.(Bussey and Haigler 1981).

El texto de Darr (1973) afirma, no obstante, que las válvulas en la fuente de alimentación son menos fiables y tienden a dar problemas. Aun así, varios amplificadores vintage las emplean, y su efecto acústico es considerado estético. Normalmente cuando un amplificador es de tipo *rectifier* suele ser porque puede emplear opcionalmente alimentación con válvulas o con transistores. Comienza (o continúa) un problema de estética *vs* fiabilidad y economía que recorre la historia de la amplificación.

Normalmente un amplificador puede ser de tipo combo o de tipo cabezal más altavoces (gabinetes o pantallas, *cabinets* en inglés). Cuando preamplificador, amplificador y altavoz se comercializan juntos en el mismo equipo físico se habla

de amplificador tipo combo. Cuando están separados se habla de cabezal para amplificar la señal (preamplificador + etapa de potencia) y de pantallas para reproducir el sonido. Históricamente, por posibilidad de escalabilidad del volumen, el modelo dividido ha sido muy usado por los guitarristas profesionales de rock y pop. No obstante, el tipo combo puede tener ventajas, un gran sonido, mayor portabilidad, se suele usar también en salas pequeñas y en estudios de grabación y algunos guitarristas (por ejemplo, The Edge de U2) prefieren usar un amplificador tipo combo que luego se microfonea y amplifica por los altavoces generales del escenario.

En los amplificadores de tipo cabezal se debe tener cuidado al conectar pantallas y cabezal, y hacer coincidir la impedancia medida en ohmios de la salida del cabezal con la de la pantalla. Una mayor impedancia sobrecalienta las válvulas con posibilidad de cortocircuito y si la impedancia es menor se pueden estropear el transformador del amplificador o los zócalos de las válvulas. Esto, además, sucede en válvulas y transistores. Es imprescindible tener siempre conectada una pantalla al amplificador, pues en caso contrario se puede quemar el transformador, y nunca desconectar el altavoz del amplificador estando en funcionamiento. Si en algo coinciden todos los textos y referencias es que los amplificadores son peligrosos, incluso desconectados, ya que almacenan carga en sus capacitores y puede generar descargas eléctricas.

En los orígenes de la amplificación los dispositivos de tipo combo eran más usuales, probablemente, los grupos de música no estaban orientados a actuar en macro festivales ni grandes escenarios. Recordando una reflexión de Thor Magnusson:

In the early twentieth century, we get electric amplification of instruments that previously were too low in amplitude (such as the guitar in a jazz band setting), and new electronic instruments in the form of synthesizers and tape. This changed music in innumerable ways, giving birth to stadium concerts.(Magnusson 2021).

Uno de los primeros amplificadores comercializados fue el Rickenbacher M11 de 1937 (precedido de otros modelos que se empezaron a comercializar en 1934). Tenía dos válvulas y 15 watts. Después, la marca Masco también produjo varios modelos a mediados de los años 40. En 1946, el Fender Dual Professional, introdujo a una de las marcas fundamentales en amplificación. Probablemente sean los amplificadores de Fender y de Marshall los que más han influido en la historia de la guitarra eléctrica, si bien Marshall apareció mucho más tarde, a principios de

los 60, siendo un hecho diferencial que apareciera en el mercado británico, donde los amplificadores americanos no llegaban con tanta facilidad, y consiguiera de esta manera, ser de la elección de muchos artistas de las islas, que con su popularidad llevaron la de su marca de amplificadores. Hay, además, muchas otras prestigiosas marcas de amplificadores: Ampeg, VOX, ENGL, Gibson etc. (Hunter 2012).

A nivel de construcción, los envíos y rutas del amplificador son también muy importantes. El envío y retorno de un *loop* de efectos⁹ en un amplificador son conectores que permiten enviar la señal procesada de regreso al amplificador después de pasar por efectos externos (Figura 6-9). Las posibilidades del *send* y el *return* van a jugar un papel muy importante en la arquitectura de los amplificadores y los *rigs* de los guitarristas en el bloque II. Resumiendo:

- *Send*: toma la señal que ya ha pasado por el preamplificador y la envía a los pedales o procesadores externos.
- *Return*: recibe la señal procesada por los pedales y la envía directamente a la etapa de potencia.

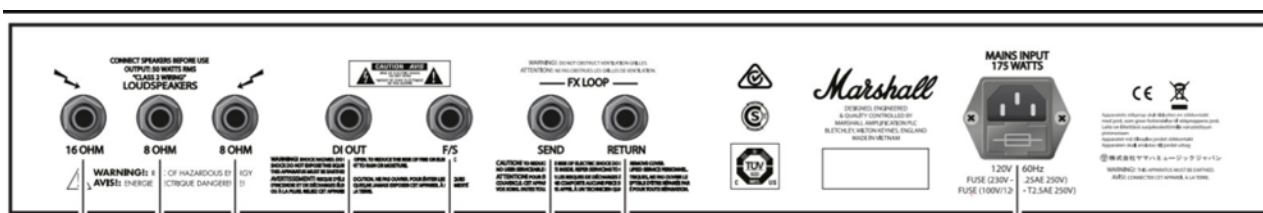


Figura 2-9: Entradas y salidas del Marshall *Origin 20C* donde se puede ver el *loop* de efectos, extraído del manual del amplificador

Al encontrarse el *loop* de efectos después del preamplificador y antes de la etapa de potencia, lo hace ideal para ciertos tipos de efectos que funcionan mejor con una señal ya amplificada, como los de modulación (*chorus*, *phaser*, *flanger*, ...) así como la reverberación y *delay*. Por otro lado, efectos como *overdrive*, distorsión y compresores suelen ir antes del preamplificador, es decir, en la entrada principal del amplificador.

En el siglo XXI han cobrado importancia las tendencias de *modelers* y de *profilers* (Pakarinen and Yeh, 2009), que funcionan como preamplificadores digitales que emulan el tono y las características de los mismos. Es posible después utilizar unos

⁹ No confundir el término con el efecto de *loop* o de bucle.

monitores o una PA (*Personal Address*) para reproducir el sonido, prescindiendo del amplificador tradicional de guitarra eléctrica. Esto supone para muchos guitarristas ciertas facilidades en la portabilidad y versatilidad en el sonido. Utilizando estos sistemas se puede evitar mover equipos más pesados.

Los *profilers* emplean la captura mediante IR (*Impulse Response*) de respuestas de diversos amplificadores, efectos etc. El modelado es una replicación virtual del circuito interno y los componentes de los efectos. A modo de analogía, un *profile* sería como una foto, una instantánea de un efecto en un momento acústico dado. Un *profiler* popular es el Kemper *Profiler* y un *modeller* muy empleado es el Line 6 *Helix*.

Además, las grandes marcas de amplificadores ya han asumido el paradigma del modelado de efectos en gama media alta. En la entrevista al guitarrista Joe Satriani de la tesis de David De Pue se dice lo siguiente:

Today's technology allows for the industry-leading preamp/effects processors to offer hundreds of detailed amp models, thousands of speaker cabinet simulations, and a massive collection of complex effect algorithms in one product. Each generation of amp modeler attempts to exceed its predecessor and create a new product that sounds superior, offers more versatility and ease of use. "Modern digital amps are a very credible alternative to the traditional amp with a cabinet, tubes, a transformer and some speakers," reiterates Joe Satriani. (DePue 2022).

Dentro del software de código abierto, NAM (*Neural Amp Modeler*) es un *profiler* en forma de *plugin*, que funciona junto al ordenador y la tarjeta de sonido. La idea final de estos dispositivos es evitar la necesidad del amplificador. Para ello en su salida final utilizan PA y tratan de rivalizar con el sonido de un amplificador.

Lo que se emula digitalmente es el comportamiento del preamplificador. Si tiene una saturación, determinado balance, brillo etc. Su salida ya es analógica. Esta salida analógica que se extrae del preamplificador es la que llega a la etapa de potencia de los altavoces. Un debate es si la combinación preamplificador + PA suena igual que un amplificador dedicado de guitarra. Aquí hay contradicciones entre los propios expertos en construcción y apreciación del sonido:

The amplifiers used are all conventional, meaning that they are practically identical to those used in all kinds of sound equipment. In other words, these amplifiers are basically the same as those used in pa systems, hi-fi record-playing systems, and many others (...) All amplifiers have the same basic divisions; the only difference

is in the number of stages used and the total power output of the system. (Darr 1973).

Most of us have stuck our guitars into truly clean, cold sounding hi-fi or PA amplifiers at some time or other, and we know the results are not pretty. With a high-fidelity preamp and a big solid-state power amp you can make your guitar sound very loud indeed, but big ain't always beautiful (and sometimes it doesn't even sound 'big' in a tonal sense). A guitar amp is an entirely different beast altogether, and it needs to be understood as such (Hunter 2005).

Es cierto que muchas de las PA de estudio tienen un cono más pequeño que el del amplificador y están pensadas para otros contextos musicales. Esto puede afectar a la percepción del sonido, al igual que la habitual disposición en estéreo de las PA. No obstante, este tema se tratará con mucha profundidad en la segunda sección del próximo capítulo.

2.3.2. Pedales de efectos y procesamiento

Una vez que se construye la guitarra eléctrica, los sistemas de amplificación comienzan a ser valorados como pieza fundamental de la cadena de sonido, ya que, además del volumen, son ellos los que consiguen caracterizar el timbre. A los amplificadores se les unen los múltiples efectos desarrollados en forma de pedales, que transforman la señal del instrumento. Estos efectos surgen a finales de los años cuarenta, a través de módulos o integrados en el amplificador y se considera el *tape echo* el primero de ellos. Se vuelven populares en los años cincuenta, donde empiezan a comercializarse como módulos independientes (previamente solían estar incluidos en el amplificador). Pero su explosión definitiva se alcanza en los años sesenta con la electrónica basada en transistores.

By the late 1940s, however, tremolo had arrived as the first commonly available genuine electronic effect for guitarists. (...) Fender's Tremolux arrived in 1955. Around this time, fledgling valve-based effects also sprang up as outboard units.

The effects revolution was preparing to break out all across the pubescent face of rock guitar thanks to the wider availability of the transistor, which would help to make many guitar effects far more portable and trouble-free than the cumbersome electromechanical devices that had dominated until the mid-60s. (Bailey, Dickson, and Hamilton 2017).

Los pedales de efectos suponen un paso más en la evolución de la guitarra eléctrica, uniéndose al conjunto de guitarra y amplificador. Ahora estos cambios en la señal

responden en menor medida a necesidades técnicas y se centran en las posibilidades estilísticas y estéticas. Al igual que en los amplificadores, sus componentes se mueven en el ámbito de la técnica, pero también de la mitología y el romanticismo (Bromham and Moore 2023).

'Our culture is bound up in ritual, superstition and myth – and we like it that way. We know great tone and it sure as hell doesn't come from ones and zeroes' (Vinnicombe 2012, p. 119). Such adverse reactions were not limited to guitarists; even producers like Lasse Lammert, creator of an official Kemper rig pack, rejected the technology, not because of its inferior quality but out of tradition-conscious conviction, stating 'it just is my inner refusal'. (Bromham and Moore 2023)

A veces la frontera entre amplificadores y pedales de efectos es confusa y se diluye. Esto sucede porque algunos pedales de efectos pueden hacer un *bypass* del preamplificador y funcionar como preamplificadores en sí mismos. También hay pedales que sirven para alternar entre los diferentes canales del amplificador. Inversamente, hay amplificadores (muy habitualmente) que cuentan con sus propios efectos. Además, algunas características de las pastillas, como el control del tono, puede ser considerado un efecto en sí mismo.

Una práctica que surge con el diseño de los efectos es empezar a utilizar los pies, cambiar nuevamente el *embodiment* del músico, aprovechar la libertad de esas extremidades para poder accionar los pedales mientras las manos continúan tocando (Santos and Portovedo 2023a). Como se verá en detalle en el próximo capítulo, la técnica, comienza a ser mayor de lo que originalmente se pretendía, destacando dos gestos básicos, el gesto del *switch*, y el gesto del pedal de expresión (Overholt, Zovnercuka, and Konovalovs 2019). Mientras el gesto del switch solo toma en consideración encendido y apagado, el gesto de expresión modula progresivamente los valores graduales, y está presente en el pedal de volumen y en el *wah*, entre otros.¹⁰ En algunas técnicas como la de Yaron Deutsch se pueden emplear los dos pedales a la vez, aunque esto implica que el intérprete se encuentre sentado. Una consideración importante en la tipología de los efectos es que, aunque muchos trabajan con procesamiento de audio en directo, otros lo hacen con memoria (efectos grabados, *loops*, *samples* etc.).

El desarrollo de los efectos y amplificadores de guitarra ha estado profundamente influenciado por el debate entre lo analógico y lo digital (Holmes 2019 and Mačák

¹⁰ Esta información, clave para la técnica del instrumento, se desarrollará en profundidad en el próximo capítulo.

2012). Este es uno de los temas más discutidos entre guitarristas y expertos en sonido, especialmente en relación con el concepto de DSP (*Digital Signal Processing*). Como se ha comentado, el debate también se replica en el mundo de los amplificadores, especialmente en el diseño de preamplificadores digitales y a través de la idea de la emulación digital del sonido de las válvulas. Además del IR, un concepto importante es el de *Virtual Analogue Effects*, que busca replicar la expresividad y características de los efectos analógicos a través de diseños digitales avanzados y está alcanzando mayores cotas de calidad en los últimos años.

Analogue audio effects are devices which attract passionate views and loyalty from their users, perhaps due to the strong emotional connection a musician forms with their equipment when writing and playing music. With the development of digital technology and digital signal processing (DSP) reaching a point where such audio effects using DSP can be produced at scale, a competition has begun between analogue and digital effects. Musicians accustomed to the sound of analogue equipment have often stated that the new digital effects are lacking character or 'warmth' (e.g. [1]). This in turn has inspired the development of the field of Virtual Analogue (VA) which aims to capture the sound of analogue effects to a degree at which these musicians are convinced that no detail has been lost (Holmes 2019).

La tesis no busca posicionarse en este debate. No obstante, en términos de accesibilidad económica, facilidad de experimentación y escalabilidad, los efectos digitales suelen ser una opción más práctica¹¹. Por ello, esta tesis se centra en ellos al abordar los estudios de caso y los proyectos artísticos, entre otras razones, por su mayor facilidad para ser replicados y probados por otros músicos. Además, este tipo de *setups* proporciona un número de componentes fijo con un tamaño predeterminado.

Additionally, there is another key element, which is the simplicity of electronic setup in some works compared to the complexity of others. This is important because both works may be part of the same concert repertoire. To address this issue in terms of setup, a more complex setup may be required. This leads to guitarists having different setups, one complete and another more simplified. However, in the digital realm, the setup can always remain identical. In other words, the size of the set does not physically increase depending on the repertoire. (Santos and Portovedo 2023a).

¹¹ Pese a todo, hay procesadores digitales (como los ya citados *modelers*) o *plugins* de pago que son tan costosos o más que muchos efectos analógicos.

Esto no influye en el debate sobre la calidad de sonido, sino en el de la accesibilidad. A nivel de calidad, el sonido que evita las transformaciones digitales suele gozar de un gran crédito entre los guitarristas.

El debate entre analógico y digital es intrincado y complejo, además de estar frecuentemente influido por apreciaciones subjetivas (Bromham and Moore 2023). Es importante expresar que cuando se establecen comparaciones se debe trabajar en rangos de calidad similar y en contextos históricos coherentes¹². El objetivo de esta reflexión, necesaria para el trabajo, es disipar prejuicios, como "lo analógico es mejor", "lo digital es más fácil", "lo analógico es más caro", etc. La realidad es más variable, compleja y delicada. A día de hoy la convivencia entre sets digitales y analógicos es totalmente ubicua, y las tecnologías se entrelazan con naturalidad (Schubert 2021).

Cuando los pedales empiezan a crecer en número, se vuelve fundamental su disposición en la cadena de sonido. Es decir, en qué orden están situados y cómo se afectan entre ellos. En el marco de los efectos clásicos, existe un consenso generalizado sobre cual debe de ser su colocación. Habitualmente el efecto *wah*, va en primer lugar (es el más cercano a la línea de la guitarra), seguido de los efectos de los pedales de ganancia, específicamente el compresor y *boost* y los efectos de saturación (*fuzz*, distorsión y *overdrive*). Este primer bloque se suele enviar directamente al preamplificador.

Como se describe en el apartado anterior, en la sonorización algunos efectos se conectan directamente al amplificador y otros son enviados al *loop* de efectos¹³. Cuando esto sucede podemos hablar de dos líneas, la directa y la de envío. La directa está conectada al amplificador mientras que la de envío es una ruta interna del amplificador. Dentro de la línea de envíos el orden suele ser EQ, efectos de Modulación (*Chorus*, *Flanger*, *Phaser*, Trémolo, Vibrato, *Rotary*, *Ring Modulator*, *Pitch Shifter*, *Harmonizer*) Los efectos de modulación se agrupan porque comparten el principio de aplicar cambios cíclicos o dinámicos a la señal para modificar su carácter sonoro. Finalmente, en la última posición de esta línea de

¹² Algo similar sucede dentro de tecnologías afines, pero teniendo en cuenta su coste. Un buen ejemplo es el mundo de los *plugins*. Cuando comparamos *plugins* de pago con *plugins open source*, es probable que algunos *plugins* gratuitos no lleguen a ser equiparables con desarrollos empresariales, ya sea en su calidad u, otras veces, en su facilidad de configuración y accesibilidad.

¹³ Esta información complementa la del apartado anterior sobre el *loop* de efectos.

envío se sitúan los efectos espacio temporales, como *delay* y reverberación. (Figura 6-11)

En resumen, un set clásico de efectos se parece al siguiente: Afinador + *Wah* + Compresor + Saturación (*Fuzz*, *Chorus*, *Overdrive*) + Modulación (*Phaser*, *Flanger*, *Chorus*) + *Delay* + Reverberación (Bailey, Dickson, and Hamilton 2017). (Figura 2-10).



Figura 2-10: Disposición básica de los pedales de efectos sin *loop* de efectos.

Respecto a este consenso cabe añadir que no es una obligación. El instrumento no deja de funcionar por poner los efectos en otro orden. La costumbre de disponer la cadena de sonido de determinadas formas tiene que ver con que ciertos efectos no afecten a otros de manera no deseada. Sin embargo, existe un amplio margen para la creatividad en la disposición de efectos dependiendo de lo que se quiera conseguir.

How can we provide guitar players with the same level of functionality as the stompbox effect pedals, at the same time improving the mobility issues? (Overholt, Zovnercuka, and Konovalovs 2019).

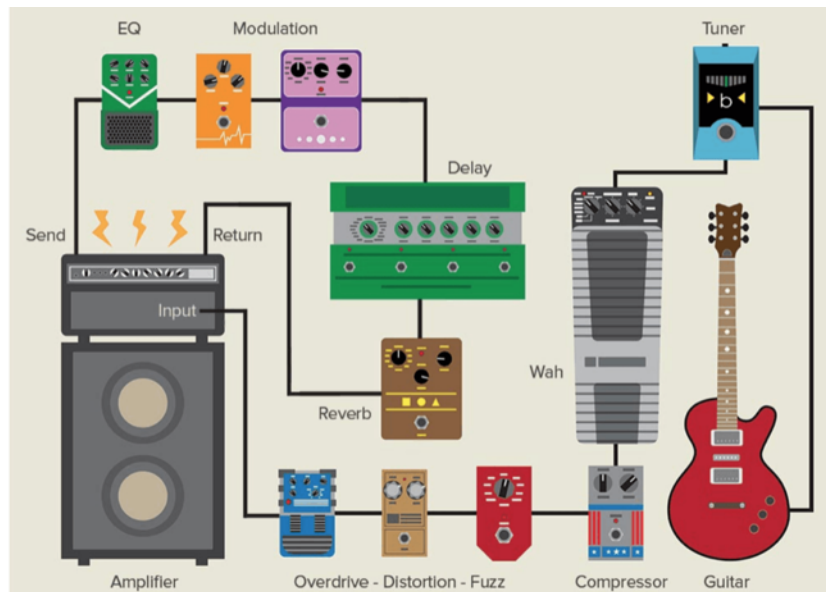


Figura 2-11: Disposición de los pedales con *loop* de efectos

Debido al crecimiento de los dispositivos de efectos, en muchos sets los pedales son sustituidos por procesadores de efectos de mayor tamaño, en forma de rack¹⁴. En estos casos, no se emplean los *stompboxes*, sino que un procesador dedicado gestiona los efectos de sonido. Esto responde a la necesidad de calidad unida a la de un set más compacto y con menos fisuras a la hora del montaje¹⁵.

Existen, además, multiefectos en forma de pedalera, algunos muy populares y aptos para la iniciación a los efectos y el aprendizaje, de diversas marcas: Boss, Zoom, Harley Benton, Line 6 etc. También hay pedaleras multiefectos de gama alta pensadas para equipos profesionales, muchas veces comercializados por las mismas marcas que crean las unidades más sencillas: Line 6 *Helix*, Neural DSP *Quad Cortex*. Su aspecto, a nivel de conectividad y puertos, es muy similar al de las tarjetas de sonido.

Algunos dispositivos como Fractal Audio *Axe-Fx* funcionan como un procesador de rack, pero pueden usar unos controladores en forma de pedalera adicionalmente. Atendiendo a su [página web](#), este dispositivo es utilizado por cientos de guitarristas

¹⁴ Los módulos en rack de marcas como Lexicon, Eventide, TC Electronic etc. son considerados de gama alta y asociados a un gran nivel en la tecnología de procesamiento de efectos. Se han convertido también en una opción para los productores y estudios de sonido, así como en producciones en vivo de gran escala. Estos procesadores se pueden ver en las salas de Abbey Road o Capitol Studios y otros estudios de renombre. Aphex Twin y Deadmau5 han utilizado estos módulos para crear texturas y efectos complejos.

¹⁵ Al emplear muchos pedales se multiplican las conexiones. Agrupar los efectos en un rack limita el número de conexiones y reduce el riesgo de fallos.

profesionales, entre los que destacan Steve Vai, Metallica, John Mayer etc. En todos estos equipos los rangos de precios son considerados altos. Actualmente estas soluciones todo en uno son una tendencia especialmente en los géneros de Pop, Rock y Metal.

Finalmente están los controladores, que en sí no tienen ningún efecto, pero activan y desactivan los efectos, e incluyen los controles tipo *switch* y de expresión. Normalmente con un control tipo MIDI. Dos estándares son Behringer *FBC1010* y Roland *FC-300*.

Lejos de haberse estancado, el crecimiento de los pedales ha sido constante en los años recientes, como se puede inferir de los datos de la asociación americana de instrumentos (Martin and Lamond 2020). Algunos pedales continúan la línea de efectos de los módulos clásicos, pero la creatividad está a la orden del día.

Los pedales tipo boutique o pedales de autor o marcas más pequeñas gozan de muy buena reputación y de guitarristas entusiastas que apuestan por las ideas novedosas, curiosas y la factura artesanal.

...we are living in the golden age of the guitar pedal. Whilst its application as an augmentation of the guitar, and as a creative tool in a wide variety of settings...

From the bit-crushing, console-like sequences of the Ottobit (from Meris) to the granular synth engines of the Infinite Jets (from Hologram Electronics), or the left-field emulations of broken cables (of Drolo's Stammen) and VHS tapes (of Cooper FX's Generation Loss), the pedal industry has seen the widespread adoption of features such as: MIDI control and synchronisation; Control Voltage and Eurorack integration; sophisticated switching and routing mechanisms; digital control and recall of analog processing; and technologies that can produce timbres akin to the pioneering sound experimentation of institutions such as IRCAM, Ina-GRM, and the BBC Radiophonic Workshop. These developments have brought to the modern guitarist's feet, a palette of complex and at times experimental musical materials previously only available in multi-effects units, expensive rackmount processors, through the use of computer processing, or in the studio (Bright and Westwood 2021).

2.3.3. Ordenador, tarjeta de sonido, *smartphones* y software

La mayoría de los sets que tienen la combinación guitarra eléctrica + pedales + amplificadores son plenamente operativos sin una tarjeta de sonido. Desde hace aproximadamente tres décadas el ordenador ha comenzado a considerarse un módulo clave en el procesamiento de sonido. En este contexto la tarjeta se ha vuelto un componente fundamental, actuando como centro de la conversión analógico-digital y como interfaz de conexión de dispositivos. La opción del ordenador como motor de procesamiento se ha consolidado en muchos ámbitos, llegando a acuñarse el término de *computer music*, aunque, como señala Miller Puckette¹⁶:

Nowadays most electronic music is made using computers, and this book will focus exclusively on what used to be called "computer music", but which should be really now be called "electronic music using a computer" (Puckette 2007).

De esta afirmación se deduce que no es acertado considerar la música electrónica estrictamente diferente de la *computer music*. Algo similar ocurre cuando hablamos del procesamiento de efectos en la guitarra eléctrica. Esencialmente muchos de los programas que están funcionando en las pedaleras multiefectos o en otros dispositivos de naturaleza digital, como *delays*, *reverbs* etc. podrían estar implementados en un ordenador con total naturalidad. Es algo que se comentará más veces en la tesis: En la guitarra eléctrica lo digital está más extendido y es más antiguo que lo informático, si especificamos el set informático como aquel que tiene un ordenador tipo PC en su configuración.

Dos son las ventajas de los ordenadores: su capacidad de procesamiento y computación¹⁷ y su amplio acceso por parte de la población.

The computer, however, is relatively cheap and the results of using one are much easier to document and re-create than those of earlier generations of equipment. In these respects, at least, the computer

¹⁶ Una de sus personalidades más influyentes y creador de Pure Data y MAX MSP.

¹⁷ Por ejemplo, la [Neural DSP Quad Cortex](#) tiene cuatro núcleos SHARC (Super Harvard Architecture Single-Chip Computer) y un procesador de 2 Ghz. El ordenador Macbook pro 2019 con el que se escribe esta tesis tiene un procesador de 2,6 Ghz, 16 Gb de RAM y 6 núcleos. Combinado con una buena tarjeta de sonido, un DAW optimizado, y, por ejemplo, los propios *plugins* de Neural DSP, por lo que es perfectamente equiparable al dispositivo *Quad Cortex* en términos de rendimiento.

makes the ideal electronic music instrument -until someone invents something even cheaper and more flexible than a computer
(Puckette 2007).

Dicho esto, cualquier procesamiento serio del sonido que implique un ordenador requiere la incorporación de una tarjeta de sonido en la cadena, ya que las conexiones y conversores que los ordenadores llevan instalados no suelen estar preparados para usos profesionales. El apartado de aumentación vía software carece de sentido sin una tarjeta de sonido en la ecuación. También el DAW (*Digital Audio Workstation*) se vuelve un componente a nivel software fundamental si se quieren procesar las guitarras eléctricas en vivo.

Además, la tarjeta puede tener utilidad a la hora de trabajar con esquemas multicanal, o con esquemas con múltiples altavoces, en los que se emplean varias salidas, ya que, en la mayoría de los casos, actúa como un divisor de la señal (incluso independientemente de su uso asociado a un ordenador). Si, por ejemplo, un músico quiere enviar la salida de su guitarra eléctrica a un equipo de altavoces en estéreo la tarjeta de sonido acostumbra a poder hacer esto de manera natural. Si, además requiere un esquema más complejo en la salida de sonido, por ejemplo, mandar una pista grabada a un altavoz en concreto, un *loop* a otro altavoz, y la guitarra a otro, la tarjeta suele poder realizar este tipo de combinaciones, aunque en estos casos más complejos suele requerir la asistencia de algún programa de ordenador. Para estos supuestos, si se busca evitar el ordenador, el uso de una mesa de mezclas o de un separador de señal puede ser idóneo.

Una las principales aplicaciones de la tarjeta es la grabación del instrumento, y, especialmente en el caso de guitarristas, la posibilidad de aplicar en tiempo real el procesamiento DSP mediante el ordenador. Como se ha visto, desde la perspectiva del diseño de dispositivos de audio una pedalera multiefectos de gama alta podría considerarse, de forma simplificada, como una tarjeta de sonido con un ordenador integrado, aunque diseñada de manera compacta, dedicada y con efectos personalizados. En el caso de la combinación guitarra eléctrica + tarjeta de sonido + ordenador, las transformaciones DSP se realizan directamente en el ordenador, a través del DAW y/o *plugins* específicos. Esto ofrece ventajas y desventajas

Ventajas:

- Flexibilidad en el uso de software, sin las limitaciones de una pedalera específica. Algunos de los *plugins* destacados actualmente son Neural DSP,

Amplitude o Guitar Rig, que ofrecen simulaciones de amplificadores y efectos de alta calidad.

- Adicionalmente, la tarjeta puede tener una entrada y salida MIDI la cual es idónea para los guitarristas que quieran utilizar la solución de un controlador MIDI tipo pedalera, como la Behringer *FBC1010* o la Roland *FC-300*.¹⁸

Desventajas:

- Mayor esfuerzo de configuración, pues implica que el usuario debe entender cada elemento de la cadena de sonido. Requiere tiempo y experiencia para encontrar los *plugins* y efectos de software adecuados, que en las soluciones dedicadas ya vienen preinstalados.

Pueden surgir dudas sobre que es un *plugin*: Un *plugin*, en el contexto de los DAW y la informática musical, es un módulo software que se integra en un DAW para ampliar sus funcionalidades. Los tipos principales de *plugins* son los instrumentos virtuales, los efectos de audio y las utilidades y herramientas de análisis.

A la hora de emplear una tarjeta de sonido hay que tener en cuenta:

- Número y tipo de puertos de entrada y salida: Las conexiones más comunes incluyen XLR (para micrófonos balanceados), Jack TRS/TS (para instrumentos o líneas balanceadas/desbalanceadas), entradas y salidas MIDI (para controladores), y opciones digitales como S/PDIF o ADAT (para expandir la conectividad).
- Frecuencia de muestreo y profundidad de bits: La mayoría de las tarjetas de sonido permiten configuraciones de hasta 24 bits/192 kHz, aunque para grabación y procesamiento en vivo, frecuencias de 44.1 kHz o 48 kHz con 24 bits son habituales, ya que equilibran calidad de audio y rendimiento.
- Preamplificadores y conversores ADC/DAC: La calidad de los preamplificadores afecta directamente al nivel de ganancia (generalmente entre 55 y 78 dB), lo que puede ser crucial para señales débiles como las de micrófonos dinámicos. Los conversores ADC/DAC determinan la fidelidad del audio digitalizado y reproducido.

¹⁸ Este sistema es el equivalente de modularizar un multiefectos. Estas pedaleras de control MIDI de las que ya se escribió en el apartado de pedales de efectos no sólo son configurables en ordenadores y tarjetas de sonido, sino que también pueden servir de control de otros módulos de efectos, como se verá en el siguiente capítulo, al estudiar el set de Yaron Deutsch.

- Relación señal/ruido (SNR): Este indicador mide la calidad del audio en función del ruido inherente al sistema. En tarjetas de gama media-alta, suele oscilar entre 100 y 120 dB, lo que garantiza un sonido limpio y sin interferencias perceptibles.
- Distorsión armónica total (THD): Representa la fidelidad del sistema al evitar distorsiones. Por ejemplo, una interfaz de gama media como la MOTU M6 tiene un THD de aproximadamente 0,002%, mientras que modelos de gama alta, como los de Universal Audio, pueden alcanzar 0,0008%.
- Latencia: Este es el retardo entre la entrada de audio y su procesamiento/reproducción. Si bien siempre hay un nivel mínimo de latencia en cualquier sistema, valores por debajo de 10 ms suelen ser imperceptibles para el oído humano. Factores como el tamaño del buffer, el uso de drivers específicos (ASIO o CORE), y la capacidad de procesamiento del sistema afectan directamente este parámetro.

Los datos sobre percepción de la latencia provienen de investigaciones en psicoacústica y estudios sobre la interacción músico-instrumento. Aunque podemos detectar diferencias temporales en el rango de microsegundos para fines como la localización espacial.

.... human hearing has a higher time precision than vision (Repp 2003). Since we are able to use timing deviations as low as 20 μ s between ears as cues to determine spatial positioning (Pierce 1999, p. 102) (...) (Lago and Kon 2004).

Sin embargo, los seres humanos no somos igualmente sensibles a todas las formas de latencia. Por ejemplo, en un contexto musical las latencias menores a 10 ms no son detectables y entre 10 y 20 ms pueden ser aceptables (Blauert 1997).

En resumidas cuentas, lo ideal es que las latencias sean inferiores a 5 ms, aunque es posible tener un correcto funcionamiento con latencias inferiores a 10 ms. La latencia es introducida por la tarjeta de sonido, pero también por el ordenador y la configuración del DAW, donde las muestras del tamaño del búfer¹⁹ son claves para no introducir latencia adicional. Es fundamental, optimizar estas configuraciones para conseguir un buen sonido con prestaciones óptimas.

¹⁹ El búfer es una porción de memoria temporal que se utiliza para almacenar audio antes de ser procesado

Reducir el búfer reduce la latencia, pero también el tiempo para que la CPU procese el audio. Esto puede provocar pérdidas momentáneas de audio conocidas como *dropouts*. Normalmente se busca un tamaño de búfer entre 64 y 256 muestras y una frecuencia de muestreo de 44.100 Hz o 48.000 Hz

La combinación tarjeta de sonido más ordenador puede ser importante por su accesibilidad. Un músico habitualmente dispone de ellos, muchas veces como parte de un *home studio* para efectuar grabaciones. El propio hecho de no ser una herramienta dedicada es causa de su ubicuidad en muchos contextos (Keller, Schiavoni, and Lazzarini 2019; Schubert 2021) y lo convierte en una herramienta versátil que puede llevarse al campo de la guitarra eléctrica.

Ha sido común introducirlo en los sets de la guitarra eléctrica, especialmente a partir del siglo XXI donde las prestaciones del ordenador mejoraron y su uso y alcance se han expandido más.

Aunque ya se han mencionado antes, algunos de los artistas que han empleado esta configuración, Stephen Carpenter de los Deftones y el grupo NIN, utilizan el ordenador en su set desde principios del 2000. Mat Bellamy de Muse, también lo emplea, aunque más centrado en la secuenciación que en el procesamiento. También centrada en la secuenciación lo ha empleado Nita Strauss. Aunque probablemente los guitarristas pioneros en utilizar el ordenador en escena fueran los de Radiohead, Jonny Greenwood y Ed O'Brien durante los años 2000 y 2001 en las giras de *Kid A* y *Amnesiac*, una fecha temprana para un circuito profesionalizado. Entre los artistas alternativos Christian Fennesz suele llevar un ordenador y una guitarra eléctrica. Dentro de la música clásica contemporánea en obras como *Contradição-Paradoxa* de Benardo Barros (Barros 2007) se propone este sistema con ordenador tarjeta de sonido y pedalera MIDI, que también es el propuesto para la realización de la obra *Trash TV Trance* de Fausto Romitelli (Romitelli 2002) en el artículo *The Electric Guitar: Forms of Augmentation and their use in the Contemporary Repertoire* (Santos and Portovedo 2023).

Se puede ver que el ordenador tiene varias funciones, ya que no sólo actúa como procesador de efectos en tiempo real, sino como secuenciador y como interfaz de control. Aunque la diferencia es sutil, la secuenciación se refiere a acciones como el lanzamiento de pistas pregrabadas, *backing tracks*, samples. Acciones como el *live looping* están a medio camino entre un efecto y una secuenciación, pero la idea que resume la secuenciación es la de electrónica con una memoria, pregrabada o

generada en la actuación. La función del ordenador como interfaz de control está relacionada con la configuración de otros dispositivos.

En la presente tesis se defiende particularmente el uso de tarjeta de sonido, ordenador y amplificador como la solución más accesible y con un nivel de flexibilidad muy alto y la potencialidad de ofrecer calidad profesional. No obstante, a falta de estadísticas, la impresión general es que a nivel de uso el ordenador no se ha impuesto a las soluciones dedicadas. Esto puede deberse también al esfuerzo publicitario dirigido a la comunidad musical que han hecho las empresas de efectos. También a la mayor necesidad de configuración de diversos componentes hardware y comprensión de software que es necesario para optimizar los recursos.

Móvil y *tablet* son dos dispositivos que han ganado importancia en los *setups* de sonido. Aunque a día de hoy apenas se emplean como procesadores en entornos profesionales, existen soluciones hardware para mejorar su procesamiento y utilizar herramientas de software y diversos efectos, posibilidades de grabación etc. Dentro del móvil la solución más empleada es *iRig* (Figura 2-12) que es una interfaz hardware para conectar la guitarra eléctrica al móvil vía USB. A día de hoy está especialmente orientado a usarse con auriculares y para práctica silenciosa. La *tablet* se ha profesionalizado más y, por ejemplo, el modelo *iTrack solo*, de la marca Focusrite está orientada hacia el uso en *ipads*. También algunos software, como Ableton o Garage Band, han sido adaptados para *tablet*. Aun así, las garantías de estos efectos siguen estando en duda. (Yao 2019).



Figura 2-12: Dispositivo *iRig*

No obstante, teniendo en cuenta la velocidad con la que los *smartphones* han ido ganando en utilidades, no es descartable que el futuro del procesamiento de audio pase por las aplicaciones móviles. Esto llevaría a una reducción considerable del

setup del guitarrista eléctrico, puesto que los DAW y los software de centralización de *plugins* podrían controlarse desde el smartphone. Esto tendría que venir acompañado de dispositivos físicos que expandieran los puertos del móvil (como el citado *iRig*), y mejoraran el procesamiento del audio (como *iTrack* de Focusrite pero adaptada al *smartphone*). Se trata de desarrollos futuros prometedores pero cuyo implantación todavía está por ver.

Otro uso muy distinto es el del *smartphone* como controlador. Este es un campo que se está expandiendo constantemente. Puede actuar como controlador MIDI, lanzar muestras, usarse como PAD, teclado, giroscopio-acelerómetro, etc. Se diseñan guitarras a nivel experimental para tener una posible ubicación del smartphone en su cuerpo, también se utilizan en el cuerpo del intérprete. En este aspecto hay una tendencia de los dispositivos de muñeca. Y aplicaciones como *Musikraken* que convierten automáticamente al dispositivo móvil en un completo controlador MIDI. Dentro de estas aplicaciones móviles relacionadas con la guitarra eléctrica han tenido gran aceptación las aplicaciones de aprendizaje como *Yousician*.

Finalmente, un concepto que ha sido definido recientemente es el de *Smart Instruments* (Turchet 2018), completando el de instrumento aumentado, añadiendo la posibilidad del control con Smartphones, IOT (*Internet of Things*) y otras soluciones tecnológicas más recientes que son aplicables desde hace aproximadamente una década.

2.3.4. Sonorización

En la guitarra eléctrica los dispositivos de salida pueden ser considerados el componente fundamental (Hunter 2005). Lo son en cuanto a su necesidad, ya que sin ellos no hay sonido, pero también en cuanto a experiencia auditiva, ya que la calidad, equilibrio y diseño de la salida del sonido definen por completo la apreciación estética de una actuación. Los dispositivos de salida, además de transformar la experiencia del público, tienen la capacidad de transformar la escucha del intérprete y afectar profundamente al resultado musical. Este concepto de sonorización es más amplio que el de amplificación e implica una perspectiva del sonido que engloba: la monitorización, la acústica, la disposición de los altavoces, microfónica, gestión de los envíos de sonido, ecualización ... Todo ello tanto desde un punto de vista técnico, como desde un punto de vista artístico.

La sonorización ha cambiado radicalmente en la guitarra eléctrica a lo largo de su historia. En los orígenes se mantenía la perspectiva del instrumento como fuente del sonido donde el amplificador funcionaba como proyección sonora del instrumento. Sin embargo, la disposición del amplificador, además de afectar a la tímbrica comenzó a afectar a la recepción acústica del intérprete, debido, entre otras causas a la colocación y orientación del mismo. Esto llevó asociado algunos problemas de monitorización. Optimizar la escucha del público no conlleva siempre optimizar la escucha del intérprete, lo cual motiva la reflexión sobre la monitorización, o sobre como el músico se escucha a sí mismo.

Only the musician, singer or speaker who feels completely at ease with all fringe factors will also praise the acoustical quality. The main factors judged here are the sound volume and the mutual listening (...). The overall acoustic impression of his own work as it is perceived in the reception area plays a very subordinate role for the performer (Ballou 2008).

El tamaño del espacio juega un papel fundamental en este proceso. En el contexto del pop rock, hasta los años 50 y principios de los 60 las guitarras eléctricas se amplificaban exclusivamente a través de sus amplificadores dedicados sin pasar por la mesa de mezclas ni el sistema de PA. Los amplificadores se colocaban en el escenario y se confiaba en su potencia para llenar la sala. Por tanto, las guitarras, el bajo y la batería no pasaban por la PA, sin embargo, las voces sí. Consecuentemente, los técnicos no tenían control directo sobre el volumen de los amplificadores en el escenario y esto a menudo creaba desequilibrios en la ecualización.

En los años 60 y 70, con la llegada de conciertos en estadios y grandes festivales (como Woodstock, 1969), surgió la necesidad de un sistema más avanzado para mezclar y amplificar el sonido. Los amplificadores comenzaron a microfonearse y el sonido se enviaba a la mesa de mezclas para ser reproducido por la PA. Esto permitía controlar el volumen de las guitarras desde la mesa y evitar que el sonido dependiera únicamente del amplificador en el escenario. Además, la batería también comenzó a amplificarse, de manera que los técnicos podían ajustar el volumen de cada instrumento desde la mesa de mezclas, equilibrándolo con las voces y otros elementos.

When the Beatles played Shea Stadium in 1964, the only PA was for voice; guitars were only as loud as the guitar amplifiers. Of course, the crowd noise was so loud even the audience couldn't hear what was going on(...). With the size of stages increasing, it became

difficult to hear everything, not just the vocals. Drums could be on risers 15 feet in the air, and guitar amps were occasionally stowed away under the stage. These changes required the use of a monitor console-a separate mixer used for the sole purpose of creating multiple monitor mixes for the performers-to accommodate all the additional inputs as well as create separate mixes for each performer. Today, even the smallest music clubs offer at least two or three separate monitor mixes, and it is not uncommon for local bands to carry their own monitor rig capable of handling four or more mixes. Many national touring acts routinely employ upwards of sixteen stereo mixes (Ballou 2008).

Por tanto, el cambio de escala de los shows fue determinante y trajo como consecuencia la incorporación en bandas y escenarios de técnicos e ingenieros de sonido, que fueron ganando importancia en el esquema habitual de la actuación en directo. Además, la figura del músico y, destacadamente la del guitarrista eléctrico, se volvió transversal a varias disciplinas, especialmente en lo referente a la ciencia y técnica del sonido y su interrelación con la interpretación musical. Este proceso redefine las competencias laborales y su importancia en el espectáculo musical. Puede haber una distorsión entre la escucha que un instrumentista tiene en su monitorización y la que se produce de su sonido en el espacio acústico. En muchos casos la escucha del espacio va a depender de un profesional independiente del músico.

Además, es común una monitorización a través de auriculares, donde el músico prepara su escucha de manera más personalizada. Aunque también presenta algunos problemas a la hora de preservar la naturalidad de la escucha y la actuación, ya que el intérprete puede dejarse llevar más por la referencia de los cascos que por la escucha espacial.

Actualmente es común que, aunque el espacio sea pequeño, el técnico microfonee los amplificadores y controle el volumen de la sala a través de la PA, siendo el amplificador solo un sistema de captación del sonido y, opcionalmente, de monitorización. Otra opción habitual es que los músicos envíen directamente la señal de su equipo a la mesa de mezclas de la sala y que el técnico se encargue de la sonorización de la PA y del equipo de monitorización del músico.

En el presente crecen las configuraciones personalizadas de los intérpretes de guitarra eléctrica: Las posibilidades ofrecidas por las mesas de mezclas y las tarjetas de sonido, así como por algunos efectos, han hecho que los músicos hayan querido enviar el sonido de su guitarra a más de un amplificador en distintas rutas de audio. Detrás de estas tendencias se vislumbra la influencia de las herramientas

del estudio de grabación y su aplicación al directo. Esta idea, como tantas otras aplicadas a la guitarra eléctrica, ha sido transversal a varios estilos. Adicionalmente, la investigación musical ha dedicado esfuerzos a crear sistemas de sonorización para el instrumento (Graham and Harding 2015; Graham and Bridges 2014).

Una de las dudas importantes llega a través de las señales mono y estéreo. En la mayoría de los casos la señal de la guitarra eléctrica es de tipo mono, salvo algunos modelos que incluyen salidas estéreo. Cuando se envía la señal a dos amplificadores, o a dos pantallas (con un cabezal amplificador que actúa como divisor de la señal), o a una PA, se tiene una señal mono duplicada. No obstante, sí hay un cambio perceptible en la radiación acústica y en la percepción de la espacialidad del instrumento, como se denota en la entrevista con Yaron Deutsch. La colocación y desfase de los amplificadores, así como su tímbrica particular, especialmente si son diferentes,²⁰ puede generar una ilusión de estéreo y, adicionalmente, efectos muy interesantes.

Algunos efectos y procesamientos pueden generar un estéreo o más precisamente un estéreo simulado (ya que la categoría de estéreo real depende específicamente de que el sonido sea recogido y enviado por dos micrófonos en determinada posición). Esta simulación del estéreo se crea duplicando la señal y aplicando procesamientos independientes a cada una de las copias. Con un ordenador se puede replicar este proceso hacia simulaciones multicanal. Las posibilidades de envíos y ruteo de la guitarra eléctrica son enormes y cada vez más campo de experimentación de los guitarristas.

La salida común que emplean las guitarras eléctricas en sus conexiones es un Cable TS (*Tip Sleeve: jack* mono de 1/4 de pulgada o 6.35 mm). Se trata de una señal mono y no balanceada.²¹ Algunas guitarras tienen la posibilidad de utilizar un cable TRS (*Tip-Ring-Sleeve*) ya sea para enviar una señal balanceada o una señal en estéreo (por ejemplo, una pastilla para cada canal). Algunas guitarras con sintetizadores integrados o sistemas MIDI (como Roland *GR-55* con pastilla *GK-3*) utilizan cables MIDI para transmitir información de control, normalmente el cable de 5 pines. En este momento, aunque son escasas, también existen guitarras

²⁰ Aunque, en el caso de Yaron, por ejemplo, la búsqueda es de la homogeneidad con dos pantallas semejantes.

²¹ Al ser no balanceado es más susceptible a interferencias en tramos largos.

eléctricas que incluyen conexiones USB y guitarras con una salida XLR. Finalmente, es muy común en los *setups* actuales usar un Cable TS inalámbrico.

Para transformar la señal no balanceada a balanceada, se necesita un equipo DI box (*Direct Input Box*). Este es un componente que es fundamental en muchas propuestas de sonorización del instrumento, especialmente cuando se envía directamente a la mesa de mezclas del técnico. Si, por ejemplo, la señal sale de una pedalera multiefectos o de una tarjeta de sonido y de aquí viaja hasta la mesa de mezclas, en ese caso se utiliza una DI. Esto es importante, porque las mesas de mezclas suelen recibir señales balanceadas y de baja impedancia, y es más recomendable hacerlo mediante este procedimiento.

No obstante, tanto mesas de mezclas como tarjetas acostumbran a tener una entrada llamada *Hi Z* que soporta y optimiza la alta impedancia de las salidas no balanceadas de la guitarra eléctrica. Aun así, en el caso de las mesas de mezclas, se procura transformar la señal mediante una DI; esto no siempre se aplica a las tarjetas de sonido, que muchas veces reciben la señal directamente a una entrada de *Hi Z*.

Finalmente, los guitarristas utilizan productos de acondicionamiento de energía y protección eléctrica, que filtran el ruido eléctrico ya que los sistemas eléctricos en conciertos o estudios pueden tener ruidos debido a interferencias de otros equipos o líneas eléctricas con malas conexiones. Equipos como los Furman filtran el ruido eléctrico de la corriente alterna (AC) antes de que llegue a los pedales, amplificadores o equipos digitales, reduciendo considerablemente los ruidos inducidos. Además, protegen contra sobretensiones ya que los picos de voltaje, ya sea por problemas en el suministro eléctrico o descargas pueden dañar los equipos. Por último, actúan como reguladores de voltaje, pues en algunos lugares, el voltaje puede fluctuar. Esto puede afectar el rendimiento de amplificadores y pedales, haciendo que suenen mal o incluso dañándolos. Estos dispositivos alimentan todo el equipo del guitarrista desde un único punto seguro, como si de una regleta se tratara. También se pueden tomar otras medidas para el control de ruidos: Utilizar cables de calidad, pedales de *noise gate*, y posicionar el equipo lejos de fuentes de ruido como transformadores. No es raro ver en los *setups* dispositivos como el Voodoo Labs que funciona como fuente de alimentación de varios pedales simultáneamente.

La sonorización de la música clásica contemporánea tiene la particularidad de estar pensada para espacios que normalmente se diseñan para conjuntos de

música clásica, principalmente auditorios. Esto puede suponer una ventaja al menos en la sencillez de la sonorización, ya que en muchos casos no será necesario nada más que los propios amplificadores para sonorizar el instrumento.

Dependiendo de los criterios del técnico de la sala y del instrumentista se podría enviar adicionalmente el sonido de los amplificadores a la mesa de control exterior para tener una amplificación adicional, es decir, un sonido del espectáculo compartido entre amplificador y PA. En el caso de la música clásica se ha vuelto común contar con alguna microfonía adicional para repartir mejor el sonido en el espacio acústico. La estética que impone este género es la discreción, tratar de aplicar la amplificación de manera natural y apenas perceptible como una proyección del volumen. Puede tener sentido en algunos espacios con la guitarra eléctrica, aunque lo habitual será utilizar simplemente el o los amplificadores.

Es una práctica común de los guitarristas eléctricos de este estilo emplear dos amplificadores, o un amplificador y dos pantallas. No sólo el ya mencionado Yaron Deutsch sino también otros como Graham Banfield (Figura 2-13), emplean dos salidas para el instrumento. Además, algunas obras lo exigen, como *la Cité des Saules*, analizada en el tercer capítulo, y para muchas otras es recomendable.





Figura 2-13: Graham Banfield (imagen superior) y Yaron Deutsch (imagen inferior).

Respecto a ciertas obras, que funcionan con parte fija, y otras que implican el uso de bucles, surge una problemática. La coherencia entre el dispositivo de salida donde se reproduce la parte fija y el amplificador que emplea la guitarra. La coherencia en el sonido, volumen, intención etc. entre estos dos dispositivos es fundamental para que la obra alcance todo su potencial, y supone un reto para la sonorización. En general, cuando se habla de los efectos y procesamientos aquellos que emplean memorias generan casos especiales de sonorización. También determinados efectos pueden tener más sentido aplicados a varios altavoces, como el *delay*, el *chorus* etc.

2.4. La guitarra eléctrica como instrumento aumentado

En la investigación actual, la aumentación se analiza con mayor frecuencia como un fenómeno asociado a la informática musical, el procesamiento digital de señales y el uso de sensores y componentes electrónicos para captar y transmitir los gestos del intérprete (Turchet 2018), sin embargo, autores como Otso Lähdeoja (Lähdeoja 2008; Lähdeoja and Navarret 2010) sostienen que la guitarra eléctrica siempre ha sido un instrumento aumentado, en la medida en que está integrada en una cadena sonora, es decir, forma parte de una red.

Inicialmente, esta era una red muy simple, con una entrada (guitarra), transmisión (cable) y salida (amplificador). Este esquema de entrada–proceso–salida constituye el principio fundamental del funcionamiento del instrumento y es de importancia excepcional. También representa el modelo clásico del sistema electrónico y, de hecho, el modelo estándar del sistema informático.

Actualmente el instrumento se considera como un sistema que abarca las dimensiones de la guitarra, el procesamiento, la amplificación y la sonorización. Históricamente, muchos de sus intérpretes destacados no solo han sido grandes guitarristas en un sentido "clásico" sino, además, grandes conocedores e innovadores de este sistema.

Currently, the electric guitar appears as a user-configurable, hybrid and modular instrument. It is comprised of acoustic, electromechanical and digital parts, all of which are integrated into an instrumental environment. (...) The instrumental environment offers a high degree of configurability for the musician (...) As a result, a wide variety of diverse objects coexist under the common name "the electric guitar" (Lähdeoja and Navarret, 2010).

Tomando en cuenta la historia cultural de la guitarra eléctrica, queda claro que la guitarra eléctrica ha entablado desde sus orígenes una estrecha colaboración con los avances científicos y tecnológicos de su época. Además, siempre se ha dispuesto en una cadena de sonido, lo que le convierte en un antecedente de los instrumentos aumentados si tomamos la definición de instrumento aumentado como la siguiente:

A network of sound production and processing units, spatially extended and configurable by the player according to the desired sonic results. (...) The initial sound source (the acoustic guitar) becomes a part of an electro-acoustic chain (Lähdeoja and Navarret, 2010).

Una de las diferencias entre un instrumento aumentado y un DMI es que el instrumento aumentado, además de basarse en la forma de un instrumento conocido, también mantiene propiedades acústicas del instrumento original. Aunque la guitarra eléctrica apenas tiene volumen, sus propiedades tímbricas son, en gran medida, derivadas de su construcción: madera, materiales, forma, electrónica interna, etc. Por ello, teniendo en cuenta la definición más restrictiva de Turchet, la guitarra eléctrica también puede ser considerado un instrumento aumentado.

The family of the so-called "augmented-instruments" or "hyper-instruments" is composed by acoustic instruments that are

enhanced at hardware level with sensor and/or actuator technology, and at software level with digital signal processing techniques.(Turchet, 2017).

Muchas de estas teorizaciones sobre instrumentos aumentados, que también inciden en el software hacen de los mismos un fenómeno más bien asociado al procesamiento digital de la señal de audio.

Si tomamos en consideración el procesamiento electrónico, como el que se derivada del planteamiento teórico de Miller Puckette (Puckette 2007), la aumentación solo es electrónica, ya sea analógica o digital. Pero si pensamos en lo que aportan las soluciones informáticas podemos trazar una línea que establece el control informático como una entidad independiente que puede interactuar a nivel gestual con el guitarrista de una manera más accesible. Si la idea principal del mundo de la guitarra ha sido poner el ordenador en las soluciones dedicadas (pedaleras multi efectos etc.) La expresión de la informática ha sido abrir sus controles a dispositivos que inicialmente no estaban relacionadas con la guitarra (nuevas interfaces, teléfonos móviles, *tablets*, soluciones DIY) y que potencialmente tienen la capacidad de cambiar la manera de interactuar con el instrumento y afectar al *embodiment* y a la técnica.

Un debate surge al delimitar cuál es el ámbito de la aumentación, y donde acaba ésta y empiezan otra categoría de modificaciones. Aunque no se expresa categóricamente en ningún texto, es posible afirmar que hay dos dimensiones conceptuales en el instrumento: fuera y dentro de la cadena de sonido. Podemos definir como fronteras instrumentales lo que sucede antes de que se genere la onda frente a lo que sucede una vez que se genera la onda y es procesada. Una idea que esquematiza con precisión lo que está sucediendo a nivel de construcción y lutería es que los procesos que suceden previos a la generación de la señal son preparaciones o extensiones, y los que suceden modificando la señal ya generada son aumentaciones. Tiene sentido hablar de guitarra preparada o extendida²² y guitarra aumentada como dos realidades distintas a nivel conceptual. Por ejemplo, una guitarra con siete cuerdas u ocho cuerdas sería una guitarra extendida, pero una guitarra de seis cuerdas que, por un procesamiento de la señal, suena una octava más aguda es una guitarra aumentada. Existe, no obstante, comunicación

²² Puede que guitarra extendida sea más adecuado como término. El término de instrumento preparado se asocia a algo más experimental y efímero. En el ejemplo de la guitarra de ocho cuerdas no se trata de una preparación como puede ser el piano preparado de Cage, sino de una extensión material del instrumento de carácter permanente. Aunque no todas las extensiones son permanentes, por ejemplo, el uso de la cejilla.

entre las preparaciones y las aumentaciones, ya que pueden cobrar distintos sentidos en sus interrelaciones.

The dichotomy between external and internal instrument (in its signal processing form) becomes very important. Some external techniques only make sense with some change in the internal circuit. For example, the metal coin on the strings makes more sense if there is a lot of distortion and the e-bow only works if there is the electromagnetic phenomenon. The instrument is being magnified into two directions, external and internal. This is putting the guitar in the middle of the sound chain, not exclusively at the beginning. (Santos and Portovedo 2023)

The popularity of the sliding sound helped promote and reinforce the position of the guitar as a popular musical instrument. This popularity also influenced the move toward electrification of the instrument, because maximally effective achievement of the sliding sound depended on sustain (the ability of the musician to keep the sound going), and electricity vastly improved the guitar's sustain. (McSwain 1995).

Los usos de la electrónica en la guitarra eléctrica tienen diversas funciones: aumentar la plantilla instrumental, modificar el sonido, el timbre y la estructura temporal, influyendo también en el sentido del gesto. Por eso es importante evaluar como interaccionan las interfaces con la técnica musical del intérprete como se hace en *Exploring the Design Space of Hand-Controlled Guitar Effects for Live Music* (Hödl and Fitzpatrick 2013).

A nivel cronológico, algunos trabajos pioneros en la aumentación se implementaron sobre accesorios (Pakarinen and Puputti 2008). La tecnología de los controladores manuales en el cuerpo de la guitarra tuvo un apogeo entre los años 2010 y 2014 (Hödl and Fitzpatrick 2013; Newton and Marshall 2011; Tzanetakis et al. 2013; Lähdeoja and Navarret 2010). En estos años se encuentran las principales aportaciones a ese campo de investigadores tan importantes como Trond Engum y Otso Lähdeoja, también el proyecto RANGE o el *guitar wing*.

En los últimos años la aumentación se ha dedicado al ámbito de la gestualidad del guitarrista a través de sensores de movimiento (Lionetti et al. 2024) y también a mecanismos de preparación del instrumento (Bromham and Moore 2023). En general, se insiste bastante en la conexión con el área del HCI (*Human Computer Interaction*): la capacidad de hacer los inventos útiles y amigables para el practicante del instrumento. Un giro importante de las tendencias del diseño es pasar de un paradigma tecno céntrico a uno *performer* céntrico. Tesis como la de

Juan Pablo Martínez Ávila²³ ya no se centran en desarrollos concretos sino en su impacto, su contexto, su uso, su realidad y su enfoque

(...) to propose an ecologically informed and musician-centred design approach for the development of new guitar technologies and embodied interactions. This endeavour is motivated by the predominance of technologies for guitar that are evidently designed with a techno-centric approach, i.e., the technology is designed first and then deployed with guitarists.

Otra línea de investigación destacada es la reflexión crítica sobre los criterios de diseño, la sostenibilidad, la divulgación y comunicación.

Las fuentes sobre guitarra eléctrica y aumentación son muy diversas y provienen de diversos campos del conocimiento, además se presentan en distintos formatos: Artículos, libros, conferencias, tesis, vídeo tutoriales, repositorios informáticos y web, libros de divulgación, productos comerciales etc. En el siguiente apartado se recopila la principal literatura.

2.5. Literatura y fuentes relevantes

Como se ha podido advertir, la guitarra eléctrica está experimentando actualmente un período de crecimiento, reconocimiento y creciente importancia dentro de la investigación, la experimentación y el estudio académico. Se trata, sin duda, de un momento vibrante para la investigación sobre el instrumento. A continuación, un examen más detallado de la bibliografía.

2.5.1. Artículos sobre guitarra eléctrica e instrumentos aumentados.

Todos estos estudios han sido tenidos en cuenta y han aportado ideas para el desarrollo de la interfaz de aumentación y la conceptualización de la guitarra eléctrica como instrumento aumentado.

Slide guitar synthesizer with gestural control (Pakarinen and Puputti 2008). *The Electric Guitar: An Augmented Instrument and a Tool for Musical Composition* (Lähdeoja and Navarret 2010). *Examining How Musicians Create Augmented Musical Instruments* (Newton and Marshall 2011). *Autonomous Novel Guitar Effects (RANGE)* (Tzanetakis et al. 2013). *Exploring the Design Space of Hand-*

²³ Los estudios participativos siempre han tenido fuerza en este campo de la investigación, y tienen un importante antecedente en *Examining How Musicians Create Augmented Musical Instruments* (Newton and Marshall 2011). No obstante, la tesis referida se va un paso más allá, hacia un diseño completo. También a un acercamiento hacia usuarios no profesionalizados.

Controlled Guitar Effects for Live Music (Hödl and Fitzpatrick 2013). *When is a Guitar not a Guitar? Cultural Form, Input Modality and Expertise* (Harrison et al. 2018). *Some reflections on the relation between augmented and smart musical instruments* (Turchet 2018). *Reconfigurable Magpick: an Augmented Guitar Pick for Nuanced Control*. (Morreale, Guidi, and Mcpherson 2019). *Gestural control of augmented instrumental performance: A case study of the concert harp* (Sullivan et al. 2018). *Affordable Digital Guitar Effects Pedal for Local Guitarists* (Hazel 2019). *Digital Music Instruments as Research Products* (Jack, Harrison, and Mcpherson 2020). *Redisigning the Chowndolo* (Lepri et al. 2023). *Transmitting Digital Lutherie Knowledge: The rashomon effect for DMI designers* (Zayas-Garin, Nordmoen, and Mcpherson 2023). *Muscle-Guided Guitar Pedalboard* (Lionetti et al. 2024).

Hay autores, instituciones y equipos de investigación que han tenido un especial impacto en el campo de la guitarra eléctrica aumentada y de los instrumentos aumentados.

El trabajo de Otso Lähdeoja es de referencia obligada, como base para la teorización sobre las particularidades del instrumento, su investigación es asimismo de gran profundidad en todo el campo que rodea a la instrumentalidad contemporánea, tratando las humanidades digitales, o el *embodied music cognition*, semiótica musical etc.

El *Augmented Instruments Laboratory*, es un grupo de investigación de la *Queen Mary University* de Londres fundamental en el estudio de los instrumentos aumentados. Su desarrollo tecnológico, la placa electrónica Bela, es importante por ofrecer bajas latencias en el procesamiento de audio a través de un microprocesador embebido.

El libro *The theory and techniques of electronic music* (Puckette 2007) es uno de los pilares de la informática musical.

Las figuras de Wanderley, Hunt, Miranda, Bongers y de Jensenius se encuentran los orígenes de la investigación en nuevas interfaces musicales. Algunos de sus textos consultados fueron: *Gestural Control of Music* (Wanderley 2004), *Physical Interfaces in the Electronic Arts Interaction Theory and Interfacing Techniques for Real-time Performance* (Bongers 2000) y *New digital musical instruments control and interactions beyond the keyboard* (Miranda and Wanderley 2006) *Sound Actions de Jensenius* (Jensenius 2022). Estos autores han seguido evolucionando en sus planteamientos continuando con su línea investigadora con

trabajos más recientes, donde actualizan sus planteamientos a nuevos escenarios tecnológicos.

También hay autores que han sido muy importantes en la escritura de esta tesis por su cercanía y transmisión directa de los conocimientos. El trabajo de Henrique Portovedo en HASGS (Portovedo, Lopes, and Mendes 2018) *Creation, Performance and Artistic Research group* (CPIA), de la Universidad de Aveiro (Portugal), muy importante en la investigación de instrumentos aumentados. Henrique también es autor de otros textos relevantes para esta investigación (Portovedo 2020; Duarte and Sardo 2023).

2.5.2. Libros y tesis sobre guitarra eléctrica y aumentación.

Algunos libros importantes son *21st Century Guitar - Evolutions and Augmentations*. Distortion in Music Production (Bromham and Moore 2023) en su capítulo sobre la distorsión en la guitarra Jazz. También *The electric guitar the story of an american icon*.(Millard 2004) y *Rock Guitar Virtuosos* (Herbst and Vallejo 2024).

La tesis de Zackie Banks *The Electric Guitar in Contemporary Art Music* (Mackie Banks 2013) es, probablemente, la más importante sobre guitarra eléctrica y música contemporánea, y es deudora de la tesis de Robert Tomaro *Contemporary Compositional Techniques for Electric Guitar in United States Concert Music* (Tomaro 1994) la primera sobre el instrumento en ese contexto. *Electric Guitar Performance Techniques: Meaning and Identity in Written Discourse* (Turner 2015) es importante en el apartado de técnicas y complementos de la guitarra. La tesis *Embodied Interaction with Guitars: Instruments, Embodied Practices and Ecologies* (Martínez Ávila 2022), es también muy importante, más conceptual y cercana a los instrumentos aumentados, así como a las implicaciones sociológicas de la tecnología musical.

Las tesis *A global approach to guitar tuition: Developing an electric guitar meta-canon* (Lee 2015) sobre el repertorio, y la de Thomas Jameson, *Negotiating the Cross Cultural Implications of the Electric Guitar in Contemporary Concert Music* (Thomas Jameson 2017) son también importantes dentro del instrumento. Finalmente, *Rock Guitar: Individuality, Creativity, and Musical Expression From Edward Van Halen to Guthrie Govan (1978-2021)* (DePue 2022) también ha sido consultada, especialmente en su nivel de explicación histórica.

La tesina *A Modular Artistic Practice for the Post-Classical Guitarist*, (Lacopo 2024) presenta cierta crítica a cómo se plantea la electrónica de la guitarra eléctrica y una reflexión sobre el papel de la guitarra clásica y su relación con la guitarra eléctrica. Dentro de las tesis sobre otros instrumentos que comparten temática con la presente, tenemos: La tesis *An evaluation of digital interfaces for music composition and improvisation* (Vasilakos 2016) o *The present performer a humanised augmented practice of the clarinet* (Furniss 2017). En este apartado podrían citarse varias tesis más, pero escapan a la materia de este trabajo.

2.5.3. Conferencias y revistas influyentes en el ámbito de la investigación

Gran parte de la información citada hasta el momento se puede encontrar en la revista del NIME (*New Interfaces for Musical Expression*) procedente de la conferencia más relevante sobre nuevas interfaces musicales, a la que se suman otras de importancia como: ACM (*Audio Mostly Conference*) con muchos textos sobre instrumentos aumentados y su conceptualización, DAFX (*Digital Audio Effects*), SMC (*Sound and Music Computing*)... Todas ellas son relevantes a la hora de comprender los DMI, las nuevas interfaces y la informática musical. Otras revistas que también se han consultado con especial asiduidad son: *Journal of New Music Research*, que aporta en varios artículos conceptos sobre la evolución de los instrumentos, *Organised Sound*, y *Música Hodie*, sobre música contemporánea y tecnología, *Journal of Multidisciplinary Music Studies*, *Contemporary Music Review* y algunas más antiguas como *Computer Music Journal*. También revistas sobre cultura, musicología y educación musical como: *British Journal of Music Education*, *IASPM Journal* o *International Journal of Music Education*.

2.5.4. Efectos y amplificación

En el material bibliográfico hay un perfil de manual divulgativo con publicaciones como: *Amped: The Illustrated History of the World's Greatest Amplifiers* (Hunter 2012), *StompBox: 100 Pedals of the World's Greatest Guitarists* (Paz 2021) *Guitarist Guide to Effects Pedals* (Bailey, Dickson, and Hamilton 2017).

Unido a ello, son de gran valor, todos los *rigs* gráficamente esquematizados por Adam Cooper para *Guitar Geek*, una página web de la primera década del siglo XXI (Adam Cooper, n.d.).

La bibliografía técnica sobre efectos digitales y VSTs es amplísima. El desarrollo de pedales de efectos y amplificadores es tema de numerosos TFG y TFM y de tesis doctorales. Es una línea de investigación especialmente trabajada por los ingenieros electrónicos y de telecomunicaciones, entre otros. Se han consultado: *Recognizing Guitar Effects and Their Parameters Settings* (Jürgens, Hinrichs, and Ostermann 2020), *Guitar Effects-Pedal Emulation and Identification* (Holmes 2019) y *Real- Time Digital Simulation of Guitar Amplifiers as Audio Effects* (Mačák 2012).

Sobre amplificadores, *The Guitar Amp Handbook* (Hunter 2005), tiene una parte más cultural y de apreciación y opinión del autor. Sin embargo, *Electric Guitar Amp Handbook* (Darr 1973) es más técnico y resumido, y gran parte del libro está centrado en el servicio de mantenimiento y de reparación del amplificador. Sobre las discusiones y explicaciones sobre los amplificadores de válvulas: *The warm, rich sound of valve guitar amplifiers*. (Keepports 2017).

Algunos libros de construcción son: *Building Electric Guitars: How to make solid-body, hollow-body and semi-acoustic electric guitars and bass guitars*.(Koch 2001). También se ha consultado *Engineering the Guitar: Theory and Practice* (French 2009) que explica las guitarras desde un punto de vista de la lutería y la física. Un artículo interesante es *Noise Peddler* (Bright and Westwood 2021) que ofrece una perspectiva de los pedales en el siglo XXI.

En este ámbito concreto el autor se convierte en un probador. Ya no se trata de leer referencias de manera teórica sino de intentar implementar desarrollos tecnológicos y probar su utilidad. Es difícil valorar a nivel práctico si un estudio investigativo escrito tiene más utilidad que un video tutorial que explica como alcanzar cierto desarrollo en concreto. Algunos vídeos como el de Ryo Kosaka sobre Arduino (Kosaka 2025) y posts como el de Darwin Grosse (Grosse 2009) han influido profundamente en la manera de desarrollar tecnología en la tesis. El trabajo de Andrew Reid es un documental de aumentación y construcción de nueva lutería digital, en forma de video [tutorial](#).

2.5.5. Compositores y teoría artística

Las propuestas de uso del instrumento de los compositores, especialmente los empleados en los *case studies*, son de importancia capital en el estudio. Aquí se incluyen la obra *Writings on music* (Reich and Hillier 2011) del compositor Steve Reich junto con los esquemas de sonido de *Electric Counterpoint* (Reich 1987) las

notas a las partituras de *La cité des saules* de Hugues Dufourt, las notas de *Trash TV Trance* de Fausto Romitelli (Romitelli 2002), escritas por Tom Pauwels, las notas de *Not I* de Stefan Prins (Prins 2007). Al referirse a las notas de las partituras se hace alusión tanto las secciones escritas por los propios compositores como las escritas por intérpretes en la edición, como por ejemplo las de Tom Pauwels en *Trash TV Trance*. Es importante el artículo de Billone sobre Yaron Deutsch (Billone 2024), así como las opiniones de muchos de los compositores estudiados y consultados, entre los que se encuentran Prins, Sharp y Murail. Especialmente clave es la entrevista hecha a Yaron Deutsch que forma parte de esta tesis. Además de los testimonios de otros guitarristas eléctricos (Casoli, Kohle). Finalmente, el libro de Elliot Sharp *Irrational Music* (Sharp 2019), que habla de sus experiencias como compositor y guitarrista.

Algunos artículos muy centrados en la guitarra eléctrica, en la música contemporánea y en su aspecto cultural son: Albert Pierre (1994) y *Rock Espectrale* (Jameson 2015) tratan sobre la obra de Tristan Murail *Vampyr*. El artículo *Heaviness and the electric guitar: Considering the interaction between distortion and harmonic structures* (Herbst 2018), trata la distorsión y el concepto de heavy de una manera técnica Finalmente, *The power of electric guitar* (McSwain 1995) es un artículo sobre la guitarra a nivel histórico desde su origen, vinculándolo a la electricidad.

El avance de la tecnología y la sensación de desconexión entre este universo tecnológico y la realidad musical de la práctica diaria del instrumentista, así como la idea de que se están perdiendo referencias y justificaciones de los avances, son la base de una serie de referencias como: *Distraction machines* (Fazi 2020) *Switching Worlds* (Schubert 2021) *The migration of musical instruments: On the socio-technological conditions of musical evolution* (Magnusson 2021) y *When technology goes out of control* (Oreggia and White 2018).

Dos libros sobre investigación artística musical que se han tratado especialmente son: *Sonic Writing* (Magnusson 2019) y *Logic of Experimentation* (Assis 2018). También el libro sobre *live looping: Live Looping in Musical Performance* (Duarte and Sardo 2023). Finalmente, sobre la filosofía del código abierto destaca *Software para una sociedad libre* (Stallman 2004), y sobre el impacto de la guitarra eléctrica en youtube: *All you need is guitar pedals: the communicative construction of material culture in YouTube product reviews* (Gibson 2022). También destaca la web <https://preparedguitar.blogspot.com/p/descripcion.html> por la cantidad de guitarristas experimentales que aglutina.

2.6. Síntesis de las problemáticas del estado del arte y aspectos donde actúa la tesis

Es difícil resumir el estado actual de la guitarra eléctrica como instrumento aumentado y sus principales problemáticas, puesto que están interconectadas. Por ejemplo, la necesidad de conocimiento de la informática musical hace que algunas dificultades de configuración sean un obstáculo insalvable por los intérpretes, también propicia que las soluciones basadas en tecnologías ya conocidas tengan más éxito, y también que la transferencia tecnológica se ralentice. Otro ejemplo es que, al no tratar la guitarra eléctrica aumentada como un todo, las interfaces diseñadas no siempre inciden aspectos relevantes de la sonorización y del procesamiento, esto propicia que algunos parámetros de la interpretación (sonorización, monitorización, gestión de *samples*, determinados efectos etc.) queden en manos de un control técnico externo. También conlleva que no haya una homogeneización de la escritura de los *setups* y del *mapping*. Es un análisis complejo, no obstante, se trata de esquematizar en los siguientes puntos:

- Tomar el instrumento aumentado en su sentido completo

En este contexto cobra una importancia trascendental el software que procesa el sonido. En el diseño de instrumentos aumentados, las interfaces pueden tener un procesamiento de sonido o simplemente ser un controlador. En el segundo caso la interfaz cobra sentido según el software que procese el sonido. No es lo mismo controlar efectos que actúan sobre la tímbrica y necesitan regulación escalonada, que los que actúan sobre un *sample* o un *loop*, y trabajan con estados de encendido y apagado.

Básicamente, dentro de los efectos existen aquellos que procesan el sonido en tiempo real, pero hay otros que emplean memorias. Ya sean memorias que se generan en tiempo real, como bucles, o ya sean pistas pregrabadas. Este tipo de procesamientos generan condiciones especiales, desafíos de sonorización y coherencia, así como controles que históricamente se efectuaban con asistencia de los técnicos, aunque actualmente se desplazan hacia el intérprete (Lacopo 2024).

Además, el software puede controlar también la distribución del sonido. Hay que pensar en la interfaz como una posible forma de controlar aspectos como la monitorización, o la elección de las rutas de los dispositivos de salida del instrumento.

- Abordar la transferencia tecnológica

El tema de la transferencia tecnológica (Ferreira 2014) se está convirtiendo en uno de los desafíos de nuestro tiempo, debido a cuestiones de obsolescencia y a la gran cantidad de opciones tecnológicas actualmente disponibles. En cierto sentido, la tarea consiste en comprender cómo han funcionado tradicionalmente la amplificación y los efectos en la guitarra, e intentar replicarlos de una manera más moderna, ligera e intuitiva. Además, el objetivo es poner bajo control aspectos técnicos que a menudo no son gestionados directamente por los intérpretes, o al menos no de una forma tan sencilla como podría suponerse: pista de clic, volumen de monitores, lanzamiento de clips, envíos, entre otros.

Todo esto es coherente con la conceptualización de la guitarra eléctrica como instrumento aumentado. De hecho, en este caso, el concepto de transferencia tecnológica cobra nueva relevancia, porque un criterio importante en el HCI es poder rehacer los *setups* de otras obras con una mejor economía de medios, *embodiment* etc. Unir el concepto de instrumento aumentado al de transferencia tecnológica y crear propuestas de aumentación que puedan resolver desde otra economía de medios y de *embodiment*, con mejores métricas de esfuerzos es una línea de investigación muy completa

- Importancia del conocimiento informático musical

Las pedaleras multi efectos con preamplificador de gama alta están en expansión a nivel de mercado entre los guitarristas eléctricos. Su estrategia comercial ha resultado acertada, ofreciendo una solución todo en uno, y aprovechando una forma conocida para los guitarristas eléctricos, que les permite, adicionalmente, simplificar su movilidad. Paradójicamente, los pedales tipo boutique también crecen en ventas y apreciación.

La solución de ordenador más tarjeta de sonido ha ganado popularidad y el ordenador ya no es un elemento extraño en los *setups* de guitarra, no obstante, su instalación puede ser compleja, y además necesita una investigación previa para conocer las alternativas y las calidades, existiendo una falta de información en ese sentido. Este esfuerzo de configuración puede ser alto a nivel de programación, sin embargo, parte de la inversión temporal y de formación se asumiría si se supiera y demostrara que realmente merece la pena a nivel de resultado estético y de condiciones de accesibilidad.

El hecho de que más intérpretes optaran por este camino de *setup* informático favorecería los avances que se vayan produciendo en la aumentación, porque es el esquema idóneo para que esta se asiente.

- Accesibilidad y práctica común

La relación entre la guitarra eléctrica y las músicas populares también se debe a que ha sido un instrumento de acceso democrático, relativamente fácil de adquirir, y con una comunidad de músicos siempre muy activa.

Además, los avances que suceden en la lutería tecnológica arraigan mejor en la práctica generalizada cuando se basan en formas instrumentales conocidas. Tomando planteamientos de Magnusson y de Wanderley, se puede pensar que los avances que se desarrollen en la guitarra, tomarán formas que históricamente ya ha tomado el instrumento.

Resumiendo, avances que utilicen tecnologías de uso cotidiano, que se asemejen a formas instrumentales conocidas, y que supongan una ventaja en la accesibilidad económica son los que más probabilidades tienen de asentarse en la práctica del instrumento.

- Notación

Otro problema es que, a la hora de anotar las músicas para guitarra eléctrica, la música contemporánea ha encontrado y desarrollado recursos de gran interés, pero al escribir los *setups* electrónicos, y diseñar opciones para el abordaje tecnológico de las obras, los planteamientos siempre han sido más ambiguos.

- Divulgación y fenómeno DIY

El fenómeno actual de la guitarra eléctrica está estrechamente ligado a la cultura DIY, y ha crecido extraordinariamente con la llegada y mejora de internet. Entre los aspectos que se reflejan esta manifestación *maker* destacan los esquemáticos de pedales y de amplificadores ([diystompboxes](#), [generalguitargadgets](#), [thetubestore](#) etc.), los libros y materiales de fabricación de guitarras (Koch 2001), y, como ya se ha expuesto, los guitarristas eléctricos que han colaborado con sus invenciones o su trabajo en equipo.

Van Halen built his personal Stratocaster copy and manufacturers of guitar parts took advantage of a new interest in do-it-yourself guitar building (Danaher 2014).

Este conocimiento DIY de la electrónica se aplica también a la informática y al hardware embebido. Muchos de los códigos y *patches* de Max MSP se encuentran disponibles en internet. Además, a nivel de *open source* Pure Data y Plug Data, ofrecen casi todas las soluciones posibles para Max MSP. También los *plugins* se encuentran en un crecimiento constante. A través de la mejora de los procesadores

DSP y de las técnicas de emulación digital como *White Box* (Holmes 2019), cada vez es más factible crear pedales con efectos digitales embebidos.

Esta construcción de dispositivos para la guitarra eléctrica se ha visto también como una forma de aprendizaje de los conceptos de la ingeniería de sonido y telecomunicaciones, electrónica, eléctrica, etc., existiendo una gran cantidad de trabajos sobre esta interrelación. (Joyce 2010; Munteanu et al. 2018; Vanags and Geidarovs 2021).

Conectar comunicativamente con esta comunidad DIY y educativa puede ser clave para que los desarrollos tecnológicos arraiguen y sigan creciendo.

- Aspectos de actuación de la tesis

En esta tesis se aboga por proponer un sistema de aumentación completo aplicable a la interpretación de obras de música contemporánea, como mecanismo de transferencia tecnológica, por su gran utilidad y su accesibilidad técnica y económica. Además, desarrolla una interfaz de tipo manual y de instalación temporal (móvil y ajustable al instrumento) (Martínez Ávila 2022) y, para adecuarse a la práctica común, propone la adopción de la forma de los potenciómetros de la guitarra para controlar efectos y ruteos vía *bluetooth*. Esta interfaz facilita los *setups* de la interpretación de las obras, que, no obstante, se pueden ejecutar con una opción alternativa que se brinda a los intérpretes con los mecanismos existentes actualmente. Ambas opciones se encuentran documentadas con un sistema de notación homogéneo y preciso, así como explicadas en los niveles del software y montaje de la cadena de sonido para que sea más sencillo e intuitivo conocer su funcionamiento. Finalmente, a esta documentación técnico-musical se le añade otra de carácter puramente técnica para facilitar la fabricación y el montaje entre otros investigadores, músicos, estudiantes y usuarios en general, también acompañada por vídeos explicativos.

3. Capítulo 3 - Arquitecturas de *rigs* y virtualización informática de la cadena de sonido

3.1. Análisis de los *rigs* y sus arquitecturas

3.1.1. Introducción

Tanto para mejorar en la actividad como intérprete, como para desarrollar interfaces de control del instrumento, es importante entender cuáles son las principales configuraciones de sonido que emplean los guitarristas eléctricos (Bright and Westwood 2021; Turner 2015; Herbst and Vallejo 2024). Hay una falta de información en torno a los aspectos más técnicos del sonido de la guitarra eléctrica, tanto a nivel editorial como educativo, especialmente acusado en la práctica de la música clásica contemporánea (Santos and Portovedo 2025; Turner 2015; Mackie Banks 2013) Esto ha puesto en valor las fuentes no académicas sobre el instrumento: webs como *guitar.com* o *equipboard.com* (Guitar.com, n.d.), o proyectos ahora discontinuados como *Guitar Geek* de Adam Cooper (Adam Cooper, n.d.). Estas fuentes se han convertido en referencias para trabajos doctorales relacionados con la guitarra eléctrica (DePue 2022).

Muchos de los artículos que desarrollan nuevas interfaces, ya sea en dispositivos instalados en el cuerpo de la guitarra, en los pies o en el cuerpo del instrumentista etc. describen el funcionamiento de la interfaz, pero no el entorno digital en el que ese controlador puede cobrar todo su sentido (Hödl and Fitzpatrick 2013; Bernreiter 2023; Newton and Marshall 2011; Lähdeoja and Navarret 2010; Overholt, Zovnercuka, and Konovalovs 2019).

En el segundo capítulo de la presente tesis, se muestra como la guitarra eléctrica cuenta con una gran tradición (pese a su corta historia en comparación con otros instrumentos). Incluir los desarrollos actuales como una proyección de esta tradición y aplicar las capacidades software + interface para virtualizar el pasado es un punto de partida interesante para las nuevas tecnologías (Charrieras and Mouillot 2015).

En su disposición del *setup* los músicos han sido conscientes de aspectos amplios, como la sonorización y el tratamiento estilístico de la cadena de sonido. En base a un análisis detallado, es posible abstraer las ideas principales que recorren los diferentes *setups* y abordar distintas estrategias de aumentación del instrumento. En el desarrollo posterior de la tesis se apostará especialmente por los procesos informáticos.

Actualmente, el software a través de tecnología como IR y *Virtual analogue modelling* (Holmes 2019; Buffa, Lebrun, and Webaudio 2018), u otro tipo de *plugins* (Jürgens, Hinrichs, and Ostermann 2020; Ola Korte 2023), tiene la potencialidad de reproducir los sets de guitarristas renombrados. Estos sets son históricamente analógicos modulares, muy costosos y de configuración compleja. Poder sustituir estas propuestas con otra configuración digital software más accesible y sencilla, aporta una base sólida para que una arquitectura digital virtualizada pueda arraigar en la comunidad instrumental.

En este contexto una interfaz de control puede mejorar el uso de los efectos y el sonido, volviendo esta tarea más sencilla y orgánica (O'Malley 2006). Y, en el marco de esta arquitectura, muchas de las ideas de aumentación de la última década pueden ser mejor aplicadas y nuevas estéticas pueden emerger.

En las siguientes páginas se van a analizar distintos *setups* que no incluyen ordenador ni tarjeta de sonido, teniendo en cuenta su configuración en forma de arquitectura de sistema de audio. En el próximo apartado se explicará cómo replicarlos con ordenador y tarjeta de sonido, descubriendo las principales semejanzas y también las diferencias.

3.1.2. Arquitectura básica y cambio de canal

Previamente a cualquier arquitectura con efectos existe una base que es guitarra y amplificador. Esta base sin efectos ha sido utilizada por múltiples guitarristas eléctricos de gran importancia. Un amplificador con un sonido que agrade al músico, una guitarra eléctrica y un cable *jack* es todo lo que se necesita para efectivamente sonar (Randles 2015; Hurwitz, Ethan, and Clement 2012). En muchos casos simplemente se opta por el *plug and play*, y si se necesita más presión sonora se microfonea el amplificador. De hecho, gran parte de los sonidos de la guitarra eléctrica se obtienen a partir de la técnica del intérprete y el ajuste de parámetros sencillos del amplificador y la guitarra.

No obstante, son muy comunes las configuraciones con pedales de efectos, y son estos los propician que la guitarra se convierta en un instrumento aumentado con múltiples posibilidades sonoras y artísticas. Dentro de estas configuraciones la arquitectura más sencilla es aquella en la cual los procesadores se disponen en una línea y van directamente a la entrada del amplificador (Figura 3-1)



Figura 3-1: Arquitectura básica.

Expandiendo la explicación que se ofreció en el apartado de efectos del capítulo 2, hay dos tipos de controles gestuales. El *switch* de encendido y apagado y el pedal de expresión. El *switch* se pulsa directamente con el pie, lo que supone que los demás controles que existen a nivel de potenciómetro en el módulo se configuran previamente a la interpretación. Y en caso de querer ser modificados solo es posible hacerlo agachándose y ajustando los botones manualmente. Este tipo de ajuste en directo se puede ver en la interpretación de Tom Pauwels en *Trash TV Trance (BiennaleChannel 2011)*. Esto representa una desventaja importante a la hora de

emplear los efectos, aunque se entiende que el instrumentista ya ha configurado los sonidos a su gusto. No obstante, resta posibilidades expresivas a los pedales.²⁴

Otro tipo de pedales son los de expresión. Estos son graduables con el pie, y entre ellos destaca la *wah* y el pedal de volumen. La *wah*, popularizada en 1966 por Jimi Hendrix (Williamson 2013), es uno de los pedales más orgánicos que se conocen, el movimiento del pie es fundamental para lograr una serie de sonidos fonéticos (de ahí el nombre de *wah*) que a través de filtros de paso banda simulan vocalizaciones. Es muy popular y suele estar en el primer lugar de la cadena de sonido para moldear el tono base antes de que pase por otros efectos. Además, algunos guitarristas como Slash, de Guns N' Roses, solo tienen este pedal en escena, mientras que los otros permanecen fuera del escenario y son controlados por un técnico (Adam Cooper, n.d.). Esto aporta pistas sobre cuál es el pedal que necesariamente necesita la expresividad del guitarrista para su uso y es intransferible para un control técnico.

Por su parte, el pedal de volumen puede estar en diferentes puntos de la cadena. Normalmente se encuentra al final, para controlar el volumen general, otras veces se encuentra en medio de la misma para controlar los niveles de una sección de los efectos, también hay guitarristas que lo colocan al inicio de la cadena de sonido. Finalmente, algunos pedales pueden tener asociado un pedal de volumen propio, algo muy útil ya que es una manera de regular orgánicamente un parámetro adicional del efecto, por ejemplo, un *delay* (donde se puede aumentar o disminuir el *feedback*).

Esta arquitectura básica cuenta con dos variaciones. La primera es muy sencilla y simplemente consiste en tener una señal inalámbrica en vez de un cableado normal (Figura 3-2). La conexión inalámbrica puede ir a un módulo que la procesa y desde allí conectarse al primer pedal de la cadena de sonido. La segunda variación, es utilizar un cambio de canal en el amplificador.²⁵ Si bien la variación inalámbrica no supone una diferencia a nivel de sonido, solo de movilidad del músico, la variación del canal produce cambios importantes en el sonido.

²⁴ En el apartado tres de este capítulo (*Conversation with Yaron Deutsch*), Yaron hablará precisamente de este tema, explicando como utiliza el pedal de expresión con ciertos efectos, como el *phaser* o el *delay*, para evitar esta limitación.

²⁵ Esta opción se mencionó en el capítulo anterior, en el apartado de efectos, para ilustrar como los pedales pueden estar estrechamente ligados al amplificador.

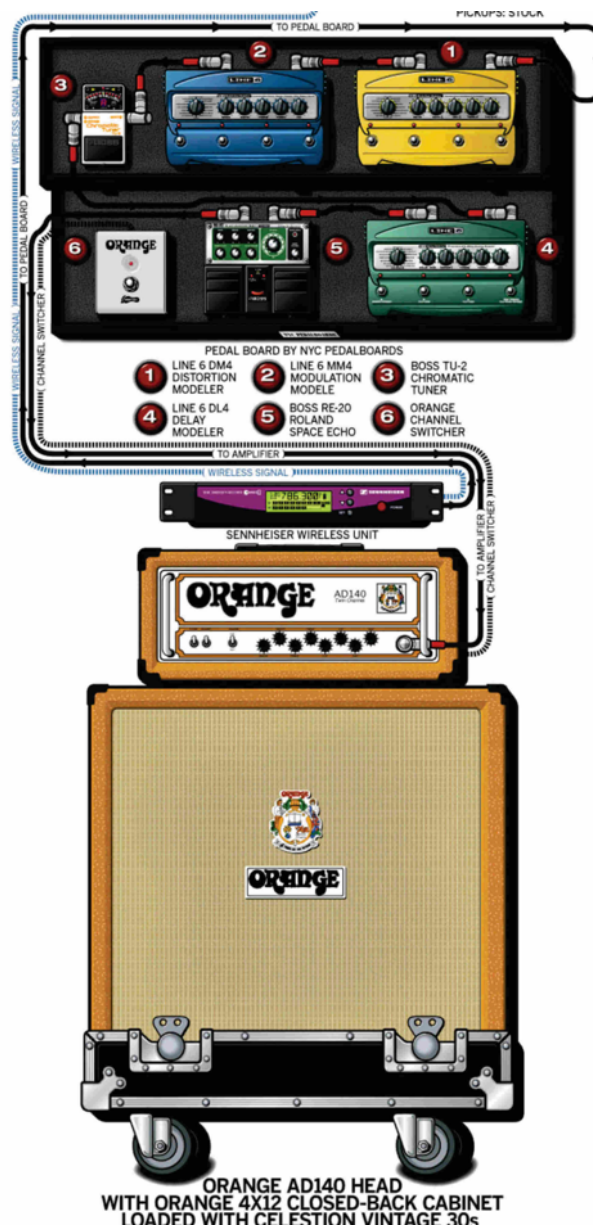


Figura 3-2: Arquitectura básica con *jack* inalámbrico y cambios de canal

Este ejemplo, extraído de los sets diseñados por Adam Cooper (n.d.) es muy ilustrativo. Explica el funcionamiento del módulo inalámbrico y del cambio de canal. Este cambio se puede complicar si el amplificador tiene varios canales, aunque lo habitual es que tenga dos o tres y normalmente uno sea el canal limpio y el otro un canal con más ganancia o *boost*.

3.1.3. División de la señal: estéreo y mono duplicado

Esta arquitectura es muy similar a la primera, pero utiliza un efecto con salida estéreo al final de la cadena para duplicar los amplificadores. Este es un estéreo simulado, como el que se estudió en el capítulo anterior, en el apartado de sonorización. Se trata de uno de los sets clásicos más importantes. Lo utilizan Jimi Hendrix, Robert Smith o Zakk Wylde, entre otros. Con esta disposición se consigue espacialidad, una escucha más envolvente y atmosférica, y no tan focalizada como en el caso de un solo amplificador.



Figura 3-3: Pedal de Reverberación con salida en estéreo

En el pedal de reverberación de la Figura 3-3 se pueden observar dos salidas. En caso de querer una salida mono se emplea *output A*. En caso de querer una salida estéreo se emplea *output A* y *output B*.

No hay que confundir este caso con aquel en que la señal mono se duplica. En este caso no se busca la espacialización sino el aumento de potencia y volumen. La señal no se envía en estéreo, sino que el mono se multiplica para enviar a diferentes amplificadores, pero siempre con la misma señal. Esto se logra con un separador de señal, que envía la señal mono a varios amplificadores simultáneamente.

3.1.4. Arquitectura básica con división de efectos

Esta arquitectura es algo más compleja, ya que busca que los efectos suenen alternativamente en distintos amplificadores. El caso más sencillo es el que

podríamos denominar cambio de efectos con amplificadores alternativos. Al final de la cadena de sonido se incluye un separador de señal (Figura 3-4). El guitarrista elige si el sonido sale por un amplificador o por otro.



Figura 3-4: Divisor de señal

Habitualmente la idea está orientada hacia diferenciar un amplificador para sonidos limpios de un amplificador para sonidos más distorsionados o con mayor ganancia. Esta es un modelo que utilizan, entre otros, Tomo Milicevic o Slash en sus amplificadores: la idea es usar uno, otro, o los dos a la vez. Sin embargo, los dos amplificadores reciben la misma cadena de sonido con la misma señal. Simplemente se elige si sacar esa señal por un amplificador o por otro.

Un caso más complicado es el del set de Stevie Ray Vaughan, que cuenta con cinco amplificadores distintos, y elige a qué amplificadores enviar el sonido. Hasta aquí no deja de ser una expansión de lo que hacen Slash o Milicevic, pero con más amplificadores. Sin embargo, en el set de Stevie Ray Vaughan se incluye un factor añadido: uno de los amplificadores tiene un efecto dedicado, con su propio pedal de encendido y apagado. Es decir, se empieza a esquematizar la idea de tener una sección de efectos para un amplificador y otra sección de efectos para otro.

Esto también se puede ejecutar poniendo el selector de canal al inicio de la cadena de sonido. Una solución interesante, porque permite generar dos líneas descompensadas, una con más efectos y otra con muchos menos (o incluso ninguno). Este tipo de diferenciación recibe habitualmente en inglés el nombre de señal *dry* (seca), normalmente sin efectos, y *wet* (húmeda) con los efectos incorporados. De esta manera se puede enviar la guitarra sin efectos a un amplificador, la guitarra con efectos a otro amplificador, o ambas a la vez, generando una mezcla de señal con y sin efectos.

Además, situando este selector de canal en distintos puntos de la cadena se pueden enviar secciones de efectos a un amplificador o a otro. Esto, unido a la mención que se hizo en la primera arquitectura de un pedal de volumen a mediados de la cadena genera una estrategia que permite ser muy selectivo con la mezcla de los efectos y la disposición de sus salidas.

Finalmente, se puede usar uno de estos divisores de señal para enviar parte de la misma a una mesa de mezclas, cuando no se quiere microfonear los amplificadores, sino enviar la señal a la mesa del técnico del escenario.

3.1.5. Arquitectura con *loop* de efectos

En las arquitecturas anteriores las principales diferencias las produce el hecho de implementar variaciones en las configuraciones de los amplificadores. Es decir, primero a un solo amplificador (con cambio de canal opcional), luego a dos con señal estéreo, o a varios con señal mono multiplicada, y luego a varios amplificadores seccionando los efectos.

El *loop* de efectos también se relaciona con el amplificador, pero de otra manera. Lo que aprovecha este caso es el procesamiento del amplificador para modificar la señal. Este proceso ya se explicó en el capítulo anterior, pero conviene recordarlo: una parte de los efectos entra directamente en el amplificador (como en la arquitectura básica), pero otra parte es insertada en un envío que tiene el amplificador, y devuelto al mismo. La idea es que la señal que llega a la línea de envío ya esté pre amplificada (Figura 3-5).

A veces el *loop* de efectos se utiliza para poner un reductor de ruido y limpiar la señal. Esto es una idea muy habitual. Hasta el punto de que algunos pedales de reducción de ruido pueden generar su propio *loop* de efectos.

Por ejemplo, en ocasiones el guitarrista Tom Morello utiliza la *wah* directamente en el amplificador y el resto de los efectos en un *loop*.

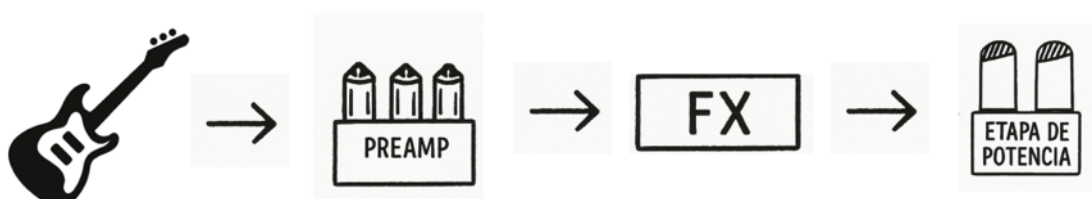


Figura 3-5: Colocación estratégica de los efectos (FX) en el *loop* de efectos

3.1.6. Arquitectura con módulos en rack

Uno de los primeros problemas que aparecieron con el crecimiento de los *rigs* fue de tipo logístico. Montar y cargar los pedales llega a ser tedioso y puede dar errores, ya que se multiplican las conexiones (Kaiser 2006). Además, como estudia el síndrome GAS (*Gear Acquisition Syndrome*, síndrome de adquisición de equipamiento), en parte en clave humorística, pero con análisis y acierto, siempre parece faltar un pedal o un efecto para tener el sonido perfecto (Herbst and Menze 2021).

Con la llegada y la mejora de la electrónica digital, se reduce el espacio de los circuitos. De esta manera, un solo módulo puede gestionar todos los efectos. Este concepto sigue vigente, siendo el modelo que la combinación Ordenador y Tarjeta de Sonido imita a nivel conceptual. De hecho, como se menciona en el capítulo anterior, lo digital en la guitarra eléctrica es previo a lo informático como tal. Es anterior y más común usar racks de efectos digitales, o racks controlados digitalmente, que ordenadores.

El módulo puede ser una pedalera multiefectos, como las ya mencionadas en el capítulo dos y protagonistas de la siguiente arquitectura. Pero originalmente se contaba con un módulo en forma de rack controlado mediante una pedalera MIDI. Con esta arquitectura por primera vez se escinde el proceso de su control, esto supone un cambio determinante a nivel conceptual en el procesamiento de efectos. Por otra parte, la pedalera que se utiliza para controlar el rack, si quiere manejar todos los efectos debe tener controles de switch, pero también pedales de expresión.

Esta arquitectura fue muy empleada a finales de los años ochenta y también a principios de los 90, sin embargo, muchas de sus versiones se siguen utilizando hoy, y, adicionalmente, se generan nuevos módulos de gran popularidad. Varios de estos módulos en forma de Rack tienen sus propias pedaleras, aunque, normalmente son susceptibles de ser empleados con pedaleras MIDI universales.

Estas pedaleras también son susceptibles de controlar vía MIDI efectos analógicos, como en el caso del ADA MP1, un preamplificador analógico que tiene una interfaz de control MIDI, es decir, el efecto es analógico pero el control (cambios de volumen, de programas, etc.) es digital.

En el siguiente ejemplo del *setup* de Yaron Deutsch (que se analizará en el apartado tres de este capítulo) se ve como se utilizan racks de efectos mezclados con preamplificadores, práctica bastante extendida con los efectos digitales:

pasarlos previamente, y en algunos casos previa y posteriormente, por preamplificadores valvulares (Figura 3-6). Como se ha dicho, varias configuraciones de los preamplificadores y de los racks de efectos son manejables desde la pedalera MIDI.

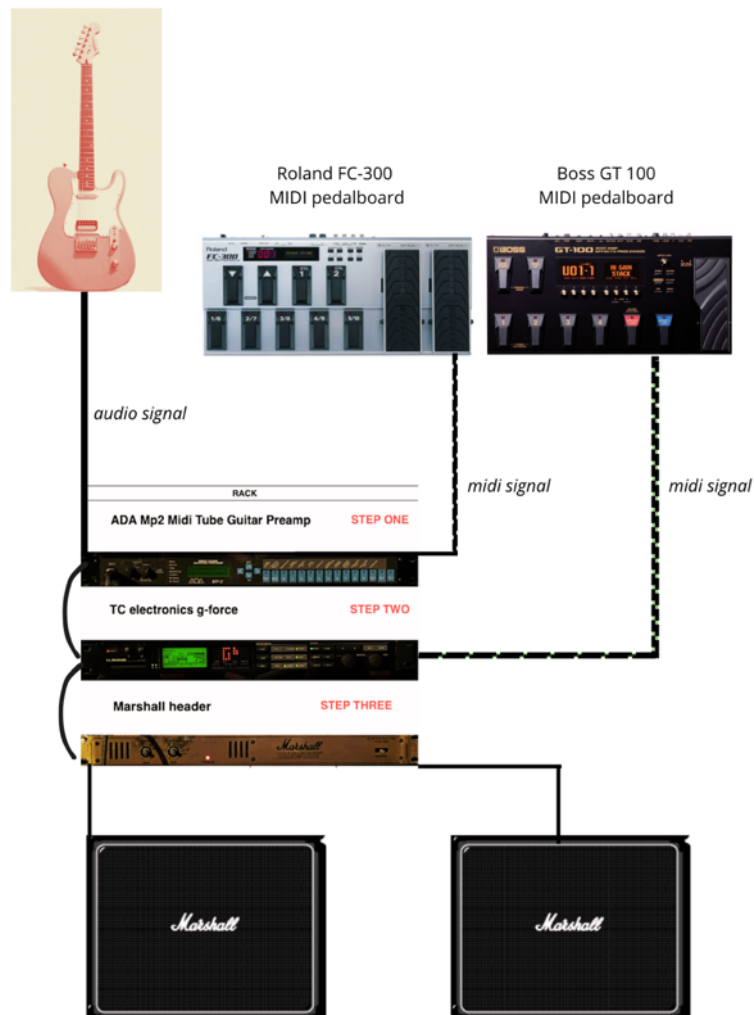


Figura 3-6: *Setup* del guitarrista Yaron Deutsch con rack de efectos y controladoras MIDI

Estas arquitecturas con módulos en formato rack también son combinables con las arquitecturas básicas de pedales. En este caso también se puede añadir una pedalera tipo MIDI que controle el rack, y adjuntar la parte de pedales básicos a la par. En algunos casos son los propios amplificadores los que llevan las configuraciones de efectos integradas, y también se pueden controlar o bien con sus propias pedaleras, o con pedaleras MIDI universales.

3.1.7. Uso de pedaleras digitales (*profilers* y *modelers*)

Otro caso introducido en el capítulo anterior es el de las pedaleras multiefectos de nueva generación. Su conectividad es simple, la guitarra eléctrica se conecta a la entrada de la pedalera y la salida de la pedalera a la mesa de mezclas o al amplificador.

Esta configuración concentra todos los efectos y la preamplificación en un solo dispositivo (Figura 3-7). Suele contar, adicionalmente, con uno o dos pedales de expresión.

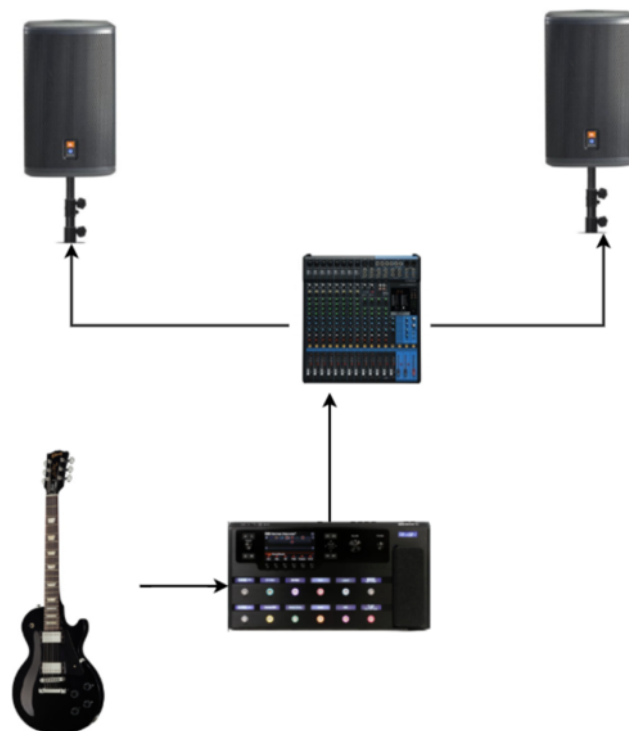


Figura 3-7: *Setup* con pedalera multiefectos

3.1.8. Resumen de todos los casos analizados

1. Todo el procesamiento sale a un único amplificador en señal mono. Este caso básico es idóneo para estudiar los tipos de pedales, su disposición para ser de tipo *switch* o de tipo expresivo. En este tipo de sets, al hacerse más sofisticados, se pueden controlar parámetros con los pedales de expresión, a

modo de compuertas en algún punto de la cadena de sonido, y también controlar determinados efectos convirtiéndolos en expresivos. También se pueden añadir cambios de canales dentro de un amplificador. En algunos casos existe una pedalera para controlar estos cambios de canales.

2. Aprovechando un efecto (normalmente *chorus* o *delay*) se genera una señal estéreo en el efecto y se envía a dos amplificadores normalmente similares. La idea es generar un estéreo. Se diferencia de la variación en que todo el procesamiento sale a un divisor de señal y la misma señal mono se duplica, triplica etc. y se envía a varios amplificadores, pero siempre es la misma señal.
3. Hay varios amplificadores y cada uno se usa para reproducir distintos efectos. En el caso más sencillo todos los efectos se envían a un amplificador, a otro, o a los dos a la vez. Normalmente una ruta los envía a un amplificador en limpio y a otra a un amplificador con más ganancia o *boost*. Es parecido a un cambio de canal, pero entre varios amplificadores. Este caso se puede complicar con variaciones, que se resumen en que cada amplificador puede tener un sección de la cadena de efectos, y las respectivas mezclas entre estos amplificadores.
4. Arquitectura con *loop* de efectos. Una parte de los efectos se insertan directamente en el amplificador y otra se inserta posteriormente, en un envío del mismo. (Algunos pedales también tienen su propio *loop* de efectos).
5. Arquitectura con módulos. Los pedales ya no están en el escenario, sino en un *rack*. Introduce varias ideas, en primer lugar, el pedal que aparece en el escenario es un pedal que controla uno o varios módulos del *rack*. En segundo lugar, es el contexto en que los multiefectos se expanden. Y finalmente, (y con gran importancia), surge la idea de construir el sonido digital, agregándole preamplificadores y componentes analógicos para tratar su sonido y darle más naturalidad.
6. Arquitectura con pedalera, mesa de mezclas (normalmente controlada por el técnico de sala, y salida a PA). Muy sencilla, concentrada y dedicada.

3.1.9. Algunos ejemplos de guitarristas eléctricos

Para complementar algunos de los casos estudiados, y ampliar y detallar ideas diversas de guitarristas, se presentan algunos ejemplos de usos y curiosidades del *setup*.

The Edge, guitarrista del grupo U2 cambia de amplificador durante los conciertos, conectando su guitarra a uno (Vox AC30 1960 2x12 Combo) o a otro (Roland JC-120) alternativamente y dependiendo de la canción. Su efecto favorito es Electro-Harmonix Deluxe Memory, un afamado *delay* y *chorus*. Le gusta tanto que utiliza dos distintos con dos configuraciones diferentes y emplea un *switcher* A/B para poder utilizar uno, otro, o los a la vez.

El prestigioso guitarrista Eric Clapton, vivió un proceso que le llevó a pasar de un set sencillo (tan sencillo como guitarra y amplificador) a otro mucho más complejo para retornar al final de su carrera a un set relativamente sencillo. En los años 80 aumentó su *rack* de efectos usando un sintetizador Roland G-505, Boss Digital Delay, Boss CE-2 Chorus, y otros pedales de Boss (Equipboard, n.d.)

En su proceso fue importante la influencia de otros guitarristas, especialmente de Jimi Hendrix, así como su contexto histórico, que le llevó en un momento de amplia experimentación sonora en el panorama musical, a sumarse a la tendencia.

Jonny Greenwood del grupo Radiohead, ha sido ya mencionado por su uso pionero del ordenador. En momentos iniciales de su carrera utilizaba dos pedaleras interconectadas enviadas a un amplificador Fender Deluxe 85 1x12 combo. Además, empleaba un amplificador adicional (Vox AC30 1960 2x12 Combo) únicamente para añadir un efecto, el Roland Space Echo. Al final de la cadena de las dos pedaleras interconectadas situaba un pedal de volumen para ejercer como llave de paso de los efectos. También es reconocido por su uso de *patches* del software MAX MSP y por haber colaborado con el compositor Steve Reich y ser un gran admirador e intérprete de su obra.

Un caso curioso es el de Pat Metheny y lo relativo a su proyecto *Orchestrion*, una de las mayores uniones entre guitarra eléctrica y tecnología que se ha dado. El guitarrista estadounidense, uno de los pioneros en el empleo de muchos avances en la guitarra eléctrica (como la guitarra MIDI), en 2010 se mostraba en contra de cierto uso de Ableton Live con la guitarra eléctrica, especialmente en torno a la idea de hacer sonar distintas pistas por un estéreo. Concepto que a veces se aplica al lanzar sonidos pregrabados o al hacer *live looping*.

(...) when you have one thing going into one speaker, that's sort of OK for me — like a guitar or a bass into an amp. And yet at the same time, to have a whole bunch of things crammed into two speakers, which is what we all do, it's not that satisfying to me.” (Doyle 2010).

Metheny, en su defecto prefirió crear una orquesta de robots y grabar su álbum *Orchestrion*. Estos robots (brazos mecánicos en su mayoría) eran controlados y programados para hacer diferentes tareas con el propio Ableton, hasta el punto de poder improvisar con los mismos:

Most exciting for Metheny are the improvisational possibilities available to him in performing with his Orchestrion. Rather than simply playing on top of sequenced parts, he is in complete control of the parameters of every instrument via Ableton Live and can switch between, say, having a marimba or a vibraphone shadowing the guitar top lines he improvises on stage. (Doyle 2010).

A modo de reflexión, es curioso que Pat prefiriera usar robots a varios altavoces. Es posible argumentar, en función a lo expresado a lo largo de esta tesis, que prefirió un sistema de extensión a uno de aumentación.

Muchos guitarristas ya citados en el capítulo anterior usan las pedaleras multiefectos modernas. Las propias marcas comercializadoras de estos dispositivos se encargan de promocionarlo. Aunque la mayoría de los artistas incluidos pertenecen a los géneros de Rock, Pop y Metal algunos se engloban en otros estilos como John McLaughling, prestigioso guitarrista de Jazz y Fusión.

3.2. Virtualización de los sets

3.2.1. Metodología y exposición de un set informatizado

En el apartado anterior se han analizado los *setups* que no incluyen ordenador. Desde este punto en adelante se trabajará con *setups* informatizados, que incluyen un ordenador para procesar el sonido y controladores MIDI u OSC. Es importante comprender cuáles son los esquemas empleados para comunicar este tipo de procesos. La ficha básica se compone de cuatro puntos: *Setup*, DAW, Controlador y Sonorización.

3.2.1.1. *Setup*

En primer lugar, se propone el *setup*. El estándar se muestra en la Figura 3-8 y consiste en:

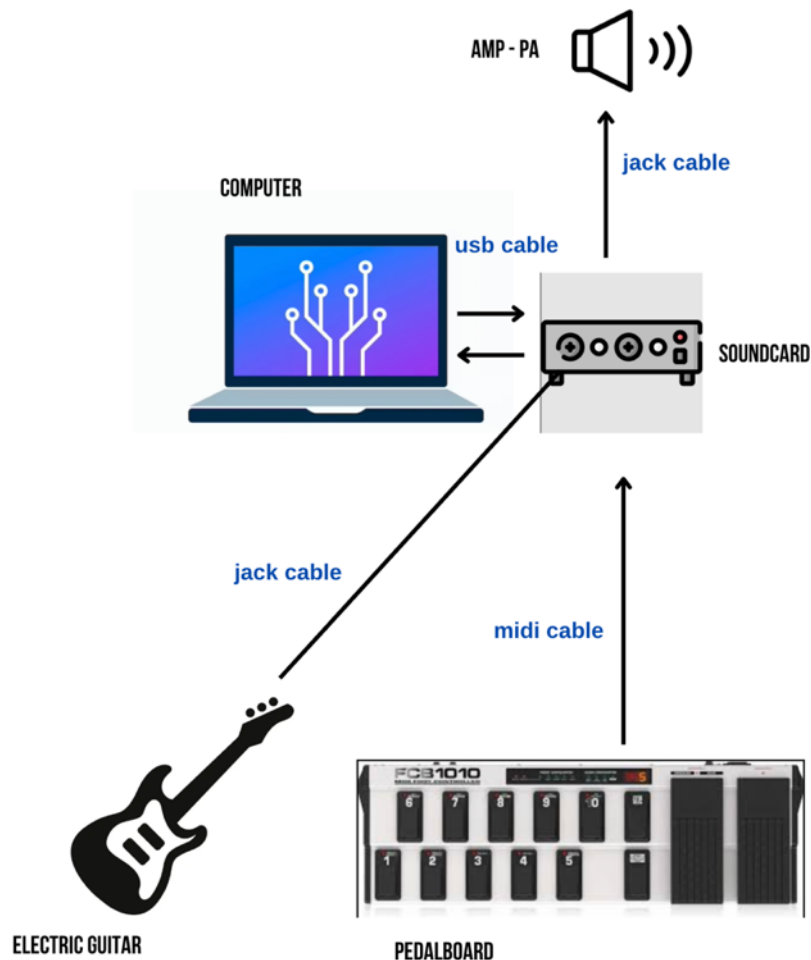


Figura 3-8: *Setup* informatizado básico

1. El instrumento y la pedalera MIDI se conectan a la tarjeta de sonido.
2. La tarjeta se conecta al ordenador, normalmente vía USB,
3. El ordenador vía DAW procesa el sonido y lo devuelve a la tarjeta. Este es un paso lógico que no requiere ninguna conexión física, el USB sirve en este caso de entrada y salida.
4. La tarjeta lo envía a la salida, normalmente al amplificador o la PA.

Esta base es común para trabajar con todos los sets virtualizados y supone su estructura hardware. En el apartado posterior se estudiará el diseño de una

interfaz MIDI manual para aumentar la flexibilidad de la controladora MIDI tipo pedalera.

3.2.1.2. DAW

En segundo lugar, el DAW y los *plugins* controlan el procesado del sonido. No es un requisito de la tesis virtualizar los *setups* con software de código abierto o gratuito. No obstante, se procura hacerlo, ya que es una característica valorada por su relación con la accesibilidad del software. El estudio también se orienta hacia músicos que están experimentando o realizando estudios de guitarra eléctrica, y, en este sentido, busca posicionarse cerca de aquellos autores que valoran el acceso universal de las herramientas digitales (Hazel 2019; Stallman 2004) .

Las restricciones sobre la distribución y modificación del programa no pueden facilitar su uso. Sólo pueden interferir en él. Así que el efecto solamente puede ser negativo. ¿Pero cuánto? ¿Y de qué tipo? Existen tres niveles diferentes de daño material que provienen de esta interferencia: Un menor número de personas usa el programa. Ninguno de los usuarios puede adaptar o arreglar el programa. Otros desarrolladores no pueden aprender del programa, o basar un trabajo nuevo en él. (Stallman 2004).

Por definición, el DAW utilizado en estos ejemplos será Ableton Live 11²⁶. Pero prácticamente todo el procesamiento que se propone en la tesis se puede realizar a través de software gratuito o de precio muy reducido como Reaper. Una de las características que tiene Ableton es que puede guardar sus configuraciones en plantillas, lo cual simplifica el acceso a los *setups*. No obstante, Reaper también tiene esta potencialidad. Además, su latencia es más baja y ajustable, lo cual es un factor clave, por contra, su interfaz de usuario es menos amigable. En el primer ejemplo se explicará como configurar Ableton y Reaper, y a partir de ese punto se trabajará con Ableton. Otros software valorados para este propósito han sido Gig Performer, Main Stage, Kushview Element y Carla (este último de código abierto), incluso más orientados que Ableton y Reaper al directo, y no conceptualizados como DAW sino como *hosts* de *plugins* para directo.

²⁶ El uso de este software responde principalmente a la costumbre en el uso por parte del autor durante la redacción de la tesis. Al igual, para otro trabajo (Santos 2020), se empleó Logic Pro X por la misma justificación. No se trata de una recomendación, ni de una obligación, sino de una costumbre en el uso. Lo mismo sucede con toda la cadena de audio empleada a lo largo de la tesis: Gibson *Les Paul*, Behringer *FCB1010*, Tarjeta SSL 12, MacBook Pro 2019 etc. En ningún caso se trata de obligar al músico que esté experimentando con estas técnicas de procesamiento de audio de usar un equipo similar, ni de hacer publicidad de ninguna marca en concreto.

En líneas generales, el DAW funciona como el centro y cerebro organizativo de toda la cadena de audio, por tanto, es uno de los elementos con una puesta a punto más extensa. Es necesario saber configurar en el DAW los parámetros generales de audio (Figura 3-9), los *plugins* o efectos en pistas, el controlador MIDI y los envíos de sonido.

1. La configuración del DAW se realizará seleccionando la tarjeta de sonido, una frecuencia de muestreo de 44.1 KHz y un tamaño de buffer que permita reducir la latencia a un valor inferior de 10 ms.
2. Cargar los *plugins* y los efectos suele ser sencillo, pero en algunos casos hay que realizar un escáner del ordenador para localizarlos.
3. Dependiendo del DAW mapear el controlador MIDI puede ser más o menos complejo, pero hay que centrarse únicamente en dos acciones, encender y apagar los efectos (la forma más sencilla es enviar una nota MIDI) y graduar los pedales de expresiones (normalmente a través de un CC). Para este tipo de acciones graduales puede ser interesante usar el protocolo OSC.
4. Los envíos de sonido suelen ser bastante similares en todos los DAW. Hay que saber al menos como usar los controles de pista, los controles de máster y los efectos.

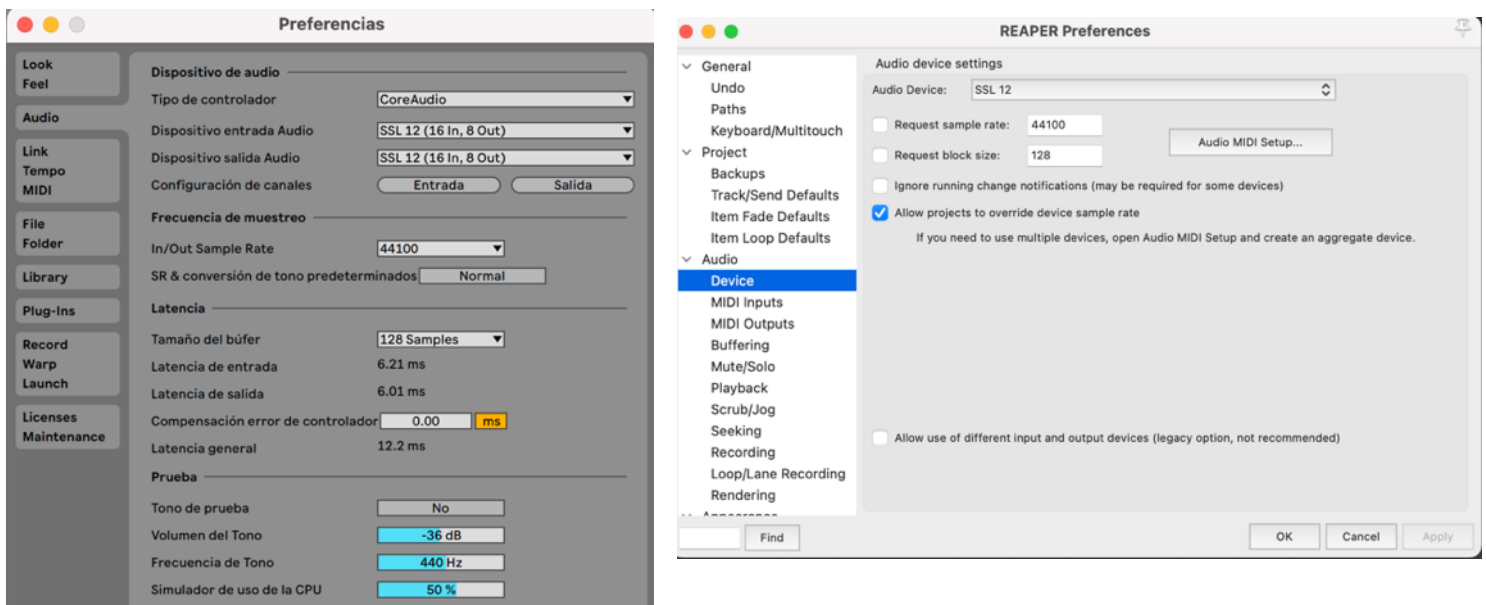


Figura 3-9: Configuración de audio Ableton (izquierda) y Reaper (derecha)

Como se estudió en el apartado anterior, los *plugins* son módulos software que se gestionan normalmente a través del DAW (Figura 3-10), son el equivalente a los pedales, y suponen su virtualización más directa. Existen diversas formas de tratarlos. Se pueden usar autónomamente (*standalone*) aunque en estos ejemplos siempre se usarán en el DAW. Alternativamente y dentro del DAW, se pueden usar agrupados o como envíos dependiendo del caso.

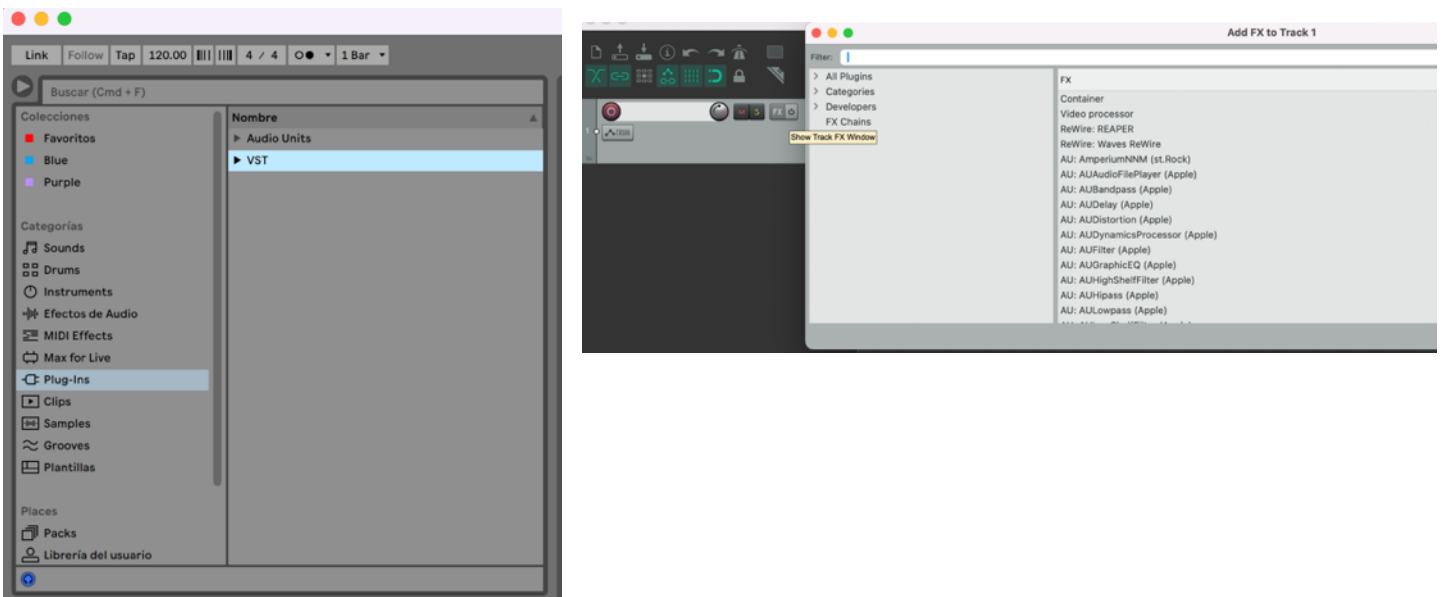


Figura 3-10: Configuración de *plugins* en Ableton (izquierda) y Reaper (derecha)

Para los controles MIDI primero se debe asegurar que la interfaz MIDI está correctamente acoplada y después utilizar las opciones de mapeado que propone el software. Esta es la manera de asignar acciones a una pedalera MIDI y así desvincularse de actuar directamente sobre el ordenador. En la imagen inferior se puede

observar en la primera pareja la configuración básica de los dispositivos MIDI y en la segunda pareja (Figura 3-11).

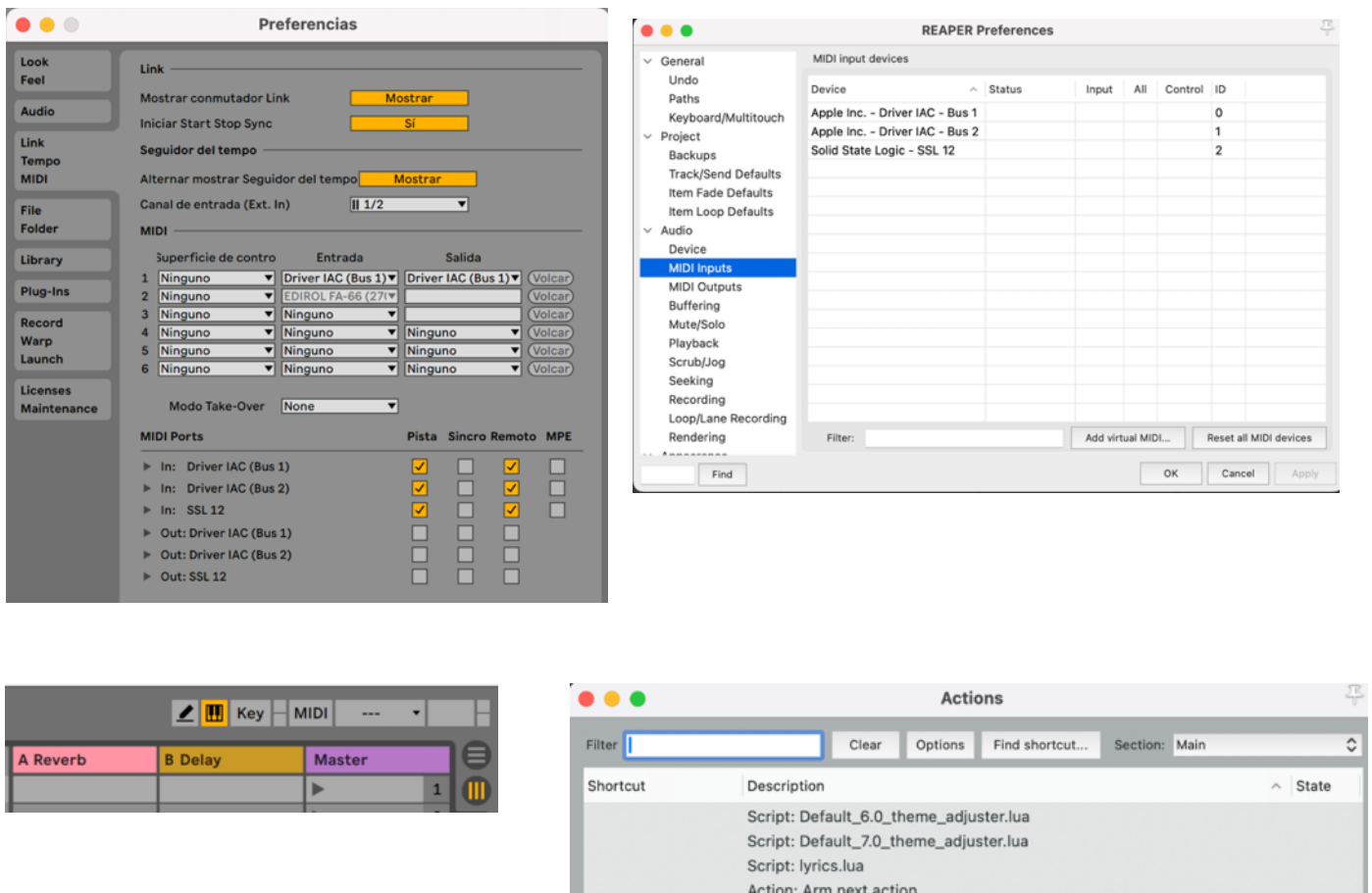


Figura 3-11: Configuración MIDI en Ableton (izquierda) y Reaper (derecha)

Los envíos se configuran desde las pistas de mezcla del DAW y, dependiendo del número de entradas y salidas que tenga la tarjeta de sonido (o alternativa/complementariamente la mesa de mezclas) podremos hacer distintos envíos. En los ejemplos siguientes se ve como enviar efectos a un amplificador A o a un amplificador B alternativamente (Figura 3-12). También se puede generar un estéreo con las salidas 1 y 2, utilizando dos amplificadores simultáneamente.

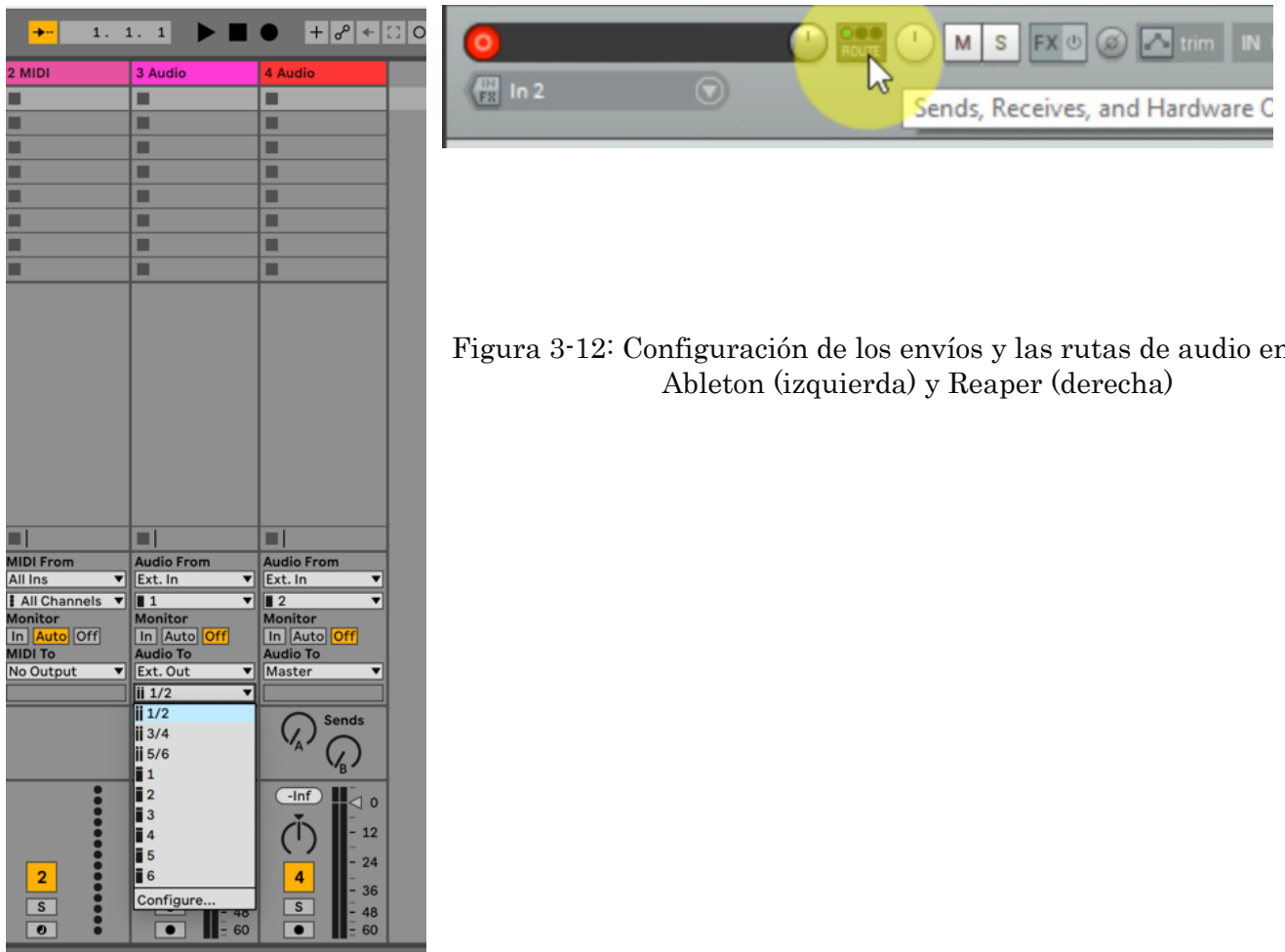


Figura 3-12: Configuración de los envíos y las rutas de audio en Ableton (izquierda) y Reaper (derecha)

En general, el DAW puede ser complejo en inicio, toda la configuración en vídeo tutorial está explicada en el siguiente [repositorio](#).

3.2.1.3. Controlador

El controlador es la interfaz que comunica técnicamente al intérprete con el procesamiento del ordenador. Aunque a nivel de procesamiento sonoro no realiza acciones, es fundamental como prolongación instrumental del ordenador y el DAW.

Por ejemplo, si el guitarrista quiere activar un efecto (*distorsión, wah, delay* etc.), lo accionará desde el controlador MIDI (y no desde el ordenador).

Una correcta configuración y escritura del controlador se vuelve clave en este tipo de sets. Como se ha visto, es necesario primero programar los botones y los pedales de expresión para que respondan a las necesidades del intérprete.

Después, es una buena práctica documentar la configuración elegida en forma de un mapa o partitura (Figura 3-13). Son muchas los usos de la electrónica que se emplean a través del control MIDI y es importante tener claro conceptualmente cómo funcionan y donde están los controles de cada obra.



Figura 3-13: Imagen ejemplo de mapa o partitura de controlador MIDI.

3.2.1.4. Sonorización

En este punto se diseña cómo será la salida del sonido. Debe tener en cuenta el número y tipo de dispositivos de sonido dirigidos a la escucha del público y la monitorización. Entronca directamente con la programación de la electrónica en el DAW y con la configuración de los controladores, como se ha estudiado en la configuración de los envíos, en el subapartado de DAW.

Hay que tener precaución con los volúmenes y las ganancias. Al trabajar con tarjeta de sonido, DAW y salida auto amplificada, se acumulan una serie de ganancias que puede generar ruido y distorsión. Hay que ser consciente desde qué punto se aplica la ganancia a la cadena de audio.

Existe una diferencia técnica entre ganancia y volumen, aunque pueden confundirse. Ganancia es la cantidad de señal que entra en un módulo de preamplificación. En este caso, se aplicaría la ganancia en tres puntos: en la entrada de la tarjeta de sonido, en la relación lógica entre la pista de audio y la pista de máster en el DAW y en el dispositivo de salida final (PA o amplificador). Por su parte habría tres volúmenes: el general de la tarjeta de sonido, la pista de máster del DAW y el del dispositivo de salida.

Una relación desequilibrada entre entrada y salida (exceso de ganancia) genera distorsión armónica (a veces buscada, otras veces no deseada). Otras descompensaciones entre ganancia y volumen (carencias de ganancia) pueden generar ruido. Es muy importante comprender cómo se están articulando estas relaciones en la cadena de sonido. Finalmente, algunos efectos también pueden aportar una ganancia extra al sonido, no siempre deseada.

Para la sonorización, tanto en este caso como en los siguientes, se realizará un análisis comparativo (Piovani and Krawczyk 2017) de la solución amplificador *vs* PA. Para las comparaciones se empleará el siguiente equipo (Figura 3-14):

- PA: Yamaha *HS8* (par estéreo), monitor de campo cercano con *woofer* de cono de 8 pulgadas y *tweeter* de cúpula de 1 pulgada.
- Amplificador Marshall *Origin 20C* tipo combo de 20 watos. Cono de 10 pulgadas.
- Amplificador Vox *Night Train*, cabezal de 15 watos con una pantalla Vox *Night Train V112NT* con cono de 12 pulgadas y 16 Ohm.



Figura 3-14: Arriba Yamaha *HS8*, Abajo izquierda Marshall *Origin*. Abajo derecha Vox *Night Train*

La elección de este equipo se debe al hecho de ser equiparable en su nivel de calidad, empleado en el circuito profesional, de una gama intermedia y con un rango de precios bastante similar entre sí. Al igual que en la advertencia sobre el software y el equipo de la cadena de sonido, se puede aplicar la misma idea a la salida de audio. En los repositorios de audio se pueden observar características que ya se describieron en el apartado anterior. Las grabaciones del repositorio se registran con un par de micrófonos Oktava *MK 012*.

En general, el sonido obtenido por la PA es de alta calidad, muy equilibrado y especialmente útil en su respuesta a ciertos efectos espaciales: reverberación y *delay* y en los de modulación: *chorus*, *echo*, *phaser* etc. Puede ir precedida de un preamplificador digital, por ejemplo, del software NAM (*Neural Amp Modeler*) y capturar la respuesta de un amplificador, esto acostumbra a añadir, color, cuerpo y ganancia. Pero incluso sin él, aporta un sonido limpio y muy definido. Hay que tener en cuenta que los monitores de campo cercano están fabricados para escuchar a corta distancia y a volúmenes moderados. No están pensados para llenar una

sala con sonido ni competir con una batería acústica o un bajista con un amplificador potente.

En general, los amplificadores de guitarra están diseñados para optimizar la respuesta tímbrica de la guitarra eléctrica y suelen tener un altavoz que enfatiza ciertas frecuencias (especialmente el rango medio). Esto supone que en respuesta a determinados *plugins* o efectos los amplificadores no siempre se comportan de la manera deseada, además, a bajos niveles acostumbra a generar más ruido que las PA.

No obstante, también producen mucho más volumen y mayor potencia, ya que incorporan su propia ganancia y pueden aportar sus propias distorsiones de manera integrada. Además, reaccionan especialmente bien a los efectos de saturación de la señal, filtrado y, dependiendo del modelo y cuidando la configuración (con el *loop* de efectos), al resto de los efectos. En términos generales los amplificadores generan más ruido y también son más directos, suenan más crudos y coloreados (con exactamente el mismo procesado que la PA).

Conocer estas diferencias es importante a la hora de tratar los parámetros de los efectos, e incluso, la cadena de sonido. Saber por qué tipo de dispositivos saldrá el sonido puede volver aconsejable realizar cambios en el procesamiento de la señal. Por ejemplo, si se sabe que se va a sonar por una PA y sin microfonear el amplificador, puede ser aconsejable incluir una captura de preamplificación entre los efectos. Si se sabe que el sonido saldrá únicamente por el amplificador puede ser interesante emplear el *loop* de efectos, corregir la ecualización etc.

A lo largo de los diferentes ejemplos se proporcionará un [repositorio](https://danisantos.es/research/) de sonido de las diferentes pruebas comparativas de la tesis en el siguiente enlace: <https://danisantos.es/research/>. En el repositorio se podrán escuchar diferentes muestras con distintas configuraciones (en este caso comparaciones entre PA y amplificadores principalmente). A nivel general el repositorio contará con distintos ejemplos sonoros de la tesis, una práctica común en otras tesis y proyectos como [Beat the Distance](#) del *Norwegian Artistic Research Programme* o el de Murray Schafer y Barry Truax: [The World Soundscape Project](#) (Truax, n.d.).

3.2.2. Marco conceptual: virtualizar, emular y re-construir el sonido

Analizando los *setups* anteriores es posible observar que las arquitecturas más habituales son aquellas que cuentan con pedales en la cadena de sonido que se conectan a uno o varios amplificadores. Cada uno de estos pedales suele corresponder a un efecto en concreto, y la manera en que acostumbran disponerse está perfectamente estudiada. Por lo que se observa en la mayoría de los diagramas de *rigs*, (Adam Cooper, n.d.; Equipboard, n.d.; Bailey, Dickson, and Hamilton 2017; Paz 2021), esta arquitectura ha sido la dominante hasta, al menos, finales de la década de los 2000. Además, la principal alternativa/oposición con la que ha contado han sido los *racks* de efectos y las pedaleras multi efectos.

En los últimos quince años, sin embargo, una concepción nueva del set surge de dos planteamientos muy simples: El perfeccionamiento del software (procesar efectos y envíos con el ordenador) y la posibilidad de sustituir los amplificadores por las PA (Overholt, Zovnercuka, and Konovalovs 2019; Herbst and Vallejo 2024; Mrozinski 2022). De aquí se derivan tres términos relacionados pero distinguibles: virtualización, emulación y construcción del sonido. Dentro de estos conceptos, el más antiguo es el de construcción del sonido (Hurwitz, Ethan, and Clement 2012; Randles 2015).

Habitualmente, en los sets clásicos se ha buscado construir el sonido, utilizando desde combinaciones típicas hasta poco habituales (dos pedales idénticos seguidos, pedales de volumen controlando secciones de efectos etc.). Integrar esta construcción del sonido en la nueva ecología informática (Martínez Ávila 2022) será uno de los fenómenos que se irán desarrollando a lo largo de este apartado.

Por su parte, la emulación y la virtualización corresponden a dos periodos posteriores y distintos. La idea de la emulación es simultánea a los primeros multiefectos y conlleva la preexistencia de pedales de efectos que se imitan (Holmes 2019; Sanchez Mendoza 2005). En la mayoría de las veces es empleado como un término peyorativo, que refiere a una imitación inferior, de peor calidad del efecto original.

La virtualización, sin embargo, conlleva la idea de transferir una parte de la tecnología empleada a un medio informático. Está muy relacionada con la emulación, puesto que lo emulado es virtualizado. Sin embargo, significa también una bifurcación de la imitación, pues, aparte de emular efectos, las posibilidades informáticas permiten crear nuevos procesamientos o superar algunos efectos antiguos. Es un claro ejemplo de superación de la *loop station*; el empleo del DAW

en directo es probablemente el *loop station* más poderoso y con más posibilidades que existe. Respecto a la creación de efectos, existen varios ejemplos que se estudiarán, por ejemplo, aquellos propuestos por Valhalla DSP o Chow DSP (Jürgens, Hinrichs, and Ostermann 2020).

El sentido de la construcción en el contexto de la emulación y la virtualización es distinto. La construcción del sonido presente se relaciona con la combinatoria que la virtualización nos propone, tanto a nivel técnico como artístico, y con la posibilidad de mezclar elementos virtualizados con elementos no virtualizados, en lo que se corresponde con un claro ejemplo de concepción post digital del set. Lo digital y lo analógico se encuentran tan intrincados que es muy difícil detectar dónde acaba uno y dónde empieza otro (Schubert 2021) y lo que es más importante: la calidad sonora buscada se alcanza combinando estratégicamente las diferentes tecnologías.

En el siguiente subapartado se va a explicar cómo emular informáticamente (es decir, a través de la virtualización) un set de guitarrista eléctrico clásico:

- En primer lugar, se virtualizará un set ideal, y, a continuación, los ejemplos concretos de Jimi Hendrix y de Robert Smith. Además, de cara a las pruebas se utilizarán comparativamente una PA y amplificadores.
- En segundo lugar, se van a aplicar estos sets a la configuración de los casos de estudio de música clásica contemporánea.
- En un tercer paso, se va a explicar cómo construir el sonido del set de una manera más elaborada utilizando las posibilidades del *loop* de efectos del amplificador y otros componentes analógicos como el reductor de ruido o la preamplificación.
- En el cuarto punto se va a explicar cómo utilizando este sistema de construcción de sonido se puede usar la virtualización de una manera creativa para generar otro tipo de estéticas no obligatoriamente dependientes de sets preexistentes.
- Finalmente, se explicará la importancia que pueden tener las nuevas interfaces en este proceso de virtualización.

3.2.3. Emulación informática de los sets clásicos.

3.2.3.1. Set clásico

Partiendo del set estándar de ordenador, primero se virtualizará un set clásico, el más estándar posible, con salida a un solo amplificador y la siguiente secuencia de efectos: *wah*, compresor, distorsión (*overdrive*), *chorus*, *delay* y *reverb*. (Bailey, Dickson, and Hamilton 2017).

Se puede virtualizar el sonido del set propuesto utilizando *plugins* en un DAW, para este caso concreto algunas opciones serían las siguientes:

- *TalkBox*. Es parte de la suite de *Guitar Rig*, (Ola Korte 2023), una popular marca de *plugins* para guitarra eléctrica. En la década de los 2000 y especialmente principios de 2010 fue, junto a *Neural DSP* y *Amplitube* la suite de *plugin* más utilizada para el instrumento. Sus *wah* son efectivas y originales. Otro de sus módulos es el llamado auto *wah*. La *wah* de la ya citada *Neural DSP* también está bien considerada al igual que la de *Amplitube* que, además, tiene una versión gratuita reducida. Es de gran calidad la de RNBO de M4L. Finalmente, Nembrini Audio tiene una *wah* gratuita no *open-source*.
- Dentro de los compresores, el diseñado por Manuel Poletti para la suite de pedales [RNBO](#) de MAX MSP es una gran opción, aunque bastante costosa porque implica comprar la licencia de MAX MSP 9. No obstante el compresor, así como también la *wah* y otros efectos de esta colección son de gran calidad. Hay varias opciones alternativas algunas de código abierto como la captura de *Xotic SP* para Proteus.
- Proteus es un software de código abierto que utiliza tecnología IR para captar el sonido de determinados pedales y que funciona especialmente bien con distorsiones y pedales de ganancia. En este caso vamos a usar la captura de un *Tube Screamer* de Ibanez. NAM (Neural Amp Modeler) es otro *profiler* de código abierto también muy empleado, aunque más orientado hacia las capturas de amplificadores que de pedales. ChowDSP presenta dos *plugins* gratuitos de gran calidad, para crear distorsiones: CentaurDSP y BYOD.
- Para el *echo* se puede emplear el *plugin* de *Roland Space Echo*, una virtualización de su propio efecto clásico analógico, que además puede aplicar una reverberación muy interesante. Otras opciones serían el *echo* de

Valhalla Supermassive, ajustando bien la configuración. A nivel de reverberación es posible usar Convology, también gratuita y de tecnología IR.

- Finalmente, el *delay* puede ser el propio de Ableton (Figura 3-15), que con una configuración adecuada puede abarcar bastantes casuísticas del *delay*. También los *delays* Valhalla Supermassive o ChowDSP Matrix son *plugins* con muchas posibilidades, aunque más experimentales en su concepto.

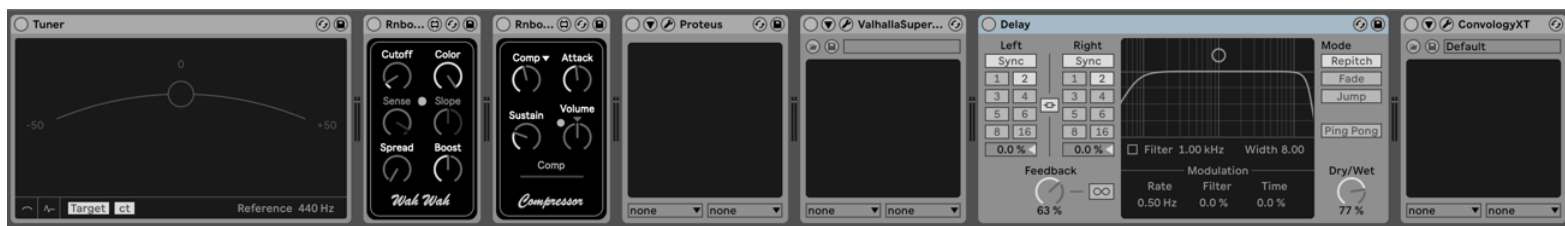


Figura 3-15: Visualización de los efectos del setup virtualizado en Ableton

Un control importante es la *wah*, ya que es un pedal gradual. Debe de ser asociado a los pedales de expresión de la pedalera con el mapeo MIDI. También es una buena idea asociar el control del *delay* a otro pedal de expresión. Respecto al mapa de la controladora, en este caso estará distribuido como se recoge en la figura 3-16.



Figura 3-16: Mapa MIDI para controlar el set clásico con la Pedalera MIDI

3.2.3.2. Set de Jimi Hendrix y Robert Smith

Una vez probado este set estándar se emularán dos sets de guitarristas icónicos cuyas cadenas terminan en ambos casos en una salida en estéreo. En la emulación del set de Jimi Hendrix (Figura 3-17) podemos emplear como *plugins*:

- Una de las *wahs* previamente citadas.
- ChowPhaser, para emular el Uni-Vibe, no es una emulación estricta del pedal, es un plugin de *phaser* muy completo, con múltiples parámetros ajustables y un sonido de gran fidelidad. Es un software gratuito, pero no de código abierto.
- Un efecto de Proteus. Por ejemplo, en este caso lo utilizaremos con una captura del Big Muff, uno de los pedales de *fuzz* de Jimi Hendrix.



Figura 3-17: Ejemplo de la virtualización de Jimi Hendrix. En este caso se puede observar el plugin desplegado, en visualización tipo *standalone* (parte superior de la imagen) y el plugin esquematizado como un módulo de Ableton (parte inferior).

Ahora se deben configurar el *uni-vibe* y la *wah*, ya que son pedales graduales. Hay que tener en cuenta que las pedaleras estándar tienen la limitación de dos pedales de expresión. En este caso de la carencia o la dificultad para aumentar los pedales de expresión tiene sentido el uso de controles gestuales expresivos como el de *Muscle-Guided Guitar Pedalboard: Exploring Interaction Strategies Through*

Surface Electromyography and Deep Learning (Lionetti et al. 2024), ya que asocia esta expresión a un gesto no relacionado con los pies sino con otros puntos como la expresión facial, los brazos u otras partes del cuerpo.

Se pueden unir el set clásico y el de Jimi Hendrix en el mismo rack, añadiendo al *setup* anterior el *fuzz* y el *phaser*, y controlando selectivamente que efectos usar en cada momento.

El set de Robert Smith de The Cure es más complicado porque cuenta con varios módulos. Como *plugins* para el procesado, al set completo (clásico + Hendrix) hay que añadir los efectos de *chorus*, un *flanger* y un trémolo. En este caso se pueden emplear los siguientes:

- TAL-Chorus, un *chorus* gratuito que emula el efecto del sintetizador Juno.
- Para *flanger* y trémolo pueden servir los *plugins* de RNBO

La Figura 3-18 muestra como queda el rack digital en conjunto:



Figura 3-18: Ejemplo de virtualización del set de Robert Smith en Ableton

3.2.3.3. Set clásico expandido

Como resultado del apartado tenemos un set, al que podemos llamar set clásico expandido, que incluye en su paleta de efectos todos los considerados básicos y las expansiones que aportan los efectos de Hendrix y de Smith. En general, se pueden utilizar más efectos (por ejemplo, un *Ring Modulator*, un *Pitch Shifter*, etc.), pero se trata de un set muy completo, fácilmente adaptable, expandible y un gran marco de experimentación.

A la hora de sonorizarlo se podría usar un solo amplificador, pero teniendo en cuenta la presencia de estéreos simulados por varios efectos, lo ideal sería una PA o dos amplificadores. No obstante, en la primera configuración clásica (antes de incluir los efectos de Hendrix y Smith), históricamente se ha utilizado un solo amplificador para la salida de todos estos efectos junto a su salida mono, y sigue siendo una opción que se puede implementar desde los envíos. En la Figura 3-19 se muestra cómo queda mapeada la pedalera MIDI.

Y así queda mapeado en la pedalera MIDI:



Figura 3-19: Asignación de controles del set de Robert Smith en la pedalera

Al tener 11 efectos es limitado el número de controles que se pueden asignar, aunque se pueden ampliar hasta 100 efectos cambiando el número de canal de la pedalera MIDI. (a modo de ejemplo en la imagen está asociado al número cinco, pero suele haber 10 canales configurables). No obstante, es complicado a nivel nemotécnico.

Idealmente, muchos controles se pueden regular desde una interfaz situada en el cuerpo de la guitarra eléctrica (Figura 3-20). Estos controles serían: compresor, distorsión, *fuzz*, *echo*, *chorus* y *flanger*, regulación del grado de reverberación, del grado de *delay* y del grado de trémolo. Y dedicar la pedalera a controlar *wah*, y *phaser*, su encendido y su apagado, y controles muy dependientes de los pies (como el *loop*, aunque en este caso no se contempla).

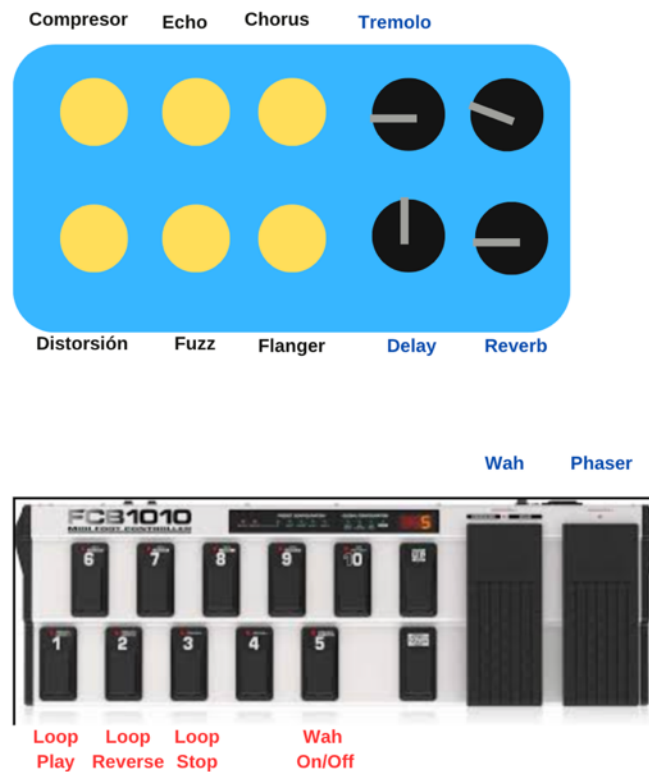


Figura 3-20: División del control MIDI del set de Robert Smith entre dos interfaces

Este es uno de los ejemplos donde cobra sentido apoyarse en una segunda interfaz más sencilla cuyo sentido es encender y apagar efectos, así como graduar algunos efectos que no suelen depender de la actuación instantánea, por ejemplo, la reverberación. Parece útil, por otra parte, contar con más pedales de expresión, en este caso, por ejemplo, para la oscilación del trémolo o el nivel del *delay*, que a veces si se pueden querer usar como un efecto mientras se interpreta. Una vez más, aplicar ideas de control gestual de los efectos puede ser interesante (Jensenius 2022; Overholt, Zovnercuka, and Konovalovs 2019).

3.2.4. Aplicación a estudios de caso de música clásica contemporánea

En el próximo capítulo, uno de los usos que se dará a la virtualización será su aplicación a varios casos de estudio del repertorio de música clásica contemporánea para guitarra eléctrica: *Electric Counterpoint* y *Electric Guitar Phase* de Steve Reich, *La Cité des Saules* de Hugues Dufourt y *Trash TV Trance* de Fausto Romitelli. Virtualizar estos sets supone un proceso de transferencia tecnológica

(Ferreira 2014), que conlleva una simplificación en el acceso y comunicación de la electrónica de la guitarra eléctrica.

En este apartado se hace una breve introducción a la relación entre dichas obras y su virtualización, sobre todo con la intención de justificar decisiones que después se darán por hechas (sonorizaciones, elecciones de *plugins* etc.) y comentar aspectos muy particulares de las obras que escapan de lo tratado previamente, ya que en algunos casos de estas obras se dan configuraciones que no se engloban en el set clásico del apartado anterior.

El *setup* utilizado en estas obras será el presentado en el apartado 1. El DAW utilizado será Ableton Live 11. La propuesta de control MIDI será doble, una basada en una sola pedalera y renombrada como control MIDI estándar, y una opción alternativa en la que se añadirá un control adicional a través del prototipo desarrollado en el último apartado de este capítulo. Finalmente, la sonorización estándar será con dos amplificadores en estéreo.

Las principales modificaciones respecto al set clásico expandido son las siguientes:

- Gestión de bucles
- Gestión de pistas pregrabadas y escenas
- Envíos de efectos
- Envíos de claquetas y *clicktracks*.

Existen dos planteamientos en el uso de bucle. En un primer caso, usar la *looper* como un efecto añadido al *setup* clásico expandido. Esta será la forma en la que se usará en la obra de *Trash TV Trance*. En un segundo caso, usar la pista de audio como almacén del bucle. Está será la forma en la que se usará en *Electric Guitar Phase* (Figura 3-21).

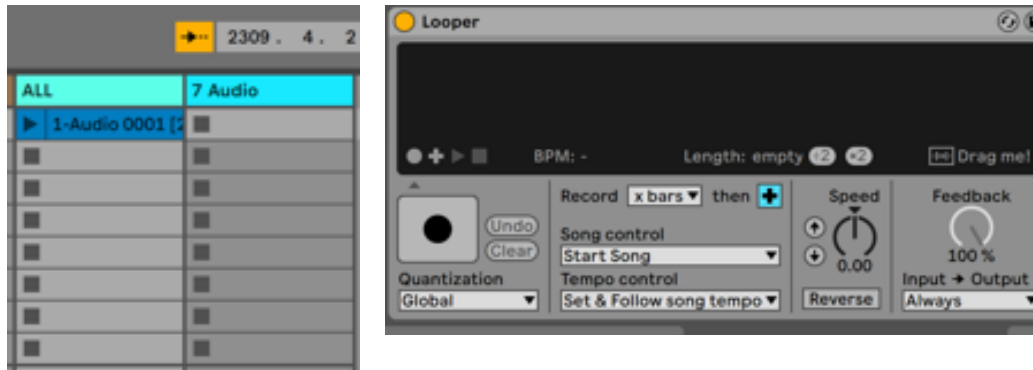


Figura 3-21: *Loop* de pista situado en el primera escena de la pista ALL (a la izquierda). *Looper* efecto con varios controles: número de compases, *feedback*-equilibrio de volumen entre capas, *reverse*, *song control*, *tempo control*, *undo*, *clear*, *quantization* etc. (a la derecha)

Para la gestión de las partes pregrabadas de *Electric Counterpoint* es importante introducir las escenas. Las escenas son compartimentos lógicos que dentro de una misma pista de audio gestionan diferentes muestras de audio, pudiendo controlar también características como su tempo.

Además, los envíos son un mecanismo importante de tratamiento del efecto. Se puede guardar un efecto en una pista diferenciada de la pista empleada. De esta manera se gradúa la cantidad de efecto que se envía desde cada pista, además el envío se aplica por defecto a todas las pistas, lo que homogeneiza el uso de algunos efectos principales.

Finalmente, en las dos obras de Reich es importante usar un *clicktrack* para facilitar la precisión rítmica, que se puede emplear como un envío cuyo volumen se controle vía MIDI.

Respecto a la sonorización, la elección responde a los siguientes requisitos: En la obra de Dufourt es claramente requerido un estéreo para la guitarra eléctrica. En la obra de Romitelli lo habitual es usar un único amplificador (Romitelli 2002), pero un segundo es muy útil para procesar los ruidos.²⁷ En la propuesta de interpretación de *Electric Guitar Phase* que se aborda en esta tesis se plantea un giro importante en su electrónica. Para ello se hace una modificación de la parte

²⁷ Esta, no obstante, es una idea sonora de índole más artística, para nada necesaria. Su idoneidad será justificada en el apartado donde se aborda la interpretación de la obra de Romitelli.

fija respecto a su concepción original.²⁸ En esta obra, es importante jugar con el panorama del sonido para diferenciar las fases en la medida en la que se quiera. Para ello tener dos amplificadores ubicados en el escenario se antoja esencial.

Solamente en *Electric Counterpoint* no es especialmente adecuada la sonorización con dos amplificadores. El caso de la sonorización de la obra se estudiará detalladamente en su apartado. No obstante, siempre se puede reducir mediante envío el número de amplificadores y hacer que la guitarra solo suene por uno, pero de cara a un concierto con un repertorio amplio, si varias obras requieren un estéreo, es importante plantear la sonorización como un estéreo y después reducir a mono en las obras que sea necesario. (Reich 1987; Reich and Hillier 2011; Santos and Portovedo 2023).

Finalmente, cabe añadir que los amplificadores en estéreo pueden ser microfoneados y adicionalmente agregar más volumen y otra distribución sonora a través del técnico de sala. Contando con una tarjeta de sonido con varias salidas, por ejemplo 4, se pueden enviar L/R a los amplificadores en estéreo y las salidas tres y cuatro a la mesa, así como una salida de cascos al músico para usar el *click track*. El hecho de sacar una salida adicional a la mesa es útil para que se reproduzcan por las PA del espacio los sonidos elegidos, normalmente pistas pregrabadas, como en el caso de *Electric Counterpoint*.

3.2.5. Una construcción más avanzada utilizando el *loop* de efectos

En este apartado se estudia cómo transportar la arquitectura del *loop* de efectos a un entorno virtual. En este caso se aprovecha el *loop* de efectos del Marshall *Origin 20C* y se incorpora a la cadena de efectos en el mismo siguiendo el esquema que se describe en la Figura 3-22. Hay que tener la precaución en el DAW de generar dos pistas distintas, una para los efectos de saturación y otra para los de modulación y atmósfera, como se muestra en la figura.

A la luz de lo descrito hasta ahora, queda claro que los amplificadores tienen problemas con efectos de sonido espaciales y generan más ruido que las PA. Precisamente el empleo del *loop* de efectos va a tratar de solucionar estos dos problemas, también en la ecología de efectos digitales.

²⁸ No obstante, el planteamiento no supone una visión rupturista sino una transferencia tecnológica que se pretende coherente y adecuada.

En el repositorio de audio se puede comprobar que el reductor de ruido limpia la cadena de sonido y que la distribución de determinados efectos a través del *loop* hace que la cadena sea una de las más precisas y mejor construidas, afectando positivamente al sonido. Esto se traduce en reducción de los ruidos y separación de la ganancia y la saturación de las modulaciones y los procesos espacio-temporales.

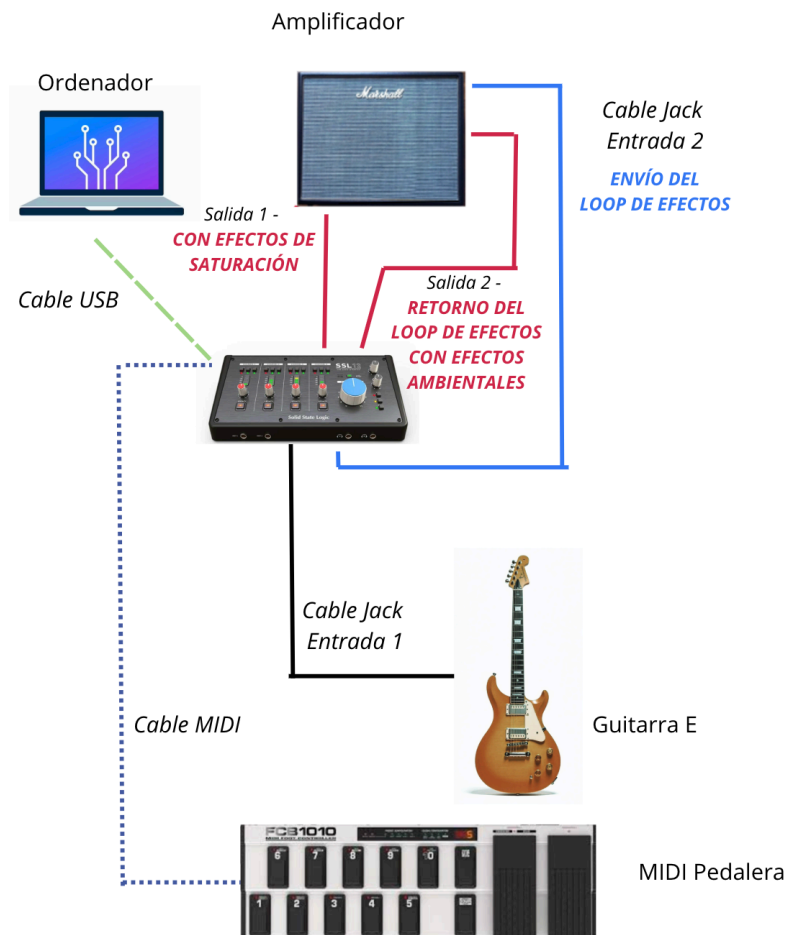


Figura 3-22: Arquitectura informatizada utilizando el *loop* de efectos del amplificador

Esta construcción puede ser especialmente útil para aquellos guitarristas que adolezcan precisamente de este tipo de problemas de forma más marcada. Por ejemplo, que prefieran los efectos espaciales o que tengan pastillas que arrojan más ruido, no filtren el *hum*, etc. En el repositorio de audio se puede escuchar la comparativa.

3.2.6. Una construcción experimental

Una de las aplicaciones experimentales que se puede dar en el *setup* es utilizar varios altavoces simultáneamente. Otra posibilidad es utilizar varios bucles de distinta duración en directo. Finalmente es posible emplear efectos no incluidos en los sets anteriores. El *setup* de *Las Dos Lunas Parte I*, de la obra *Hipnótica*, compuesta durante el desarrollo de la tesis, consta de una monitorización para tres amplificadores en escena. Además, emplea cuatro bucles generados en directo (*live looping*) con distintas duraciones y con distintas salidas según los amplificadores empleados.

La obra de *Hipnótica* y su composición se describen en el capítulo 5 de la tesis, pero esa pieza en concreto es un ejemplo de cómo se puede utilizar un *setup* de sonido de una forma no habitual en los siguientes aspectos:

- Distribución de frecuencias y pistas en diferentes canales de salida,
- Duraciones distintas en los bucles
- Control de volúmenes de pista con gran precisión

Para empezar las frecuencias graves se dirigen al amplificador central. Además, estas frecuencias graves se obtienen empleando un efecto de *shifter*, que logra que la guitarra suene una octava por debajo de su tesitura habitual.

- En los bucles se genera uno de 20 compases de cuatro por cuatro en las frecuencias graves, a modo de bajo.
- Después se añade el bucle principal de 20 compases en cuatro por cuatro que se envía a los dos amplificadores laterales, y se aplica un pin pon *delay* que hace variar el sonido entre uno y otro amplificador.
- Un *loop* de 8 compases se envía al amplificador lateral derecho.
- Otro *loop* de 8 compases al amplificador lateral izquierdo.

Esta configuración de los bucles supone varios avances respecto a una *looper* tradicional, como la posibilidad de usar distintas duraciones para cada *loop* y la

independencia absoluta de los cuatro canales (que podrían ser n canales potencialmente). Además, esta independencia de los canales se traduce como un ruteo flexible de las salidas del sonido.

Cada una de estas pistas tiene un volumen fijado de una manera muy precisa para lograr un equilibrio en la mezcla. Además, como algunos bucles deben disminuir en volumen a lo largo de su reproducción, se puede asignar el volumen de las pistas a pedales de expresión, o en su defecto, a controles de una interfaz manual, normalmente potenciómetros, para mezclar los *loops* desde el instrumento.

Finalmente es muy importante el recurso de rutear pistas para hacer grabaciones de muestras. Es decir, enviar las muestras de una pista a otra pista y tomar fragmentos nuevos. Por ejemplo, grabar un *loop* de 4 compases para el primer movimiento, y en el segundo movimiento, tomar dos compases de ese *loop* original y cambiar su afinación. De esta manera, se genera material nuevo sin tocar el instrumento, solo reciclando material ya existente.

3.2.7. La perspectiva de crear una interfaz de aumentación.

Una serie de problemáticas referidas al control MIDI han ido apareciendo a lo largo de la tesis y, más específicamente, a lo largo de este apartado. En primer lugar, su tamaño puede encontrarse excesivo para algunos controles de tipo *switch*. En segundo lugar, y en contraposición, en otras configuraciones la cantidad de botones puede ser escasa, sobre todo en un sentido nemotécnico.

La ecología de efectos que implica una controladora MIDI de tipo pedalera es la misma que la que emplea un controlador MIDI manual (Hödl and Fitzpatrick 2013; Overholt, Zovnercuka, and Konovalovs 2019; Martínez Ávila 2022). Además, ciertos reguladores se echan de menos en las controladoras de tipo pedalera. De los que han aparecido, es exagerado emplear un pedal de expresión para controlar un *clicktrack*, o parámetros como la dimensión de la reverberación o la mezcla del *delay*.

Comprendiendo como se puede sacar todo el partido de un *setup* virtualizado, y como complementar varias interfaces, una interfaz de control manual cobra todo su sentido, y será desarrollada en el último apartado de este capítulo.

3.2.8. Discusión sobre el apartado

Additionally, there is another key element, which is the simplicity of electronic setup in some works compared to the complexity of others. This is important because both works may be part of the same concert repertoire. To address this issue in terms of setup, a more complex setup may be required. This leads to guitarists having different setups, one complete and another more simplified. (Santos and Portovedo 2023a).

1. En el primer ejemplo set clásico expandido se muestra la diferencia en componentes que existe entre un set amplio y un set informatizado. A medida que las arquitecturas antiguas van creciendo en componentes, se vuelve más interesante tener un set informatizado. Un set de este tipo enviado a PA es algo que a nivel logístico se resume en tres componentes. Además, se puede emplear una interfaz en el cuerpo de la guitarra, el traslado de material puede ser guitarra (con interfaz integrada), tarjeta de sonido y ordenador (más el cableado correspondiente). Aunque es en un sentido experimental donde la opción informática se vuelve más poderosa, esto es, en el hecho de poder probar muchas opciones con inmediatez sin aumentar los componentes ni las conexiones. Por contrapartida, la configuración puede ser complicada a nivel informático.

(..) in the digital realm, the setup can always remain identical. In other words, the size of the set does not physically increase depending on the repertoire. (Santos and Portovedo 2023a).

2. Otra de las conclusiones intermedias de estas primeras emulaciones es que es perfectamente factible sustituir los efectos. Aunque el resultado no sea exactamente el mismo porque los dispositivos no son idénticos, son perfectamente válidos y de gran calidad. El ámbito que merece una reflexión más profunda es el de la salida del sonido y la sonorización.

3. En la sonorización se vuelve fundamental tener una coherencia con la idea de salida que estética y técnicamente queremos para el sonido. En un rango de precios similar la PA aporta un mejor equilibrio de los sonidos y una posibilidad de estéreo inmediata, aunque adolece de una ganancia propia y del ataque y color de los amplificadores. En contrapartida, los amplificadores no siempre funcionan tan bien cuando se emplean efectos muy atmosféricos, y son más difíciles de equilibrar en frecuencias, pero para ciertos efectos como distorsiones o *crunch* aportan una

ganancia extra y un matiz sonoro propio. El amplificador está pensado para la guitarra eléctrica y, en concreto, para ciertos usos más "tradicionales" de la misma.

El interés de utilizar la PA radica en que ya está instalada en los espacios, y evita tener que transportar los amplificadores. En estos casos, experimentar y optimizar bien el sonido de la guitarra para que funcione correctamente con la PA puede ser extremadamente importante. Hay que tener cuidado porque no todas las PA son iguales, algunas están pensadas para estudio y campo cercano, y pueden ser desaconsejables para ensayos y cierto grado de decibelios.

En muchos casos el amplificador va a ser microfoneado y luego llevado a una PA. Es muy habitual utilizar como micrófono un *Shure SM57*. Esto permite tanto al técnico tener control sobre el volumen y la distribución, como al intérprete sobre su sonido. Además, el amplificador funciona muchas veces como monitor para el músico.

En mi experiencia con la gira de la obra *Corps Seul*, no es una mala decisión en determinadas actuaciones sacar el sonido por la PA, obviar el amplificador y usar como monitor los propios del espacio. Supone mayor comodidad a nivel de montaje, y en determinados contextos puede funcionar bien. No obstante, para ciertas estéticas y estilos, especialmente Pop y Rock es habitual escoger el amplificador por delante de la PA. Aunque el modelado de amplificadores ha mejorado extraordinariamente en los últimos años con tecnologías como IR (*Impulse Response*), no deja de ser una imagen del mismo, limitada en comparación con un amplificador, más versátil en su configuración, y más orgánico (muchos amplificadores, por ejemplo, van calentando las válvulas y a medida que avanza la actuación van adquiriendo nuevas tímbricas).

En resumen, en general es importante tener un amplificador (o unos amplificadores, de cara a construir un estéreo) y conocerlo a fondo para conseguir el sonido más profesional posible. En caso de que sean microfoneados, se puede controlar más sencillamente la tímbrica por parte del músico. No obstante, las opciones de modelado digital han avanzado enormemente, el sonido que consiguen es perfectamente creíble, y sirve para la práctica profesional. Incluso, hay guitarristas que prefieren sonar por la PA, en muchos casos por una facilidad en el montaje. En el caso de *Corps Seul*, por ser interpretada normalmente en teatros de tamaño medio, la sonorización de la guitarra que se conseguía con la PA era más atmosférica y apropiada, por su disposición en los espacios (varias fuentes de sonido, la altura de los altavoces, etc.).

A nivel de accesibilidad, el hecho de multiplicar amplificadores para construir un estéreo supone una inversión económica, aunque interesante, muy considerable. El tener que desplazarlos y cargarlos puede suponer muchos problemas logísticos. Utilizando un set virtual y una PA, o la sonorización propia de la sala se pueden conseguir buenos resultados sin tener que afrontar este desafío logístico.

4. Uno de los fallos más frecuentes en los *setups* es la acumulación de ganancias y la aplicación de volumen desde puntos no detectados. Como se ha visto a lo largo del apartado pueden existir varios puntos de aplicación de ganancia y volumen en un *setup* informatizado, así como aplicar desde un punto u otro, añadir presencia de un efecto, de una pista, etc. No sólo supone un cambio técnico de control del sonido, sino que afecta profundamente a las consecuencias estéticas. Muchos sonidos se basan en llevar algunos puntos de ganancia al límite y otros de volumen al mínimo, por ejemplo, la saturación en los amplificadores.

5. Otro factor importante son las rutas y envíos de sonido, al igual que en el caso anterior, se trata de un control técnico que entronca directamente con un apartado estético. También es otro de los puntos en los que este tipo de montaje informático otorga una mayor autonomía y control al músico, que puede diseñar distintas configuraciones sonoras, empleando las salidas de la tarjeta de sonido y enviando cada señal a su destino. Si se cuenta con el equipo necesario a nivel de salida (amplificadores y pantallas)²⁹, ordenador y tarjeta de sonido pueden lograr una gran flexibilidad en los ruteos. (Por ejemplo, una tarjeta de sonido puede tener cuatro salidas y cada una puede ser enviada desde el DAW a un amplificador, controlado parámetros como su ganancia, etc). Esto puede evitar usar dispositivos físicos para separar las señales, y, adicionalmente, conseguir obviar ciertos pedales virtualizándolos.

6. Finalmente, es importante recordar que al virtualizar un *setup* una de las consecuencias positivas más interesantes es que las actuaciones pueden ser

²⁹ La casuística multicanal hay que tratarla especialmente. En los dos casos anteriores hemos visto un estéreo o un mono duplicado. En una sala con su propio sistema de sonido, si se quieren obviar los amplificadores, lo más probable es enviar el estéreo o el mono duplicado a la mesa del técnico. Si la sala cuenta con la posibilidad de generar salidas independientes, cuatro canales, ocho canales etc. no debería de ser necesario enviar más señales mono si lo que se quiere es repartir siempre la misma señal por altavoces distintos. Pero sí habría que enviar cuantas señales se requiera (cuatro, por ejemplo) si cada una contiene una información sensible a espaciar sonoramente, ya sea una cuadrafonía, un efecto que simule la cuadrafonía o diversos sonidos pregrabados o generados con *Live Looping* que se quieran distribuir en distintos altavoces.

grabadas con un nivel de control muy alto y personalizado. Esta grabación la puede realizar el intérprete como una extensión natural de su *setup*.

3.3. Conversation with Yaron Deutsch

3.3.1. Introducción

Durante el día 10 de Julio de 2022 y después de intercambiar varios correos electrónicos se produce la reunión con Yaron Deutsch. Yaron (Tel Aviv 1978) es un guitarrista eléctrico especializado en música clásica contemporánea y en música contemporánea. Es fundador del grupo de cámara Ensemble Nickel, también colabora con el Klangforum Wien y el Musikfabrik Ensemble. Como solista y como músico de cámara ha estrenado a compositores como: Pierluigi Billone, Raphaël Cendo, Clemens Gadenstätter, Klaus Lang, Enno Poppe, Bernard Gander, Philippe Hurel, Eduardo Moguillansky, Marco Momi, Helmut Oehring, Stefan Prins, Michael Beil, Franck Bedrossian, Chaya Czernowin y Michael Wertmüller entre otros. También ha trabajado con numerosos directores de orquesta como concertista:

As a soloist he performed with the Israeli Philharmonic L.A. Philharmonic, Luxembourg Philharmonic, Luzerner Sinfonieorchester, Sinfonica Nazionale della Rai (turin), SWR Symphonieorchester and the Vienna Radio Symphony Orchestra; playing under conductors Sylvain Camberling, Titus Engel, Peter Eötvös, Zubin Mehta, Emilio Pomàrico, Peter Rundel and Ilan Volkov. (Deutsch 2025).

Como docente Yaron es profesor en la Universidad de Música de *Basel Hochschule für Musik FHNW / Sonic Space Basel* (Suiza). También es profesor de guitarra eléctrica en los cursos de verano de Darmstadt (Alemania) y curador del festival Internacional de Música de Cámara de Tel Aviv (Deutsch 2025).

El trabajo que está haciendo con la guitarra eléctrica es equiparable al que hizo en su momento Andrés Segovia con la guitarra clásica (Billone 2024). Estrenando obras de los principales compositores en activo, trabajando con las formaciones de

música de cámara más prestigiosas del panorama mundial y potenciando la actividad concertística del instrumento.

El objetivo de la entrevista es que explique su visión de la guitarra eléctrica, especialmente de la parte técnica relacionada con la construcción del sonido del instrumento y el *setup*. Pretende servir como ejemplo práctico de como un guitarrista profesional piensa su *setup* y lo relaciona con sus ideas artísticas y con la interpretación musical. El hecho de enfocar las preguntas en estas cuestiones se fundamenta, principalmente, en la falta de información que hay sobre este apartado técnico del instrumento.

Como se extrae de la tesis de Banks (2013) y del artículo *Status of the electric guitar in higher education institutions in the European Union* (anexo), hay una ausencia de enseñanza musical superior de la guitarra eléctrica dentro del estilo clásico contemporáneo en Europa. La mayoría de los guitarristas que se profesionalizan en este sector vienen directamente de la guitarra clásica. Como tal, su principal déficit en el instrumento se relaciona con aspectos técnicos y con el desconocimiento de las posibilidades tecnológicas que brinda el instrumento. Este apartado supone, en la mayoría de los casos, una barrera conceptual de mayor calado que la que se relaciona con la técnica interpretativa y manual (digitaciones, púa, *whammy bar* etc.).

Aportar información al respecto es uno de los objetivos de la entrevista. Al incluirla en este capítulo de la tesis también se busca proporcionar un aparato crítico que permita al lector entender las ideas del *setup* de Yaron.

Además, por la naturaleza (y la naturalidad) de las respuestas de Deutsch, completas, extensas y ricas en contenido, la entrevista excede el marco de una charla técnica para convertirse en una conversación más profunda, que prácticamente reflexiona sobre el lugar de la guitarra eléctrica en la música académica contemporánea.

La entrevista se compone de cinco preguntas. En algunos puntos, las respuestas se acompañan con imágenes para explicar ciertos detalles técnicos a los que se refiere, y también se añaden algunas notas al pie para puntualizar referencias. Fuera de estas pequeñas intervenciones, se ha querido mostrar la conversación tal y como se produjo. También se puede ver en vídeo a través del [repositorio](#).

3.3.2. Entrevista

Q: (D.S.R)

What is your basic set for the electric guitar (if exists) and what set would you recommend to guitarists when playing contemporary music?

A: (Yaron Deutsch)

Thank you, first of all for showing interest in my work and following it. You really analyzed wonderfully already. I don't know how you manage to notice all these details. So that was quite spectacular.

Now, technically, from the guitar, my line first goes to a preamp, the ADA (MP1) preamp, and I will explain afterwards why. Then from the ADA it goes to TC Electronics G-Force unit, which is effects unit. And from there it goes to a Marshall power amp. And the power amp is just to support the speakers. Because what I have is two Marshall on speakers' cabinets or Mesa Boogie cabinets. They are not amplifiers. You wrote amplifiers. They are not. They are only the cabinets. So normally you have for guitar combo amplifiers, which means there is a panel and at the same box also the speaker. This is why it's called combo. They are combined. But I have a rack, so I have a head. The power, this is from Marshall and then there is the cabinet.

In conclusion: guitar into a preamp ADA Amplitube, from the ADA to TC Electronics G-Force effects panel and then the head, the power amp from Marshall normally, that goes to two cabinets, and they are rarely stereo. They are two cabinets that send the same signal. And what it gives is just a bigger panorama of the sound because the guitar, electric guitar, is very directional in the sound, right?
³⁰ (Figura 3-23).

³⁰ Aquí vemos que la arquitectura de Yaron utiliza dos *racks*, y que controla el primero (Un pre amplificador (ADA)) vía MIDI con los pedales de expresión de la Roland FC-300, y el segundo (un *rack* de efectos) con la pedalera Boss GT100. Finalmente, su sonido se amplifica con un Marshall y sale en mono, a dos pantallas. Que se direccionan en función de su idea sonora.

So, everything that comes from a speaker is just shooting very directly to a certain point. Unlike an acoustic instrument, for instance, the violin, the sound goes like this (wide gesture with the hands) or the saxophone. And mostly I play a lot of chamber music. So, in chamber music or in general, if you have yourself just going in one place, the fusion is smaller, it's being harmed. There are many parameters how to make good mixture and to reach a group sound together, and they mostly rely on how you play. But still I noticed that one speaker I normally tend to step towards (if I speak about micro technical), it goes to the saxophone and the keyboard. This is one direction. And the other speaker is directed to the drums or percussion. So, we have this kind of panorama that goes, and I normally sit in between. So, I have of course, some sound that comes and then it goes there.

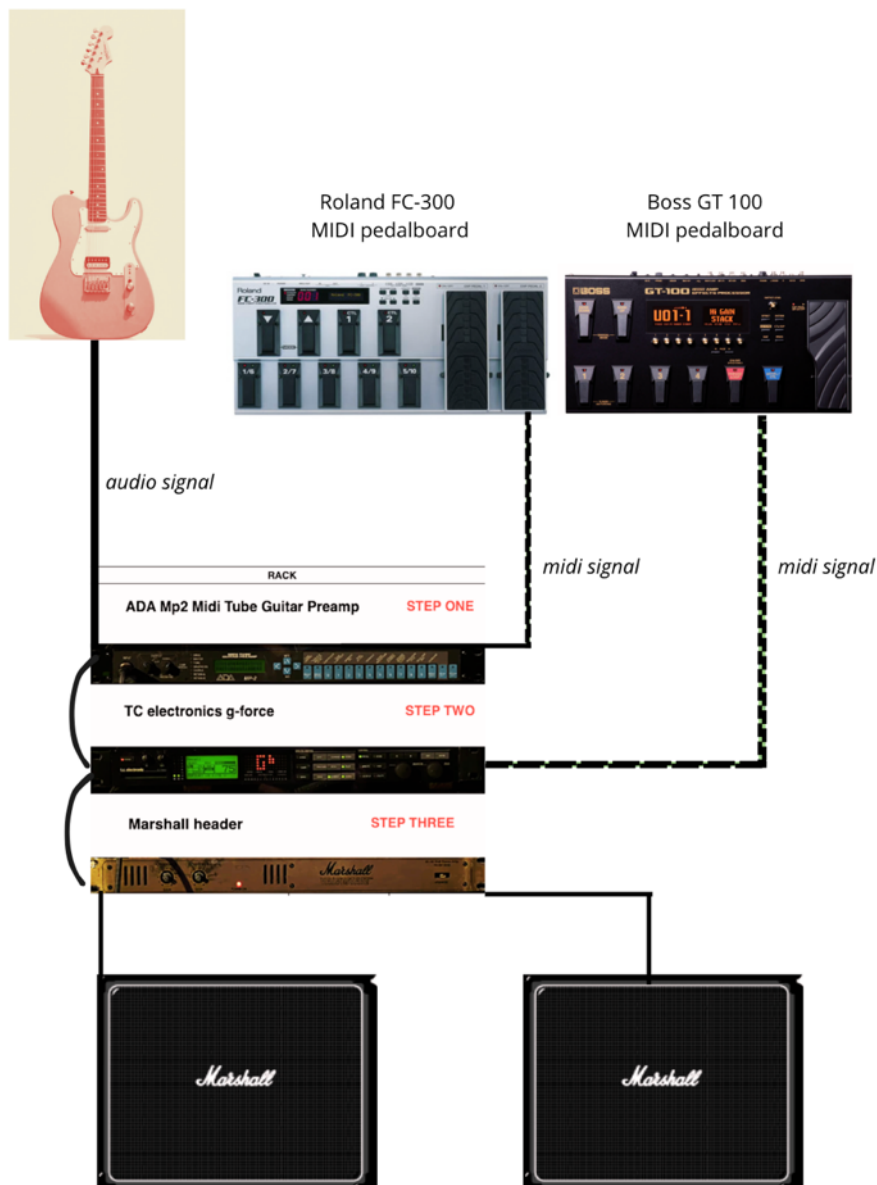


Figura 3-23: Yaron Deutsch's *setup*

So that's about the main core of the setting. And it is always like that, it was like that since, I think 25 years even. And the reason why I use it: The ADA is a tube preamp and has wonderful qualities of warmth and naturality. But not only it is a product that was developed in the eighties. The special thing about it is that you control with the MIDI language, MIDI controller all the parameters of this preamp. I can control for the volume, which is very important. But also, my left leg is always controlling the amount of distortion. So, for me many times the clean sound is not a clean sound, but it is a zero distortion. So, my left leg will always regulate how much saturation I want in the sound. And the right leg is to control the volume. It is emulating the sensation of when let's say a Saxophone is placed overblow the sound becomes distorted, or over pressure from the cello or violin, whatever, right? When we are doing something that is more physical, the sound becomes denser, it's not only becoming louder.

This is why I use this kind of idea, and therefore I really found ADA machine to be very efficient. Because I can control these two parameters, volume, and distortion. Of course, I can also control the wah wah that is inside this machine. I can control certain specific of EQ, etcetera, but I don't deal with that..., mostly how much distortion but also sometimes I can control how much. If I go with a clean sound, I can decide how much density the sound has. It's like you are on a regular amplifier and you decide how much volume of that clean sound you want. And if you turn on the volume it's not only the loudness in an amp, but it's also again this body of the sound that exists for the clean power, let's call it like that. So, there is what you imagine as gain, is how dense that sound is, I do it also for a clean sound.

And for that is what I'm using is this Roland, what you notice, the FC, I think 300 it is called, (Roland FC-300), has two panels. So, as I said, one is the volume, and one is the gain. Gain of a distortion or gain of a clean and the others is just to switch between the presets. Because every piece has sometimes a clean distortion, sometimes another type of distortion and I just go between them. So that's basic.

Now, I use what you saw many times, this Boss GT-10, I use it only as a MIDI controller (almost 99% of the time) just to switch between patches in the TC electronic effects machine. So, if I want to move from a phaser effect, from a delay, from a chorus sound, from a reverb, whatever... I use that. Only in the pieces by Billone (Pierluigi) the two solos, (*Sgorgo Y*, *Sgorgo Oo*) only then I use both GT-10

as a sound source, because he wrote the piece with these machines, and they are relying on very specific parameters in that machine. It's a kind of a weird synthesizer that is what I would call "a very bad digital sound, but consciously bad". So, it's good. It's like you want to make something that sounds artificial, for that it is very important.

So, every time that I use another external pedal (sorry for the long answer, but you will have the ability to see everything). Every time I use this external pedal it is just to change parameters, programs, or effects. What I add on top of all of this is a variety of things, so normally I will add the third expression pedal or fourth and they are often connected to the TC electronics. These expression pedals can control how much reverb or how long the delay or how dense the chorus or the phasing are, and I love to control these parameters of effects because I treat effects as a musical component. As a gesture..., when we make a natural vibrato, we do it with our hands, but you can also make something that sounds like that in a musical context when you use an effect. For example, a phaser that does (Yaron is imitating the sound of a phaser), but you can make it faster (he is again doing *the sound but faster*) and this is a musical material for composers so many times the composers are using this kind of parameter as an expression tool or how many you mentioned before, so you can control the pitch shifting for example with an expression pedal. And on top of that, to conclude my answer, I put between the TC electronics and the Marshall. I add many times effects. So, I will add a Hog to this is a synthesizer unit from Electrohammonic. I will use another delay effect from TC electronics called the Flashback too, I will use a Whammy four or five, the Whammy pedal and I will also use the freeze pedal. What else? Sometimes I'm also adding sometimes I use this kind of weird files... If I want to create some sounds that it is very clear to be an extension of my rig, I add them and you really have a feeling, okay, there is an intervention.

And now I'm having something new in my rig. This is called Beebo, a very smart machine that can all be controlled with MIDI language and to be added to the setting and what the Beebo is doing, or at least what I'm for the moment using it for is a new piece by Klaus Lang that requires two tape delays of 6 seconds and 12 seconds. And if you look around, it's very hard to find machines that do these long delays. So, I'm always adding things to my basic that never changes just in accordance with what the piece requires.

Q:

Perfect. Thank you very much for the answer. In fact, you have answered more doubts that I'm going to ask you now. It's really interesting. So, you have like a basic set with the TC electronics, and you have explained very well the amplifiers cabinets and the difference and the idea of the sound It's very important, I think that for me and for the guitarists because sometimes it's not so well explained, it's difficult to discover it. So, thank you very much.

I'm going to continue with another question which is about composers and the instruments. And the question is: when it comes to performing compositions, how do you approach the set of the instrument? Do you add electronic possibilities not originally conceived in the text? I mean that are you, in a kind of way, designing the electronic of the piece, speaking with the composer or how do you work on this idea?

A:

It is a very good question. Before, I'm really starting to practice a piece to reach the technical level of controlling it. I'm reading the material and I'm starting to play and then I spend normally it takes a few weeks to find the sound and to find the sound doesn't mean to find effects. This is completely not the case. I try to understand what is the sound world? What is this galaxy that you are going to shape that will give identity to the piece?

For example, if you think about director Almodóvar if you are now in Spain, so Almodóvar, he is the director, he writes the script, so he has the film and he knows what angle he wants. He wants one time to film Penelope Cruz from here and one time the camera will be above, etcetera, etcetera. This is the vision but there is the person behind the camera, the cameraman, that might tell Almodóvar “hey, let's use a camera that has a little bit of a green lens so the whole film has a green color”. “Let's always use this kind of tape because it will give a bit of a nostalgic feeling”.

So, I'm dealing a lot with this filter between the composer and the sound result. This filter here if the piece will be a bit blue if the piece will be a bit purple. If the piece will be nostalgic. If the piece will have a very analog sound. This for me is very intriguing and interesting to understand what is that sonic window where our listeners will hear.

This not only allows me to feel more interested in the music, but it also gives the music a kind of a watermark. When you hear Pat Metheny two notes immediately this is Pat Metheny and I really like that. When you hear the Edge from U2 two notes, you know it's the Edge. You can say that about all the great guitarists, immediately when you hear Jimi Hendrix tone from the sixties you recognize it. And for me it's very important that an interpreter has a sound and through that sound he gives a definition to the piece. So, I spend a lot of time to understand what the sound world is. I mean I would choose the pick-up I would choose a kind of a light reverb firstly is it a clean? Is it a distortion? What levels of distortion I want when I find that moment where the piece has a color, a basic color only then I start understanding okay, the composer wanted this effect, that effect or the piece is requiring this or that and in this many times you are adding material.

For example, in the Billone pieces *Sgorgo Y*. I made this very big reverb, and this sounds like a church, like a cathedral, but no less I added a very light automated pitch shifter that makes the piece move between -17 hz to plus 17 hz always is like that and the reason for this and this is a good example of how I'm thinking. I try to understand what the composition is about and, in that piece, always the music has a breathing sensation a glissando that is constantly going on from the whammy bar. I work a lot with the whammy bar and you have this feeling and when the moment you stop breathing the piece or the interpretation is being stopped. So, I added that. So, even when you hear nothing happens there is a small you can hear it. It's like putting some kind of a spice in the dish that nobody really recognizes but that makes it very special. I added this and he loved it so much because he understood where it came from. It didn't come from a kind of exotism "let's put some effect" no!

What is the composition about? What is it asking? And then I try to fill something like that in so, this is one example. Another example if you listen to Enno Poppe *Prozession* it's a new piece he wrote it's almost 1 hour, there are moments where I added this tremolo effect from the because it really fits very well. I have next to me two organs that play synthesizers, that play microtonal intervals, so the tremolo is exactly in the same speed as the microtonal intervals are beating.

So, that's how I'm thinking about effects I'm trying to hear, what the music is about and how an effect can amplify the musical idea. I never used an effect just to give a color so it's beautiful to me it's uninteresting.

It is very important for me to tell you that all this eventually is just 20% of the music. It's all about the playing, it's all about the sensitivity of the acoustic playing, how you are phrasing, how you are picking, where you are picking, how is your dynamic, how is your texture... I mentioned that because I don't want of course these things that I do on the technical side are always very interesting, because you cannot really see them and understand so it takes a lot of attention, but it is important to remind that the balance between what is important all these effects they are only 20%. The main thing is the 80% is playing, to be very precise, to be very accurate, to really be thoughtful about that like you're playing an acoustic instrument, so that 20% is the extension which is very important too.

Q:

Your answer is artistic and inspiring answer. I understand the part of the 20%. I'm thinking about... maybe my case or another case, which I know... In Spain, for example, we don't have the electric guitar career or study in most Conservatories. So, most of us, we are coming for the classic classical guitar music, where the teaching is hard and we learn a lot about expressivity technical, but we don't have a technical knowledge about the electric guitar and we don't know how to apply these kinds of things artistically, like you are saying. So, it's very important for me to have your answer.

In the same line. Just a very small question about what do you think about computers in the electric guitar or the integration with computers? Have you used it or have you an idea about what is the potential?

A:

It's a very interesting question. I think it's probably because of my nature. I'm not so much using a computer. To me, always the computer is a little bit scary. It seems to be too advanced.

And this is also connected to the fact that being able to use something for so many years allows you so such a deeper understanding. I can really imagine when I see a score, I can really already imagine what I'm going to do. Everything is just fit in your head. It's like imagine someone who used to mix before painting. He mixes all the colors in advance. He already knows because he's working with these colors 30 years and suddenly somebody says no, you can calculate everything on the computer and he's worried about it because he's not used to doing that.

So, I never really developed much in the computer field. I can tell you that there are two pieces where I use the computer with a max patch, but this was prepared by the composer or a specific software that made another composer called Thomas Kessler, for example. But I never initiate anything with the computer. To me, it's a little bit not my language. I like to have more. I would say just I stay in my environment. I'm sure that some people can make incredible results with it. To me, I love this a little bit low tech environment which I feel much more connected and able to be expressive about. But I don't have any negative opinions about it.

Q:

Finally, I have two questions about your work and your perspective on electric guitar in contemporary music. The first of all is, on your album Yaron Deutsch, you talk about your vision of the canonical repertoire of the electric guitar. Do you think that there is a canon in the electric guitar? And, in addition to the authors of the work of Yaron Deutsch, which other composers will you cite?

A:

I think the repertoire is growing incredibly big in the last 10 - 15 years. There are two theories you can think about that... We can stay in the ghetto of the guitar and to think about music like Tárrega, Sor, Villa Lobos, etc. and we will always stay in these solo pieces. And if you apply that to the electric guitar, you can say that the piece by Steve Reich, *Electric Counterpoint* is something like that. Tristan Murail *Vampyr* is something like that. Fausto Romitelli *Trash Tv Trance* is something like that. What does it mean? This became pieces that almost every starting guitarist that wants to take over the repertoire is going into. So, there are beginnings of pieces like that that become canonic and very pivotal. I also noticed that the Billone pieces are starting to become some kind of a standard, especially the first one, *Sgorgo Y*, which is wonderful and brilliant. You see it in exams, you see it in Darmstadt. So you start to get a feeling, okay, that's something that is done on chamber music level. There are also pieces that you start noticing that are very common and enlarge and sound too. And if you notice, if I may address my work now, I'm more and more doing pieces that are for guitar and orchestra or guitar and ensemble. And maybe some of these pieces will also become, let's say, one day a kind of a canon or a standard. I don't know what will happen with them, but I can mention that in the last two years. So, there's more and more process for myself. Just let me come back. ("It's cold here in Basel").

I did last summer a new piece by Raphaël Cendo for electric guitar and ensemble. And most of the ensemble was from old, ancient, let's say, Baroque instrument that

was very special. And if people want to listen or you want to listen, it's possible on the SoundCloud page that I have where, it's not yet things that came out on a CD. Of course, there is a concerto from Stefan Prins, there was a triple concerto by Andreas Dohmen, and there would be now a new piece for electrical ensemble by Klaus Lang or electric Guitar and orchestra by Hugues Dufourt. So, there are some high-capacity composers that are writing and there are a few more concertos that are coming. So, it's hard to say at the moment what will be the canon, but there are a variety of pieces that I'm noticing are being played more and more ensemble pieces, orchestral pieces or solar pieces with the electric guitar. So, we will let history decide.

Q:

Okay, perfect. Finally, even if you have spoken about that, I would like you to ask about the role of the electric guitar in chamber music and how do you approach your work with ensemble Nickel? Because even if you have spoken about this, for me, it's also very important, your chamber work.

A:

Yes, there's nothing more to me interesting, challenging, important and joyful than chamber of music. It's just optimal. If you think about the tradition of electric guitar culture. It was always associated with what we call backbeat I mean, there was always a drummer around. If you think about jazz and if you think about blues and if you think about rock, the presence of a very clear backbeat metronome that is obvious, mostly by drummer, was always there when you take it out. What is very common to classical music tradition, suddenly you are in the air. And this is something guitarist also guitarist, acoustic guitarist, classical guitarists have very less experience for, simply because there was not enough repertoire and therefore never enough experience and never enough teaching. So, there are wonderful guitars playing wonderful solo. You put them suddenly to play in chamber music, they are very less secure suddenly. And the reason for that is that, as I mentioned before, there's lack of experience and not enough repertoire. But once you start accommodating yourself, once you are developing the ability to read the full score while you are playing so you know what your colleague on the drums is doing or on the percussion, or on the piano, or on the violin, or on the cello or on the clarinet. And you start hearing all these voices together while you are playing.

Suddenly all the aspects of where is the music happening and where is the meter, what is the beat, what is the speed, what is the subdivision, what is the texture,

what is the articulation, what is the phrase as a string quartet, then you start feeling that the music opens up into a new dimension, what we are less familiar with as guitars. And therefore, I always felt very attractive that kind of aesthetic and language.

So, for me, when I practice at home chamber of music, I work a lot with the score and I write down this is something very basic in common. And I tell you these basic things. You probably know them, and every chamber of musician knows them, but it's good at least that we mentioned them, just for safety. And when you start to play the part, you are singing or hearing in your head what your colleagues are doing.

And then when you are playing with them, you start to see how the whole score is being formulated. And what happens is that now you are hearing the music not as me playing the guitar. You start to hear the music as a complete organism. And you are just one small sound in that there are sometimes pieces, where if you hear the guitar alone, you will think, oh! that's a strange sound, it's not the most beautiful. But if you hear it in context, when all other instruments are playing now, if you speak about nickel, saxophone, percussion, piano or keyboard, you understand that what counts is how things are sounding together. So sometimes I will choose or construct the sound in a way that it complements the overall result. And when you're starting to play music with this idea of what is the overall result, a kind of a wider perspective of listening, it really influences your playing and changes it.

Now, when I play a solo, in my eyes, there is like a conductor in front of me, because I also played a lot with conductors. And conductors have very special ways on how they project time and how they perceive music, and they project it to you. So, when I play this solo, I have this imagining conductor sometimes in front of my eyes.

And these are the things that happen to you when you start playing outside of this mechanism of me playing a solo. And that comes with the chamber music. First of all, you start hearing in a wider sense and then, of course, with orchestra, ensemble and conductor.

Now you ask how I then address, so I'm playing like that, first rehearsal, if you ever come across my colleague, first rehearsal, I'm always like correcting, checking oh, no! I'm not happy with this. And everybody I notice is like that. It's not only me. Brian, our percussion, he will try variety of mallets. He will maybe change

even an instrument, because that snare has not the most beautiful color in that context. So suddenly you understand that you are creating that sound. What I mentioned to do for solo pieces together as a group, and for me, that was the most educating experience. And it is still now, to play like that together with people and to create sound together with people is just the greatest challenge possible. So, my approach is very collective when I'm playing chamber music.

Q:

Okay, Yaron it was incredible. I'm really happy and honored to ask you these questions and have such an interesting answer from you. So, thank you very much. Thank you very much for your time. And I think that I'm going to transcribe the answers to a test if you allow me to do that.

A:

Everything. Absolutely. Use everything you want. This is why we did the zoom, so you have the material.

Q:

Okay. So, thank you very much. We're staying in contact, and I will give you every information that I do about your work or music in general. So thank you very much. It's incredible.

A:

Okay, thank you. Have a nice day. Bye.

3.4. Diseño de una interfaz de aumentación.

Desde el inicio de la tesis se planteó la posibilidad de desarrollar una interfaz para aumentar la guitarra eléctrica. Siempre bajo la guía del director Henrique Portovedo y partiendo del estudio del HASGS (Portovedo, Ferreira, and Mendes 2018). A lo largo de los años el diseño fue evolucionando y se fueron perfeccionando sus aplicaciones. Una serie de principios de fueron emergiendo con la práctica, y gracias al estudio en profundidad de la guitarra eléctrica, su historia, lutería tecnológica e interpretación. Los principios obtenidos se pueden resumir en los siguientes:

1. Comprender toda la cadena de sonido del instrumento. La interfaz no tiene sentido si no se aplica en un contexto claro. La virtualización del instrumento debe conseguir resultados profesionales y concisos para competir con los *setups* existentes. La estrategia de conexión entre ordenador y guitarra eléctrica debe de estar asimilada, así como todo el software del tratamiento de sonido optimizado. La interfaz contralará software instalado en un ordenador. Es importante, por tanto, aplicar la interfaz a la arquitectura de virtualización explicada en el apartado anterior.

A key conclusion from the previous section is the importance of effective communication between the computer and the instrument when considering augmentation. Building upon this point, the current research aims to design an interface that functions as a controller for the software processes and is integrated into the electric guitar. The goal is to expand the capabilities of the electric guitar and simplify its digital electronic operations, reducing the reliance on the computer and technical assistance, and instead empowering the performer to have control. (Santos and Portovedo 2023a)

2. Diseñar una interfaz de aumentación reducida. Varias de las mejoras que puede traer la interfaz tienen que ver con su tamaño. Pueden sustituir a las pedaleras MIDI o complementarlas. Cuando las acciones a desarrollar no requieran pedales de expresión pueden directamente sustituirlas. Cuando el número de acciones electrónicas sea tan alto que sature la pedalera, puede complementarlas. En ambos casos su portabilidad es una de las claves de su idoneidad. A ello se le añade el hecho de ser inalámbrica, y facilitar su uso en escena. Esta característica se relaciona con la ergonomía de la interfaz descrita en otros estudios (Vasilakos 2016).

In many cases, the problem with the electric guitar lies in mobility and device adaptation, as well as the convenience of setup. This issue has been present in the field of contemporary music for some time. It is not the same to carry a computer and a pedalboard as it is to carry multiple individual pedals. The setup becomes more complicated, and the chances of failure increase. (Santos and Portovedo 2023a).

3. Otro aspecto central es el uso de potenciómetros que regulen gradualmente los efectos (Lähdeoja and Navarret 2010). Una limitación de los botones de encendido y apagado es que solo tienen dos estados, activado o desactivado. Utilizar un potenciómetro permite regular el efecto, por ejemplo, grado de

distorsión, rebotes del *delay* o amplitud de la reverberación. Esto es sumamente útil en muchos contextos interpretativos. Además, el potenciómetro es un artilugio conocido por los guitarristas, que están acostumbrados a controlar tono y volumen desde el cuerpo de la guitarra. Por ello es importante situar la interfaz en el cuerpo del instrumento. Los botones de encendido y apagado también son útiles para efectos más estáticos o para acciones como disparar clips o tomar muestras del instrumento.

4. A la hora de diseñar el prototipo es importante saber cómo afectará a la técnica del instrumentista. Debe quedar claro si las acciones para las que el prototipo está pensado son realizables por el músico. Por ejemplo, el bucle o *loop* es un efecto que se suele aplicar utilizando los pies mientras se está tocando, luego puede ser difícil de activar con las manos. En general es complejo modificar parámetros con las manos mientras se está tocando. Estas problemáticas son analizadas y resueltas en los estudios de caso.
5. Continuando el punto anterior, muchas de las acciones de control de la electrónica se realizan en interludios, entre obra y obra o en pequeños silencios. Por ejemplo, el aspecto de la monitorización es uno de los más útiles de la interfaz (volumen de un *clicktrack*, amplificadores, etc.), una forma de usarlo es entre movimientos y en pequeñas interrupciones de la música. Muchos de los parámetros se gradúan antes de la actuación, en este caso es más cómodo poder hacerlo desde el instrumento, y mantener la posibilidad de calibrar la electrónica durante la actuación de forma accesible e inmediata.
6. El hecho de que ciertos procesamientos puedan ser iguales en varios instrumentos hace que el diseño de determinados controladores MIDI pueda ser empleado en otros instrumentos (Sullivan et al. 2018). (Por ejemplo, en un bajo eléctrico, pero también en otros instrumentos de distintas familias: de viento, control de efectos de voz etc.). Esto es algo que hay que potenciar a través del diseño. Una posibilidad que ya se ha explorado es que la interfaz no esté en el cuerpo del instrumento, sino que opcionalmente pueda estar en el cuerpo o en la ropa del intérprete, y lo que se mapee sean sus gestos (Lionetti et al. 2024).

El capítulo del libro publicado por Xperimus describe el proceso de construcción del segundo prototipo de la interfaz, y explica las directrices de diseño y la búsqueda planteada:

Therefore, we arrive at the first synthesis of interface needs: reduced augmentation, telematic capabilities, gradations, simplified control, compatibility with other devices (integrable into an existing and broader set). Not specifically focused on creating new gesturality, effects or sounds, but rather standardizing the digital control of existing effects and improving monitoring preparation. In terms of design, the importance of volume and tone potentiometers is emphasized as the primary control mechanism for integrated outputs within the instrument, as well as the simplification of the number of elements in the setup. (Santos and Portovedo 2023a).

3.4.1. Primer Prototipo

El punto de partida del prototipado fue comenzar experimentando y readaptando modelos de interfaz existentes, específicamente un teclado Novation *Launchkey 25 MK3*. La motivación de iniciar la construcción de la interfaz así fue doble. En primer lugar, sirvió como forma de aprendizaje e ingeniería inversa (Sulistiono, Suhardi, and Susmartini 2020), para comprender el funcionamiento de un dispositivo estándar de la industria. En segundo lugar, fue una fuente de ideas, pues los componentes se pudieron relocalizar, probar distintas configuraciones, reemplazar piezas etc. En este sentido, sirvió como un *brainstorming* empírico de posibilidades creativas para la interfaz.

En un paso inicial se sustituyeron las teclas por pedales y se separaron los potenciómetros del teclado para situarlos en el cuerpo de la guitarra eléctrica. De aquí se extrajo la idoneidad de usar potenciómetros en el cuerpo. También la importancia de iluminar las acciones de control MIDI con los pies. (por ejemplo, verde cuando un efecto está funcionando, rojo cuando está apagado).

Con este prototipo se grabó la música y el vídeo de *Las Dos Lunas*, explicado en el capítulo 5. En sucesivos prototipos la pedalera fue eliminada y el diseño se centró en la interfaz manual del cuerpo del instrumento. La motivación principal de renunciar a la pedalera fue la existencia de estándares de la industria que suplían al prototipo y eran más completos. No obstante, no se encontró otra pedalera que tuviera un control lumínico tan completo (en la mayoría de las pedaleras habituales como FBC1010 o Roland FC-300 no hay ni tan siquiera control

lumínico) ni tampoco se encontró una pedalera tan ligera como la de este primer prototipo, salvo la pedalera de Keith McMillen *12 steps*, que, por contra, no tiene pedales de expresión y cuyo precio triplica el de la Behringer *FBC1010*. Esto sirvió para persistir en la idea de que la investigación avanzaba correctamente y que generaba conocimiento.

De hecho, las ideas de diseño continúan vigentes y todavía está por diseñarse una pedalera con los controles lumínicos de cualquier *pad* o teclado del estilo de AKAI *MPC*, Novation *Launchkey*, o Push, con una separación de *switch* y pedal expresivo, inalámbrica, y con un precio ajustado. Sin embargo, por una cuestión de focalización y especialización la investigación se dirigió hacia el desarrollo de la parte de control manual, la cual no se comercializa por ninguna marca (GuitarWing parece descontinuada), sino que solo existe en prototipos que son más bien propios de entornos investigativos. Otras soluciones adaptativas, como mini teclados de ordenador, son interesantes, pero más limitadas (Hödl and Fitzpatrick 2013).

Precisamente, al elegir profundizar en el diseño de un segundo prototipo se evidenció la falta de repositorios para poder testar los modelos anunciados en otras investigaciones. El uso y la calidad de esos es difícil de demostrar, ya que no existen comercialmente ni hay manera de replicarlos. Con la idea de subsanar esta carencia se propuso para la tesis compartir el diseño del prototipo final (Figura 3-24) de la siguiente forma:

- Esquemático del microprocesador con sus conexiones y componentes
- Código y dependencias.
- Diseño para impresión 3D e instrucciones de montaje.

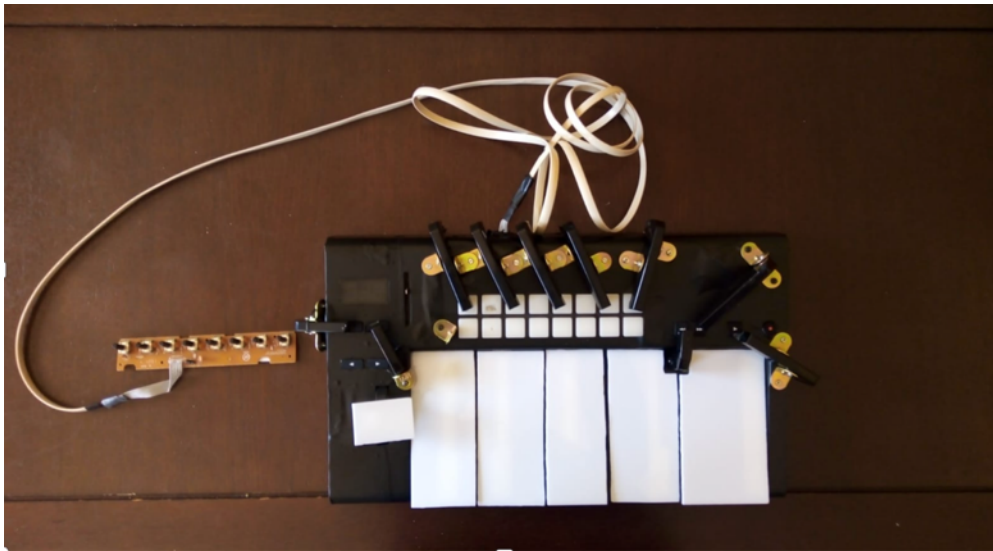


Figura 3-24: Primer prototipo, con la Neurona unida por cable a la pedalera, y los controles lumínicos.

3.4.2. Segundo Prototipo

Dentro de los avances que se consideraron prioritarios para el segundo prototipo fue el de hacer la interfaz inalámbrica a través de Bluetooth MIDI, llamada en el proyecto la Neurona. Además, debía de ser compatible con otros controladores MIDI. Por tanto, este diseño puede coexistir con otros controladores independientes empleando puertos MIDI virtuales. Esta prestación permite tener varias interfaces conectadas al mismo tiempo y controlarlas simultáneamente a través del software seleccionado.

La insistencia en estas prestaciones se debe a la importancia de conseguir que la interfaz funcione a la vez que una pedalera, y le sirva de complemento. Además, de cara a avances futuros, permita añadir y repositionar otras interfaces a lo largo del instrumento y pasar de una aumentación reducida a una aumentación reducida dividida o múltiple.

Un ejemplo de esta idea es el siguiente: Puede haber una interfaz con potenciómetros en el cuerpo de la guitarra (Figura 3-25) y otra con un sensor de posición en el clavijero. La interfaz de potenciómetros puede controlar volúmenes y ganancias de efectos y la interfaz en el clavijero controles expresivos como la *wah*.

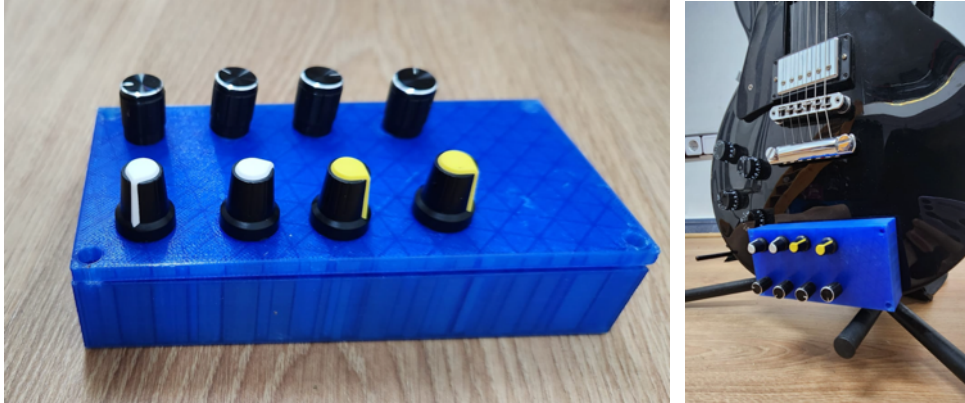


Figura 3-25: Segundo prototipo con los ocho potenciómetros y la instalación en la guitarra

En el caso presente, la sincronización con la pedalera FBC1010 fue sencilla, con un flujo de datos a través de Bluetooth y otro mediante una tarjeta de sonido, como se muestra en el diagrama (Figura 3-26). Actualmente, las pedaleras disponibles en el mercado ofrecen controles de pie robustos y efectivos, aunque no son inalámbricas. Interconectarlas no resultó particularmente difícil, dado que el procesador principal opera mediante Bluetooth.

El procesador utilizado fue una placa ESP32 con ocho potenciómetros soldados. Inicialmente, se consideró la inclusión de botones interruptores, pero esta idea fue posteriormente descartada. La placa es controlada por Bluetooth utilizando un gestor de puertos MIDI virtuales, en este caso, se empleó Hairless MIDI. Finalmente, la alimentación se configuró a través de un módulo MB 102.

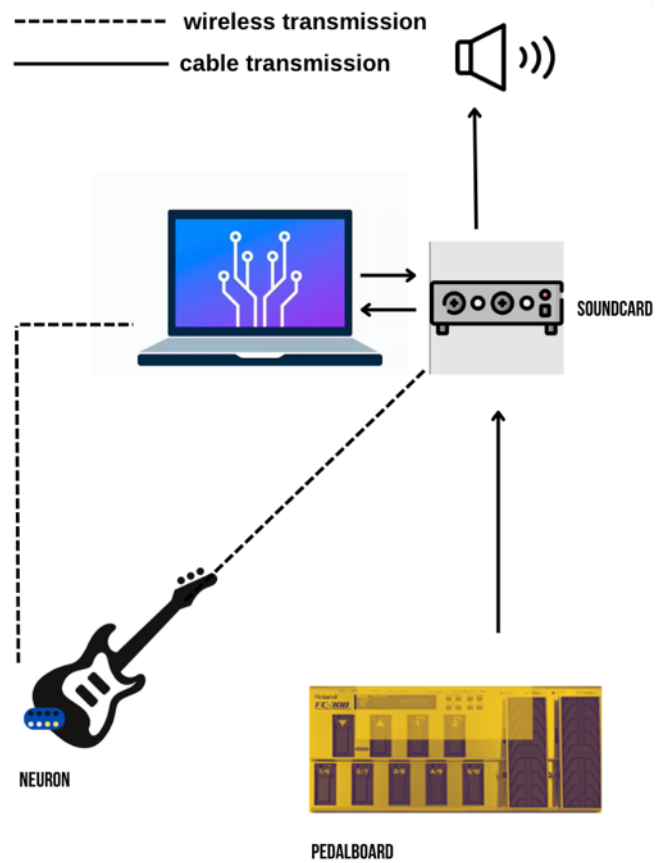


Figura 3-26: Arquitectura acoplando la Neurona al *setup*

Con este prototipo se produjeron los primeros ensayos con obras del repertorio, planteamientos de configuración y de escritura como los que se muestran en la figura 3-27.

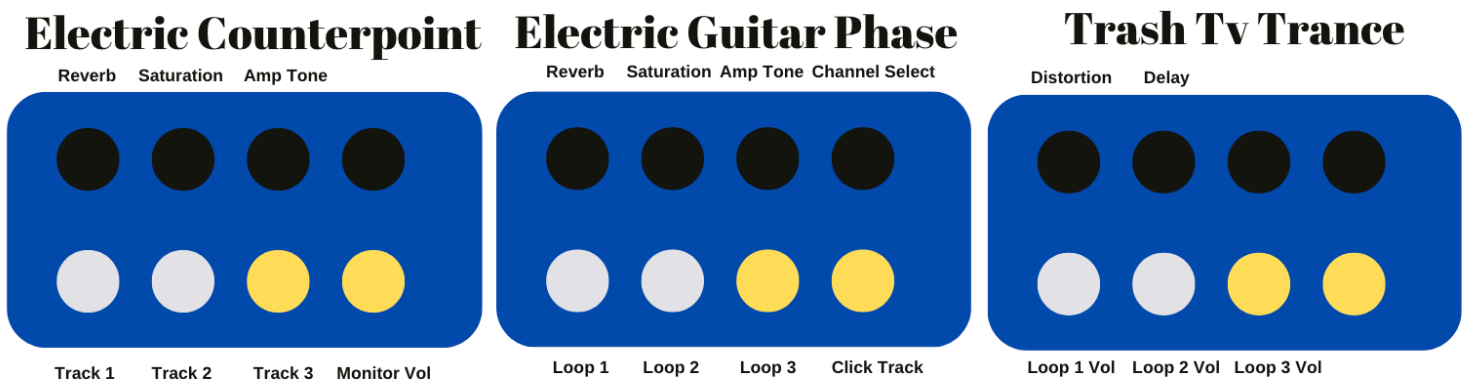


Figura 3-27: Aplicación de la Neurona a las obras de música contemporánea

3.4.3. Tercer Prototipo

Aunque el segundo prototipo fue bastante exitoso, se decidió continuar con una evolución del mismo, buscando las siguientes características:

1. Reducción. El tamaño era demasiado grande para ser confortable en el manejo.
2. Añadido de botones. Aunque inicialmente se pretendía dotar al controlador solo de potenciómetros (siguiendo las características del Novation *Launchkey*), con la práctica se mostró que eran innecesarios en tanta cantidad, y que estaban realizando acciones que correspondientes a un potenciómetro (especialmente activación de *loops* y pistas). Por lo tanto, se limitó a cuatro el número de potenciómetros cubriendo los usos más comunes (control del monitor, grado de *delay*, mix de reverberación y grado de saturación). Y se añadieron seis botones.
3. Cambio en el driver. No utilizar más el enlace software o driver Hairless MIDI y pasar al driver de Korg, mucho más estable y robusto.
4. Búsqueda de otros emplazamientos en el cuerpo de la guitarra. Como consecuencia de la reducción, la interfaz tenía sentido emplazada en un lugar más cercano a la acción de las cuerdas.
5. Cambio en la batería. El módulo MB 102 afectaba mucho al tamaño del diseño necesitando una batería adicionalmente. Teniendo en cuenta la

existencia de baterías externas muy reducidas directamente enchufables a la placa se optó por esta solución.

3.4.4. Construcción del Prototipo Esquemático, código e impresión 3D



Figura 3-28: Prototipo de la Neurona

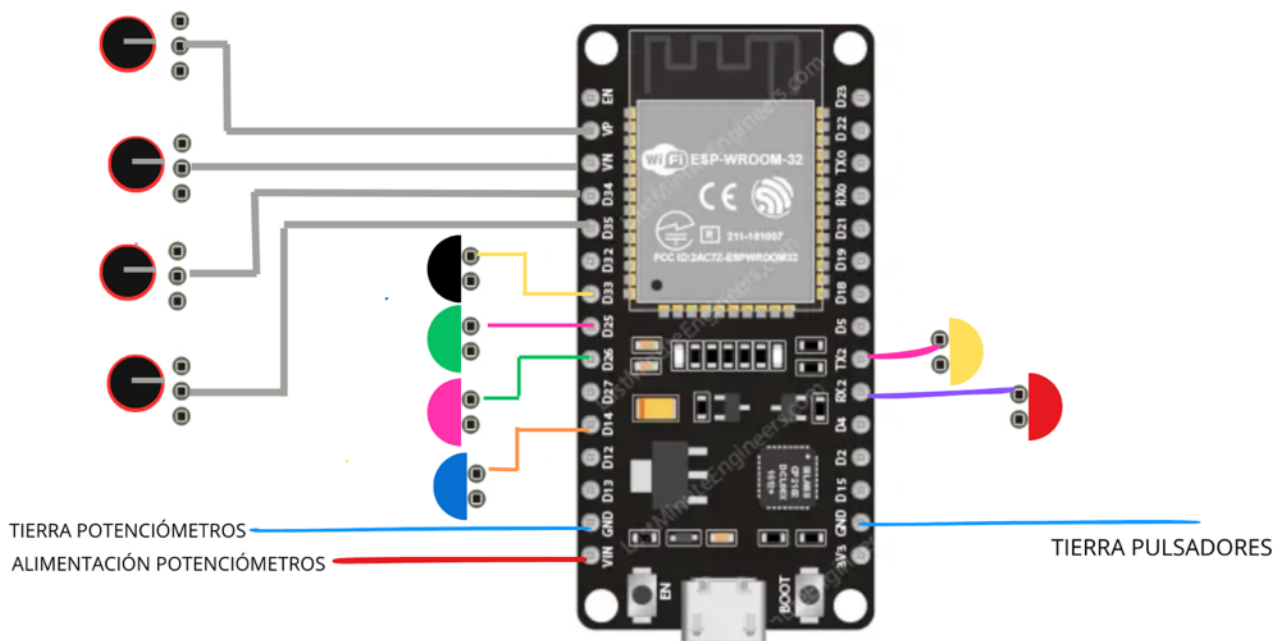


Figura 3-29: Esquemático con las conexiones

La figura 3-29 (ver anexo B) muestra cómo quedó configurado el esquema de las conexiones. Los potenciómetros están conectados a los pines analógicos, como es usual, y los pulsadores a los digitales. Todos los pulsadores comparten la misma toma de tierra. Todos los potenciómetros comparten la misma toma de tierra (distinta de la de los pulsadores). Todos los potenciómetros comparten la misma alimentación VIN. Los materiales de construcción se encuentran en el anexo B y un video tutorial de la guía de construcción y montaje en el [repositorio online](#).

Para ejecutar el código se ha utilizado el software Arduino IDE (ver anexo B). En el repositorio del programa se incluye un apartado sobre la configuración del IDE para poder hacer funcionar correctamente el programa.

También en los documentos adjuntados en el [repositorio online](#) y en el anexo B se muestra cómo construir una caja a medida para el dispositivo empleando la impresión 3D para la cual se ha utilizado el programa Fusión 360. Tanto el archivo para la impresión como el código se encuentra en el [repositorio online](#). En el repositorio, se encuentra una explicación de configuración del software para hacer funcionar correctamente tanto el programa como la impresión 3D.

4. Capítulo 4 - Repertorio contemporáneo para guitarra eléctrica: casos de estudio

4.1. Introducción a los casos de estudio

Después de estudiar a fondo la virtualización del *setup* de la guitarra eléctrica y el uso de las interfaces MIDI, se aplican los presupuestos del capítulo anterior a la interpretación de los siguientes casos de estudio:

- *Electric Counterpoint* (1987) Steve Reich
- *Electric Guitar Phase* (2001) Steve Reich
- *La Cité des Saules* (1997) Hugues Dufourt
- *Trash TV Trance* (2002) Fausto Romitelli

Las obras escogidas son estándares del repertorio de guitarra eléctrica en música contemporánea (Santos 2022), algunas de ellas tienen una presencia electrónica relativamente ligera y sencilla, pero determinante en todo caso. Escoger estas obras para aplicar la virtualización electrónica y las interfaces MIDI se debe, por tanto, a su importancia en el repertorio, su carácter paradigmático y su orientación hacia el estudio.

La orientación hacia el estudio se entiende de dos maneras. Por un lado, son obras que serán estudiadas por muchos guitarristas eléctricos, por tanto, su uso como caso de estudio podrá ayudar a muchos intérpretes. Por otro lado, son obras que plantean varias dificultades en el apartado electrónico, y, además, de manera aislada y bastante sistemática. Por este motivo, pueden funcionar también como estudios en el sentido clásico: obras que hacen mejorar al intérprete en un apartado técnico.

Cuando se aborda la virtualización de estas obras se incurre en una práctica de transferencia tecnológica (Ferreira 2014). Es música que originalmente no está pensada para un sistema de este tipo, básicamente porque está compuesta antes de que existiera ese sistema. No obstante, esta transferencia tecnológica no pretende modificar la idea musical de la obra sino su apartado técnico.

El fin último es facilitar su puesta en escena dando mayor libertad al intérprete y, en su sentido más ambicioso, descubrir alguna potencialidad artística de la obra desde su control técnico.

La forma de expresar la escritura para una obra de guitarra eléctrica será la estudiada en el capítulo anterior: *setup*, DAW, mapa MIDI y sonorización. Esta forma cobra un carácter metódico y sistemático en estos casos de estudio.

La técnica del *loop* es central en la práctica de estas obras. Su importancia se relaciona con sus tipologías.

1. En primer lugar, la diferenciación entre *loop* de pista y *loop* como efecto modular.
2. En segundo lugar, su técnica: anticipación en el gesto de control respecto a la métrica del *loop*.
3. Finalmente, en la configuración del *loop* como efecto modular en el cual se pueden ajustar varios parámetros

Desarrollando el párrafo previo: el *loop* de pista se basa en guardar la muestra de audio recogida de instrumentos en la propia pista. Sus ventajas son su precisión y la capacidad de aplicar el procesamiento de la pista al *loop*. Su desventaja es que bloquea la pista y no se puede seguir tocando situado en esa pista. Es decir, cuándo empleamos el DAW como gestor de efectos, se utiliza la pista como base para guardar estos efectos. Esa pista además incluye los envíos y las salidas del sonido.

En algunas obras, como *Trash TV Trance*, solo se emplea una pista, pero en otras como en *Electric Guitar Phase* se llegan a emplear hasta cuatro pistas. Esto sucede principalmente por dos motivos: en primer lugar, porque se puede usar cada pista para cada *loop* cuando hay varios, independizando su control. En segundo lugar, la configuración de efectos es tan distinta entre partes de la obra que merece la pena cambiar de pista. Este último caso se puede entender como tener dos pedaleras distintas en analógico, una para ciertas canciones y otra para temas de distinto estilo.

El *loop* como efecto sin embargo se gestiona como un módulo de una pista, es decir, como un efecto más. Es el equivalente de un pedal en el *rig*. Su configuración es, sin embargo, algo más compleja, pues se puede elegir si hacer *overdub* de forma automática o manual. Asimismo, se puede prefijar la duración del bucle de manera nativa, se puede elegir el equilibrio de volúmenes entre capas del *overdub*, aunque de una forma bastante limitada, y se puede elegir qué efectos entran en el *loop* y

cuáles no. En contraposición, no se puede elegir la salida del *loop*, que siempre será igual a la de la pista. El *loop* como efecto de Ableton puede deshacer el bucle y puede invertir la onda, y también puede adaptarse al tempo de la plantilla o fijar el tempo de la plantilla.

Finalmente, la técnica del *loop* con la que se va a trabajar en los casos de estudio es la anticipación, es decir, se activará mecánicamente el inicio del *loop* un compás antes de su comienzo real. Esto contrasta fuertemente con la mayoría de los pedales de *loop* físicos, que comienzan a grabar en el mismo instante en el que se acciona el pedal. Sin embargo, Ableton da la opción de empezar cuando se acciona o empezar uno o x compases después del accionamiento.

Los envíos, que también fueron enunciados en el capítulo 3, tienen por objeto un tratamiento gradual de los efectos y un uso generalizado de los mismos. Un envío guarda un efecto de manera exclusiva en una pista distinta de las usadas para la interpretación. Por ejemplo, si en *Electric Guitar Phase* se utilizan cuatro pistas, con un envío se puede gestionar la saturación de esas pistas (Figura 4-1). Por ejemplo, en la pista uno podemos aplicar un 30% de distorsión, en la dos y en la tres un 50%, y en la pista cuatro un 100%.



Figura 4-1: Envíos a la distorsión

La ventaja de los envíos es, principalmente, la regulación de la cantidad de efecto aplicada a módulos que suelen ser de naturaleza *on/off*. Por ejemplo, en *Electric Counterpoint* se puede gestionar el *chorus* a través de un envío y elegir qué cantidad de efecto se aplica en función del momento.

La claqueta del metrónomo es muy importante en varias de las obras. En cada caso se analizará cuál es el método más conveniente para configurarla, aunque básicamente se resumen en dos: utilizar el metrónomo nativo del software o crear una pista dónde se grabe un metrónomo.

Un concepto clave para entender la explicación del *setup* y su aplicación a la obra es el de acción electrónica. La acción electrónica se define como una acción mecánica sobre la interfaz de control MIDI, que en un punto exacto de la música genera un procesamiento electrónico.

En la concepción original de las obras de Reich la acción electrónica es delegada en un técnico diferente del intérprete (uno de los objetivos de la transferencia tecnológica empleada en estos casos de estudio es devolver al intérprete el control de la acción electrónica en las obras de Reich). En la obra de Dufourt las acciones electrónicas son explicadas en las notas de la partitura, en la que se marca en qué compases hay que usar cada configuración. En la propia partitura no hay ninguna indicación sobre la electrónica. Finalmente, en la obra de Romitelli la acción electrónica se escribe en la introducción de la partitura y también en la propia partitura.

El método empleado en los casos de estudio y su explicación para los intérpretes se parece al de la obra de Dufourt: los accionamientos electrónicos son expresados analíticamente en forma de lista y numerados. Es interesante poder aislar este tipo de acciones y expresarlas aparte, aunque posteriormente también aparezcan en la partitura, puesto que facilita el estudio y la configuración del *setup*. Además, deben ser integradas cómo parte de la técnica musical del intérprete ya que no escapan a tener una métrica y una gestualidad.

Finalmente, los mapas MIDI de las interfaces son expresados de dos maneras distintas: en primer lugar, se escriben para una interfaz común de tipo pedalera y, en segundo lugar, se escriben para la interfaz desarrollada en la tesis. Esto se hace así para ayudar a los intérpretes que utilizan una pedalera común y también para mostrar las ventajas e inconvenientes de utilizar una interfaz de tipo manual.

4.2. *Electric Counterpoint*

4.2.1. Introducción y contexto de la obra

Electric Counterpoint (1987) es una obra del compositor estadounidense Steve Reich originalmente escrita en colaboración y para el guitarrista Pat Metheny. La obra puede ser tocada de dos maneras distintas: como conjunto de guitarras eléctricas o como guitarrista solista y *backing track* (Santos 2020; Reich and Hillier 2011).

La electrónica de la obra solo tiene presencia cuándo se elige la segunda modalidad de interpretación, esta modalidad suele ser la más empleada y es común que el solista genere su propio *backing track*. Atendiendo a su número de reproducciones es posible afirmar que, muy probablemente, *Electric Counterpoint* sea la obra más popular para el instrumento en el contexto de la música contemporánea y, objetivamente, una de las más escuchadas del autor.³¹

Cómo se explicó en la introducción del capítulo, Steve Reich delega la electrónica de estas interpretaciones en el control de un técnico. En muchas de sus obras Reich es el propio técnico. Esta relación entre las partes pregrabadas, la electrónica y la interpretación es la base de varios artículos sobre el autor (Pras, Féron, and Demers 2009; Auner 2017).

En la presente tesis se aboga por y se justifica la opción opuesta: el intérprete debe tener el control de las partes electrónicas de las obras. En este trabajo, dicha posición no se plantea como una obligación sino, como una manera de estudio e independencia, para obtener soltura y control del apartado electrónico informático del *setup* propuesto. No se pretende con ello comprometer el resultado estético de la obra, más bien se trata de mejorarlo en la medida de lo posible.

4.2.2. Plantilla de la obra

4.2.2.1. *Setup*

La configuración empleada para la interpretación se recoge en la Figura 4.2 y los elementos a emplear en la tabla 4-1.

³¹ Atendiendo a las plataformas de escucha en *streaming*, es la más escuchada en Spotify y una de las más escuchadas en Youtube.

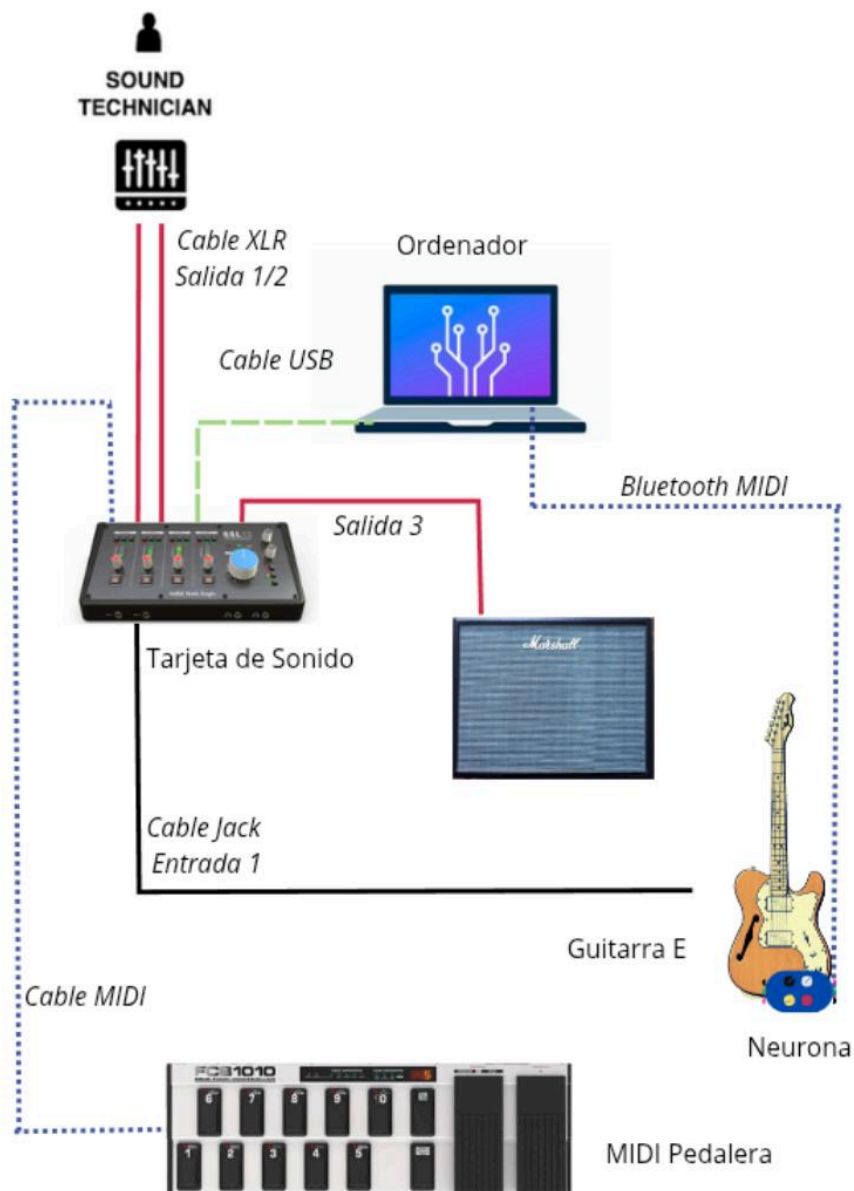


Figura 4-2: *Setup Electric Counterpoint.*

Tabla 4-1: Elementos *Setup Electric Counterpoint*

| ELEMENTOS PRINCIPALES | ELEMENTOS OPCIONALES |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Guitarra Eléctrica 2. Ordenador 3. Tarjeta de Sonido 4. Controlador MIDI | <ol style="list-style-type: none"> 1. Neurona/Interfaz MIDI control manual 2. Amplificador (muy recomendado) |

4.2.2.2. DAW

Consta de tres pistas y de tres escenas (Tabla 4-2). A ser posible, los efectos se gestionan a través de envíos.

Tabla 4-2: *Pistas, master y envíos de Electric Counterpoint*

| Número | Nombre | Efecto | Salidas | Escenas |
|--------|----------------------|-------------------------------|---------|---------|
| 1 | <i>Backing Track</i> | | 1 y 2 | 1,2,3 |
| 2 | <i>Click Track</i> | | 4 | 1,2,3 |
| 3 | Guitarra | (<i>Chorus, Saturación</i>) | 3 | - |

| MASTER (SALIDAS 1 Y 2) | ENVÍOS |
|------------------------|----------------------------------|
| Limitador | <i>Chorus, Saturación (gain)</i> |

Los efectos se pueden gestionar como envíos o como efectos en la pista. En gran medida, este tipo de gestión está relacionado con las capacidades de la interfaz MIDI. Cuantas más graduaciones tiene esta más sentido tiene utilizar los envíos ya que se pueden nivelar. En el caso de que no haya graduación es mejor no utilizar el envío y directamente encender o apagar el efecto, aunque en este caso deberá haber quedado configurado a la perfección previamente.

4.2.2.2.1 Visualización del DAW

En la Figura 4-3 se pueden observar las tres escenas con las tres partes pregrabadas saliendo por máster (1, 2), también la pista del metrónomo (aún sin los *clicktracks* cargados) y saliendo por el canal 3. Finalmente, la tercera pista (PRINCIPAL) con sus tres envíos (*reverb*, distorsión y *chorus*)



Figura 4-3: Visualización en el DAW de *Electric Counterpoint*

4.2.2.3. Mapa MIDI

Existen dos opciones: (1) con la pedalera MIDI (Figura 4-4), y (2) con la interfaz manual (Figura 4-5). En este sentido, contrasta la ligereza que aporta la interfaz manual con respecto a la pedalera MIDI, más robusta pero pesada y voluminosa, y, probablemente, innecesaria para esta obra si se cuenta con una interfaz manual.

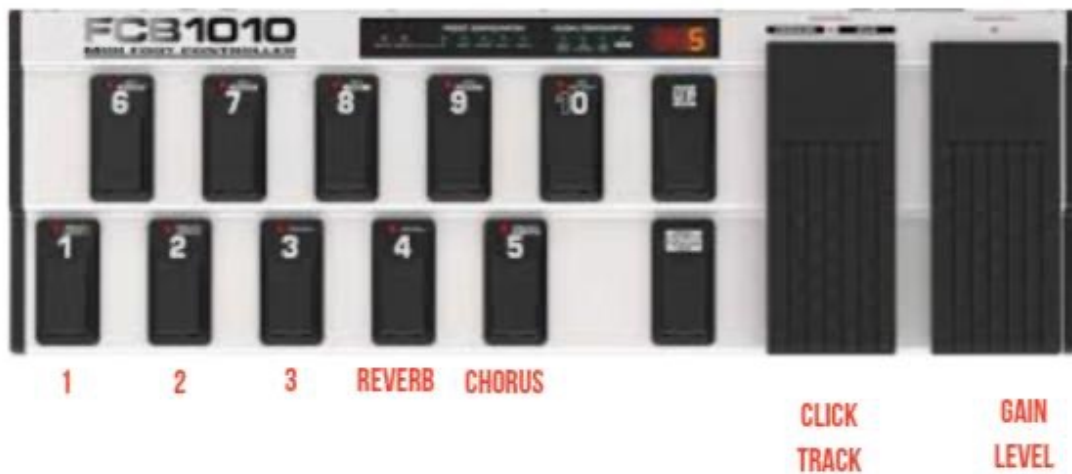


Figura 4-4: Pedalera MIDI *Electric Counterpoint*

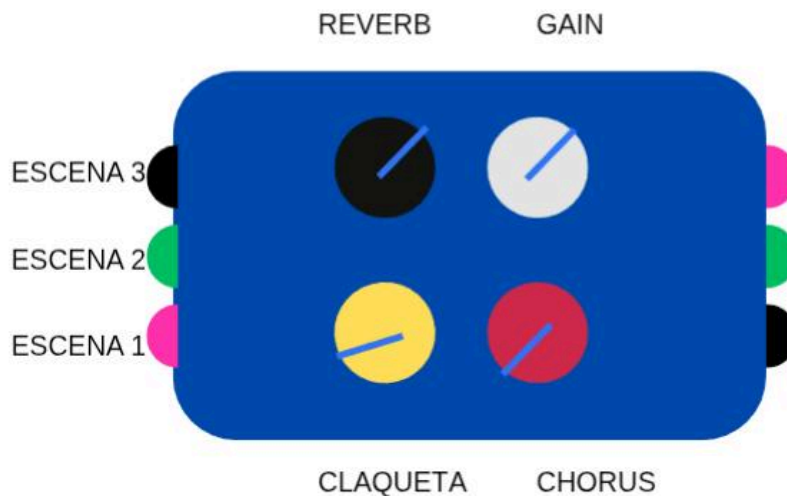


Figura 4-5: Interfaz manual Neurona en *Electric Counterpoint*

4.2.2.4. Sonorización

La sonorización planteada se basa en una idea estética: el contraste de la guitarra principal con las guitarras grabadas. A la hora de grabar la obra puede tener sentido un resultado más homogéneo, pero en directo es importante hacer destacar la guitarra solista tanto a nivel de toque como a nivel de efectos y de sonorización.

Es muy interesante percibir la guitarra principal en un espacio sonoro y acústico diferenciado de la base y con un control volumétrico independiente de ella. En el apartado de la discusión sobre la interpretación se aporta más información al respecto.

4.2.3. Análisis de la interpretación musical

4.2.3.1. Acciones Electrónicas

1. Lanzar movimiento 1 - utilizar el botón uno de la pedalera o de la interfaz manual Neurona.
2. Calibrar volumen de claqueta y grado de reverberación cuando se precise.
3. Lanzar movimiento 2 - utilizar botón de la pedalera o de la interfaz.
4. Calibrar volumen de claqueta y grado de *chorus* cuando se precise
5. Lanzar movimiento 3
6. Calibrar volumen de claqueta y grado de saturación.

Como se puede observar, la electrónica de la obra es sencilla, pero tiene puntos de interés. Lanzar las escenas con el *backing track* seccionado puede aportar naturalidad a las transiciones de los movimientos, incluso se podría regular el volumen general para hacer los *fade out* manualmente. Los cortes entre movimientos son bastante abruptos y separar los *backing track* puede ayudar a suavizarlos, así como adaptarse a los ritmos y a la respiración del intérprete.

4.2.3.2. Instrucciones Musicales

Respecto a los efectos, *Electric Counterpoint* no contempla el uso de ningún efecto en la guitarra. La idea de aplicarlos se debe a varios factores.

- Diferenciar los movimientos entre sí, ya que el carácter de cada uno es muy marcado.
- Aplicar una estética subyacente: La guitarra de Metheny acostumbra a usar *chorus* en muchas de sus interpretaciones jazzísticas. Este efecto puede realzar el segundo movimiento. La saturación es sugerida por Steve Reich para *Electric Guitar Phase*. También puede tener sentido en el tercer movimiento de *Electric Counterpoint* más directo y determinado que los anteriores. Finalmente, la *reverb* puede funcionar en la primera parte del primer movimiento, más envolvente, y se puede utilizar una guitarra seca en la segunda parte del movimiento, algo más directa.

- La aplicación de efectos y la división del *backing track* también responde a un tema de personalidad interpretativa. Puede aportar una visión diferente de la obra.
- Finalmente, la justificación última de todos estos planteamientos no deja de ser utilizar la obra como un método de estudio de las posibilidades del instrumento, la electrónica, la ecología informática. Sin por ello tratar de restar nunca calidad a la interpretación musical ni al concepto compositivo.

4.2.4. Discusión sobre el planteamiento de la interpretación

La sonorización de la obra conlleva un posicionamiento artístico que entronca con lo filosófico. El contraste entre la sonorización de *Electric Counterpoint* y *Electric Guitar Phase* ilustra a la perfección este planteamiento, que se puede resumir en una máxima: mantener al máximo la coherencia instrumental y llevar el instrumento al límite de sus posibilidades.

Como ejemplo, en *Electric Guitar Phase* es actualmente posible que el instrumento genere en directo la parte pregrabada. Este tipo de tratamiento de la electrónica en directo es percibido por el espectador como algo real y auténtico. El músico emplea su instrumento a partir de *loops* y genera el material en vivo, y la sonorización tiene que reforzar ese proceso, remarcando este hecho, por eso tiene más sentido que la salida sea un amplificador, pues se percibe como más real que la PA, que siempre tiene un carácter más artificial, al separar el sonido de su fuente de manera más evidente.

Sin embargo, en *Electric Counterpoint* no se puede generar la electrónica en directo. Se trata de un caso de interpretación con un *backing track*, y esa diferencia de entidad debe ser remarcada por la sonorización. La música que el intérprete toca debe contrastar con la que la pista pregrabada reproduce.

En estos casos se está partiendo de la siguiente reflexión: tratar de no utilizar instrumentos pregrabados para emular una aumentación del instrumento. Precisamente una de las búsquedas del instrumento aumentado es generar esas posibilidades musicales buscadas en el *backing track* mediante el tratamiento de la señal. Llevar un proceso de estudio a un proceso de directo; obviamente siempre que sea posible o en la parte que sea posible.

Históricamente se han defendido varias posiciones al respecto de la electrónica en vivo. Las pistas pregrabadas para algunos autores están perfectamente

justificadas y no hay ninguna necesidad de la transferencia tecnológica en este sentido ya que lo importante es el resultado para el público o la idea original del autor (Stroppa 1999).

Sin querer polemizar especialmente al respecto ni restar razón a estos razonamientos, este planteamiento es interesante respecto al resultado final, pero no es tan interesante en lo que al instrumento y al intérprete se refiere.

Si el resultado del sonido de la música fuera excelente ¿estaría justificado un *play back*? Entonces, ¿por qué partes que el instrumento puede generar, o que son extraídas del propio instrumento y grabadas como *samples*, no se tratan de llevar al directo? ¿No supondrá esto un avance en la técnica del intérprete, en el potencial del instrumento y en la escritura de los compositores?

4.3. *Electric Guitar Phase*

4.3.1. Introducción y contexto de la obra

Electric guitar Phase (2001) es la transcripción de la obra *Violin Phase* (1967). Esta última es otra composición de Steve Reich anterior *Electric Counterpoint* y una de sus creaciones más afamadas, especialmente en su versión para danza coreografiada por Anne Teresa de Keersmaecker (Brayshaw and Witts 2014). Aunque es una composición original para cuatro violines o para violín y parte grabada, cuenta con una adaptación del propio Reich en colaboración con el guitarrista Dominic Frasca para el instrumento de la guitarra eléctrica. Las transcripciones y adaptaciones entre violín y otros instrumentos melódicos y guitarra eléctrica o clásica han sido una constante en la historia del instrumento, y es una técnica muy interesante para enriquecer el repertorio de un instrumento aún en construcción en el panorama de la música contemporánea. Ejemplos muy importantes son la Fuga BWV 1006 de Bach o, en el repertorio contemporáneo, la transcripción de *Loops I* de Philippe Hurel, original para flauta travesera, o las *Metamorphosis* de Philip Glass originales para piano.

El proceso de transferencia tecnológica realizado en esta interpretación es más radical que el planteado en *Electric Counterpoint*, ya que se modifica el soporte tecnológico pregrabado, cambiando su naturaleza y pasando de ser una muestra lanzada desde un control técnico a una obra de *live looping* (Auner 2017). Obviamente, hay quien no defiende este acercamiento a la obra, pero como

justificación última, al igual que en *Electric Counterpoint*, se encuentra el empleo de la obra como estudio de las posibilidades tecnológicas.

4.3.2. Plantilla de la obra

4.3.2.1. Setup

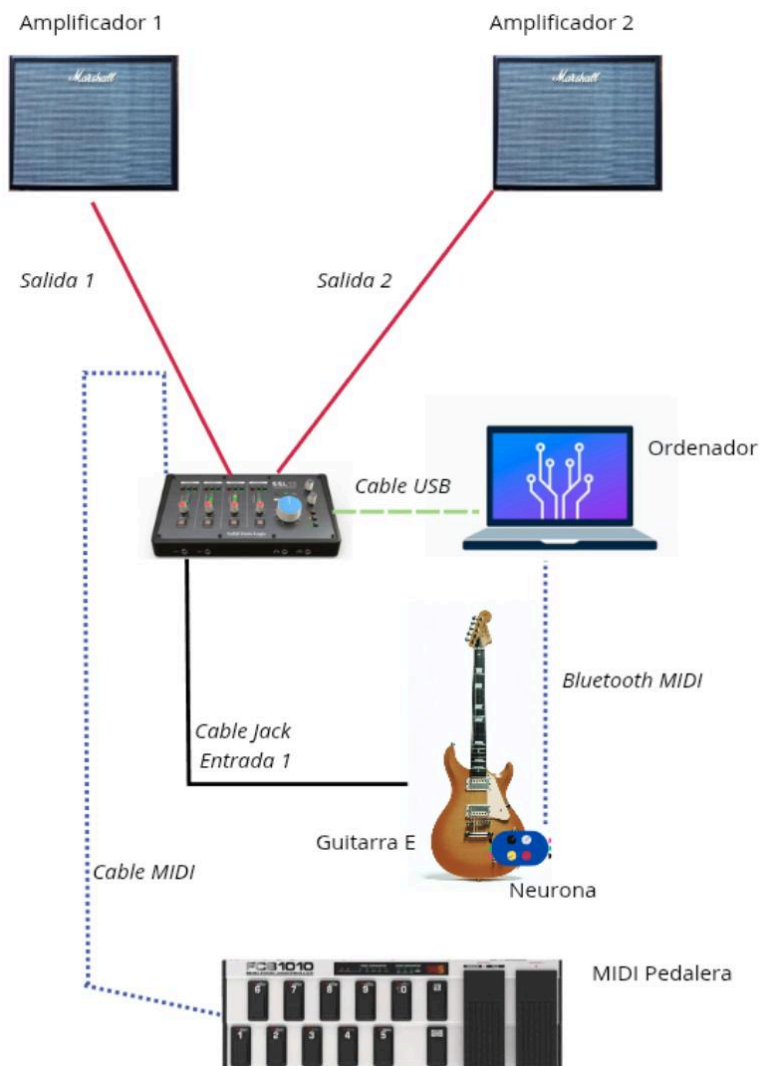


Figura 4-6: *Setup Electric Guitar Phase*

Cómo se puede observar en la Figura 4-6, el *setup* es idéntico al de *Electric Counterpoint* salvo en la sonorización de la salida del audio.

4.3.2.2. DAW

En la obra se trabaja con cuatro pistas y esta vez tan solo con una escena. El compás es común toda la obra. Es curioso que, aunque la obra no sea original para

live looping, sea un gran ejemplo de cómo utilizar esta técnica al tratar la electrónica. Todas las pistas tienen que tener una sonoridad muy homogénea, pero es importante que se diferencien bien a nivel auditivo y se puedan dirigir a la salida especificada. También precisan de tener una dinámica propia. Todo esto hace que la configuración del *loop* de pista sea idónea para esta obra.

La obra consta de cuatro pistas (Tabla 4-3), cada una con una escena. Los efectos de reverberación y saturación (*gain*) se trabajan preferentemente como envíos.

Tabla 4-3: Pistas, envíos y master de *Electric Guitar Phase*

| Número | Nombre | Efecto | Salidas | Escenas |
|--------|------------|-------------------|---------|---------|
| 1 | Guitarra 1 | <i>Fixed Loop</i> | 1 | 1 |
| 2 | Guitarra 2 | <i>Fixed Loop</i> | 2 | 1 |
| 3 | Guitarra 3 | <i>Fixed Loop</i> | 3 | 1 |
| 4 | Guitarra 4 | <i>Fixed Loop</i> | 1 y 2 | 1 |

| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Metrónomo Salida 4 | Envíos <i>Reverb</i> , Saturación |
|-----------------------|--------------------------------------|

4.3.2.2.1 Visualización DAW

En la Figura 4-7 se muestra la visualización en el DAW de *Electric Guitar Phase*.



Figura 4-7: Visualización en el DAW de *Electric Guitar Phase*

4.3.2.3. Mapa MIDI

Nuevamente hay dos opciones (pedalera MIDI e interfaz manual Neurona), pero, a diferencia de *Electric Counterpoint*, en esta obra tiene mucho sentido mezclar las dos interfaces incluso se podría llegar a controlar toda la ganancia individual de las cuatro pistas y mezclar la música en directo

1. Pedalera MIDI (Figura 4-8).



Figura 4-8: Pedalera MIDI en *Electric Guitar Phase*

2. Interfaz manual Neurona (Figura 4-9).

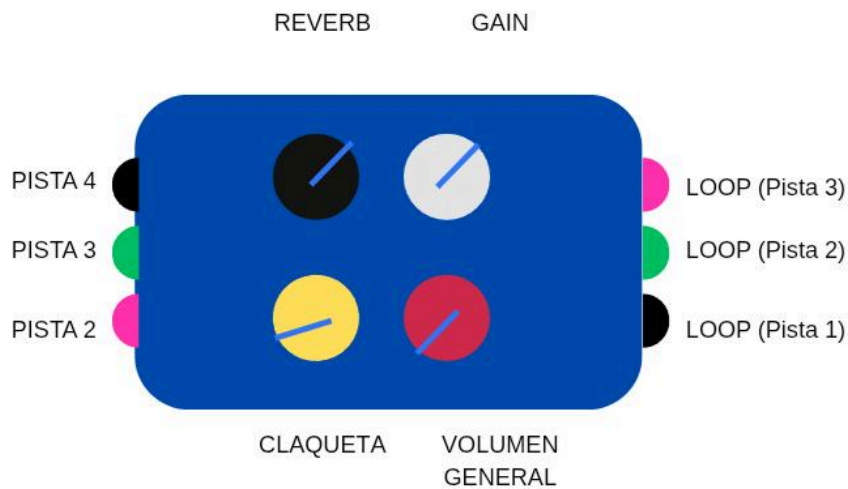


Figura 4-9: Interfaz manual Neurona en *Electric Guitar Phase*

Mientras que *Electric Counterpoint* era un caso claro en el cual la interfaz manual tenía mucho sentido, es bastante más complicado de utilizar en esta obra. Esto se debe a que hay que desarrollar mucha velocidad y destreza para pulsar el botón de *loop* mientras se toca el motivo musical. No obstante, la técnica se puede desarrollar con algo de práctica y es interesante observar cómo toda la obra se

puede interpretar utilizando solo la interfaz manual Neurona. Una vez más esto tiene un gran valor a nivel de fluidez y movilidad en el escenario y en la logística de la actuación.

3. Interfaces conjuntas (Figura 4-10).



Figura 4-10: Interfaz manual Neurona y pedalera MIDI en conjunto en *Electric Guitar Phase*.

Una ventaja que plantea esta configuración conjunta es la de poder dividir acciones que se adaptan mejor a la mano en una interfaz y acciones que se adaptan mejor a los pies en otra; además, es más fácil de memorizar y, en este caso, al haber más graduaciones se puede controlar la ganancia de todas las salidas, lo que aporta al intérprete mucho control sobre la mezcla. Por ejemplo, en algunas interpretaciones se puede dar algo más de ganancia a la pista 4 sobre el resto ya que es la que termina la obra y tiene un poco más de intensidad en la interpretación. Puede ser interesante equiparar las ganancias de las pistas una y dos y dejar la pista 3 un poco más floja de ganancia.

4.3.2.4. Sonorización

Es factible usar un estéreo con dos amplificadores e incluso es buena idea utilizar tres amplificadores para tener tres guitarras en tres salidas diferenciadas y la cuarta en estéreo. Incluso se puede dar el caso de usar cuatro amplificadores, uno para cada una de las guitarras.

Si se utiliza el estéreo es importante jugar bien con la panorámica de las guitarras: abrir mucho la guitarra 1 y 2 y un poco menos las guitarras 3 y 4 para que el sonido se separe lo máximo posible y se entiendan bien las diferentes fases.

Aunque siempre es una opción utilizar la PA del espacio, en este caso probablemente sea peor, ya que se trata de tener coherencia en la salida y mostrar al oyente como todo se desarrolla con un mismo instrumento y separar la fuente sonora de su ubicación espacial crea una incoherencia.

4.3.3. Análisis de la interpretación musical

4.3.3.1. Acciones electrónicas

1. Play: Puede estar activado antes de empezar la interpretación o puede activarse desde un botón de la interfaz.
2. *Loop 1*: Por defecto la interpretación comenzara en la pista 1, así que no hace falta situarse en ella. Pisando el botón que se haya configurado para el *loop 1* este empezara a grabarse en el siguiente compas
3. Cambiar a la pista 2
4. Ajustar ganancias y claqueta si es necesario
5. Activar el *loop 2* para que empiece a grabarse en el próximo compas
6. Cambiar a la pista 3
7. Ajustar ganancias y claqueta si es necesario
8. Activar *loop 3* para que empiece a grabarse en el próximo compás
9. Cambiar a la pista 4
10. Ajustar ganancias y claqueta si es necesario
11. Pulsar el botón de stop para terminar la obra

4.3.4. Discusión sobre el planteamiento de la interpretación

Una práctica que se sugiere a los intérpretes es detenerse a escuchar cómo están funcionando la fase y la mezcla cuando llegan los momentos de fijación del *loop*.

Puede ser muy importante obtener estos momentos de respiro y escucha por dos motivos: Uno, se trata de una obra cuya escucha activa es muy importante, y dos, el hecho de tocar incesantemente puede acabar dañando al intérprete por el alto grado de repetición que existe. Por tanto, es importante aprovechar ciertos

momentos para descansar, escuchar la mezcla, introducir los crescendos y decrescendos de las partes solistas, etcétera.

Un cuestionamiento que se deriva de esta apreciación, es la idea de utilizar a un intérprete para repetir un mismo motivo durante un amplio periodo de tiempo. Por ejemplo, el violín número uno de *Violin Phase* repite durante 15 minutos el mismo fragmento musical. Lo mismo sucede en algunas guitarras de *Electric Counterpoint* (Santos 2020), por ejemplo, el guitarrista número 1 solo toca un motivo durante 102 compases y 74 compases en los movimientos dos y tres respectivamente.

No es exagerado decir que se está utilizando a un ser humano para hacer el trabajo de una máquina. Aun teniendo en cuenta que el minimalismo basa su estética en la repetición, y con el respeto que merecen figuras de la talla de Steve Reich, se debe cuestionar hasta qué punto es bueno este tipo de acciones musculares para el intérprete.

Otra idea recae sobre el carácter amplificado de la guitarra eléctrica en contraposición al carácter no amplificado del violín. Sí el oyente cierra los ojos puede escuchar realmente cuatro guitarras eléctricas, porque esa es su naturaleza sonora. Esto no es tan fácil de reproducir con un violín, ya que éste no acostumbra a ser amplificado en obras solistas.

Una última reflexión es resaltar cómo de relacionadas están estas obras con la motivación original de esta investigación y con la fijación del interés en el instrumento aumentado. Desde el primer trabajo sobre Steve Reich que realicé (Santos 2020), siempre he pensado que sus conceptos estaban muy cercanos a los del *live looping* y qué era posible repensar las partes fijas de la electrónica del compositor para llevarlas hacia un terreno más orgánico y natural para el intérprete.

El instrumento aumentado o las capacidades de trabajar con la señal del instrumento y obtener su mayor potencial electrónico e informático cobran todo su sentido en este tipo de experiencias de visitar las obras maestras de la segunda mitad del siglo pasado.

Poder explorar otro tipo de relación entre el compositor y el intérprete a la par que diseñar y emplear un instrumento más versátil y potente supone una gran motivación para la investigación musical en el campo instrumental que vincula fuertemente los aspectos históricos, tecnológicos, interpretativos y organológicos.

4.4. La Cité des Saules

4.4.1. Introducción y contexto de la obra

La cité des saules (1997) es una obra para guitarra eléctrica del compositor francés Hugues Dufourt (1943). En su título es referida como una obra para guitarra y electrónica (en francés, *guitare électrique et transformation du son*). Dufourt es un compositor asociado a la estética del espectralismo y, junto con Michaël Lévinas, Gérard Grisey y Tristan Murail, uno de sus máximos exponentes (O'Callaghan 2018).

Las palabras del propio Dufourt en la introducción de la obra clarifican el enfoque interpretativo de la misma.

The Cité des Saules (City of Willows) is a metaphor for departure. The entire piece is conceived as a form of reciprocal genesis between inwardness and space. There is no motif, no outline, no figure derived from a background. All that matters is the spatialization process.

The piece comes down to a process of emergence with the only distinctive features being the degrees of depth and opening. Articulations are reduced to the strict minimum: interstices, active voids, coloured segments, luminous events, interplay of transparencies, dark rumblings. The work ends by turning in on itself, by being reabsorbed into its own background.

The piece's construction is largely based on echo reinjection, very slight ring modulation and hints of chorus effects. Today, all of these methods are obsolete. I would like to thank today's performers for agreeing to rethink the piece using entirely digital treatment, thus giving it a new life (Dufourt 1997).

El compositor está abierto a la transferencia tecnológica y a emplear el tratamiento digital de la señal. Esta afirmación encaja muy bien con el uso de software para la interpretación de la electrónica de la obra. Además, su uso del efecto es una declaración de intenciones en un nivel estético empleando: compresor, *echo*, *chorus*, *step phaser*, *ring modulation* y *pitch shifter*. *Chorus*, *ring modulation* y *step phaser* son tres de los efectos llamados de modulación, de carácter más textural, tímbrico y experimental, que afectan especialmente al espectro sonoro.

Son efectos que se usan para añadir profundidad, espacialidad y ambiente y que se suelen analizar desde el dominio de la frecuencia.

Los compositores spectralistas basan su investigación en aspectos técnicos y científicos del sonido. Desde este punto de vista, el *ring modulator* y el uso parcial del *pitch shifter* añaden componentes en frecuencia, es decir modifican el espectro sonoro, cuyo principal aspecto musical es la tímbrica. El *step phaser*, aunque trabaja con la fase y se puede asociar al dominio del tiempo por encima del dominio de la frecuencia, también tiene un reflejo frecuencial por las cancelaciones que producen las fases, que actúan también en la frecuencia, pero a diferencia de los efectos anteriores no añade nuevos componentes (nuevas frecuencias, sonidos perceptibles auditivamente), sino que solo modifica su intensidad. *Echo* y *chorus* se asocian principalmente al dominio del tiempo.

El echo repite una copia del sonido tocado con cierto retraso, es una forma de *delay*. El *chorus* también es un *delay*, pero con un retraso muy pequeño, de pocos milisegundos (habitualmente entre 5 y 25 ms), que permite que no se oigan repeticiones, sino que parezca que la guitarra está duplicada, o que hay varias guitarras tocando al unísono. Además, la señal duplicada se suele modular y desafinar ligeramente. Provoca una sensación de suavidad en el sonido, también de profundidad (muchas veces se utiliza para generar estéreo en las categorizaciones que se estudiaron en el capítulo 3).

A nivel estético, el *ring modulator*, multiplica la señal original por una portadora y genera un sonido nuevo con otras componentes en frecuencia, que se asocian estéticamente a sonidos robóticos, industriales, de ciencia ficción etc. El *step phaser* tiene similitudes con el *ring modulator* en su uso artístico, utiliza un filtro paso bajo, pero en vez de hacer un barrido suave hace saltos (*steps*) que generan pulsos rítmicos y un sonido también asociado a lo robótico, cortado y mecánico. Finalmente, el compresor tiene un sentido muy distinto, el de aumentar el *sustain* y hacer más fuerte la señal.

Este uso que combina el conocimiento científico con el uso estético de los efectos, abre una reflexión clave sobre el uso de los mismos. No se trata solo de cosmética o de efectos especiales, la correcta elección de los efectos es una decisión tímbrica que afecta profundamente al color y al espectro de la obra musical, y también a su dimensión temporal. Es, por tanto, una dimensión añadida a todo lo que supone el instrumento de la guitarra y pertenece a la misma categoría en importancia que otros elementos como la articulación, el fraseo, las dinámicas etc. Se aplica la

misma reflexión a la sonorización: qué amplificación, cuántos altavoces, cómo se disponen, cómo se monitorizan, ... No son decisiones puramente técnicas, sino que entroncan con el planteamiento estético de la obra y con uno de los elementos más profundos de la interpretación.

Al interpretar *Trash TV Trance* (ver sección 4.5) hay que usar distorsión, *delay*, *wah*, *loop station*, al interpretar *la Cité des Saules* hay que usar *echo*, *delay*, *ring modulator*, *pitch shifter*, *step phaser*. Solo con esa información se puede deducir que la primera va a ser una obra mucho más agresiva, repetitiva y con una señal solo modulada por la *wah* con una estética cercana al rock, y que la segunda será una obra espacial, envolvente, probablemente cercana al paisaje sonoro y con una señal tan fuertemente modulada que, probablemente, no suene a nada parecido a los estilos que asociamos a una guitarra eléctrica.

4.4.2. Plantilla de la obra

En esta propuesta de plantilla de *La Cité des Saules* se dan varias opciones unidas a sus respectivas reflexiones y justificaciones. Dufourt plantea un esquema muy parecido al que se usa en la tesis.

El compositor hace su propia plantilla, explicando *setup*, aunque de manera un poco más esquemática y efectos de manera detallada (que sustituirían a DAW y Mapa MIDI, ya que la obra no está compuesta originalmente para usar ordenador), y compartiendo el planteamiento de dividir la explicación del uso de la guitarra eléctrica en secciones que afrontan la dimensión de los efectos y la dimensión de la sonorización del instrumento.

Además, Dufourt añade una dimensión adicional, que son los requisitos del instrumento. El tipo de instrumento que hay que usar. Esto también lo hace Tom Pauwels en la introducción a *Trash TV Trance*. En la presente tesis, pretendidamente no se hace esta distinción de tipo de instrumento.

Este es un tema muy importante, que merece una reflexión profunda. Dufourt obliga a tener al guitarrista una guitarra de 24 de trastes. Tom Pauwels, básicamente sugiere que se utilice una Fender *Stratocaster*, y construye sus recomendaciones de manera que éste sea el modelo adecuado para tocar *Trash TV Trance*. Las *Stratocaster* por definición tienen 21 o 22 trastes, es decir, con la guitarra que se toca *Trash TV Trance* no se puede tocar *La Cité des Saules*. Esto no tiene mucho sentido. Cambiar de guitarra eléctrica por obra es impensable para la mayoría de los guitarristas. Además, ambos compositores obligan a tener una

guitarra con palanca de trémolo (*whammy bar*), cuando ninguna de las dos obras emplea *whammy bar*.

Obviamente, no se trata de desautorizar al compositor, que tiene sus preferencias sobre guitarras, al igual que los intérpretes. Sin embargo, se trata de un tema muy delicado, porque puede afectar a algo tan trascendental como la compra de un instrumento, la elección de uno en detrimento de otro, el tener que llevar varios instrumentos a un concierto etc. Hay que tratarlo con conciencia de lo que significa y buscar estrategias para poder emplear el instrumento y adecuarlo a las necesidades de la obra sin tener que tomar decisiones drásticas, de manera que, por ejemplo, la guitarra que se use en *La Cité des Saules* se pueda usar en *Trash TV Trance*.

4.4.2.1. Setup

Los primeros *setups* posibles (1 y 2) se muestran en la Figura 4-11.

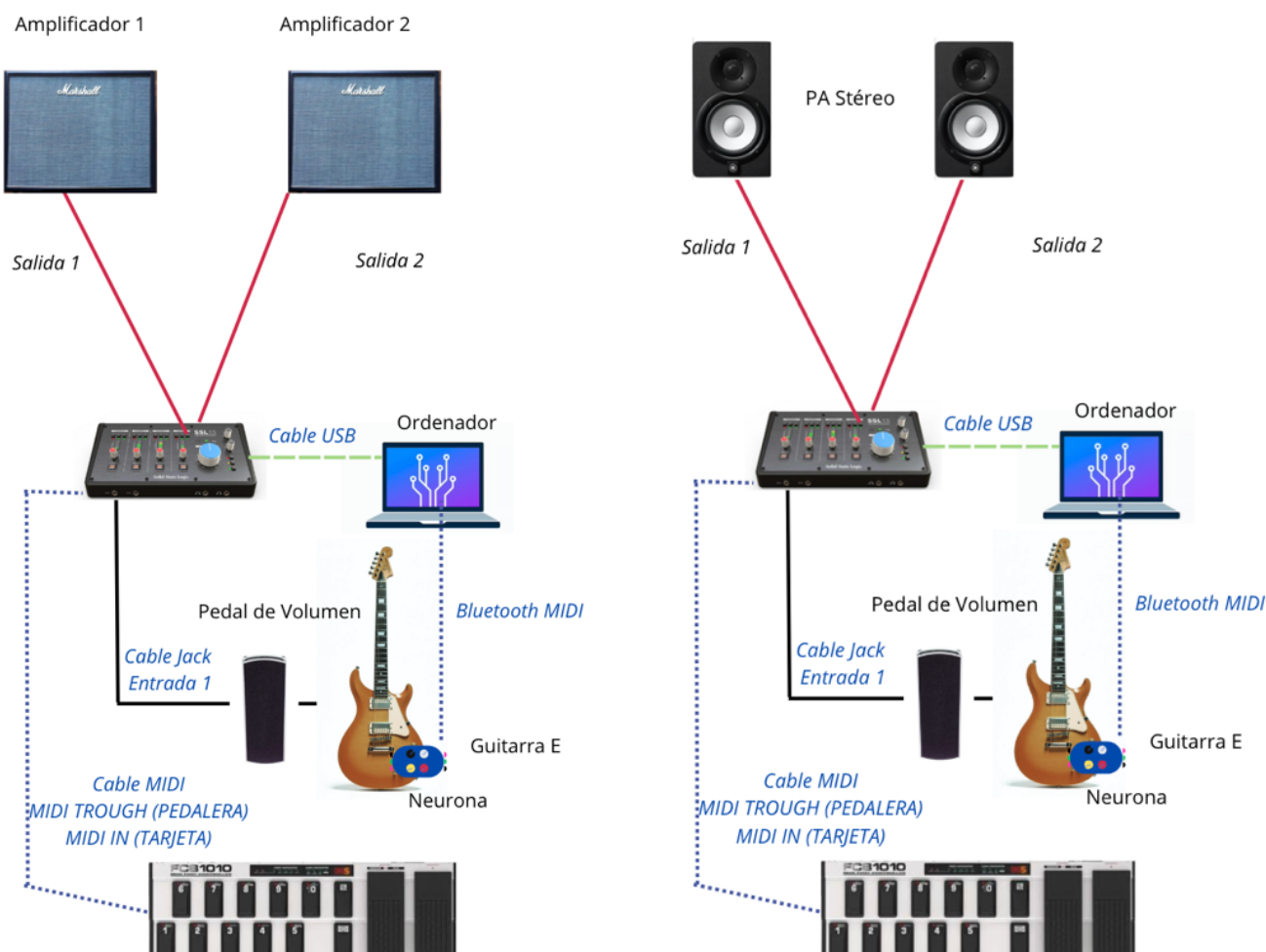


Figura 4-11: *Setups* 1 y 2 sin *loop* de efectos, *La Cité des Saules*, con salidas de amplificador (izquierda) y de PA (derecha)

Como la obra exige el uso de un preamplificador, si el intérprete va a usar su amplificador o amplificadores se puede aprovechar un preamplificador ya existente, y así no usar la captura IR. La salida puede ir a los amplificadores o a una PA como en el caso anterior. Hay que controlar bien la señal del amplificador que ejerce de preamplificador para que la señal de retorno sea muy superior a la señal de envío y la señal original no afecte a la tímbrica.

Finalmente, para evitar usar el pedal de volumen y usar como pedal de expresión el de la pedalera MIDI existen una serie de alternativas. El compositor desautoriza expresamente el uso del pedal MIDI para el volumen, pero lo hace porque lo considera poco fino para su intención. Actualmente existen dos soluciones posibles para conseguir que el pedal sea más sensible y suave, la primera es sustituir el *firmware* del pedal, chips como el UnO2 para FCB1010 mejoran notablemente la sensibilidad del pedal de expresión, evitando los saltos de volumen que puede dar el *Control Change* (CC) habitual del MIDI. Además, otra solución es transformar el envío MIDI a OSC mediante la programación.

De esta manera se pueden programar rampas de volumen y lograr un control más fino del pedal. Con ello se consigue también evitar los saltos bruscos que a veces el CC MIDI provoca y lograr una expresión fina, suave y continua del volumen. Sería interesante conocer las reacciones de compositores e intérpretes a estas soluciones. Es muy probable que el pedal MIDI alcance tras estas mejoras una sensibilidad suficiente para los propósitos de la obra a nivel estético. En general, en todas las configuraciones vamos a contar con los elementos que se recogen en la Tabla 4-4

Tabla 4-4: Elementos de *La Cité des Saules*

| ELEMENTOS PRINCIPALES | ELEMENTOS OPCIONALES |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 5. Guitarra Eléctrica 6. Ordenador 7. Tarjeta de Sonido 8. Controlador MIDI 9. Pedal de Volumen | <ul style="list-style-type: none"> 3. Neurona/Interfaz MIDI control manual 4. Amplificador como pre amplificador y o como salida |

4.4.2.2. DAW

Hay que hacer varias aclaraciones respecto al uso de los efectos en el DAW.

En realidad, *echo*, *chorus* y *pitch shifter* no son necesariamente envíos. Pero a lo largo de la obra hay que ir ajustando gradualmente su volumen. En el *echo* es casi necesario ajustar el volumen del envío porque aporta mayor control. En el *chorus* y en la EQ se pueden usar *presets* con los volúmenes previamente configurados, pero es menos orgánico. Aun así, no hay problema en guardar distintas configuraciones e ir encendiendo y apagando cada una de ellas con la pedalera. Si se utiliza el envío se pueden graduar con un potenciómetro. Esto es ideal si se emplea la interfaz MIDI manual.

Los efectos empleados en el software son los ya resumidos de RNBO (de aquí se saca el compresor) aunque Proteus también tiene un buen compresor para esta obra (el Xotic SP). Precisamente de Proteus se extrae el pre-amp (Hugues and Kettner *Black Soul Clean*). El *ring modulator* elegido es el de Surge XT, una marca de efectos *open source*, que cuenta con todos los efectos clásicos de la guitarra eléctrica. Su *ring modulator* permite elegir la frecuencia de la portadora y la cantidad de efecto aplicado. Como el efecto siempre mantiene la misma intensidad no es necesario usarlo como envío.

Como *step phaser*, se utiliza *Super Phaser 16*, un *phaser* gratuito de Max for Live con hasta 16 pasos y buen sonido. Finalmente, en los envíos se utiliza el *pitch shifter* por defecto de Ableton (triplicado para crear las tres voces), TAL *chorus* y el *plugin* Roland *Space Echo*.

Algunas características:

- El *echo* tiene que ser *multitap* (varios ecos super puestos) y en estéreo, con una longitud mínima de 2000 ms. Se pide básicamente que tengan tres repeticiones (por ejemplo, la primera a 340, 855, 1400 ms). Hay que poder ajustar el volumen del eco con el pie, también poder cambiar el tiempo entre los ecos (*repeat time o repeat rate*).
- El *chorus* tiene que tener una salida en estéreo. Hay que ajustar *depth* y *rate* y el porcentaje de sonido directo, por eso es importante gestionarlo a través de un envío.
- El *ring modulator* tiene que tener la portadora en Sol#4 -1/8 de tono. (unos 409 Hz).

- El *pitch shifter* tiene tres voces. La primera suma + 9 semitonos y 50 cts al 75% de señal, la segunda + 7 semitonos al 100% y la tercera + 19 semitonos al 40%.
- El *step phaser* tiene una velocidad de barrido de 0,8 Hz, profundidad máxima, frecuencia central media, *feedback* notable y frecuencia de la onda cuadrada aproximadamente 8 Hz.
- El compresor, el *pitch shifter*, el *ring modulator* y el *step phaser* se mantienen constantes en sus niveles.
- El preamplificador se mantiene con agudos, claro y sin saturación.
- El *chorus* y el *echo* van variando el nivel de cantidad de efecto que se traslada al sonido final en forma porcentual (por ejemplo, del compás 1 al 18 el *chorus* debe de ir al 80% de su volumen, del 27 al 30 con un poco menos de intensidad, del 31 al 36 imperceptible etc.).³²

Debido a todo lo resumido se pueden aplicar varias configuraciones distintas al DAW. Se puede realizar con una sola pista y una escena. Son especialmente importante los envíos, porque los efectos del *echo* y opcionalmente del *chorus* y del *pitch shifter* tienen que ir siendo ajustados gradualmente durante la interpretación de la obra (Tabla 4-5).

Tabla 4-5: Pistas y envíos para *La Cité des Saules*, primera opción

| Número | Nombre | Efecto | Salidas |
|--------|----------|--|---------|
| 1 | Guitarra | Compresor, Pre-Amp + <i>EQ</i> , <i>Ring Modulator</i> , <i>Super Phaser 16</i> , <i>Pitch Shifter</i> | 1 y 2 |

| |
|--|
| <p>Envíos</p> <p><i>Chorus, Echo y Pitch Shifter</i></p> |
|--|

³² Nótese que Dufourt combina notaciones matemáticas muy precisas con indicaciones de tipo más poético.

Otra forma de hacerlo es agrupando *presets* en una pista y usando solamente el *echo* como envío (Tabla 4-6).

Tabla 4-6: Pistas y envíos para *La Cité des Saules*, segunda opción

| Número | Nombre | Efecto | Salidas |
|--------|----------|-----------------------------|---------|
| 1 | Guitarra | Preset 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 | 1 y 2 |

| |
|-----------------------|
| Envíos <i>Echo</i> |
|-----------------------|

Finalmente, se puede utilizar una pista para cada uno de los *presets* (Tabla 4-7).

Tabla 4-7: Pistas y envíos para *La Cité des Saules*, tercera opción

| Número | Nombre | Efecto | Salidas |
|--------|------------|--|---------|
| 1 | Guitarra 1 | Compresor, Pre amp (normal), <i>Ring Modulator, Chorus.</i> | 1 y 2 |
| 2 | Guitarra 2 | Compresor, Pre amp (agudos), <i>Ring Modulator, Chorus, Pitch Shifter</i> | 1 y 2 |
| 3 | Guitarra 3 | Compresor, Pre amp (agudos +), <i>Ring Modulator, Chorus.</i> | 1 y 2 |
| 4 | Guitarra 4 | Compresor, Pre amp (agudos ++), <i>Ring Modulator, Chorus -.</i> | 1 y 2 |
| 5 | Guitarra 5 | Compresor, Pre amp (agudos +++), <i>Ring Modulator, Chorus -.-.</i> | 1 y 2 |
| 6 | Guitarra 6 | Compresor, Pre amp (agudos +++), <i>Ring Modulator, Chorus, Pitch Shifter</i> | 1 y 2 |
| 7 | Guitarra 7 | Compresor, Pre amp (agudos), <i>Ring Modulator, Chorus, Pitch Shifter, Step Phaser</i> | 1 y 2 |

| |
|-----------------------|
| Envíos <i>Echo</i> |
|-----------------------|

4.4.2.2.1 Construcción de los *Presets*

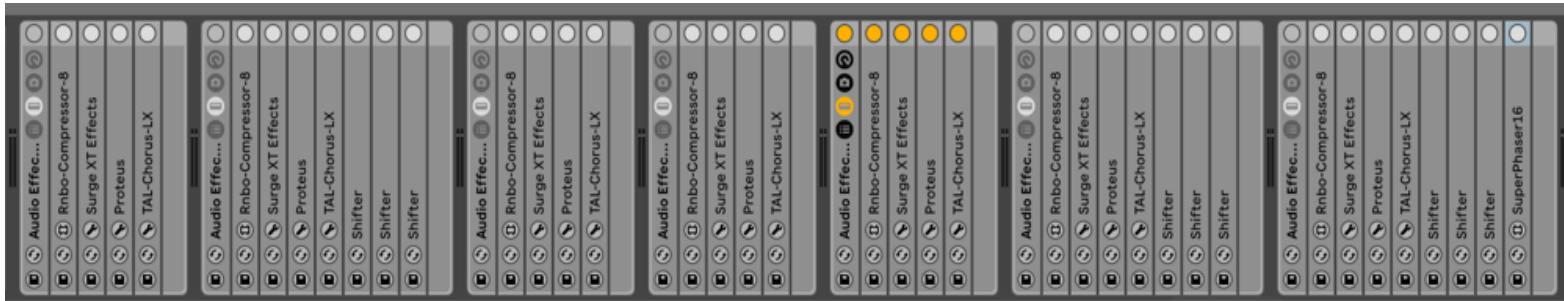


Figura 4-13: Imagen de los siete *presets* de la obra con el quinto encendido

Es importante agrupar los efectos para que funcionen como un bloque. En el caso de Ableton se puede hacer con la opción de agrupar. Los *presets* serán igual que los efectos especificados en las pistas, es decir: pista 1 = *preset* 1, pista 2 = *preset* 2, etc. (Figura 4-13).

4.4.2.2.2 Visualización del DAW

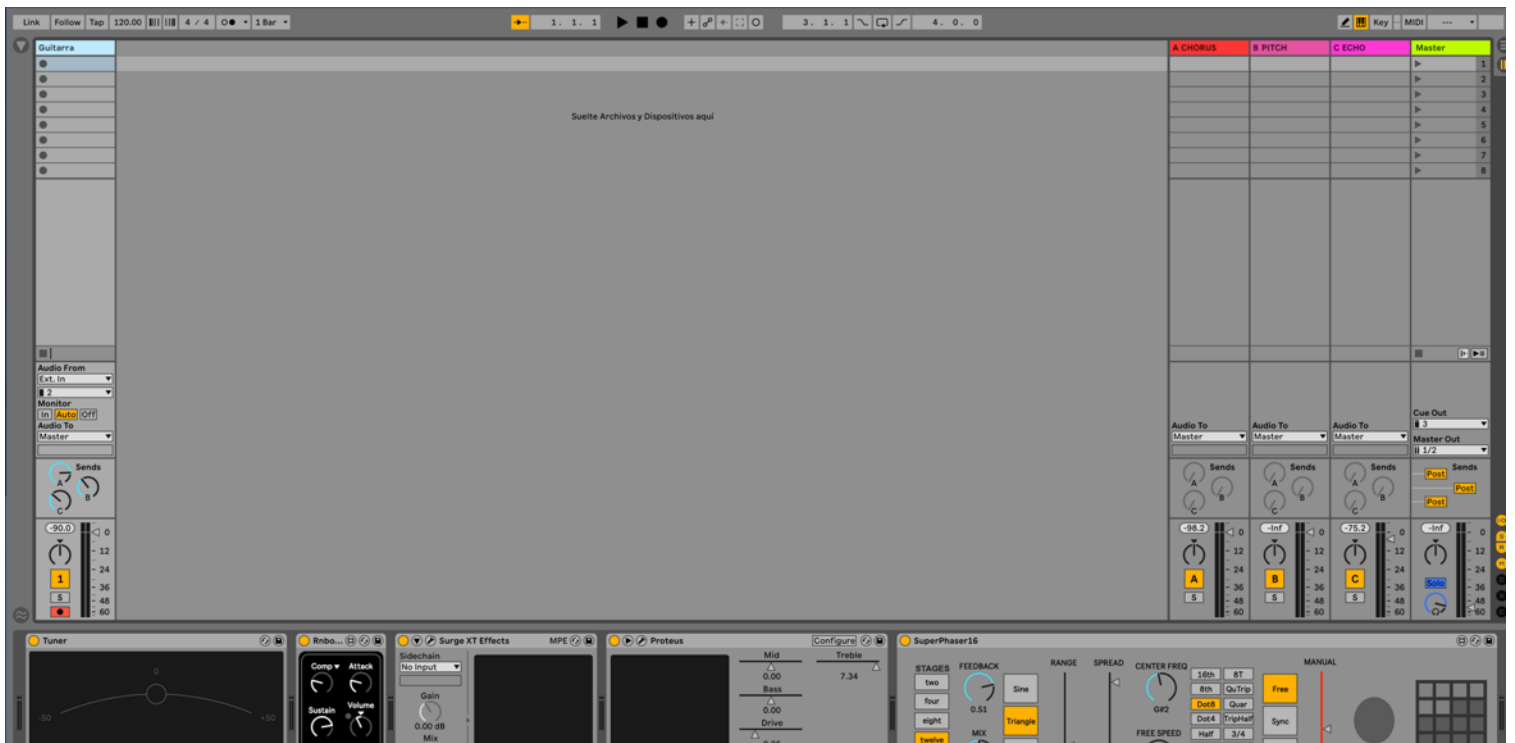


Figura 4-14: Visualización de la pista de guitarra en la primera opción

La pista de guitarra en la primera opción se muestra en la Figura 4-14. Se pueden observar los envíos al *echo* al *chorus* y al *pitch shifter*. En la segunda opción se utilizan los *presets* y el envío al *echo*. Para hacer la versión de siete pistas solo haría falta colocar cada uno de los siete *presets* en una pista.

4.4.2.3. Mapa MIDI

Hay dos opciones, en primer lugar, usar solo la pedalera (Figura 4-15), en segundo lugar, usar pedalera e interfaz manual (Figura 4-16). En esta obra, a diferencia de en la posterior *Trash TV Trance*, tiene mucho sentido mezclar las dos interfaces.

1. Pedalera MIDI

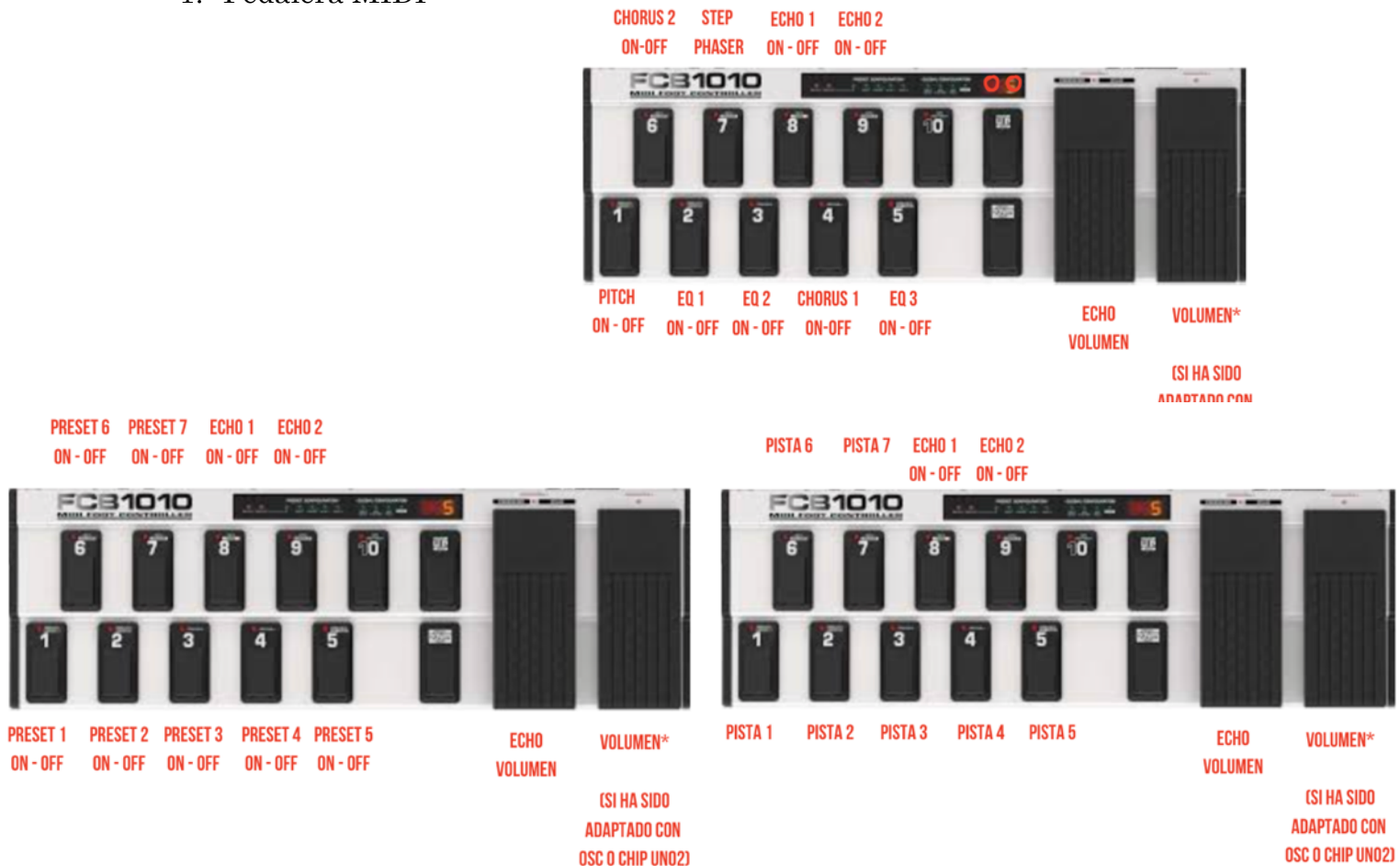


Figura 4-15: Pedalera MIDI con las opciones 1(arriba),2 (izquierda) y 3 (derecha) de la configuración del DAW

2. Pedalera MIDI + Interfaz Manual

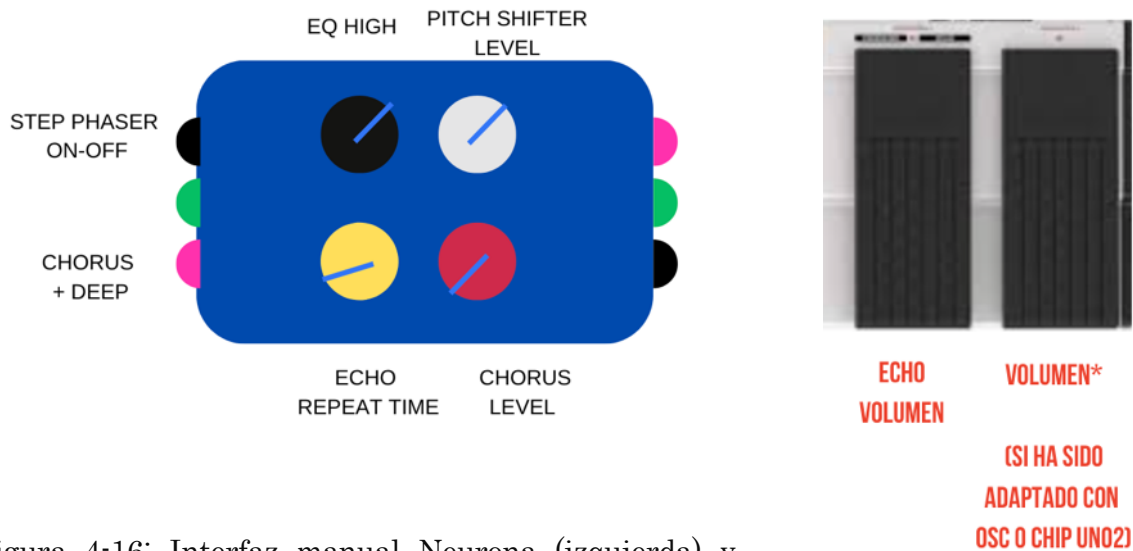


Figura 4-16: Interfaz manual Neurona (izquierda) y pedalería MIDI (derecha), con pedales de expresión

4.4.2.4. Sonorización

El compositor es muy claro en cuanto a la necesidad de un estéreo. Existen básicamente cuatro posibilidades para articular ese estéreo que se pueden extraer del propio *setup*.

- En primer lugar, usar dos amplificadores. Estos se pueden microfonear para enviar a PA o no.
- En segundo lugar, enviar la señal en estéreo directamente a la PA.
- En tercer lugar, usar el *loop* de efectos y después enviar la señal preamplificada a dos amplificadores en estéreo, que se pueden microfonear para enviar a PA o no.
- En cuarto lugar, usar el *loop* de efectos y después enviar la señal preamplificada directamente a la PA.

4.4.3. Análisis de la interpretación musical

4.4.3.1. Acciones electrónicas

Dufourt especifica el uso de las pastillas del instrumento, cuya manipulación se añade a la lista de acciones electrónicas que hay que detallar.

Uso de los pedales de expresión:

1. Usar el pedal de intensidad del *echo*. Es una constante a lo largo de la obra. Se escribe con crescendos y decrescendos. Se utiliza desde el compás 1 hasta el 18, a partir de ese momento se mantiene activado al máximo nivel y lo que se utiliza para regular la intensidad es pedal de volumen
2. Usar el pedal de volumen: Otra constante. Se utiliza en todas las notas del compás 18 en adelante.

Uso de los *presets* (o, alternativamente de los potenciómetros de la interfaz):

1. Compás 19: activar el *pitch shifter* en la pedalera MIDI (o alternativamente mover el potenciómetro del envío *pitch shifter* al 10% de su valor).
2. Compás 19: subir agudos en el EQ (el EQ se puede modificar de tres formas, desde la propia guitarra usando su control de tono, desde un *preset* en la pedalera, y desde un potenciómetro en la interfaz manual).
3. Compás 24: cambiar a la pastilla de graves (micrófono más cercano al mástil)
- En el origen de la obra la pastilla inicial es la mixta (pastilla de graves + pastilla de medios).
4. Compás 24: desactivar el *pitch shifter* (o alternativamente mover el potenciómetro del envío *pitch shifter* a 0).
5. Compás 27: subir aún más los agudos del EQ con la misma técnica que en el punto 2.
6. Compás 27: bajar la intensidad y la profundidad del *chorus*. Se puede hacer desde la interfaz manual o también desde un *preset*.
7. Compás 31: cambiar a las pastillas del centro y el puente (medios y agudos).
8. Compás 31: subir nuevamente los agudos del EQ.

9. Compás 31: hacer el *chorus* casi imperceptible. En este caso se puede hacer con un *preset* o bajando el potenciómetro de la interfaz casi a cero.
10. Compás 37: volver a la pastilla de graves, la más cercana al mástil
11. Compás 37: devolver el *chorus* a su *preset* inicial (80%) de envío del efecto y máxima profundidad, usar alternativamente *preset* o interfaz manual.
12. Compás 37: activar el *pitch shifter*.
13. Compás 52: encender el *step phaser*.
14. Compás 52: devolver el preamplificador a su estado original (sin apenas agudos).
15. Compás 52: aumentar la longitud de los ecos, ecos más espaciados. Se puede controlar a través de un botón de *on/off* para activar una configuración del eco o con un potenciómetro que modifique el *repeat rate*.
16. Compás 52: cambiar a la pastilla de graves (micrófono más cercano al mástil).
17. Compás 70: cambiar a la pastilla de medios y agudos.
18. Compás 90: cambiar a pastilla de agudos y graves.³³
19. Compás 99: cambiar a la pastilla de graves.

4.4.3.2. Gestión de *presets*

Dufourt divide la obra en 7 secciones, que coinciden con los compases donde suceden las acciones electrónicas (compases 1, 19, 24, 27, 31, 37 y 52). Una estrategia muy interesante es agrupar los efectos de cada sección en un *preset*. Esto en los DAW como Ableton y similares se puede hacer de dos maneras distintas, con diferentes pistas, por ejemplo 7 pistas de audio e ir cambiando entre ellas con la pedalera MIDI. Asimismo, se puede realizar con una sola pista y agrupando los efectos. Esta opción puede ser más interesante por ser más compacta y consumir menos CPU, pero multiplica las acciones electrónicas por dos, ya que es necesario encender el efecto siguiente y apagar el efecto presente.

³³ Esto no es posible en la mayoría de las guitarras. Modelos como Fender Stratocaster, Fender Telecaster, Gibson Les Paul, Gibson SG, etc. solo pueden combinar las pastillas medio-agudo o medio-grave, pero no grave agudo. Pero se puede lograr algo similar (*très clair, avec profondeur*) combinando las pastillas medio y agudo con el tono cerrado (a un nivel cercano a cero).

La opción ideal para gestionar la electrónica de la obra puede ser usar las siete pistas de *presets*. Facilita la interpretación. Adicionalmente si se cuenta con la interfaz manual se pueden controlar los parámetros de señal y profundidad del *chorus*, de tiempo entre ecos y de agudos del preamplificador. Esto hace más ajustable y orgánica la electrónica, aunque también complica la interpretación, pero hace que cada puesta en escena sea única y que ese control expresivo de la electrónica varíe y se adapte a diferentes espacios acústicos, momentos interpretativos, sensaciones etc.

4.4.4. Discusión sobre el planteamiento de la interpretación

Esta es una obra que se presta especialmente a la transferencia tecnológica y a hacerla virtualizando el *setup* e incluyendo el ordenador. El compositor considera obligatorio utilizar un pedal de volumen de calidad. No obstante, es importante recalcar que, una vez más (como se describirá después en el tema de la *scordatura*) se trata también de conseguir los medios tecnológicos que logran el resultado. Es decir, si se mejora el firmware de la pedalera MIDI, o mediante el uso de la programación se consigue aumentar la sensibilidad del pedal MIDI, hasta lograr una suavidad y finura en las curvas de volumen, la pedalera MIDI puede ser suficiente. El intérprete es quien debe juzgar si su equipo está al nivel una vez realizadas ciertas mejoras.

En lo referente a la *scordatura*. La mayoría de las guitarras tienen 21 y 22 trastes aunque hay bastantes guitarras que tienen 24 trastes. Sin embargo, como la obra siempre utiliza trastes en la digitación del 6 en adelante es bastante interesante usar una afinación alternativa: 6E, 5B, 4C, 3A, 2C#, 1F#. (es una forma de *drop E*), con todas las cuerdas subidas un tono (para llegar al sonido del traste 24) y hay que mantener la sexta en su sonido original. De esta manera se puede tocar la obra con una guitarra de 22 trastes.

Analizando las acciones electrónicas, todo lo que se modifica son los agudos de la EQ, la intensidad del *chorus*, el *repeat rate* del *echo*, la intensidad del *pitch shifter*, y el encendido del *step phaser*. Adicionalmente la pastilla de la guitarra eléctrica y, por supuesto, los pedales de expresión.

Esto hace que, aunque la obra se puede tocar con *presets*, de una manera relativamente sencilla con la pedalera MIDI, sea una obra muy propicia para interpretar con una interfaz manual. Conociendo bien cómo jugar las graduaciones de los efectos, se consigue un control mucho más flexible que el de los *presets*.

Aunque la interpretación con los *presets* puede ser más sencilla, utilizar la interfaz manual tampoco es excesivamente más complicado.

4.5. *Trash TV Trance*

4.5.1. Introducción y contexto de la obra

Trash TV Tance (2002) es una composición para guitarra eléctrica de Fausto Romitelli (1 de febrero de 1963 - 27 de mayo de 2004). Romitelli fue un compositor italiano, formado en el Conservatorio Superior Giuseppe Verdi de Milán y en IRCAM París. Ganador de varios premios de composición, su figura ha cobrado cada vez más importancia como referencia de la música contemporánea de la década de los 90 y de principios de los 2000.

Parte de su reconocimiento se debe, entre otras cosas, a su trabajo para guitarra eléctrica, tanto en conjunto de cámara con *Professor Bad Trip*, como en guitarra solista con *Trash TV Trance*. Esta obra es, probablemente, una de las tres piezas fundamentales del repertorio contemporáneo junto a *Electric Counterpoint* de Steve Reich y *Vampyr* de Tristan Murail.

A nivel compositivo su estética gira principalmente en torno al espectralismo y el *avant garde*. Sus reflexiones sobre música, cultura y tecnología también son una constante en su obra. Además, su relación con la música popular y la cultura *underground* está presente en muchas de sus composiciones. Sin olvidar, para terminar, su fascinación por la música asiática, el exotismo, lo ritual y lo alucinógeno.

Although his attention was directed to the principal European musical experiences (György Ligeti and Giacinto Scelsi, in particular), his main inspiration was drawn from French spectral music, in particular Hugues Dufourt and Gérard Grisey.

“Perception of the world is created by the channels of transmission: what we see and hear is not simply reproduced, but elaborated and recreated by an electronic medium that overlays and replaces the real experience” (Ricordi 2023).

Las notas introductorias de la obra son escritas por Tom Pauwels (Romitelli 2002). Pauwels es uno de los principales intérpretes del instrumento, además de escribir estas notas de la edición de Ricordi, estrenó la obra y tiene una de las

interpretaciones grabadas en la *Biennale di Venezia* (BiennaleChannel 2011), de prestigio internacional y gran difusión pública.

En la introducción, Pauwels remarca que sus notas de la obra no son dogmáticas, sino más bien una guía, y lo principal que es recrear el espíritu de la obra de Fausto. También indica que un buen tipo de guitarra para interpretar la obra es un modelo Stratocaster, o una guitarra con un puente tipo Floyd Rose y que debe de tener una *whammy bar*. Además, es aconsejable que la conexión del *jack* esté en el cuerpo de la guitarra para facilitar el quitar y poner el *jack*. Esto reduce las guitarras que se pueden utilizar en la obra, por ejemplo, un modelo Gibson SG (que no acostumbra a tener *whammy bar*) y *Stratocaster*.

Sin embargo, en la interpretación Tom Pauwels no usa la *whammy bar* ninguna vez, tampoco Yaron Deutsch ni otros intérpretes, puesto que en la obra no hay pasaje de *whammy bar*. Por lo tanto, la guitarra no necesita tener este artilugio.

You need a guitar which has a whammy bar fixed onto a vibrato bridge as is usually found on a standard Stratocaster. A double-locking Floyd Rose bridge would also be an option and is common to comparable makes of guitar. The ideal pick-up situation would consist of one single coil close to the fingerboard and two humbuckers. The input jack has to be located on top of the soundboard to facilitate unplugging and inserting the jack. (Ricordi 2023).

Since TTVT is rooted in raw blues and Pink-Floyd psychedelia a Stratocaster would be a good choice (no telecasters or heavy-metal memorabilia). (Romitelli 2002)

En realidad, aunque la guitarra usada sea una tipo *Telecaster* o una guitarra tipo *Les Paul* tradicional, (o una *heavy memorabilia*), se puede tocar sin problema ya que no tiene especificaciones en su escritura que no se puedan resolver con cualquier guitarra eléctrica.

En la sonorización se propone una alternativa para tocar los pasajes de la obra en que se enchufa y desenchufa el cable *jack* de la guitarra. Aquí, se ofrece una solución posible más respetuosa con el instrumento, que además facilita la interpretación de la música.

Respecto al *setup* y la electrónica de la obra, por época histórica, la obra de Romitelli es la más cercana al uso del ordenador como gestor de los efectos de la guitarra, y, aunque muchos de los efectos y pedales que el autor utiliza son la

cadena de sonido estándar, el uso que tiene de la *loop station* hace muy recomendable el uso del ordenador.

A diferencia de la electrónica de Reich, que era relativamente sencilla y cuya transferencia tecnológica era alta, en la composición de Romitelli la electrónica está muy presente y la transferencia tecnológica es baja, básicamente se virtualiza un *setup* clásico de guitarra eléctrica de rock (Figura 4-17; Tabla 4-8).

4.5.2. Plantilla de la obra

4.5.2.1. Setup

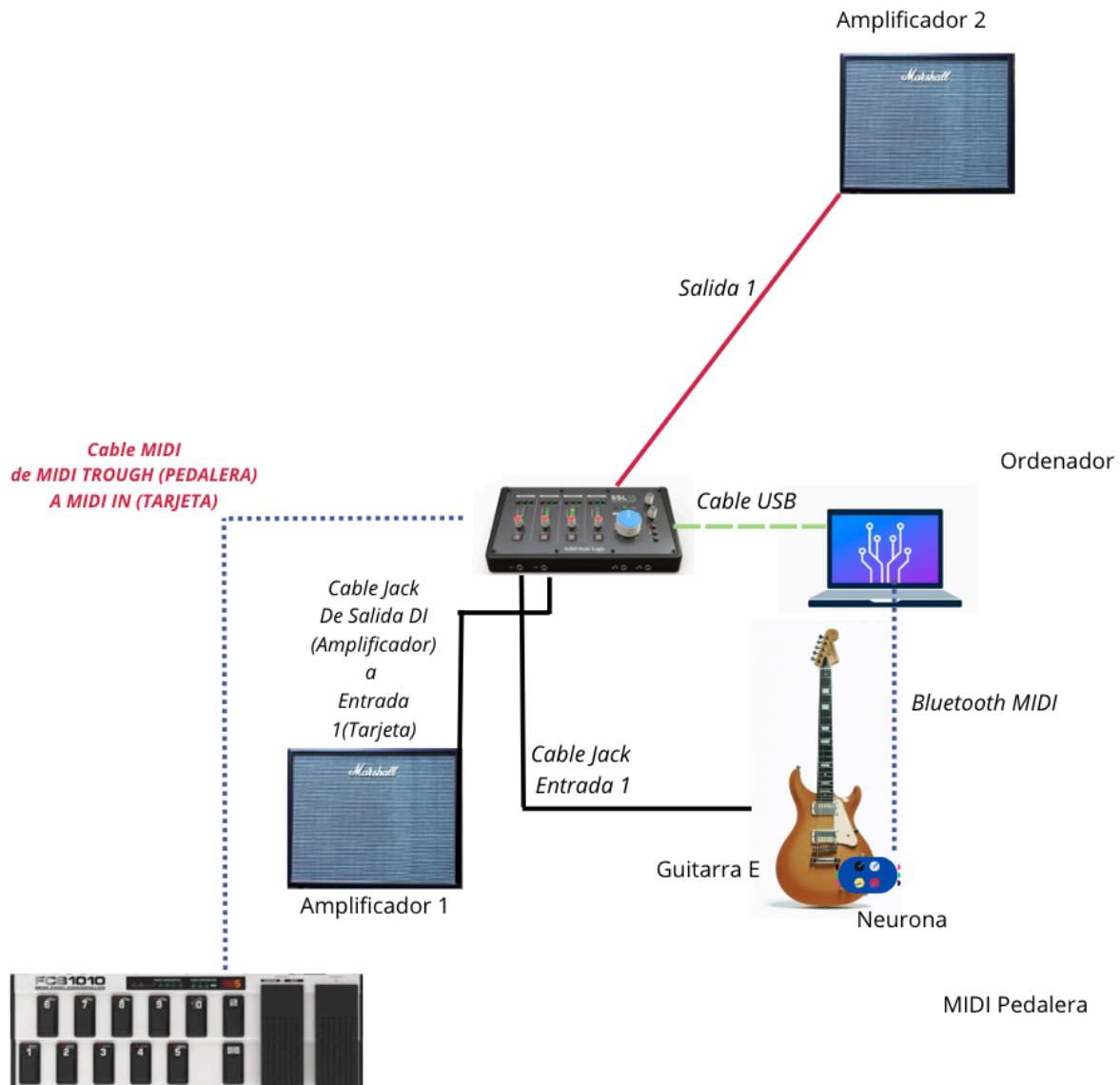


Figura 4-17: *Setup* de *Trash TV Trance* utilizando un amplificador dedicado a generar los ruidos de la obra

Tabla 4-8: Elementos de *Trash TV Trance*

| ELEMENTOS PRINCIPALES | ELEMENTOS OPCIONALES |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Guitarra Eléctrica 2. Ordenador 3. Tarjeta de Sonido 4. Controlador MIDI 5. Amplificador (salida) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Neurona/Interfaz MIDI control manual 2. Amplificador como entrada (muy recomendado) |

4.5.2.2. DAW

Se puede realizar con una sola pista y una escena, aunque en la presente plantilla se le añade una pista para controlar el ruido del cable de la distorsión (Tabla 4-9).

Tabla 4-9: Pistas de *Trash TV Trance*

| Número | Nombre | Efecto | Salidas |
|--------|----------|---|---------|
| 1 | Ruido | | 1 |
| 2 | Guitarra | Compresor, Distorsión, <i>Delay</i> , <i>Wah</i> y <i>Loop Station</i> | 1 |

4.5.2.2.1 Visualización del DAW

Ver Figura 4-18.



Figura 4-18: Visualización en el DAW de *Trash TV Trance*

4.5.2.3. Mapa MIDI

Existen dos opciones:

1. con la pedalera MIDI (Figura 4-19).



Figura 4-19: Pedalera MIDI en *Trash TV Trance*

2. Con la pedalera MIDI y la interfaz manual (Figura 4-20).



Figura 4-20: Interfaz manual Neurona y pedalera MIDI *Trash TV Trance*

Es una obra en la que la interfaz manual no es especialmente necesaria. Sin embargo, hay dos controles que funcionan bien en la interfaz manual, el *reverse* de *loop* y el *clear* de *loop*. Es interesante distribuir los controles entre interfaz manual y pedalera, puesto que en la obra hay varios botones y puede ser confuso llevar todos en el pie. Incluso algo arriesgado, pues fallar un número en la pedalera puede suponer, por ejemplo, borrar un *loop*. Si el *clear* del *loop* está en la interfaz manual eso simplifica las acciones electrónicas.

4.5.2.4. Sonorización

La forma de sonorizar la obra es una propuesta original de la tesis. Se fundamenta en el control del ruido del *jack*. No es necesario hacerlo así, es posible y habitual interpretar *Trash TV Trance* con un solo amplificador. No obstante, tiene algunas ventajas hacerlo de esta manera:

- Mejor control del ruido del cable desconectado
- Mejor cuidado del amplificador
- Mejor cuidado del conector de *jack* de la guitarra eléctrica
- Sencillez en la interpretación

El primer punto supone una ventaja musical destacable. Los ruidos son complicados de controlar en general, lo que puede arruinar una interpretación ya que el volumen del ruido puede no estar equilibrado con el resto de la música. Poder aislar el ruido en una pista es un avance importante.

Los dos puntos siguientes entroncan con un respeto al equipo musical. Un ruido de este tipo puede dañar el amplificador y quitar y poner un cable a gran velocidad y constantemente en el conector de la guitarra acabará por estropearlo.

El último punto es una consecuencia interesante a nivel de técnica musical: es más sencilla la interpretación de esta forma. En una obra de la extrema dificultad técnica de *Trash TV Trance* esto supone un punto positivo.

Es importante que, para poder hacer este montaje de los amplificadores, el amplificador tenga una salida tipo *output*, DI, o similar. Una gran parte de los amplificadores tienen, pero no todos.

4.5.3. Análisis de la interpretación musical

4.5.3.1. Acciones Electrónicas

Son muy variadas, así que se enuncian página a página, siguiendo la edición de Ricordi (Romitelli 2002):

1

1. Pulsar el botón de distorsión *on* en el compás 1
2. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 2 para grabar el *loop* 1. Pulsar al final del compás el mismo botón de *play* para ajustar la duración.
3. Pulsar el botón de *reverse* en el compás 3
4. Pulsar el botón de distorsión *off*
5. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 6
6. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 7
7. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 10
8. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 11
9. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 13
10. Pulsar el botón de distorsión *on* en el compás 14
11. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 15
12. Pulsar el botón de distorsión *off* en el compás 15
13. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 16
14. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 18
15. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 21
16. Activar y utilizar la *wah* desde el compás 21 hasta el 26 (desactivar al terminar).
17. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 22
18. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 23
19. Pulsar el botón de distorsión *on* en el compás 25
20. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 27
21. Pulsar el botón de distorsión *off* en el compás 27

2

1. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 29
2. Activar y utilizar la *wah* desde el compás 29 hasta el 38 (desactivar al terminar).
3. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 30
4. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 31 (Omitido en la partitura de Ricordi)
5. Pulsar el botón de distorsión *on* en el compás 35
6. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 38
7. Pulsar el botón de distorsión *off* en el compás 38
8. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 43
9. Activar y utilizar la *wah* en el compás 43 (desactivar al terminar).
10. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 46
11. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 47
12. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 49
13. *Overdub* en el loop compás 52 pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena.
14. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 54
15. Activar distorsión, *wah* y *delay* compás 54

3

1. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 56
2. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 57
3. Activar y utilizar la *wah* desde el compás 57 hasta el 60 (desactivar al terminar).
4. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 61
5. Pulsar el botón *clear* para borrar primer *loop* en el compás 62
6. Pulsar el botón *reverse* para devolver el *loop* a su estado original

7. Activar y utilizar la *wah* desde el compás 62 hasta el 63 (desactivar al terminar).
8. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 63 para grabar el *loop 2*. Pulsar el botón de **play** al final del compás para ajustar la duración.
9. Pulsar el botón *clear* para borrar *loop 2* compás 75
10. Desactivar *delay* y distorsión³⁴ compás 70. (Omitido en la partitura de Ricordi)

4

1. Pulsar el botón de distorsión *on* en el compás 95

En las páginas 5 y 6 no hay acciones electrónicas.

7

2. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 152 para grabar el *loop 3*, pulsar el botón *play* al final del compás para ajustar la duración.
3. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 155
4. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 156
5. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 158
6. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 159
7. Pulsar el botón *clear* para borrar *loop 3* compás 160
8. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 161 para grabar el *loop 4*. Pulsar el botón *play* al final del siguiente compás para ajustar la duración. (este *loop* dura dos compases)

8

1. *Overdub*: añadir material musical al *loop 4*, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 169
2. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 177
3. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 179

9

³⁴ Omisiones de la versión de Ricordi

1. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 189

10

2. Pulsar el botón *clear* para borrar *loop* 4, compás 209
3. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 210 para grabar el *loop* 5. Pulsar el botón *play* al final del compás para ajustar la duración.
4. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 212
5. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 214
6. *Overdub*: añadir material musical al *loop* 5, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 215
7. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 216
8. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 218
9. *Overdub*: añadir material musical al *loop* 5, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 219
10. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 220
11. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 222
12. *Overdub*: Añadir material musical al *loop* 5, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 223
13. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 225
14. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 227

11

1. *Overdub*: añadir material musical al *loop* 5, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 228
2. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 229
3. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 232
4. *Overdub*: añadir material musical al *loop* 5, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 233
5. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 234
6. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 238

7. *Overdub*: Añadir material musical al *loop 5*, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 239
8. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 240
9. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 244
10. *Overdub*: Añadir material musical al *loop 5*, pulsando el botón *play* del *loop station* mientras el *loop station* suena, compás 245
11. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 247

12

1. Pulsar el botón de *loop play/stop* en el compás 244
2. *Clear loop 5* compás 260

4.5.4. Discusión sobre el planteamiento de la interpretación

Trash TV Trance es una obra que invita a la reflexión sobre la naturaleza de la guitarra eléctrica. Plantea varios mecanismos de extensión de la misma, por ejemplo, un arco, un *e-bow*, una barra de metal y una máquina de afeitar. Todo son mecanismos que afectan a la materialidad de la guitarra y hacen reaccionar a las cuerdas, al cuerpo y, sobre todo, a las pastillas magnéticas de amplificación.

También aplica varios efectos que modifican la señal y son parte de la aumentación del instrumento, especialmente distorsión, *delay*, *wah* y *loop station*. Se trata de efectos sin memoria y efectos con memoria. Existe una dialéctica entre la aumentación y la extensión. Ciertas acciones indirectas de extensión reaccionan mejor o de una manera distinta al aplicarse a la par de determinados efectos.

Furthermore, a sound-producing gesture can be defined as an excitatory action, i.e., an action of setting some object (e.g., parts of an instrument) into motion by hitting, stroking, or bowing. Excitation gesture are either direct or indirect, depending on whether or not there is an object between the sound-producing element of the instrument and the object carrying out the excitation. For example, the actions of playing the harp or congas are direct since fingers and hands are directly in control of the resonating objects (strings and drum membrane). But there are also many indirect instrumental actions that involve one or more objects in the interaction, for example the bow in string instruments, the key mechanism on the piano, or sticks for drums. (Jensenius et al., 2009).

Se encuentra un ejemplo muy apropiado de excitación indirecta en cómo se usan los mecanismos de extensión de la guitarra eléctrica en esta obra. Además, la aumentación y la extensión no son contradictorias en este contexto, si no que se complementan y aportan mutuamente.

Es importante conocer cómo funciona la señal internamente para complementar correctamente las acciones sonoras con la aumentación del instrumento. Por ejemplo, si se golpea la cuerda con un metal, con distorsión se generan muchos más armónicos. Si se utiliza una secuencia de mano derecha con un *delay*, hay que saber qué articulaciones omitir para que el *delay* complete los silencios.

La reflexión final incide en la veracidad del gesto musical en la electrónica. *Trash TV Trance* es una obra paradigmática para estudiar esta propiedad. Los gestos pueden ser más o menos expresivos, o ser simplemente gestos de control. El *loop* ilustra bien los diferentes grados de la veracidad del gesto. Mediante un gesto de control se captura una muestra de audio. Cuando se vuelve a pisar el pedal de *loop* suena todo el audio, pero el gesto de pisar el pedal de *loop* es mucho más sencillo que el de tocar la muestra de audio. El gesto no es literal, no corresponde con lo que suena.

Sin embargo, hay una diferencia entre generar un *loop* y jugar con él VS lanzar una muestra. En *Electric Counterpoint* se lanza una muestra y de pronto suenan 10 guitarras, en *Trash TV Trance* se captura una muestra, y luego selectivamente se lanza, la acción es mucho más real y creíble para el espectador y para el propio músico. De hecho, ese *loop* no para de encenderse y apagarse durante la obra, como si fuera un ritmo. Y todo es control, aunque no sea un gesto puramente expresivo y sin ser un gesto literal, se va asimilando a un gesto musical, tiene una métrica muy definida, una precisión percusiva.

Cuando la electrónica entra en un instrumento, muchos de los gestos literales de los instrumentos mecánicos se transforman en gestos de control, sin embargo, esos gestos pueden ser orgánicos, y pueden ser musicales. Volviendo al ejemplo del *delay*, se puede tocar una melodía y que esta se repita sin hacer ningún gesto añadido, por la propiedad matemática del *delay*. Sin embargo, conociendo sus características, se puede jugar con el tempo, con la intensidad, y con distintos parámetros. Un no gesto en el control del *delay* puede ser musical y expresivo. En el *loop* de *Trash TV Trance* se articulan una serie de elementos técnicos y de precisión que le dan un carácter mucho más orgánico que simplemente dar al *play* en un *backing track* y tocar por encima. Finalmente, una *wah* se puede usar en

auto wah y dejar que se regule sola, o regularla con el pie y darle una expresividad y una intención añadida.

Todos estos ejemplos vienen a ilustrar que, los gestos de control electrónico, sin tener porque ser literales, sí tienen grados de musicalidad, y pueden ser más o menos orgánicos. Pueden tener mayor o menor veracidad, y cuanto más control y posibilidades tenga el intérprete sobre los parámetros de la electrónica, más se irá musicalizando este control, más matices tendrá la interpretación y será percibida de una manera más realista.

El conocimiento de los efectos es muy importante a la hora de interpretar esta obra, especialmente el del *loop*. Es fundamental poder ajustar de oído la duración del *loop*. Tener un control para hacer el *reverse*, controlar cómo borrarlo y cómo hacer *overdub*. La *loop station* nativa en Ableton puede hacer todas estas acciones, aunque es fundamental no predeterminar la duración del *loop*, sino dejarlo ajustar su duración libremente.

En la descripción de las acciones electrónicas se recomienda encender y apagar la *wah*. Esto es recomendable pero no necesario, la *wah* puede quedar en un punto intermedio cuando no se use, pero aportará un color y una tímbrica añadida a la música que puede no ser deseada. En contrapartida, encendiéndola y apagándola la interpretación será más complicada a nivel técnico.

Trash TV Trance no es una obra especialmente indicada para usar una interfaz manual. Esto también es importante e interesante puesto que delimita cuándo tiene más o menos sentido utilizar este tipo de interfaces. Cuando los *loops* son de pista y duración predeterminada, la interfaz manual se puede emplear ya que el gesto de activar el *loop* es asíncrono, se anticipa y además se termina automáticamente. No es tan importante sincronizar manos y pies. Cuando hay muchos efectos de tipo *on/off*, también es interesante usar la interfaz manual, porque puede asumir controles de la pedalera, y liberar esta, incluso sustituirla por completo. Cuando hay que ajustar volúmenes, muestras, claquetas, parámetros de algún efecto, envíos, etc., todo tipo de control gradual no especialmente síncrono es ideal para la interfaz manual.

Resumiendo, la actividad interpretativa manual de *Trash TV Trance* es tan intensa que no facilita el uso de la interfaz manual. No obstante, es posible hacer la obra utilizando la interfaz manual exclusivamente, aunque es bastante más complicado a nivel técnico. Se puede además regular el ruido si se ha hecho la instalación de amplificadores propuesta, e incluso el grado del envío del *delay*,

bastante sugerente en la interpretación y una forma de dar expresividad y flexibilidad a los efectos. Puede servir de referencia la versión de Graham Banfield, que cuenta con una excelente producción audiovisual, también las ya mencionadas de Tom Pauwels o de Yaron Deutsch, que, como curiosidad, comienza su *Live in New York City* con esta obra.

El uso de los efectos y la electrónica, aunque está bien descrito en la partitura tiene omisiones importantes como, por ejemplo, que una vez que en la escritura musical se activa el *delay* y la distorsión nunca se quitan. Sin embargo, a nivel musical parece exagerado hacer ciertos pasajes con distorsión y con *delay*. Las diferentes interpretaciones corroboran esta teoría, la mayoría de los intérpretes juegan con el uso de la distorsión y el *delay* con cierta libertad y según su criterio.

Finalmente, es importante remarcar que la palanca de trémolo (*whammy bar*) no es necesaria para la interpretación de la obra, aunque se diga en las notas de la edición de la partitura. Además, el control del ruido a través de otro amplificador mejora el cuidado del equipo musical, simplifica la dificultad técnica de la obra y regular los volúmenes y planos musicales.

5. Capítulo 5 - Creación propia y validación performativa

5.1. *Hipnótica*

5.1.1. Introducción y contexto de la obra

Hipnótica es una composición para guitarra eléctrica aumentada, concebida en el contexto de la tesis y compuesta con la idea de explorar y explotar las posibilidades de la guitarra eléctrica al ser procesada por el ordenador.

La composición parte de una serie de dogmas (Stravinsky 1952): generar todos los sonidos partiendo de una guitarra eléctrica y explorar en cada pieza una técnica original de creación integrando guitarra eléctrica y electrónica digital. Se compone de cinco piezas, en la primera se juega con la reordenación de fragmentos de material de la guitarra eléctrica. En la segunda, con *loops* altamente estructurados. En la tercera, con procesamientos de fragmentos mezclados con interpretación. En la cuarta, con superposición de *loops*, y en la quinta con *loop* más improvisación melódica.

La obra pretende mostrar posibilidades de producción y composición generadas a partir del instrumento, y, salvo la primera pieza, está pensada para poder ser interpretada en directo. Supone, desde el punto de vista técnico compositivo, una superación de los usos habituales del instrumento, y un intento de formalizar los mismos. Desde el punto de vista estético está especialmente influenciada por el minimalismo americano y por la música de tipo *ambient*.

Aunque se inició como un proyecto de estudio personal, la obra fue posteriormente editada y estrenada, siendo representada en el DA2 (Museo de Arte Contemporáneo de Salamanca) y en el Umbral de Primavera, sala de teatro de Madrid (Figura 5-1). También se realizó un vídeo de estudio y una grabación en directo, a modo de memoria del proyecto.



Figura 5-1: Carteles con actuaciones de la obra

5.1.2. Proceso de Composición Musical

La música comenzó a componerse a partir de la quinta pieza, inicialmente de una manera poco estructurada. La idea original era generar un *loop* que reflejara estéticamente un estilo musical *ambient* y minimalista. Para ello se aprovecharon sonoridades y evocaciones cósmicas (basadas fundamentalmente en el modo lidio) y a nivel emocional nostálgicas y melancólicas. Sobre este *loop* se empezó a improvisar con una guitarra procesada.³⁵

Esta pieza que inició el proceso de composición (*Perdida de Noche*) decidió usarse como epílogo de la obra. A partir del resultado estético de esta primera pieza, se produjo la reflexión que llevó al desarrollo de la composición al completo. Esta reflexión se fundamentaba en la necesidad de modificar el desarrollo técnico-compositivo común en la guitarra eléctrica y en muchas composiciones

³⁵ Es interesante destacar que, cuando el proceso de composición comenzó, la tesis se encontraba en sus primeros compases, y gran parte del aparato tecnológico y software que se empleaba era todavía una herencia directa del estudio académico anterior (Santos 2020). En esta composición todavía se utilizó el DAW Logic en vez de Ableton, que luego sería el empleado para el resto de las composiciones.

electrónicas: Grabar un *loop* o varios de la misma duración y superpuestos, en la técnica conocida como *overdub*, y después tocar por encima.

La técnica del *overdub* como forma de composición para guitarra es muy utilizada por artistas que trabajan el *live looping* (Duarte and Sardo 2023). Es, junto al *backing track*, una de las técnicas más exploradas al emplear recursos electrónicos junto a la guitarra eléctrica, dentro de lo que se puede llamar electrónica con memoria. En el campo de la electrónica es común hablar de sistemas con memoria y sin memoria. Un sistema sin memoria transformaría el sonido en tiempo real como hace, por ejemplo, un efecto como la distorsión. Un sistema con memoria almacena datos, en este caso sonido, en forma de *loops*, *samples*, etc. (Oppenheim and Schaffer 2011).

Partiendo de un universo estético basado fundamentalmente en la exploración y repetición del modo lidio de Fa, y los efectos atmosféricos de reverberación, *chorus* y *delay*, se comenzaron a diseñar una serie de desafíos técnicos poco habituales o no implementados hasta el momento en la música compuesta para el instrumento. Es importante destacar que todo este proceso surgió de una identificación entre técnica electrónica y técnica compositiva. O, en resumidas cuentas, la intuición de que un cambio en el uso de los dispositivos tecnológicos del instrumento supondría un cambio en sus formas compositivas. (“Steve Reich Reflects on His Most Significant Works,” n.d.)

Los desafíos técnicos y tecnológicos que se diseñaron fueron los siguientes:

1. La primera idea fue la de crear un sistema de *loops* más complejo y estructurado que el renombrado como *loop* fijo con *overdub*. Para ello se emplearían *loops* de distintas duraciones, cada uno con un procesamiento distinto, con envíos de sonidos diferenciados y una relación lógica y métrica intrincada. De este planteamiento surgió la segunda pieza de la obra: *Las Dos Lunas*.
2. La segunda idea fue hacer una aproximación distinta al *loop* fijo con *overdub* creando un *loop* de una duración muy grande en comparación a lo habitual (de manera que las *loopeadoras* físicas no pudieran en la mayoría de los casos soportarlo) y superponiendo capas hasta el extremo, hasta crear una textura que luego se procesaría como si fuera un solo sonido. De ese planteamiento surgió la cuarta pieza de la obra que da título al trabajo: *Hipnótica*.

3. La tercera idea fue la de trabajar con *samples* o muestras de las anteriores obras. Es decir, en vez de generar un *loop*, generar transformaciones sobre un fragmento de los anteriores materiales musicales y dialogar con él a través de improvisaciones con la guitarra eléctrica y con el propio procesamiento de las muestras. De este planteamiento surgió la tercera pieza: *Las Dos Lunas Parte 2*.³⁶
4. La cuarta idea fue la de llevar los planteamientos de la anterior al límite: usar sólo muestras de otras grabaciones. Es la única pieza que no está pensada para llevarse al directo, sino que es una condición para el directo, su creación es una formalización de un mecanismo técnico compositivo que luego será el que se utiliza en la interpretación de la obra: utilizar distintas muestras de la guitarra que se van recogiendo durante la interpretación en directo y se van transformando y gestionando, muchas veces en un segundo plano, mientras el discurso musical plantea otros sonidos. De aquí surgió la cuarta pieza: *Un encuentro inesperado*.

A nivel sonoro, la obra fue pensada para reproducirse repartiendo las frecuencias, muestras y *loops* a través de tres amplificadores diferenciados. En la mayoría de los casos se trata de distintas señales mono llevadas cada una a una salida distinta, aunque también se combinan con señales en estéreo que se reproducen por los amplificadores 1 y 2. El sistema será descrito en detalle en los apartados siguientes, pero es importante remarcar que la sonorización fue un tema central en el planteamiento compositivo.

Finalmente, una vez que se decidió llevar hipnótica a los escenarios³⁷ una de las premisas teóricas fue lograr que el ordenador desapareciera de la escena. Es decir, fuera un procesador alejado del músico, con el cual no se interactuase. La idea era crear una especie de arquitectura de *rack* con un ordenador.

³⁶ De hecho, la idea de titular a la pieza como la continuación de una pieza anterior se debe a que las muestras que se modificaron para generar la composición se extrajeron de *Las Dos Lunas Parte 1*.

³⁷ A diferencia de *Corps Seul*, que fue creada para interpretarse en directo. Hipnótica fue primero compuesta y luego llevado al directo.

5.1.3. Plantilla de la obra

5.1.3.1. Setup y Requisitos Técnicos

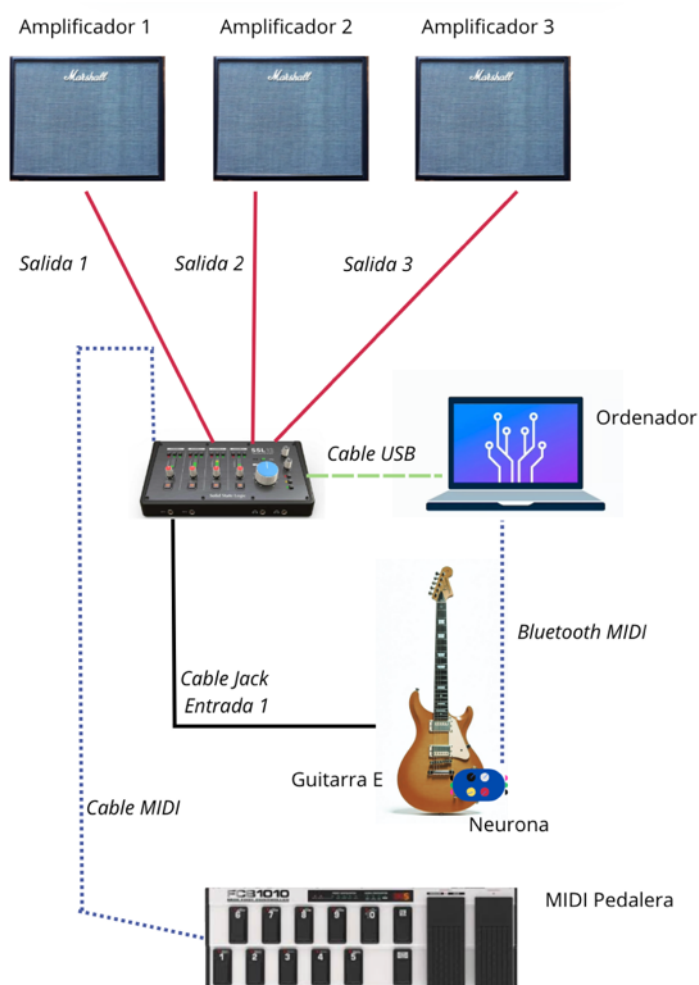


Figura 5-2: Setup de *Hipnótica*

Tabla 5-1: Elementos *Hipnótica*

| ELEMENTOS PRINCIPALES | ELEMENTOS OPCIONALES |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Guitarra Eléctrica 2. Ordenador 3. Tarjeta de Sonido 4. Controlador MIDI | <ol style="list-style-type: none"> 1. Neurona/Interfaz MIDI control manual |

5.1.3.2. DAW: Pistas, Efectos, Salidas y Escenas

Tabla 5-2: Pistas, envíos y máster de *Hipnótica*

| | |
|--|---|
| MASTER (SALIDAS 1 Y 2) 2. Limitador | ENVÍOS 1. <i>Reverb</i> (Roland Echo Space) 2. <i>Delay</i> |
| METRÓNOMO (SALIDA 4) 1. Limitador | |

| Nº | Nombre | Efectos | Salida | Escenas |
|----|---------------------------------|--|----------|---------|
| 1 | GUITARRA1: <i>BAJO</i> | 1 - <i>Tuner</i> 2 - <i>Shifter</i> (octava baja) 3 - <i>Fixed Loop</i> | Nº6 | 1 |
| 2 | GUITARRA 2: <i>OSTINATO</i> | 1 - Compresor 2 - <i>Fixed Loop</i> | 1 y 2 | 1 |
| 3 | GUITARRA 3: <i>MELODÍA 1</i> | 1 - <i>Delay</i> | 1 | 1 |
| 4 | GUITARRA 4: <i>MELODÍA 2</i> | 1 - Distorsión Tubescreamer (Proteus) 2 - <i>Chorus</i> 3 - <i>Fixed Loop</i> | 2 | 1 |
| 5 | GUITARRA 5: <i>PRINCIPAL</i> | 1 - Compresor 2 - <i>Gain Sweet Cream</i> (Proteus) | 1 y 2 | 1 |
| 6 | GUITARRA 6: <i>RÍTMICA</i> | 1 - <i>Looper</i> 2 - <i>Reverse</i> 3 - Compresor M.B. 4 - Puerta de Ruido 5 <i>Vintage Drum Loop</i> (Guitar Rig preset) | 3 | 1 |
| 7 | GUITARRA 7: <i>ARPEGGIO</i> | 1 - <i>Looper</i> 2 - <i>Reverse</i> 3 - Compresor M.B. 4 - <i>Crossover Difussion</i> (Guitar Rig preset) | 1 y 2 | 1 |
| 8 | GUITARRA 8: <i>FEEDBACK</i> | 1 Compresor 2 - Pre amplificador <i>filmosound with cab</i> (Proteus) 3 - Valhalla Super Masive | 1 y 2 | 1 |
| 10 | GUITARRA 9: <i>HIPNÓTICA</i> | 1 - <i>Looper</i> 2 - <i>Shifter</i> 3 - Filtro Paso Bajo 4 - Distorsión <i>Procorat</i> (Proteus) 5 - Distorsión Tubescreamer (Proteus) | 1, 2 y 3 | 1 |
| 11 | METRÓNOMO: <i>CLICK</i> | | 4 | 1 |

5.1.3.2.1 DAW: Visualización



Figura 5-3: Visualización de *Hipnótica* en el DAW

En la visualización del DAW (Figura 5-3) se pueden apreciar detalles como el equilibrio de los volúmenes. También el potenciómetro virtual de los envíos. Un detalle adicional es que las guitarras tres o cuatro son redirigidas a hacia la salida 1 o 2 a través del método del Pan.

5.1.3.2.2 Sonidos Pregrabados o Preprocesados

En la obra no hay sonidos pregrabados ni preprocesados si se omite la interpretación de la primera pieza. En las actuaciones en directo la primera pieza se sustituye por una improvisación libre con el material temático de la segunda, a modo de preludio. Esto significa que todos los sonidos de la obra se consiguen con la guitarra eléctrica y su procesamiento en directo, como resultó establecido en los dogmas de la composición. No obstante, esto supone que la música interpretada en

directo varía con respecto a la grabada en estudio en algunos puntos descritos en los siguientes apartados.

5.1.3.2.3 *Loops (Live Looping)*

Todos los *loops* (Tabla 5-3) están pensados para ser utilizados en el DAW. Como se estudió en el capítulo 3, los denominados *loops* de pista son aquellos que se almacenan como si fueran un *sample*. Los llamados de *looper* son aquellos que utilizan un efecto de *looper* pero no almacenan el sonido en la pista sino en el propio efecto.

Tabla 5-3: *Loops* de *Hipnótica*

| |
|--|
| <p><i>Loops</i> de Pista <i>Las Dos Lunas Parte I</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo - (Duración 20 Compases de 4/4) 2. Arpegio Principal- (Duración 20 Compases de 4/4) 3. Guitarra Melódica 1 - (Duración de 8 compases 4/4) 4. Guitarra Melódica 2 - (Duración de 8 compases 4/4) |
| <p><i>Looper Las Dos Lunas Parte II</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elementos Rítmicos (Duración 1 compás de 4/4) 2. Distorsión (Duración 4 compases de 4/4) <p><i>Loops</i> de Pista <i>Las Dos Lunas Parte I</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Arpegio Invertido - (Duración 2 compases de 4/4) |
| <p><i>Looper Hipnótica</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Único <i>loop</i> con <i>overdub</i> (aprovecha la <i>looper</i> de distorsión). |
| <p><i>Looper Perdida de Noche</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Único <i>loop</i> con <i>overdub</i> |

5.1.3.3. Mapa MIDI

Para la configuración de la FCB1010 es necesario utilizar dos canales de la pedalera MIDI (Figura 5-4).

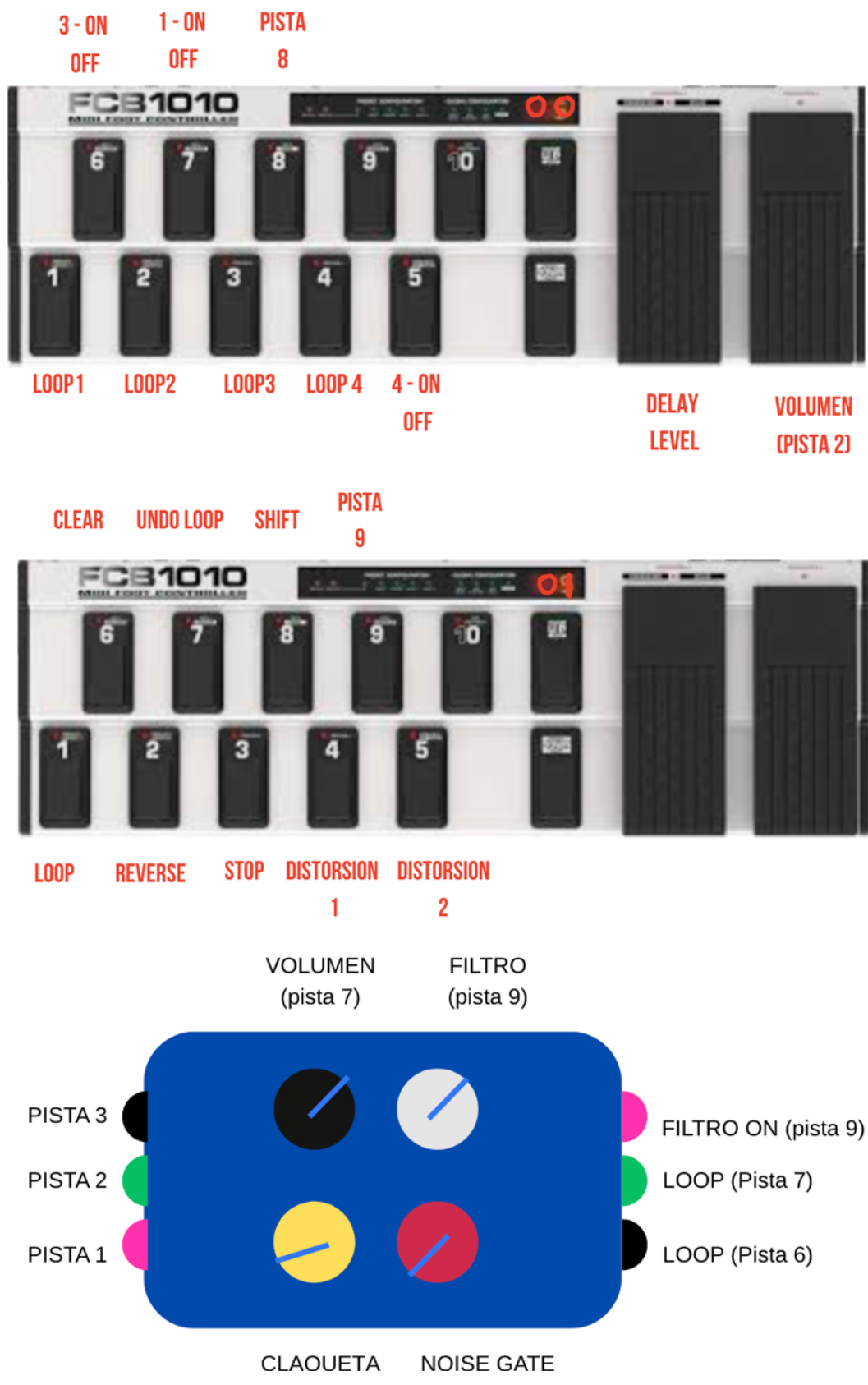


Figura 5-4: Configuración de interfaces MIDI en *Hipnótica*

Esta es una composición en el cual es muy interesante utilizar la neurona. Aunque no es estrictamente necesaria, su uso es muy recomendable ya que evita sobrecargar de información la pedalera MIDI y, además, asigna controles que son mucho más intuitivos de controlar manualmente, por ejemplo, *noise gate*³⁸ y filtro son controles que se manejan más precisamente con la mano que con el pie. Al no necesitar una simultaneidad pie mano es interesante desplazar su control a un control manual.

Una vez más la simultaneidad de las acciones es un factor clave. Por ejemplo, el volumen de la pista 2 se regula con el pie porque simultáneamente a su control se emplean activamente las manos en la guitarra. Sin embargo, el volumen de la pista 7 se utiliza desde la interfaz porque su *fade out* es una mezcla de volúmenes que se realiza mientras no se toca activamente la guitarra con las manos. Al igual que en las obras de música contemporánea, también es útil tener la claqueta del metrónomo en la neurona y controlar su volumen manualmente.

5.1.3.4. Sonorización

*El músico lleva su propio equipo en la mayoría de los casos, salvo que se trate de un gran desplazamiento o de un sitio con características especiales. En general, el equipo consiste en dos amplificadores Marshall de 30 watts y un amplificador de bajo adicional para añadir un tercer canal de efectos. Ruteado a través de una tarjeta de sonido con varias salidas, lo que permite enviar un estéreo adicional si es necesaria amplificación extra para lugares grandes que demanden más volumen o un control especial del mismo. (Extracto del dossier de *Hipnótica*).*

La obra se sonoriza con un planteamiento de tres amplificadores y está pensada para que el músico controle todos los aspectos de la amplificación y el volumen siempre que sea posible. El amplificador central se dedica a las frecuencias graves y los laterales al estéreo. La obra fue pretendidamente compuesta así para romper la convención del estéreo en la guitarra eléctrica, y también para hacer al intérprete el responsable último del sonido de la sala, como podría suceder con un instrumentista clásico, al cual, en la mayoría de los casos, no se le amplificaría ni modificaría el volumen sin su consentimiento.

³⁸ El *noise gate* además puede hacer desaparecer la pista 6 a nivel volumétrico, ya que, si la puerta de ruido se regula adecuadamente, no deja pasar ninguna información de la pista. Esto es interesante porque se convierte en un control doble.

5.1.4. Anotaciones sobre la Escritura

En esta tesis, *Hipnótica* se escribe como una obra más cerrada de lo que realmente es. Se hace con la intención de fijar la técnica de la interpretación con medios tecnológicos. También para facilitar la comprensión pedagógica del orden de las acciones y la importancia de su desarrollo métrico. Un método importante de escritura que después se empleará en *Corps Seul* es el sistema de escritura de tres parámetros:

Acción Electrónica - Material Musical - Instrucción Musical

Como se estudió en los *case studies*, la acción electrónica se describe como una acción descriptiva asociada a un momento de la métrica musical, por ejemplo: pisar el botón 10 de la pedalera en el tercer pulso del compás 23.

El material musical se divide en dos tipologías: El *loop* y la improvisación. El *loop* es cerrado, fijado por la notación. Como muchas veces se superponen capas de bucles, es importante realizar el *loop* de forma muy precisa. La improvisación se tiende a enmarcar dentro de unos estándares musicales. No es libre, es limitada por una serie de factores, siendo la tonalidad la principal.

Las improvisaciones no siempre se escriben, pero se aportan unas pautas de las mismas en escritura musical y se pueden escuchar en las grabaciones de las obras. Además, hay grabaciones de las obras en directo y en estudio, de manera que se puede tener una idea de en qué márgenes se mueve la improvisación.

La instrucción musical aporta el resto de la información necesaria para la interpretación de la obra, por ejemplo, ir reduciendo poco a poco el volumen de la improvisación, tocar el *loop* con dinámicas internas y acentuando las corcheas aleatoriamente etc. La costumbre de formato de la tesis será escribir las instrucciones en cursiva.

Este sistema de tres parámetros está basado en el análisis previo de obras de música minimalista, especialmente *In C* de Terry y Riley y *Violin phase* de Steve Reich. En estas obras la música no se escribe por extenso, sino solamente el material musical y unas instrucciones de ejecución para el intérprete. A este planteamiento se le añade la sistematización de la acción electrónica, como un apartado de la técnica musical que el intérprete debe de secuenciar en la obra, como si de una articulación o de una digitación se tratara.

La sexta cuerda de la guitarra está afinada en Fa. Esto se relaciona con la sonoridad buscada del instrumento, muy asociada al modo lidio de Fa.

El tempo de la obra es de 160 y el compás es de 4/4. En *Las Dos Lunas Parte II* hay varios cambios de compás, y en *Hipnótica* la sensación de compás y pulso es muy ambigua, no obstante, la claqueta se mantiene toda la obra idéntica en el DAW.

Hay una técnica muy importante de procesamiento de extracción de *samples* de los *loops* que se emplea en *Las Dos Lunas Parte II*. Se puede observar que la salida de la guitarra 1 está dirigida a la entrada de la guitarra 6. Es decir, la salida de la pista uno no es ningún altavoz, es la entrada de la pista seis: la pista uno suena a través de la pista seis. Esta es la forma de tomar muestras de esta pista y modificarla.

Hipnótica es una obra que trabaja con la memoria de los efectos. Básicamente con *loops* y muestras tomadas de esos mismos *loops*. Existe una técnica para iniciar los *loops*, que es similar a la empleada en los estudios de caso. Sin embargo, hay una diferencia con los estudios de caso: en *Electric Guitar Phase* el *loop* se crea y se mantiene y en *Trash TV Trance* el *loop* se detiene y se ejecuta, pero no se modifica el volumen del *loop*. En las pistas dos, seis y siete se trabaja regulando el volumen del *loop*. Esto introduce una variable nueva, que en este caso es relativamente sencilla, especialmente compara con *Corps Seul*, pero debe ser escrita y tenida en cuenta por el intérprete.

En la nomenclatura de las pistas aparecen dos nombres, el primero es el nombre del instrumento, el segundo es el nombre que lleva la pista en el DAW. Esto puede parecer innecesario, pero tiene una justificación. Muchas veces un instrumento se repite, por ejemplo, en *Hipnótica* hay 11 pistas de guitarras eléctricas, por lo que tiene sentido a la hora de interpretar referirse a una de ellas como Melodía, a otra como guitarra rítmica, etc.

Familiarizarse con el aspecto del DAW y tener un mapa conceptual del mismo también es importante. La vista de sesión del programa prepara al músico conceptualmente para asimilar todo el material de la obra asincrónicamente. La plantilla del DAW también está disponible en el [repositorio](#).


5.1.5. Análisis de la composición e interpretación musical

5.1.5.1. Introducción


Duración: del compás 1 al 60; 1:30 minutos.

5.1.5.1.1 Material

Preludio



Loop 1.1 (Octava grave)



The image displays musical notation for a prelude and a loop. The prelude section consists of three staves of music. The first two staves are in bass clef, and the third is in treble clef. The loop section, labeled 'Loop 1.1 (Octava grave)', consists of two staves of music, both in treble clef, showing a sequence of notes with long horizontal lines indicating sustained sounds.

Figura 5-5: Material musical del prelude de *Hipnótica*

5.1.5.1.2 Acciones y anotaciones

La escritura del prelude es muy aproximada. Sólo para tener una idea, se puede alargar otros 16 compases y utilizar el tempo con total libertad. Se trata de un prelude de estilo Bachiano, que pretende mostrar el sonido de la guitarra eléctrica al natural, sin ningún efecto y en estéreo. Una vez terminado es importante ajustarse al tempo de 160 bpm.

1. Empezar tocando en la pista 2

2. Utilizar el botón 1 de la neurona para cambiar a la pista 1.³⁹
3. Pulsar el botón 1 de la pedalera para comenzar a grabar el *loop* 1.1 en el compás 33.
4. Mientras suena el *loop* cambiar a la pista 2 con el botón 2 de la neurona.

Improvisar durante 20 compases sobre el loop 1.1 jugando con el efecto del delay.

5.1.5.2. Segunda Pieza: Las Dos Lunas Parte I

Duración: del compás 60 al 280; 5:30 minutos

³⁹ Esta pista ya se encuentra con un *shifter* que suena una octava grave.

5.1.5.2.1 Material

Loop 2.1

Loop 2.2

Loop 2.3

Figura 5-6: Material musical de *Las Dos Lunas parte I*

5.1.5.2.2 Acciones y anotaciones

1. Pulsar el botón 2 de la pedalera en el compás 59 para comenzar a grabar el *loop 2.1* en el compás 60.
2. Aumentar progresivamente el *delay* con el pedal de expresión hasta el máximo.
3. Cambiar a la pista 3 con el botón 3 de la pedalera.

Durante las dos repeticiones del loop 2.1 posteriores a su grabación se juega con la técnica del volume swell y el feedback de los amplificadores para crear un timbre similar al de un violín o una viola.

4. Pulsar el botón 3 de la pedalera en el compás 120 para grabar el *loop 2.2* en el compás 121.
5. Pulsar el botón 4 de la pedalera en el compás 136 para grabar el *loop 2.3* en el compás 137.

Dejar sonar hasta el 152, en ese compás comenzar a improvisar superponiendo acordes del modo lidio de Fa, rasgueando con libertad en estilo pop rock y tratando de llegar hasta el límite agudo de la guitarra. Improvisar así durante 40 compases

6. En el compás 192 pulsar el botón 4 de la pedalera para detener el *loop 2.3*

La idea es hacer coincidir la parada del loop 2.2 con el clímax de tesitura y volumen de la improvisación. Improvisar durante 20 compases más hasta el compás 212 llevando los acordes hacia una tesitura media.

7. En el compás 212 pulsar el botón 3 para detener el *loop 2.2*

Justo cuando el loop 2.2 se detenga, tocar el loop 2.2 manualmente, y enlazarlo con un arpeggio interválico.

8. A partir del compás 220 hacer desaparecer el delay mientras se tocan los arpeggios.
9. A partir del compás 240 comenzar a tocar el loop 2.1 manualmente mientras se reduce con el pedal de expresión el volumen de la pista 2.

Cuando llegue el compás 260 solo el bajo y el loop 2.1 tocado manualmente siguen sonando. Se va reduciendo el volumen del toque del loop 2.1 manual hasta que desaparezca y solo se escuche el bajo.

5.1.5.3. Tercera Pieza: *Las Dos Lunas Parte II*

Duración: del compás 280 al 480; 5 minutos.

5.1.5.3.1 Material

The image displays five musical notation examples within a black border:

- Sample 3.1:** A single staff in treble clef showing a melodic phrase with a long note followed by two shorter notes.
- Loop 3.1:** A single staff in treble clef showing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Guitarra Feedback 1:** A single staff in treble clef showing a chordal progression with a double bar line and repeat sign.
- Guitarra Feedback 2:** Two staves in treble clef showing a complex chordal progression with various accidentals and a double bar line with repeat sign.
- Loop 3.2:** A single staff in treble clef showing a melodic line with a long note followed by several shorter notes.

Figura 5-7: Material musical *Las Dos Lunas parte II*

5.1.5.3.2 Acciones y anotaciones

1. Recoger el *sample* pulsando el botón 4 en el compás 280
2. Pulsar el botón 7 de la pedalera MIDI para detener el *loop* 1.1
3. Cambiar el canal de la pedalera MIDI
4. Jugar con el filtro, potenciómetro 3 de la neurona, para crear el ritmo de la pieza

5. Pulsar el botón 5 de la neurona (*loop 7*) de la en el compás 288 para grabar el *loop 3.1*

En el compás 300 comenzar a tocar la guitarra Feedback 1, repetir 3 veces. Después en el compás 324 comenzar a tocar la guitarra Feedback 2, repetir.

6. En el compás 384 ir reduciendo el volumen del *loop 3.1* con el potenciómetro 2 de la neurona.
7. Pulsar botones 4 y 5 para activar la distorsión.
8. En el compás 392 pulsar el botón 1 para grabar el *loop 3.2*

El loop 3.2 suena durante 60 compases, por encima se toca una distorsión, abstracta, atmosférica.

9. Pulsar el botón 6 en el compás 352 para detener el *loop 3.2*
10. Utilizar el potenciómetro 3 de la neurona para bajar el volumen de la pista 6 hasta hacerla desaparecer.

5.1.5.4. Cuarta Pieza: *Hipnótica*

Duración: del compás 480 al 880; 10 minutos.

5.1.5.4.1 Material

Una octava más agudo - armónicos



Serie



línea de bajo



Figura 5-8: Material musical *Hipnótica*

5.1.5.4.2 Acciones y anotaciones

1. En el compás 481 pulsar el botón 1 de la pedalera MIDI para grabar el *loop* 4.1
2. Volver a pulsar el botón uno para hacer el *overdub* de *loops* y grabar la serie.

En la primera y la segunda nota se debe de cubrir toda la duración del loop. Es importante que las notas al repetirse tengan dinámicas de crescendo y decrescendo. A partir de la tercera nota se pueden enlazar dos o más notas por cada vuelta del loop.

3. Pulsar el botón 8 de la pedalera para activar el *shifter* y tocar una octava más grave la línea de bajo
4. Pulsar el botón 1 de la pedalera para finalizar el *overdub*
5. Pulsar el botón 6 de la neurona para activar el filtro
6. Jugar con el potenciómetro 4 de la neurona para cambiar los parámetros del filtro.

5.1.5.5. Quinta Pieza: *Perdida de Noche*

Duración: del compás 880 al 1015; 3:20 minutos.

No se hace el *loop* si no que se tocan los acordes para generar la tonalidad. Después es una especie de cadencia.

Se aprovecha una propiedad de la *looper* de Ableton. En una de sus dos configuraciones permite que en la primera activación del efecto se grabe un *loop* de duración determinada o indeterminada, y en la segunda activación del efecto se graben otros *loops* en *overdub* sobre él. Esto supone que a nivel lógico si el intérprete graba un *loop* y luego sobre este otros seis *loops* super puestos en *overdub*, Ableton entienda que solo hay dos *loops*, el *loop* original y las capas super puestas en *overdub*.

5.1.6. Discusión sobre la composición

Hipnótica es una obra de una dimensión importante para guitarra eléctrica solista. Sus más de 20 minutos de duración suponen un desafío técnico y tecnológico importante para el instrumento. Aunque pueda considerarse una obra para guitarra eléctrica, ordenador y tres amplificadores, no pretende serlo a nivel perceptivo. La idea central es que estos controles queden tan integrados en la técnica del intérprete que este sea capaz de usar el sistema del instrumento desde la guitarra eléctrica (con sus respectivas interfaces) y se llegue a "olvidar" de la existencia del ordenador.

Su composición para la tesis fue determinante en la evolución de la misma. A nivel de *live looping*, control de *samples*, sonorización, tímbrica, control de interfaces y

resultado estético supone un hallazgo único. A partir de su realización, la confianza en la posibilidad de emplear el *setup* informático y conseguir posibilidades inéditas respecto a otros *setups* creció notablemente.

El hecho diferencial de partir de una composición teórica, y en cierta medida, experimental, y desde esa realidad sonora, formar una técnica interpretativa, resultó crucial para no limitar las posibilidades interpretativas. Además, el intensivo uso de las interfaces que se empezó a dar a partir de esta obra reforzó la idoneidad de contar con una interfaz manual en el proceso de interpretación.

5.2. *Corps Seul*: Composición para danza contemporánea a través de la guitarra eléctrica aumentada

Corps Seul es una composición de música contemporánea para un solo de la bailarina Christine Cloux. Nacida en Lausanne (Suiza), Cloux se formó en danza clásica y fue evolucionando profesionalmente hasta abarcar el arte contemporáneo, la pedagogía, la interpretación y la creación coreográfica.

Christine es una de las bailarinas más destacadas y reconocidas de danza contemporánea en activo. Ha trabajado para *el Ballet de Basilea*, *el Ballet de Nancy*, *la Compagnie Gallotta*, *Roc in Lichen* y Philippe Decouflé, entre otros. Actualmente desarrolla sus propias producciones de danza con su propia compañía, apostando por una propuesta contemporánea, independiente y experimental.

La obra *Corps Seul* nació como una investigación desarrollada por Christine en el *Espai La Granja* del Institut Valencià de Cultura durante la primavera de 2022. El equipo con el que contó la producción fue Carmen Baselga (Diseño Escénico), Juliane Petri (Diseño Gráfico), Florian Badici (Diseño de iluminación), Mingo Albir (Diseño de Iluminación) y Daniel Santos (Música original).

La música nace como el encargo de una pieza que sintetice varios lenguajes musicales contemporáneos: ciertos aportes del minimalismo norteamericano de Steve Reich, partes de la electrónica de Ryūichi Sakamoto o Alva Noto, y también un acercamiento al Pop Rock de artistas como David Bowie o Boney M. Por su relación con la cultura del Pop Rock y su capacidad para crear texturas electrónicas, la música fue escrita para guitarra eléctrica aumentada desde su origen.

La composición de la obra supuso una integración de varias ideas de la presente tesis, pero también el desafío de articular un marco más amplio que incluía sonidos

pregrabados, un uso dual del ordenador como una expansión de la guitarra y como un instrumento en sí mismo, y el empleo de otro instrumento musical, el *Kaoss Pad 3*, para el refuerzo de las bases electrónicas, especialmente de percusión.

Antes del estreno, un ensayo general de la obra fue representado en los teatros del Canal de Madrid. La obra fue estrenada en Valencia en la Sala *Carme Teatre* el 2 de marzo y su recorrido por los escenarios ha sido el siguiente (Tabla 5-4 y Figura 5-9):

Tabla 5-4: Actuaciones de *Corps Seul*

| Espacio | Población | Fechas |
|--------------------------|-----------|---------------------------------------|
| Sala <i>Carme Teatre</i> | Valencia | 2,3,4,5, 9, 10, 11 y 12 de marzo 2023 |
| <i>L'Escorxador</i> | Elche | 11 de mayo de 2024 |
| Sala <i>Carme Teatre</i> | Valencia | 26 y 27 de septiembre de 2024 |
| Teatro Rosalía de Castro | A Coruña | 4 de octubre de 2024 |
| Teatro Arniches | Alicante | 23 de noviembre del 2024 |
| Teatro la Atlántida | Vic | 27 de febrero de 2025 |
| Sala <i>el Huerto</i> | Gijón | 30 y 31 de mayo 2025 |

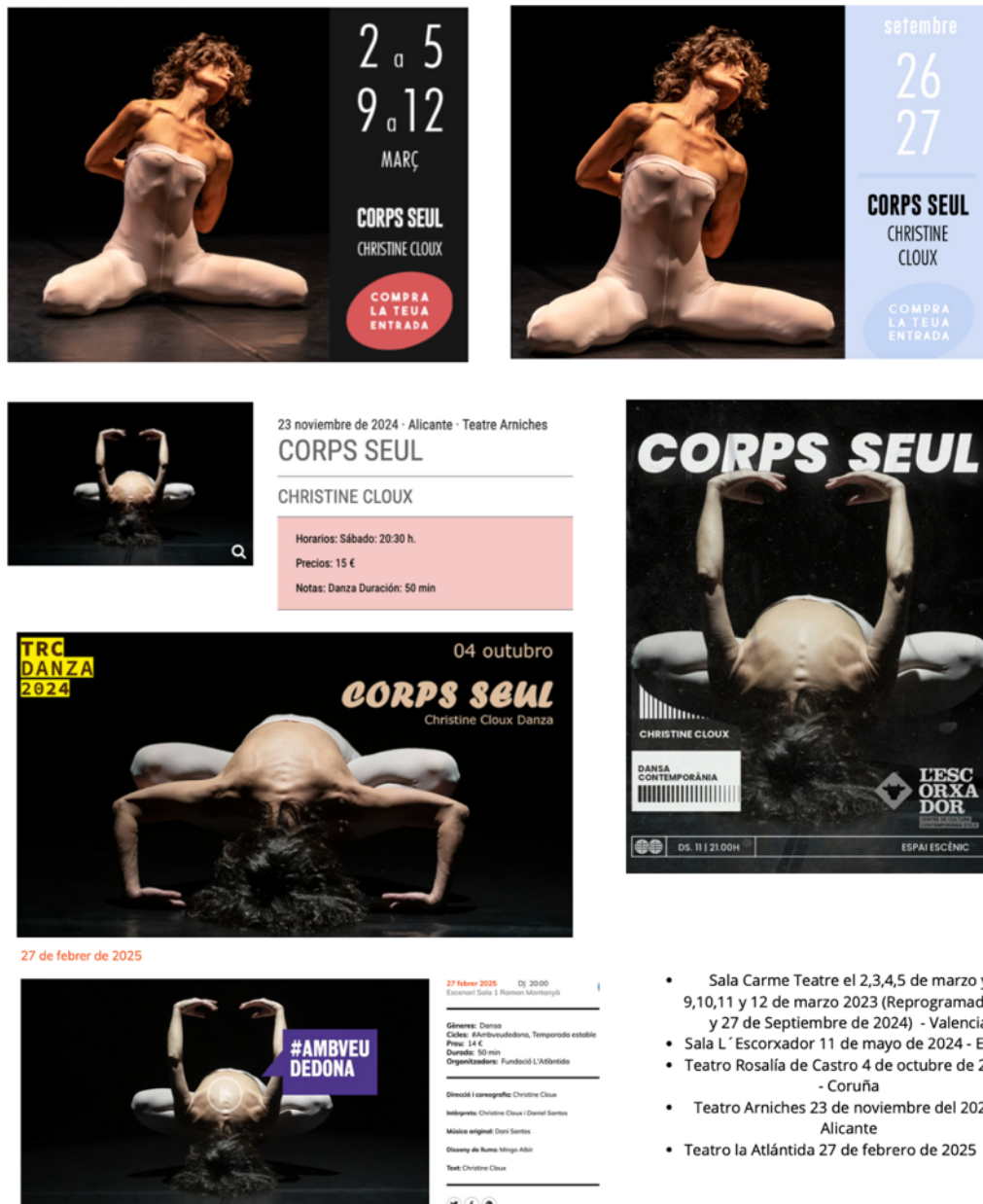


Figura 5-9: Carteles con las actuaciones de *Corps Seul*

El espectáculo fue reconocido por el público y la crítica, fue nominado a mejor coreografía, mejor espectáculo y mejor bailarina en los premios de la Comunidad Valenciana y en los premios MAX (uno de los más prestigiosos de España en su ámbito) obteniendo en ambos el premio a la mejor bailarina.

5.2.1. Proceso de Composición Musical

La música de 'Corps Seul' surge de una colaboración estrecha con la coreografía y su proceso creativo. Trata de representar los movimientos de la danza en un nivel explícito, subrayando gestos y pasajes, pero también en un nivel interno de la sensación, de una forma más instintiva y psicológica.

La plantilla instrumental está compuesta por una guitarra eléctrica, un ordenador equipado con Ableton Live y Max MSP, un controlador MIDI y un KP3. El set está basado en los modelos de la investigación previa del autor y en los planteamientos e ideas musicales de Steve Reich, Fausto Romitelli y Christian Fennesz.

La composición se va construyendo en vivo, o más bien, va cobrando vida, a medida que los movimientos de Christine Cloux evolucionan, desde el recogimiento inicial hasta la exaltación final, pasando por varios estados de ánimo como la contemplación, la agresividad o la melancolía. Este recorrido sonoro se une a las imágenes de la bailarina para dar a la obra un conjunto poético que el espectador interpreta y descubre. (Extracto del dossier de la obra, apartado de música).

La composición de la música de *Corps Seul* comenzó a finales de 2022 en los ensayos con Christine en *Espai la Granja*. Previamente habían existido unas reuniones donde se expusieron los presupuestos estilísticos de la música. En primera instancia, la composición se caracterizó por ser una improvisación en la que, a través de un set de guitarra eléctrica + ordenador y electrónica, se musicalizaba en directo la coreografía de Christine. De esta manera la composición o *comprovisación* (Hannan 2006) fue en origen una "traducción" musical de la coreografía, pero a lo largo de los ensayos la danza también se vio afectada por las intenciones de la música, evolucionando de una traducción a un diálogo.

Esta naturaleza improvisada de la música original se vio beneficiada de la investigación planteada en la presente tesis, y coincidió históricamente, con uno de los momentos de profundización en el estudio en los sets, especialmente en la virtualización de los efectos y la configuración de la FBC1010. La gran flexibilidad de las herramientas tecnológicas y las posibilidades de la guitarra eléctrica aumentada permitieron experimentar diferentes planteamientos sonoros y estéticos en directo. Finalmente, la cercanía al entorno de producción a través del ordenador y del software, ayudados por el DMI KP3 (*Kaoss Pad 3*), consiguieron que la composición no se limitara a la guitarra eléctrica aumentada, sino que incorporara un elemento adicional de música electrónica. En última instancia se

añadieron los controladores de la Neurona (desarrollo tecnológico original de la tesis prototipado en el capítulo 3) y el AKAI *APC mini*.

El interés de la configuración radica en que la obra fue pensada para que el intérprete actuara en directo durante la representación. Esto supuso el reto de combinar las partes de guitarra eléctrica aumentada con partes dependientes del ordenador o del KP3. De esta manera, la guitarra eléctrica se introdujo en una ecología instrumental más amplia, y prácticamente inédita hasta esa fecha. Esto conllevó la necesidad de avanzar en configuraciones. A través de la guitarra eléctrica junto a la FBC1010 se controlaba el ordenador y a través del ordenador o del KP3 se controlaban parámetros de la guitarra. Finalmente, todo derivó en una composición compleja, donde el intérprete maneja tres instrumentos (ordenador a través de interfaces, guitarra eléctrica y KP3), pero las fronteras entre los tres se diluyen.

El trabajo en un espectáculo de este tipo, que mezcla elementos tecnológicos y electrónica con un instrumentalismo cercano al Pop Rock, desvela nuevas perspectivas sobre la composición para guitarra eléctrica. En este caso, es más importante que nunca que el ordenador y la guitarra eléctrica se engloben en un mismo *setup*. Se simplifica mucho la propia composición y la interpretación, pues el ordenador ayuda a grabar y a organizar sonidos y partituras.

Al ahondar en las relaciones entre guitarra, ordenador, y controladoras MIDI se crea una simbiosis que interconecta todos los elementos. Ciertos controles que dependen del ordenador se pueden manejar con la guitarra o la controladora. Además, los tiempos de ejecución se diferencian notablemente de los tiempos de ejecución en las obras de música contemporánea para guitarra solista, donde la acción sobre el instrumento es constante. En este caso, hay más espacio de escucha y de interacción con los otros elementos (ordenador y KP3).

Esta perspectiva es más cercana a la que utilizan músicos como el citado Fennesz, (Boiler Room 2015) la guitarra como un generador de *samples* y sonidos que luego el ordenador procesa, se trabaja tanto en el ordenador como en la guitarra, y se dilatan los tiempos de actuación a través de repeticiones y efectos.

Cuando la obra fue compuesta el prototipo de la neurona todavía se encontraba en una fase temprana de pruebas. En el desarrollo de la obra se fueron descubriendo, en base a las necesidades, posibles aplicaciones del prototipo, que podrían simplificar la práctica de la obra. Más adelante, en la explicación de la partitura, se muestra cómo se puede usar el dispositivo para simplificar algunas de las

acciones de la pedalera *FBC1010*, así como para ajustar algunos parámetros de la guitarra.

Por último, al igual que en *Hipnótica*, el DAW no es solo un lugar desde el que procesar el sonido, ni desde el que grabar la composición, sino que se convierte también en el punto idóneo para formar la partitura. Tiene una presentación visual recuerda a la misma y grafica las dinámicas y los grados de efectos, etiqueta a las pistas organizando la plantilla instrumental, y finalmente, tiene capacidad para transcribir los instrumentos en lenguaje musical. Todo ello se concreta en una forma de escritura musical muy completa.

5.2.2. Plantilla de la obra

5.2.2.1. *Setup* y Requisitos Técnicos

La composición está pensada para ser llevada a escena con un solo intérprete, con el *setup* que se muestra en la Figura 4-10.⁴⁰

⁴⁰ Al igual que en los estudios de caso algunos elementos son opcionales. La controladora de volumen y *samples* pueden ser muy útiles para simplificar la mezcla en directo de las diferentes pistas. La interfaz de control en el cuerpo del instrumento también puede ser clave a la hora de gestionar todas las acciones que involucran el instrumento y la electrónica. Incluso el *Kaoss Pad 3* puede ser prescindible pregrabando los sonidos de percusión que incluye u otros similares.

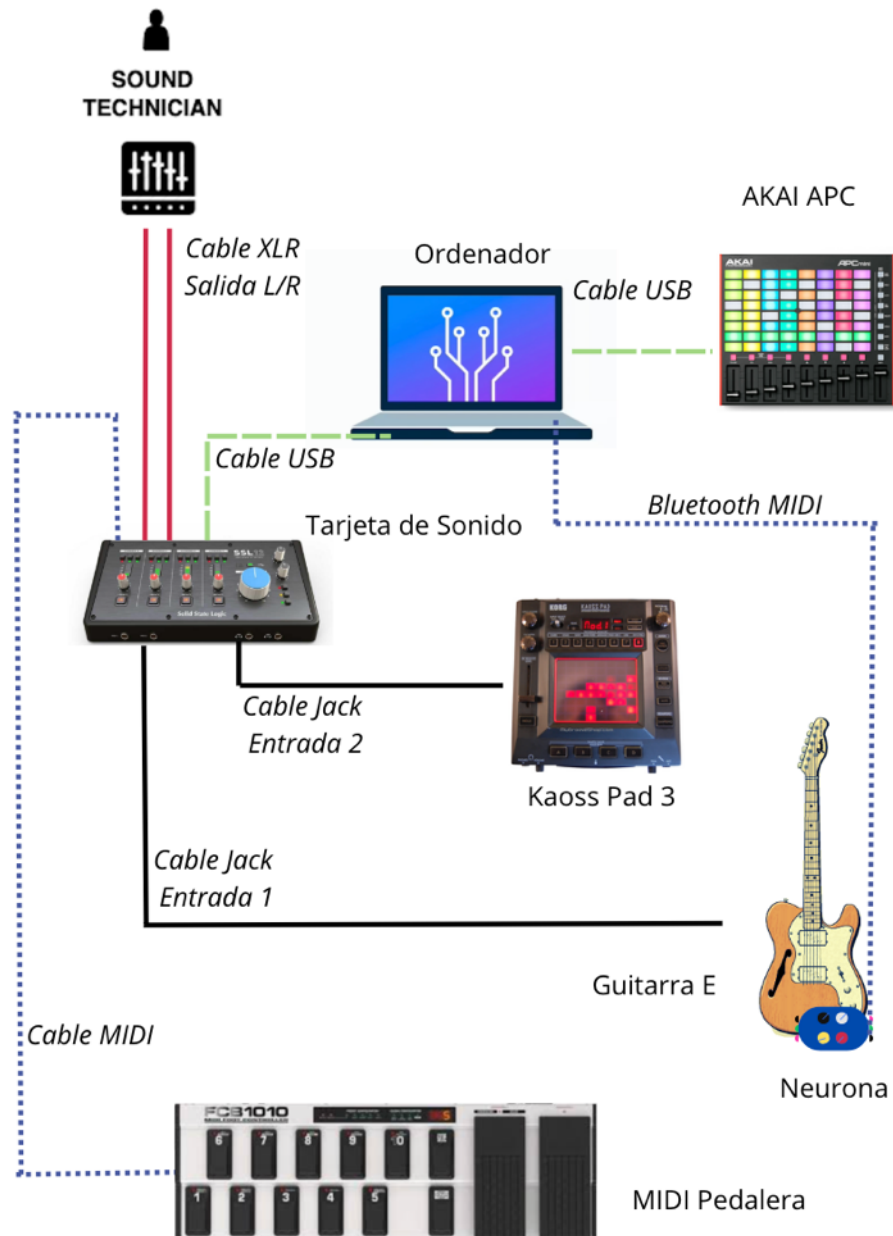


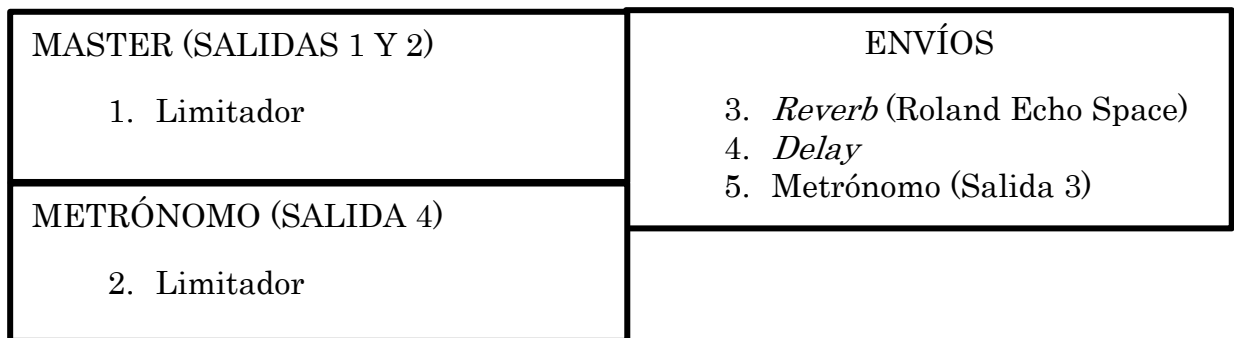
Figura 5-10: *Setup de Corps Seul*

5.2.2.2. DAW: Pistas, Efectos, Salidas y Escenas

Tabla 5-5: Pistas, envíos y master de *Corps Seul*

| Nº | Nombre | Efectos | Salida | Escenas |
|----|---|--|--------|---------|
| 1 | GUITARRA1: <i>ACORDES</i> | 1 - <i>Tuner</i> 2 - <i>Compresor</i> 3 - <i>EQ</i> 4 - <i>Chorus</i> | 1 y 2 | 1,2,3 |
| 2 | GUITARRA 2: <i>MELODÍA 1</i> | 1 - <i>Pre amplificador Filmo sound</i> (Proteus) 2 - <i>EQ</i> | 1 y 2 | 1,2 |
| 3 | GUITARRA 3: <i>MELODÍA 2</i> | 1 - <i>Delay</i> | 1 y 2 | 1 |
| 4 | GUITARRA 4: <i>PRINCIPAL</i> | 1 - <i>Distorsión Proco Rat</i> (Proteus) 2 - <i>Wah</i> 3 - <i>Delay</i> 4 - <i>Looper</i> | 1 y 2 | 1 |
| 5 | BOMBO: <i>BOMBO</i> | 1 - <i>Preset: Impulse 606</i> 2 - <i>Analog Kick</i> (M4L) 3 - <i>Filtro paso bajo</i> | 1 y 2 | 1 |
| 6 | CAJA: <i>CAJA</i> | 1 - <i>Preset: Backbeat Room</i> 2 - <i>Filtro</i> <i>paso alto</i> | 1 y 2 | 1 |
| 7 | RESPIRACIÓN: <i>AIRE</i> | 1 - <i>Delay</i> | 1 y 2 | 1 |
| 8 | BATERÍA: <i>REFUERZO</i> <i>RÍTMICO</i> | 1 - <i>Filtro paso medio</i> 2 - <i>Orgabeat</i> (M4L) 3 - <i>Wide Stereo</i> | 1 y 2 | 1 |
| 9 | SINTETIZADOR 1: <i>AMBIENT</i> | 1 - <i>Preset: Ambient Feeling</i> 2 - <i>Compresor MB</i> 3 - <i>Random</i> 4 - <i>Wide</i> <i>Stereo</i> | 1 y 2 | 1 |
| 10 | SINTETIZADOR 2: <i>BAJO</i> | 1 - <i>Preset: Dark Swarm</i> | 1 y 2 | 1 |
| 11 | SINTETIZADOR 3: <i>COROS</i> | 1 - <i>Preset: Prehistoric VHS</i> | 1 y 2 | 1 |

| | | | | |
|----|------------------------|--|-------|---|
| 12 | SINTETIZADOR 4: PAD | 1 - <i>Preset: Descending Dreams</i> | 1 y 2 | 1 |
| 13 | VOZ: VOZ | 1 - Filtro Paso bajo 2 - Filtro de Ruido 3 - Compresor | 1 y 2 | 1 |
| 14 | RUIDO: FRECUENCIA | 1 - Autopan | 1 y 2 | 1 |



5.2.2.2.1 DAW: Visualización Estado Inicial



Figura 5-11: DAW de *Corps Seul*

5.2.2.2.2 DAW: Sonidos Pregrabados o Preprocesados

Tabla 5-6: Sonidos pregrabados *Corps Seul*

| ORDENADOR | KAOSS PAD 3 |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Bombo Digital 2. Caja Digital 3. Respiración Mujer 4. Refuerzo Rítmico 5. Sintetizador Ambiente 6. Sintetizador Bajo 7. Sintetizador Efecto Coro 8. Sintetizador Efecto Pad 9. Voz Recitado 10. Sonido Frecuencia Ambulancia 11. Armónicos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Caja de Ritmo Hip Hop 2. Caja de Ritmo Hip Hop + <i>Boost</i> 3. Caja de Ritmo Hip Hop + <i>Delay</i> 4. Caja de Ritmo Samba |

5.2.2.2.3 Loops (Live Looping)

Todos los *loops* (Tabla 5-7) están pensados para ser utilizados en el DAW. Como se estudió en el capítulo 3, los denominados *loops* de pista son aquellos que se almacenan como si fueran un *sample*. Los llamados de *looper* son aquellos que utilizan un efecto de *looper* pero no almacenan el sonido en la pista sino en el propio efecto.

Tabla 5-7: *Loops* de *Corps Seul*

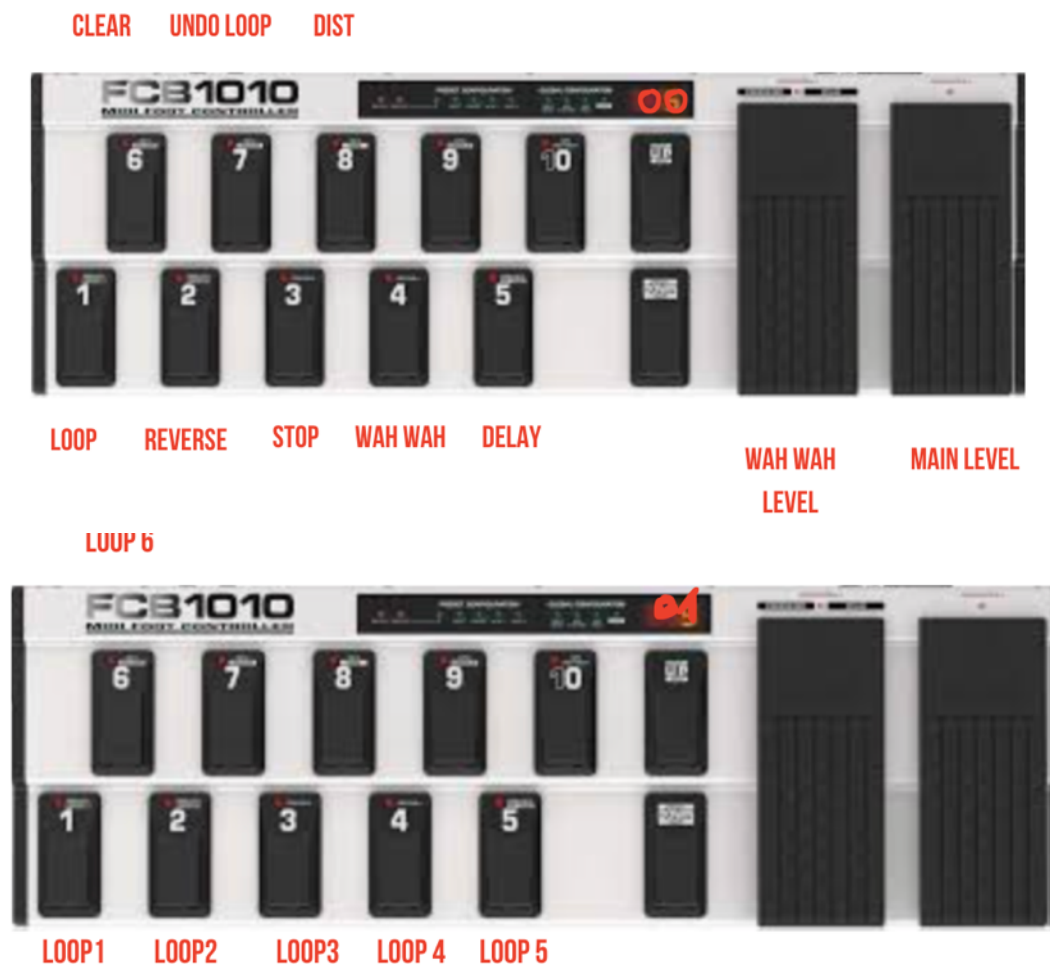
| |
|---|
| <p><i>Loops</i> de Pista</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Acordes Armonía - (Bucle de duración de 8 compases) 6. Primer Motivo Melódico - (Bucle de duración de 8 compases) 7. Segundo Motivo Melódico - (Bucle de duración de 8 compases) 8. Tema Principal - (Bucle de duración de 8 compases) 9. Tema Secundario - (Bucle de duración de 8 compases) |
|---|

Looper

6. Motivo Rítmico (*Wah*) + Primera Capa Superpuesta (Motivo Tribal)
7. Motivo Principal Cuarto Movimiento parte 1 + Primera Capa Superpuesta
8. Motivo Principal Cuarto Movimiento parte 2 + Primera Capa Superpuesta
9. Motivo Principal Cuarto Movimiento parte 3 + Primera Capa Superpuesta
10. Motivo Secundario Cuarto Movimiento parte 4

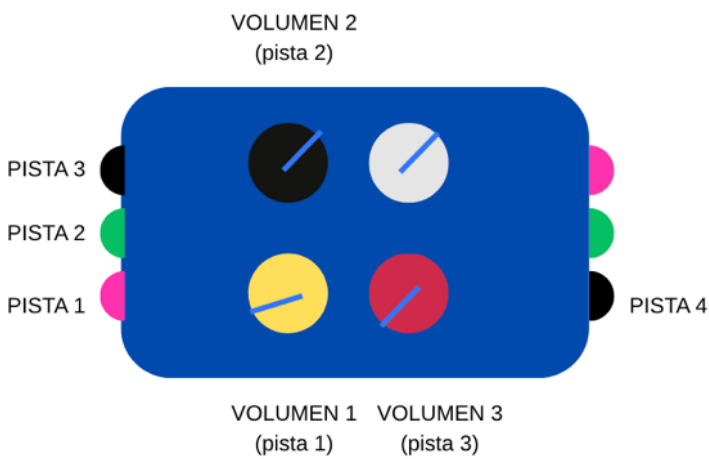
5.2.2.3. Mapa MIDI

Para la configuración de la *FCB1010* es necesario utilizar dos canales de la pedalera MIDI (Figura 5-12).





| | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
| VOLUMENES | P 5 | P 6 | P 7 | P 9 | P 10 | P 11 | P 12 | P 13 | P 14 |
| | bombo | caja | aire | sinte 1 | sinte 2 | sinte 3 | sinte 4 | voz | freq |
| ENVÍOS | Delay | Delay | Delay | | | | Shift | Filtro | |
| | bombo | caja | aire | | | | voz | voz | |



| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| SAMPLE | SAMPLE | SAMPLE | SAMPLE |
| ROCK 1 | ROCK 2 | ROCK 3 | SAMBA |

Figura 5-12: Configuración MIDI de *Corps Seul*, arriba los dos canales de las pedaleras MIDI, debajo el AKAI *MPC mini*, debajo a la izquierda la neurona, a su derecha el KP3

En esta configuración existen 35 asignaciones MIDI. Se trata de una estructura compleja, que requiere de planificación y memoria. Los primeros 6 minutos de la obra se controlan con el AKAI *APC Mini*, una vez que la obra supera este tramo, el AKAI decrece en protagonismo, aunque está presente en algunas acciones aisladas.

Desde el minuto 6 hasta el minuto 12 (segunda parte del segundo movimiento) el canal 1 de la pedalera y la neurona hacen todo el trabajo. La asignación de la neurona hace que cada botón sea una pista (que equivale a una configuración) de la guitarra. Es una asignación lógica en concordancia con la pedalera. Si se pulsa el botón un en la neurona el ordenador se sitúa en la pista 1, si luego se pisa el botón 1 en la pedalera se graba un *loop* en esa pista. Sucede igual con las pistas 2 y 3.

Además, el ajuste del volumen de estas tres pistas también se encuentra en la neurona, en volumen 1, 2 y 3. Eso permite jugar con la aparición y desaparición de los *loops*, así como con su equilibrio. Adicionalmente el volumen del refuerzo rítmico también está en la neurona, pues es un control muy orgánico que demanda mayor o menor fuerza a la hora de equilibrar la mezcla de la música, y es ideal que se controle desde la guitarra.

El segundo movimiento se hace con el canal 0 de la pedalera MIDI. El tercer movimiento se hace con el canal 0 de la pedalera MIDI y la neurona. El cuarto movimiento se hace con el canal 0 de la pedalera MIDI y el KP3. Analizando la asignación que tiene el KP3 puede parecer innecesario usarlo, y más conveniente lanzar los *samples* desde Ableton. No obstante, la escritura de la obra es esquemática, el KP3 es un instrumento muy orgánico, dado a la improvisación y con miles de parámetros internos que pueden enriquecer y cambiar la música. La idea que está escrita de uso del KP3 es una base mínima para que la obra funcione.

5.2.2.4. Sonorización

A nivel de sonorización el set está planteado para generar la música y su procesamiento electrónico en el ordenador. Esta señal generada es enviada en estéreo a través de la tarjeta de sonido al técnico de sala y este se encarga de controlar la salida a través de la PA del espacio, y de hacer el envío a monitores para la escucha de los artistas. En contraposición a *Hipnótica*, presentada en el capítulo anterior, esta obra no fue planteada para usarse con amplificadores. Por su naturaleza se decidió utilizar un envío directo a PA (música especialmente

atmosférica). Además, se tuvo en cuenta la perspectiva de la gira del espectáculo y la simplicidad logística.

5.2.3. Anotaciones sobre la Escritura

Aunque se trata de un continuo musical, la obra está dividida en cuatro partes a nivel esquemático. Esta división resalta la estructura de la obra y muchas de sus características tímbricas y coreográficas. También facilita su escritura y su escucha.

El control de la electrónica de la guitarra y el ordenador es bastante exhaustivo. Pero, como sucede en *Hipnótica*, se puede comprender con los parámetros: Acción Electrónica - Material Musical, y su complementación a través de la Instrucción Musical. Igualmente, el material musical consta de *loop* e improvisaciones, siendo fundamental la precisión en los *loops* y su ejecución. Todos los *loops* aparecen escritos, las improvisaciones rara vez se escriben, pero se pueden escuchar en las diversas grabaciones a modo de guía.

El control de volúmenes es uno de los apartados más exhaustivos y presentes de la obra. En este sentido, se trata de una composición más compleja que *Hipnótica*. Es difícil expresar exactamente la cantidad de volumen que hay que modificar en cada pista cuando son pequeños cambios en los equilibrios de la mezcla. En este sentido, se ha optado por escribir solo las apariciones y desapariciones de una pista, y la duración de estos fundidos. Los demás cambios varían ligeramente entre interpretaciones y se pueden observar en el DAW. A la hora de hacer mapeos de los volúmenes, el AKAI es el principal gestor de este control, no obstante, los volúmenes principales se encuentran en la Neurona y son controlados desde la guitarra eléctrica.

Como en *Hipnótica*, en la nomenclatura de las pistas aparecen dos nombres, el primero es el nombre del instrumento, el segundo es el nombre que lleva la pista en el DAW. Esto puede parecer innecesario, pero tiene una justificación: muchas veces un instrumento se repite. Por ejemplo, en *Hipnótica* hay 11 pistas de guitarras eléctricas, por lo que tiene sentido a la hora de interpretar referirse a una de ellas como Melodía, a otra como guitarra rítmica, etc. Familiarizarse con el aspecto del DAW y tener un mapa conceptual del mismo también es importante. La vista de sesión del programa prepara al músico conceptualmente para asimilar todo el material de la obra asincrónicamente. La plantilla del DAW también está disponible en el [repositorio](#).

La obra está en cuatro por cuatro. Tiene dos bpm, 80 para los 3 primeros movimientos (Figura 5-13) y 100 para el cuarto.

5.2.4. Análisis de la composición e interpretación musical

5.2.4.1. Primer Movimiento

Duración: del compás 1 al 240; 12 minutos.

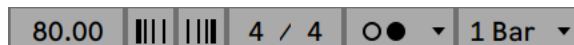


Figura 5-13: Compás, tempo y método de *Looping*, visualización en Ableton

Se trata de una notación muy precisa a nivel temporal, al estar hecha en referencia al DAW. Cada compás dura exactamente 3 segundos y la primera sección dura 240 compases que suponen exactamente 12 minutos.⁴¹ Este primer movimiento se divide en dos secciones.

5.2.4.1.1 Primera Sección

Del compás 1 al 105.

5.2.4.1.1.1 Material



⁴¹ Una vez más es importante recordar que las indicaciones son siempre aproximadas. La obra en escena se fundamenta en acompañar los movimientos de la bailarina y dialogar con ella, para lo cual la flexibilidad es imprescindible. No obstante, a la hora de componerla y fijarla como música de estudio, así como para pista pregrabada para las actuaciones sin música en directo, las duraciones están fijadas de manera matemática y precisa.

The image displays a musical score for the first movement of 'Corps Seul', consisting of four staves for different synthesizer parts. The music is in 4/4 time and G major. The first staff, 'Sintetizador de Atmósferas', features a melodic line in the treble clef with notes G4, A4, B4, and C5, each with a fermata. The second staff, 'Sintetizador Bajo', has a bass line in the bass clef with notes G3, F3, E3, and D3, also with fermatas. The third staff, 'Sintetizador de Coro', provides harmonic support with chords in the bass clef. The fourth staff, 'Sintetizador Pad', plays sustained chords in the treble clef, starting with a piano (*p*) dynamic. The score is divided into four measures, each with repeat signs at the beginning and end.

Figura 5-14: Material musical primer movimiento de *Corps Seul*

5.2.4.1.1.2 Acciones y anotaciones

1. Se lanzan todas las muestras a la vez y sin volumen en la primera acción (*play* de Ableton).
2. Se accionan los siguientes cambios de volumen (Tabla 5-8):

Tabla 5-8: Cambios de volumen primera sección del primer movimiento

| Nº de Pista | Compás de Inicio | Compás Final | Acción |
|-------------|------------------|--------------|----------|
| 5 | 1 | 9 | Fade In |
| 6 | 9 | 14 | Fade In |
| 7 | 15 | 21 | Fade In |
| 10 | 31 | 34 | Fade In |
| 9 | 33 | 40 | Fade In |
| 8 | 46 | 52 | Fade In |
| 11 | 55 | 62 | Fade In |
| 12 | 81 | 84 | Fade In |
| 10 | 91 | 99 | Fade Out |

5.2.4.1.1.3 Visualización en el DAW

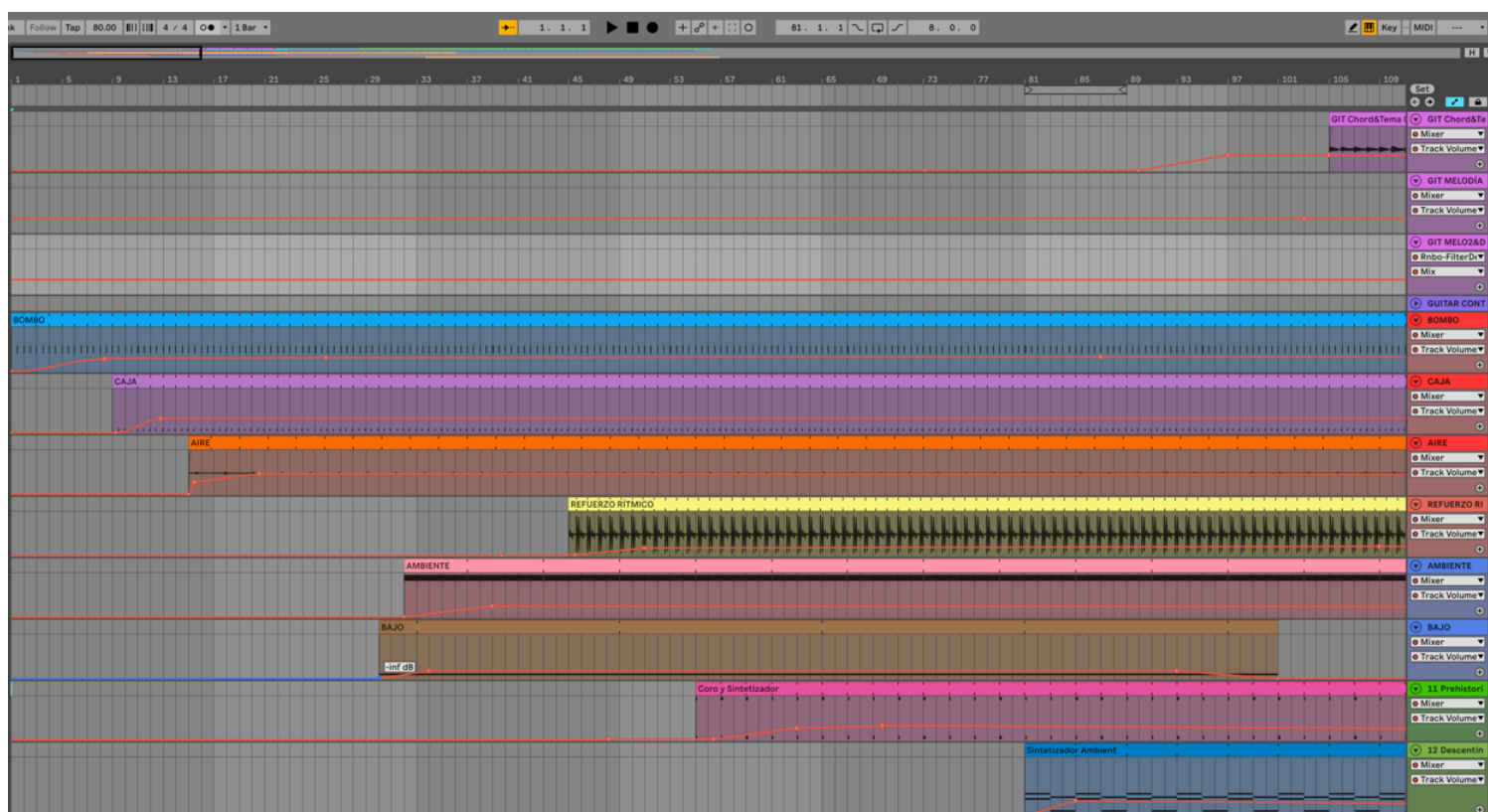


Figura 5-15: Visualización en el DAW de la primera sección del primer movimiento de *Corps Seul*

5.2.4.1.2 Segunda Sección

La segunda sección llega desde el compás 105 hasta el 240.

5.2.4.1.2.1 Material

The image displays musical notation for five loops and one sample, all in the key of D major (indicated by two sharps) and 8/8 time. The notation is as follows:

- Loop 1.1:** A series of seven chords in the bass clef, starting with a D major triad and moving through various voicings.
- Loop 1.2:** A melodic line in the treble clef consisting of eighth and quarter notes.
- Loop 1.3:** A melodic line in the treble clef with a mix of eighth and quarter notes, including some rests.
- Sample 1.1:** A short melodic phrase in the treble clef, starting with a quarter rest followed by a series of notes.
- Loop 1.4:** A melodic line in the treble clef starting at measure 17, featuring eighth notes and chords.
- Loop 1.5:** A melodic line in the treble clef starting at measure 33, featuring eighth notes and chords.

Below Loop 1.3, there is a label "Octava Aguda - Armónicos Naturales" with a bracket indicating a higher octave range for the subsequent sample.

Figura 5-16: Material musical de la segunda sección del primer movimiento

5.2.4.1.2.2 Acciones y anotaciones

1. Introducir el sonido de la guitarra eléctrica en el compás 101. En el compás 104 pulsar el botón 1 de la pedalera para programar el inicio del *loop* 1.1, pista 1 en el compás siguiente (105).⁴²
2. En el compás 112 pulsar el botón 2 de la neurona y acto seguido el botón 2 de la pedalera para comenzar el *loop* 1.2 de la pista 2 en el compás 113.
3. En el compás 120 pulsar el botón 3 de la neurona y acto seguido el botón 3 de la pedalera para comenzar el *loop* 1.3 de la pista 3 en el compás 121.
4. En el compás 152, primer pulso, pisar el botón 4 de la pedalera para lanzar la muestra pregrabada *sample* 1.1 de armónicos en la pista 2, en la segunda escena, en el compás 153.
5. En el compás 152, tercer pulso, pisar el botón 5 de la pedalera para grabar el *loop* del tema principal en la pista 1, escena 2, en el compás 153.
6. Superponer una melodía con la guitarra principal, comenzar en el compás 165 utilizando armónicos.
7. Realizar desde el AKAI los envíos a *delay* de las pistas 4 y 5 (Bombo y Caja).
8. En el compás 200 pisar el botón 6 para grabar el *loop* 3 (escena 3 de la pista 1) compás 201

El control de volúmenes del movimiento es el siguiente (Tabla 5-9):

Tabla 5-9: Control de volúmenes de la segunda sección del primer movimiento

| Nº de Pista | Compás de Inicio | Compás Final | Acción |
|-------------|------------------|--------------|-----------------|
| 9 | 143 | 159 | <i>Fade Out</i> |
| 12 | 146 | 150 | <i>Fade Out</i> |
| 3 | 151 | 159 | <i>Fade Out</i> |
| 11 | 185 | 186 | <i>Fade Out</i> |
| 8 | 253 | 259 | <i>Fade Out</i> |
| 7 | 255 | 256 | <i>Fade Out</i> |
| 1 | 233 | 265 | <i>Fade Out</i> |

⁴² Esta será la técnica del *loop* por definición, pisar el botón en algún pulso del compás anterior para que el *loop* se inicie en el compás siguiente. Si no hay indicaciones adicionales esta es la técnica empleada.

Algunos volúmenes entroncan con el inicio del segundo movimiento. No obstante, por simplicidad y por provenir del primer movimiento se incluyen en esta relación. Además, los *fade out* de algunos cambios de volumen coinciden con otras acciones electrónicas, hay que comprobar las coincidencias y desarrollar la destreza técnica para ejecutarlos.

5.2.4.1.2.3 Visualización en el DAW

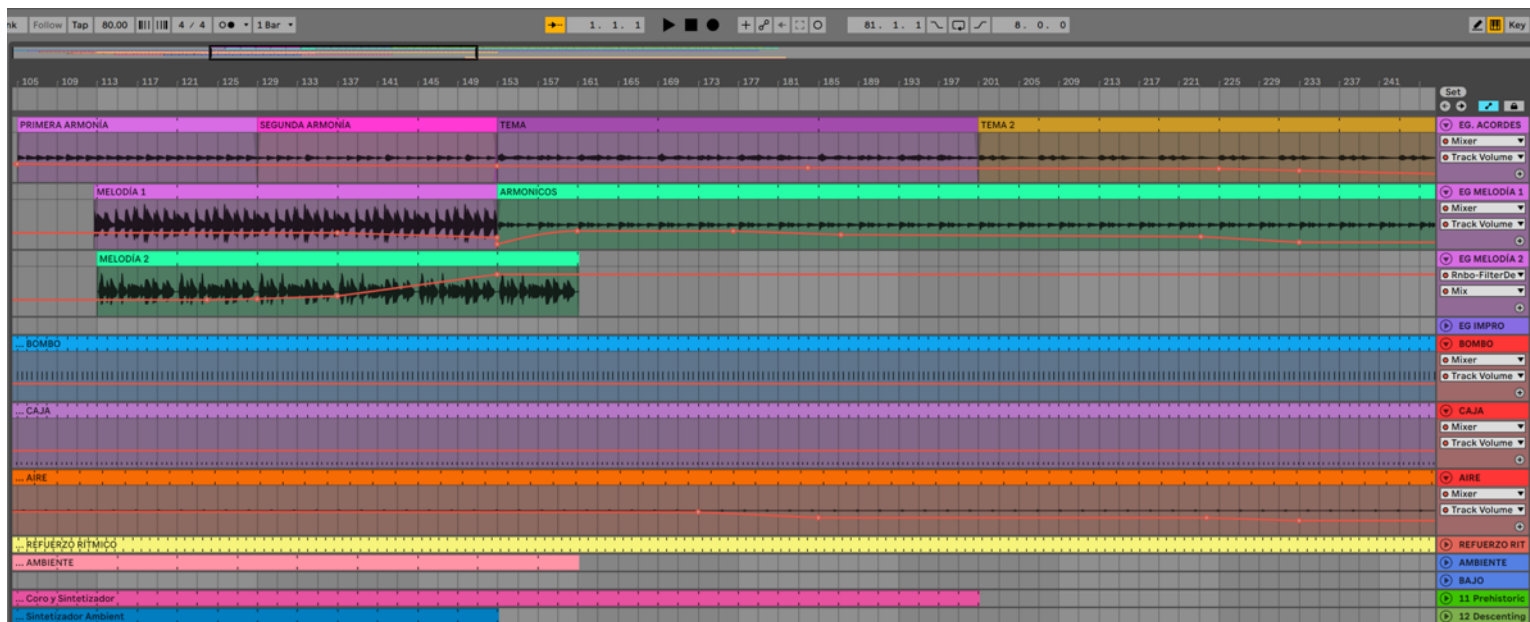


Figura 5-17: Visualización en el DAW de la segunda sección del primer movimiento

5.2.4.2. Segundo Movimiento

Duración: del compás 241 al 360; 6 minutos.

5.2.4.2.1 Material



Figura 5-18: Material del segundo movimiento de *Corps Seul*

5.2.4.2.2 Acciones y anotaciones

1. Cambiar la pista de guitarra a la principal (pista 4), pulsando el botón 4 de la neurona.

*Continuar tocando libremente con distorsión ocho compases en la escala de Mi menor armónica.*⁴³

2. Cambiar el canal MIDI de la pedalera.
3. Añadir efecto de *wah* pisando el botón 4 de la pedalera.
4. Generar un *loop* 2.1 de cuatro compases pulsando el botón 1 de la pedalera en el compás 247 y usando la expresión del efecto *wah*. El *loop* se termina automáticamente.⁴⁴

La wah debe de usarse de forma libre e imaginativa.

5. Apagar el efecto de la *wah*, pulsando el botón 4 de la pedalera.
6. Superponer *loop* 2.2, pulsando el botón 1 de la pedalera.⁴⁵
7. Añadir efecto de *delay*. Pulsando el botón 5 de la pedalera

Sobre los dos loops superpuestos se improvisa el tema central de este movimiento. Este tema dura al menos 32 compases. Es importante seguir el desarrollo de la danza, cuando la danza se vuelve más agitada, el patrón de la improvisación se vuelve más rítmico y basado en intervalos armónicos, triadas o power chords.

8. Deshacer el segundo *loop* 2.2 pisando el botón 6 de la pedalera en el compás 295.

Se aligera la agresividad del toque, y se ejecuta una improvisación melódica con escalas de Mi pentatónica menor.

9. Detener el primer *loop* pisando el botón de la pedalera en el compás 301.

⁴³ Heredado del movimiento anterior, se mantienen sonando bombo, caja y respiración a un nivel alto. A un nivel poco perceptible los armónicos. Sobre estos sonidos se enmarca la improvisación de ocho compases.

⁴⁴ Los *loops* del efecto *looper* se terminan automáticamente con una longitud prefijada

⁴⁵ Utilizando el botón de + se pueden superponer capas en el efecto *looper* de Ableton. De esta manera, sobre el *loop* de 4 compases se superpone otro *loop* con distorsión que ejerce de motor rítmico.

Tocar dos escalas durante los equilibrios: Mi pentatónica menor y Fa lidio. Durante 32 compases.

10. Reiniciar los dos *loops* superpuestos pulsando el botón 1 de la pedalera en el compás 337.

Cuando el equilibrio termina, se reactivan los dos loops.⁴⁶ Se vuelve a la parte más agresiva de la improvisación. Esta parte es más corta, de aproximadamente 32 compases, y enlaza con una parte donde la intensidad baja y enlaza con los cambios de volumen súbitos.

11. Cambios de volumen súbitos usando el pedal de expresión en el compás 357.

Cuando Christine adopta la posición final del acto, la música inicia unos cambios de volumen súbitos, utilizando el pedal de expresión que controla el volumen de la obra

⁴⁶ Como los *loops* se han deconstruido y detenido progresivamente, al volver a dar al *play* se recuperan los dos de forma idéntica a como estaban sonando.

5.2.4.2.3 Visualización en el DAW

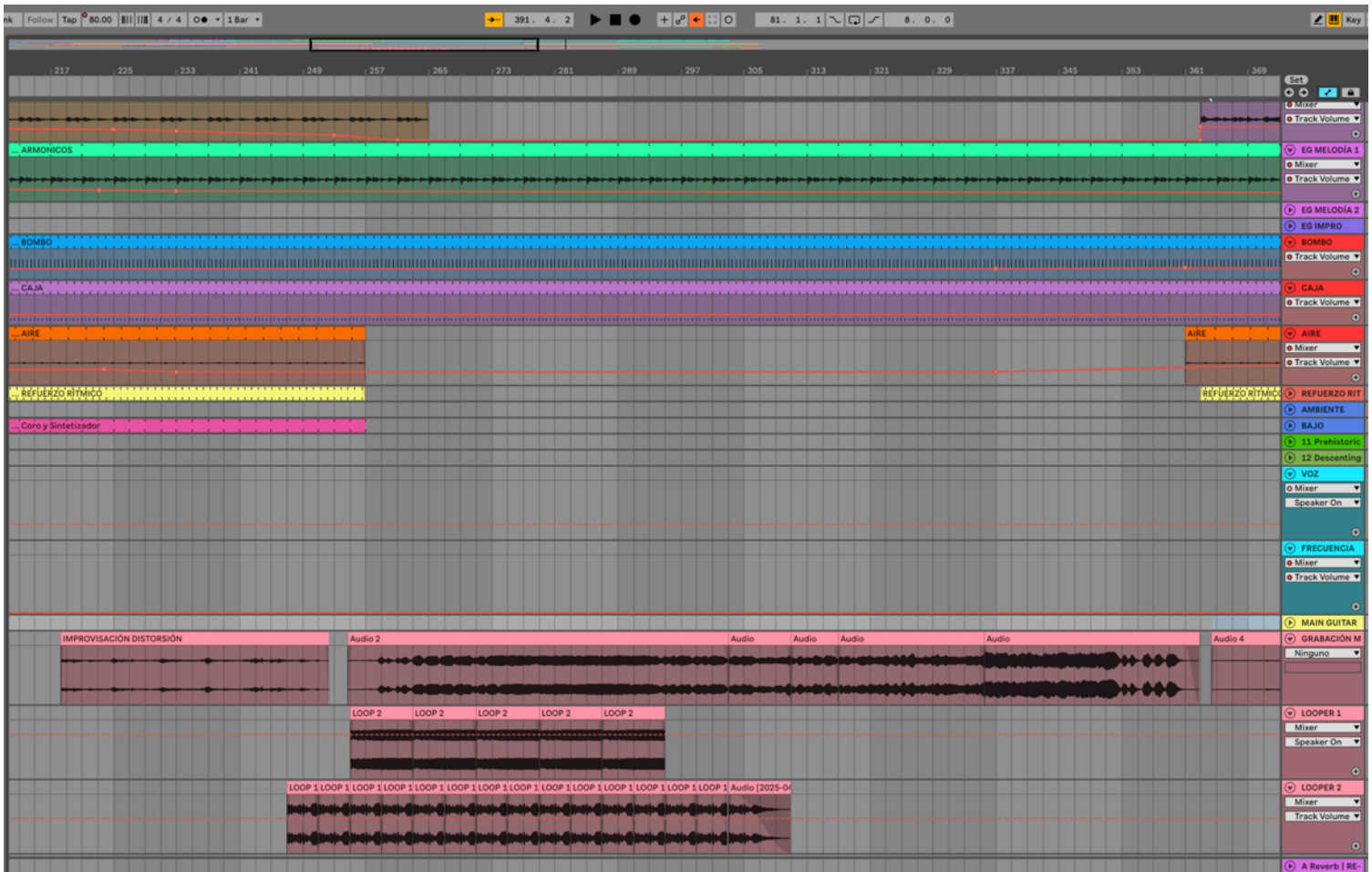


Figura 5-19: Visualización del segundo movimiento de *Corps Seul* en el DAW

5.2.4.3. Tercer Movimiento

Duración: del compás 361 al 528; 8:15 minutos.

5.2.4.3.1 Material



Figura 5-20: Material musical del tercer movimiento

5.2.4.3.2 Acciones y anotaciones

Sobre la resonancia del último acorde se deja proseguir la base (en este caso, bombo, caja, respiración y armónicos).

1. Se relanza el *loop* motivo principal en la pista uno, usando el potenciómetro 1 de la neurona (volumen 1), en el compás 361.
2. Se introduce el refuerzo rítmico nuevamente. Estos dos controles se hacen desde la neurona, en el compás 362.

Durante 64 compases se improvisa con el delay y sin distorsión. En los últimos 8 compases la melodía improvisada va perdiéndose y disminuyendo hasta desaparecer.

3. Se añade la guitarra número tres que fue grabada en forma de *loop* anteriormente, con el potenciómetro 3 de la neurona. Compás 425.
4. Se lanza el texto grabado desde el Akai, volumen pista voz (13) en el compás 429.

A continuación, durante otros 64 compases se recita el texto poético de la voz y en cada repetición se juega con un parámetro, pitch shifter, y dos tipos de filtros.

En toda esta parte no hay guitarra en vivo y solo se trabaja con el ordenador, el controlador de volumen y la pedalera MIDI.

5. Cuando el recitado termina se lanza el *sample* de la frecuencia con el Akai, pista 14. Compás 497.
6. Posteriormente se cambia la respiración a un *delay* el doble de rápido, además se da más presencia al volumen de bombo, caja y refuerzo rítmico.
7. Finalmente se incrementa el tempo de la música de 80 bpm a 100 bpm. El incremento se produce en los últimos 25 compases del movimiento.

5.2.4.3.3 Visualización en el DAW

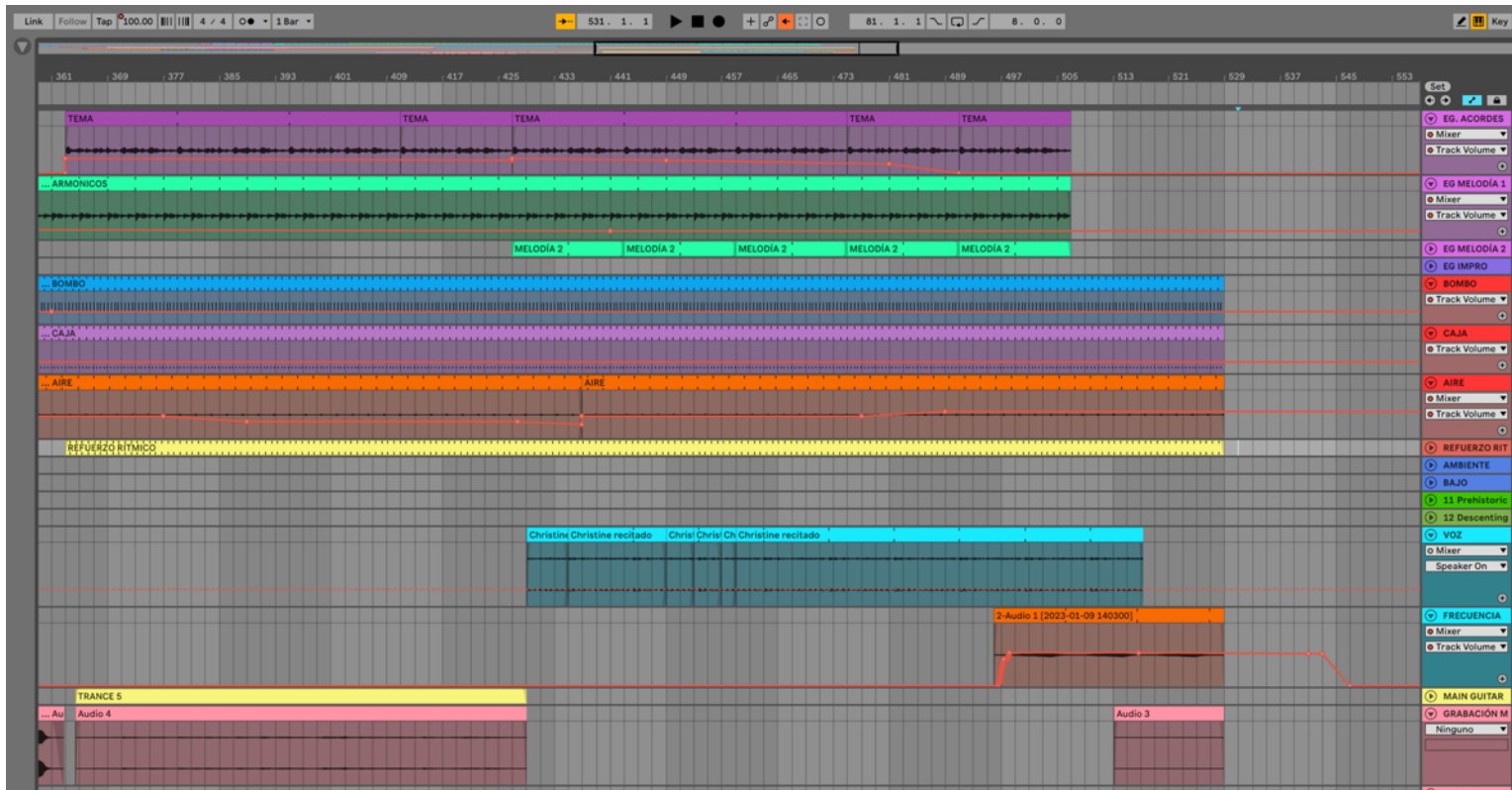


Figura 5-21: Visualización del tercer movimiento de *Corps Seul* en el DAW

5.2.4.4. Cuarto Movimiento

Duración: del compás 530 al 768; 9:07 minutos.

El cuarto movimiento es el más sencillo en cuanto a parte electrónica, ya que se realiza exclusivamente con el *Kaoss Pad 3* y la pista principal de la guitarra eléctrica (pista 4).

El *Kaoss Pad 3* está configurado para funcionar a 100 bpm (el cuál debería ser el tempo exacto al que ha llegado la obra en ese momento). Se puede esclavizar mediante reloj MIDI a Ableton. Esto hace que su métrica sea coincidente. Otra opción para evitar hacer más compleja la configuración es hacer coincidir el primer pulso del compás del metrónomo de Ableton con el lanzamiento de los sonidos en el KP3 (básicamente hacerlo de oído). Este es un ejemplo en el que se puede elegir hacer más compleja la configuración, o dejar esa dificultad a la interpretación.

El *Kaoss Pad 3* tiene cuatro *samples* pregrabados. Un *sample* de batería rock, un *sample* de batería rock + boost, un *sample* de batería rock + *boost* + efecto *delay*, un *sample* de batería samba.

El cuarto movimiento se compone de tres piezas diferenciadas. Las dos primeras van separadas y la última (epílogo de la obra) se separa de las dos primeras a través de un silencio. La primera es una pieza en estilo rock, la segunda una samba y la tercera un *trip hop*.

5.2.4.4.1 Piezas 1 y 2

5.2.4.4.1.1 Material

The image displays six musical loops, labeled Loop 4.1 through Loop 4.6, arranged vertically. Each loop is presented on a separate staff with its corresponding label to the left. Loop 4.1 is in treble clef with a 2/8 time signature, featuring a rhythmic pattern of eighth notes and chords. Loop 4.2 is in bass clef with a 2/8 time signature, showing a complex rhythmic pattern with many beamed notes and accents. Loop 4.3 is in treble clef with a 2/8 time signature, featuring a melodic line with eighth notes and chords. Loop 4.4 is in bass clef with a 2/8 time signature, showing a rhythmic pattern with many beamed notes and chords. Loop 4.5 is in treble clef with a 2/8 time signature, featuring a melodic line with eighth notes and triplets. Loop 4.6 is in treble clef with a 2/8 time signature, showing a rhythmic pattern with many beamed notes and chords.

Figura 5-22: Material piezas 1, 2 y 3 del cuarto movimiento de *Corps Seul*

5.2.4.4.1.2 Acciones y anotaciones

1. Lanzar pista grabada KP3 número 1, esperar dos compases
2. Lanzar pista grabada KP3 número 2, esperar dos compases
3. Lanzar pista grabada KP3 número 3.
4. Grabar *Loop* 4.1 de 4 compases I. Leitmotiv Rock.
5. Grabar *Loop* 4.2 de 4 compases II. *Overdub* Rock, motivo rítmico
6. Improvisar durante 32 compases (solo en Mi menor pentatónica blues). Usar distorsión *Tube Screamer*.
7. En la mitad de la improvisación introducir los efectos de *delay* y *wah*
8. Volver a repetir (sin quitar el efecto de *delay* y *wah*) el *loop* Leitmotiv Rock, mientras se hace, detener la *looper* con los *Loops* I y II.
9. Dejar sonar la resonancia de Leitmotiv Rock y acto seguido lanzar el *sample* 4 del KP3 de batería samba.
10. Detener los *samples* 1 2 y 3 del KP3.
11. Grabar *Loop* de 4 compases, base samba grave, (QUITAR DISTORSIÓN).
12. Grabar *Loop* de 4 compases, *overdub*, base samba aguda (igual en ritmo y acordes a samba grave pero cambiado la inversión de los acordes y su tesitura).
13. Improvisar por encima durante ocho compases.

Cuando la bailarina grita no, no, no, se detiene la música.

5.2.4.4.2 Pieza 3 (Epílogo)

5.2.4.4.2.1 Acciones y anotaciones

1. Lanzar pista grabada KP3 número 1, esperar dos compases
2. Grabar *Loop* 1, base *trip hop*: solo *delay*, sin *wah* ni distorsión.
3. Grabar *Loop* 2, *overdub*, base *trip hop* aguda. Mantener efectos. Mismo ritmo y acordes, pero cambiando inversión y tesitura de los acordes.

4. Improvisar durante 8 compases
5. Grabar *Loop 3, overdub* base grave
6. Lanzar pista grabada KP3
7. Añadir distorsión, tocar motivo Rock - twist sin *delay* ni *wah* añadir al *loop*
8. Improvisar por encima de este nuevo *loop*. Parte de máxima intensidad
9. Terminar la improvisación y deshacer el *loop* de Rock Twist⁴⁷, para volver a las tres primeras capas.
10. Dejar sonar la base de *loops* de guitarra e ir reduciendo el volumen del KP3 a 0
11. Ir reduciendo el sonido de la base de *loops* de guitarra a 0

5.2.5. Discusión sobre la Composición

Escribir una obra de estas dimensiones (cercana a los cuarenta minutos en su versión de estudio y de cincuenta minutos en su versión de escena), que estuviera al servicio de la danza, y que, además, articulara el instrumento de la guitarra eléctrica en un entorno de interfaces digitales más asociada al mundo *dj* y experimental, supuso un desafío mayúsculo.

Conocer las posibilidades de la guitarra eléctrica y del entorno informático musical supuso un avance de gran magnitud a la hora de dar forma a la composición. También a la hora de conseguir la aprobación y la satisfacción de la compañía de danza de Christine Cloux para emplear la música en el espectáculo.

La flexibilidad, capacidad de adaptar distintos universos sonoros, modificar tímbricas, expresividad y hacer fluir la composición fueron los elementos más valorados en todo momento. En este sentido, el hecho de contar con un instrumento no digital como la guitarra eléctrica fue determinante, ya que este permite mucha velocidad a un intérprete entrenado a la hora de proponer material musical, que posteriormente se procesa y adapta.

⁴⁷ En esta parte hay que remarcar que cuando se añaden más capas las capas del fondo están configuradas para perder volumen. Esto propicia que el último *loop* superpuesto, si es tocado con más intensidad (y con volumen adicional entregado desde el control de la guitarra), prácticamente anule a los dos primeros grabados. Cuando se deshace este *loop*, da la sensación de que se hubiera vuelto al anterior.

El contar con la visualización y capacidad de organización del DAW fue determinante a la hora de poder formalizar un proyecto tan ambicioso. La capacidad que tiene para procesar, grabar, almacenar, etiquetar, parametrizar y programar la música simplifica mucho el proceso compositivo. Aunque su elemento más atractivo es la capacidad de generar todas estas opciones en estudio y transportarlas automáticamente al directo. Para un DAW como Ableton no hay una disociación real entre estudio y directo.

A la hora de resignificar la interfaz MIDI desarrollada en la tesis, tanto *Corps Seul*, como *Hipnótica*, han tenido un papel fundamental. Las interfaces existentes no están adaptadas a ciertas dimensiones de las composiciones, ni a ciertas diferenciaciones del gesto performativo. Ajustar controles desde la interfaz de la guitarra puede ampliar la movilidad y devolver al guitarrista a su centro de acción principal en el instrumento. Correlacionar pedalera e interfaz manual, es extremadamente útil especialmente a nivel nemotécnico.

Finalmente, el proceso de composición e interpretación de *Corps Seul*, fue una prolongación y una retroalimentación de la investigación realizada a lo largo de la tesis, un proceso donde los conocimientos de tecnología musical cobraron un sentido artístico y una función en el espectáculo, y se fijaron en la forma de una obra, pero también, en forma de una reflexión: la exploración de la tecnología puede llegar a naturalizarse y musicalizarse abriendo un campo de creatividad aún por explorar.

6. Chapter 6 - General Discussion, Future Improvements and Conclusion

6.1. General Discussion

In articulating the general discussion, we began from the statements that defined the five objectives, which were in turn derived from the research questions. These have been addressed through a series of points that demonstrate the coherence of the developments in relation to their theoretical starting point.

Explaining the processes that affect the construction of the electric guitar as an instrument

1. The study distinguished between the process of augmentation and the process of extension. Both are key to the construction and evolution of instruments. However, while extension focuses on the materiality of the instrument, augmentation centers on the processing of the instrument's signal. A distinction has also been made between the augmented instrument, the DMI (Digital Musical Instrument), and the synthesizer: the augmented instrument generates sound through acoustic means, not through analog or digital synthesis. The electric guitar is an augmented instrument whose acoustic properties are significantly weaker than those of others, but nonetheless present and fundamental to the generation and richness of its sound. This acoustically sourced signal is then processed, thereby enhancing the instrument's capabilities. By definition, augmentation is electroacoustic, and amplification may be considered its origin. However, one can distinguish between analog augmentation and digital augmentation, the latter potentially leading to computer-based setups. Augmentation has given rise to new interfaces and new performance techniques. Broadly speaking, research in music technology has split between that which focuses on interface design and that which focuses on signal processing. Nonetheless, the primitive and original process remains signal processing, whether analog or digital. Moreover, many of the pursuits of organicity and musicality in gestural expression had already existed in the electric guitar, through effects such as the wah pedal, and significant steps are being taken to achieve new forms of gestural expressivity. These

include mapping the performer's body, employing other types of interfaces (such as manual ones), or developing more refined controls for conventional interfaces (e.g., MIDI pedalboards). Finally, in the process of assimilation by the average user, traditional components (effect pedals and amplifiers), the examples set by leading performers, and the impact of industry and popular culture exert a strong influence.

2. Within the computational domain related to augmentation, the virtualization of traditional electric guitar setups constitutes one of the strongest directions the instrument is currently taking. Digital effects in the form of VSTs and plugins for integration into DAWs are increasingly abundant, of higher quality, and with a growing proportion of open-source code. These new effects sometimes emulate and replicate existing analog effects, while at other times they propose alternative solutions by leveraging the possibilities and greater power of digital technologies. Frequently, they also suggest entirely new aesthetic paths, offering musicians fresh creative horizons. This trend is so strong that processes of technological transfer have become increasingly significant, with works originally conceived for other forms of electronics, as well as guitar styles based on different setups, now being virtualized and distanced from their initial conception. This virtualization aims to achieve results comparable to their analog predecessors, while pursuing advantages in terms of accessibility, portability, scalability, and experimental potential. Within this framework, the guitar itself and amplifiers remain the most prominent elements: the guitar as the instrument's point of origin, and the amplifier as its most distinctive output (situated at the extremes of the input → processing → output chain). However, amplifiers are also frequently replaced in many configurations by PA systems. More broadly, the use of computers and PA systems has gained considerable importance due to their ubiquity. Nonetheless, many guitarists continue to prefer analog or hybrid setups, excluding computers, digital processing, or direct use of PA systems. Both solutions coexist, intersecting at different points, and together form part of a post-digital paradigm. Additionally, considering the future of the instrument, although a combination of AI and smartphones may take processing and setup to an unprecedented level, in any emerging paradigm there will always remain an electroacoustic component responsible for

generating the physical input signal and the audio output. These analog electroacoustic components are indispensable for the functioning of the audio chain, and their interconnections, regardless of type, are likewise necessary. Moreover, their quality directly affects the overall sound quality. To reiterate: the guitar and the amplifier, along with their connections to the processor, are and will remain fundamental to the construction of sound quality, while audio processors continue to be virtualized, reduced in size, and connected to the instrument through new interfaces.

Developing a manual augmentation interface integrated into the guitar body.

3. As computational solutions for the instrument continue to grow and gain popularity, two tools will become increasingly essential: interfaces that mediate interaction between the performer and the computer (DAW), and templates or score-like schemes that streamline the configuration of processors and interfaces. The use of manual interfaces, such as the one proposed in this thesis (particularly if they can be successfully mimicked through the potentiometers already present on the guitar), may become highly significant, as may interfaces capable of replacing expression pedals by capturing data directly from the performer's movement and gestural quality. In parallel, performers' and composers' familiarity with the ecology of computational processing will steadily expand. This is not driven by technical concerns, but by aesthetic ones. Sound design and effects represent two musical dimensions of considerable aesthetic weight that are contributed by the electric guitar in particular, and by augmentation more broadly. It is becoming increasingly difficult to study the instrument while disregarding these dimensions. Despite the many needs and challenges that this field presents, it remains underexplored in higher education. Nevertheless, knowledge of effects and sound design, whether approached from an analog, digital, or post-digital perspective, constitutes essential expertise for performers, composers, and musicians in general.
4. The interface developed in this thesis offers several advantages:
 - The first is its size and its capacity to replace a MIDI pedalboard in certain works. Within the case studies, pieces such as *Electric Counterpoint* can be performed without recourse to any additional

interface. In such cases, the improvements achieved in terms of setup, logistics, and performance are highly significant.

- The second advantage is its ability to complement other types of interfaces. This occurs in contexts where the electronics are complex. In this way, it becomes possible to distribute actions across two interfaces, thereby simplifying memorization and achieving a more efficient distribution of controls.
- The third advantage is its potential to consolidate the guitarist's stylistic approach. This is particularly interesting, since the creation of a performer's identity often relies on a characteristic set of effects. These can be associated with specific controls. For example, distortion, reverb, delay, and chorus can be assigned to potentiometers, treating them as sends, while buttons can be used to switch between presets.
- Finally, it allows control over aspects related to configuration, monitoring, click tracks, volume levels, and certain effects.

Applying digital setups and computer-based systems to technological transfer.

5. Several conclusions can be drawn from the application of this system to the performance of contemporary music repertoire:
 - First, processes of technological transfer are of paramount importance. Many schemes of effects and sound design were originally conceived by composers at a time when no alternative technology was available. This underscores the need to update and unify systems in order to perform all works with a single setup.
 - Second, the naturalization of electronics and their organic integration have a direct impact on musicality. The more flexible their control becomes, and the more the performer can manipulate and experiment with their parameters, the more expressive the performance can be.
 - Third, the instructions regarding electronics are usually far less detailed than those concerning musical notation. In some cases, literal adherence to the electronic score can even be counterproductive (for example, instructions to stop a loop or disengage distortion are sometimes omitted). This has two main consequences. First, effects and sound design become areas in which the performer must apply personal

sensitivity and artistic judgment, in the same way that choices are made concerning dynamics or articulation, in order to achieve a coherent interpretation. Second, certain requirements imposed by the composer may actively necessitate the purchase of new electronic equipment, or even a new instrument, which makes it necessary to evaluate the appropriateness of such an investment. A paradigmatic example is the insistence in *Trash TV Trance* and *La Cité des Saules* on the use of a tremolo arm, even when it is not required for the actual performance of the piece.

- Fourth and finally, while the use of assistants and technicians for electronic and sound-related tasks can be justified, it may also prove counterproductive. This also has two implications. On the one hand, an assistant may end up performing tasks that should be carried out by the performer or by the machine itself, such as triggering samples, changing effects, or handling monitoring. On the other hand, sound is one of the most personal and characteristic aspects of a performer, and it is difficult to delegate full control of it to someone other than the instrumentalist. The electric guitar, at the very least, should be understood as the combination of the instrument itself and its amplification.

Applying knowledge of digital setups and augmentation processes to the creation of new musical material.

6. The application of this system to composition for the contemporary electric guitar holds enormous potential. Configuring the instrument within a computer network facilitates recording, offers an almost infinite palette of effects, and allows relatively simple control both in gestural and logistical terms. As has been studied, the electric guitar is indebted to its history but also, in many respects, constrained by it. Its compositional approaches are often associated with its characteristic aesthetics, such as Rock, Pop, Jazz, and other styles. Even in contemporary music, despite the originality and innovations that the instrument brings, such associations remain: Murail and Romitelli work with rock as a basis, Reich with pop and jazz, and so on. This affects not only the use of the instrument but also the use of effects, which are often confined to certain clichés. Many of the possibilities of the augmented electric guitar remain unexplored, as do those of effects and sound design. The instrument can be used experimentally, much like a synthesizer,

but it can also function more like a classical guitar, with clear amplification and a wood-like timbre (an approach rarely employed). Effects can be expanded in other directions: looping can be taken to logical and constructive possibilities not yet explored, audio sample control is usually limited to backing tracks, real-time sample generation and manipulation are scarce, and the percussive potential of the instrument through effects is seldom exploited. Similarly, experimental registers are still underdeveloped. Finally, sound design intersects with sound installation practices. There are parameters that are rarely considered yet offer broad creative horizons, such as the multichannel potential of the instrument, the separation of signals through differentiated pickup outputs, and the spatial placement of amplifiers.

6.2. Futures Improvements and Evaluation

The short-term improvements for the interface would include achieving better integration into the guitar, functioning as an extension of the instrument's potentiometers rather than as if it were a pedal attached to the body. It could also transmit light-based information and incorporate a screen to display the changes being made on the computer. Ideally, it would be possible to create an ecosystem of very lightweight, modular, and portable interfaces, such as the manual interface combined with two expression pedals (Overholt, Zovnercuka, and Konovalovs 2019), operating autonomously in the same way (MIDI or OSC control, wireless, adapted to the DAW and computer), or associated with the performer's movements and gestures (Lionetti et al. 2024), primarily foot movements but also movements of the instrument. In this way, the interface would mainly serve as a configuration hub for effects and setups (functioning somewhat like a tuning mechanism for electronics), while other interfaces would handle expression.

Within the evaluation of the interface proposed in the methodology, the criteria included cost, fault tolerance, usability, versatility, learning effort, and assembly difficulty. The manufacturing cost is relatively low, approximately €25–30. Fault tolerance is one of the weaker points of the current model, since MIDI over Bluetooth may cause connectivity issues on

certain devices. Usability, although potentially improvable in specific cases, is moderate when considering its most common applications: configuring timbre through effects and managing sends and presets. Versatility is high, as it can be freely programmed by the musician in a relatively simple way. The learning effort is moderate: connectivity requires some adjustments to the computer and DAW settings, generally straightforward, but not automatic and potentially problematic. Assembly difficulty is minimal, as it only involves attaching it to the guitar with an easily removable adhesive.

Although several developments could emerge from the applications of this thesis, two stand out as particularly relevant: applying the interface to other instruments (electric bass and voice with microphone are the most promising) and exploring the field of smartphones. In the latter case, research should address hardware connectivity, telematic possibilities, and the potential for smartphones to serve as centralized sound processors in place of computers. This is a more ambitious line of research and one that would fully realize the vision of lightweight, wireless augmentation as it is currently conceived. Furthermore, a significant part of its interest lies in the possibility of migrating many of the results and developments of this thesis into that system. Examples include the assimilation of setup schemes by replacing the computer and sound card with a smartphone and a compatible sound card, integration of the interface, connectivity protocols (MIDI over Bluetooth, OSC), software, and plugins. etc.

6.3. Conclusion

In general terms, this thesis demonstrates the potential of working with the electric guitar in computational contexts and highlights the advantages of doing so. It clarifies the mechanisms of augmentation and their relationship to the instrument, and it addresses technological transfer as a beneficial process when approaching the performance of contemporary music for the instrument. Moreover, it proposes two strategies of augmentation: one based on existing technology, and another incorporating an interface developed as part of this research.

The developed interface is a successful prototype, fulfilling its intended purpose and illustrating how new augmentation interfaces can prove valuable for instrumental practice, with concrete applications in both performance and

composition. It also underscores the importance of research in establishing guiding principles for processes of technological development in music.

7. Referencias

Assis, Paulo. 2018. *Logic of Experimentation: Rethinking Music Performance through Artistic Research*. Leuven University Press.

Auner, Joseph. 2017. "Reich on Tape: The Performance of Violin Phase." *Twentieth-Century Music* 14 (1): 77–92.

Bailey, Owen, Jamie Dickson, and Ross Hamilton. 2017. *Guitarist Guide to Effects Pedals*. Future Publishing Limited. www.futureplc.com.

Ballou, Glen. 2008. *Handbook for Sound Engineers*. Fourth Edition. Focal Press.

Barros, Bernardo. 2007. "Contradição Paradoxa Music for Electric Guitar and Live-Electronics Notes and Essay."

Bernreiter, Björn. 2023. "Dextoria: A System to Control Electric Guitar Effects via Sound-Producing Gestures, Integrated into the Typical Ecology of Guitarists." Universität für Musik und Darstellende Kunst Graz. <https://phaidra.kug.ac.at/o:130875>.

Biennale Musica. 2011. "Fausto Romitelli: Trash TV Trance - Tom Pauwels." BiennaleChannel. https://www.youtube.com/watch?v=5NLvaJ-UXrA&ab_channel=BiennaleChannel.

Billone, Pierluigi. 2024. "Yaron Deutsch's Sgorgo Interpretation, Some Relevant Topics." Accessed March 29, 2025. https://www.pierluigibillone.com/en/texts/yaron_deutschs_sgorgo_interpretation_some_relevant_topics.html

Blauert, J. 1997. *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*. MIT Press. http://direct.mit.edu/books/oa-monograph/chapter-pdf/2056434/c000400_9780262268684.pdf.

Boiler Room. 2015. "Fennesz Boiler Room x St. John Sessions Live Set." https://www.youtube.com/watch?v=x44uJCl1SwE&list=RDx44uJCl1SwE&start_radio=1

Bongers, Bert. 2000. "Physical Interfaces in the Electronic Arts Interaction Theory and Interfacing Techniques for Real-Time Performance." In *Trends in Gestural Control of Music*, 41–70. Paris: IRCAM - Centre Pompidou.

Boone, Graeme. 2003. "The Guitar in Jazz." In *The Cambridge Companion to the Guitar*, 65–86. Cambridge University Press.

- Bourdage, Monique. 2010. "A Young Girl's Dream": Examining the Barriers Facing Female Electric Guitarists." *IASPM Journal* 1 (1): 1-16. doi: 10.5429/2079-3871(2010)v1i1.1en.
- Brayshaw, Teresa, and Noel Witts. 2014. *The Twentieth-Century Performance Reader*. 3rd ed. Routledge.
- Bright, Danny, and Lee Westwood. 2023. "Noise Peddler: An Exploration of the 21st Century Pedalboard." In *Proceedings of the 21st Century Guitar Conference 2019 & 2021*, 145–58. <https://digitalcommons.du.edu/twentyfirst-century-guitar/vol1/iss1/10>.
- Bromham, Gary, and Austin Moore. 2023. *Distortion in Music Production: The Soul of Sonics*. Routledge.
- Buffa, Michel, and Jerome Lebrun. 2018. "WebAudio: Virtual Tube Guitar Amps and Pedal Board Design." *HAL Open Science*. <https://youtu.be/-NdMdJQx2Bw>.
- Bussey, W. Stephen, and Robert M Haigler. 1981. "Tubes versus Transistors in Electric Guitar Amplifiers." Accessed March 29, 2025. <https://leachlegacy.ece.gatech.edu/papers/TubeVsTrans.pdf>
- Byrne, David. 2012. *How Music Works*. Canongate.
- Caputi, Mauro J. 1998. "Developing Real-Time Digital Audio Effects for Electric Guitar in an Introductory Digital Signal Processing Class." *IEEE Transactions on Education* 41 (4): 1-10. doi: 10.1109/13.728274.
- Carnegie, Dale A., Jim W. Murphy, and Juan Pablo Yopez Placencia. 2020. "Designing Mechatronic Musical Instruments: The Guitar." *IEEE Access* 8: 57372–88. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2981052.
- Charrieras, Damien, and François Mouillot. 2015. "Getting out of the Black Box: Analogising the Use of Computers in Electronic Music and Sound Art." *Organised Sound* 20 (2): 191–99. doi: 10.1017/S1355771815000072.
- Cooper, Adam. n.d. "Guitar Geek Archives." Accessed March 29, 2025. <https://archive.org/download/guitargeek-archives/>.
- Danaher, William F. 2014. "The Making of a Cultural Icon: The Electric Guitar." *Music and Arts in Action* 4 (2): 74-93. <https://musicandartsinaction.net/index.php/maia/article/view/electricguitaricon/96>
- Darr, Jack. 1973. "Electric Guitar Amp Handbook." Howard W. Sams & Co.

David DePue, Roxy. 2022. "Rock Guitar: Individuality, Creativity, and Musical Expression from Edward Van Halen to Guthrie Govan (1978-2021)." PhD Thesis. University of California Riverside. Accessed July 8, 2025.

Deutsch, Yaron. 2025. "Yaron Deutsch Web Page". Accessed July 8, 2025. <https://yarondeutsch.com/>.

Diegert, Joel, and Adrian Artacho. 2018. "Aubiome: A Performer-Centric Approach to Interactive Electronics." In *xCoAx 2018: Proceedings of the 6th Conference on Computation, Communication, Aesthetics & X*, 231-236. Rangel, A., L. Ribas, M. Verdicchio, & M. Carvalhais. <https://2018.xcoax.org/pdf/xCoAx2018-Diegert.pdf>

Doyle, Tom. 2010. "Pat Metheny Orchestron." Accessed July 8, 2025. <https://www.soundonsound.com/people/pat-methenys-orchestron>.

Duarte, Alexsander, and Susana Sardo. 2023. *Live Looping in Musical Performance*. Focal Press.

Dufourt, Hugues. 1997. "La Cité des Saules." Editions Henry Lemoine.

Equipboard. n.d. "Eric Clapton Gear." Accessed April 1, 2025. <https://equipboard.com/pros/eric-clapton>.

EuroArts Channel. 2018. "Steve Reich - Phase to Face: The Father of Minimal Music with John Cage & Philip Glass." <https://www.youtube.com/watch?v=muH9JZZ3tG8&t=2s>.

Fazi, M. Beatrice. 2020. "Distraction Machines? Augmentation, Automation and Attention in a Computational Age." *New Formations* 98: 85–100. doi: 10.3898/newf:98.06.2019.

Belivacqua, Frédéric, Nicolas Rasamimanana, Emmanuel Fléty, Serge Lemouton, and Florence Baschet. 2006. "The Augmented Violin Project: Research, Composition and Performance Report." In *NIME'06: Proceedings of the 2006 International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, 402–406. https://www.nime.org/proceedings/2006/nime2006_402.pdf

Ferreira, José Luís Costa Marques. 2014. "Música Mista e Sistemas de Relações Dinâmicas." PhD Thesis. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa. Accessed July 8, 2025.

French, Richard Mark. 2009. *Engineering the Guitar. Theory and Practice*. Springer.

Furniss, Peter David. 2017. "The Present Performer: a Humanised Augmented Practice of the Clarinet." PhD Thesis. The University of Edinburgh. Accessed July 8, 2025.

- Gibson, Will. 2022. "All You Need Is Guitar Pedals: The Communicative Construction of Material Culture in YouTube Product Reviews." *Discourse, Context & Media* 49: 100626. doi: 10.1016/j.dcm.2022.100626.
- Graham, Richard, and John Harding. 2015. "SEPTAR: Audio Breakout Circuit for Multichannel Guitar." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression 2015*, 241-44.
https://www.nime.org/proceedings/2015/nime2015_187.pdf
- Graham, Ricky, and Brian Bridges. 2014. "Gesture and Embodied Metaphor in Spatial Music Performance Systems Design." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression 2014*, 581-84.
https://www.nime.org/proceedings/2014/nime2014_526.pdf
- Grosse, Darwin. 2009. "Max 5 Guitar Processor". Accessed July 8, 2025
<https://cycling74.com/tutorials/max-5-guitar-processor-part-1>.
- Guitar.com. n.d. "Guitar.Com." Accessed March 29, 2025. <https://guitar.com/>.
- Hallam, Susan, Lynne Rogers, and Andrea Creech. 2008. "Gender Differences in Musical Instrument Choice." *International Journal of Music Education* 26 (1): 7-19. doi: 10.1177/0255761407085646.
- Hamm, Russell O. 1973. "Tubes Versus Transistors-Is There an Audible Difference?". *JAES*, 21 (4): 267-73.
https://ia802207.us.archive.org/28/items/TubesVersusTransistors-IsThereAnAudibleDifference/TubeVsTransistor_text.pdf
- Hannan, Michael. 2006. "Interrogating Comprovisation as Practice-Led Research." In *Speculation and Innovation: Applying Practice-Led Research in the Creative Industries (Conference presentation)*.
<https://researchportal.scu.edu.au/esploro/outputs/conferencePresentation/Interrogating-comprovisation-as-practice-led-research/991012821085402368>.
- Harrison, Jacob, Robert H Jack, Fabio Morreale, and Andrew Mcpherson. 2018. "When Is a Guitar Not a Guitar? Cultural Form, Input Modality and Expertise." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'18)*, 293-304.
https://www.nime.org/proceedings/2018/nime2018_paper0063.pdf
- Harry, Bill. 2004. *The British Invasion: How the Beatles and Other UK Bands Conquered America*. Chrome Dreams.
- Hazel, Victor. 2019. "Affordable Digital Guitar Effects Pedal for Local Guitarists." BSc Project. Ashesi University.
<http://hdl.handle.net/20.500.11988/550>.

Herbst, Jan Peter. 2018. "Heaviness and the Electric Guitar: Considering the Interaction between Distortion and Harmonic Structures." *Metal Music Studies* 4 (1): 95–113. doi: 10.1386/mms.4.1.95_1.

Herbst, Jan-Peter, and Jonas Menze. 2021. *Gear Acquisition Syndrome: Consumption of Instruments and Technology in Popular Music. Gear Acquisition Syndrome: Consumption of Instruments and Technology in Popular Music.* University of Huddersfield Press. doi: 10.5920/gearacquisition.fulltext.

Herbst, Jan-Peter, and Alexander Paul Vallejo. 2024. *Rock Guitar Virtuosos. Rock Guitar Virtuosos.* Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781009052962.

Hödl, Oliver, and Geraldine Fitzpatrick. 2013. "Exploring the Design Space of Hand-Controlled Guitar Effects for Live Music." In *Proceedings of the 2013 ICMC Conference*, 69–76. <http://hdl.handle.net/20.500.12708/54699>.

Holmes, Ben. 2019. "Guitar Effects-Pedal Emulation and Identification." PhD Thesis. Queen's University Belfast. Accessed July 8, 2025.

Hunter, Dave. 2005. *The Guitar Amp Handbook: Understanding Tube Amplifiers and Getting Great Sound.* Backbeat.

———. 2012. *Amped: The Illustrated History of the World's Greatest Amplifiers.* 1st ed. Minneapolis: Voyageur Press.

———. 2021. *Fender 75 Years.* Motorbooks.

Hurwitz, Tobias, Ethan Fiks, and Vivian Clement. 2012. *Teach Yourself Guitar Tone and Effects.* Alfred Music.

Jack, Robert H, Jacob Harrison, and Andrew P Mcpherson. 2020. "Digital Musical Instruments as Research Products." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression 2020*, 446-51. https://www.nime.org/proceedings/2020/nime2020_paper86.pdf

Jameson, Ben. 2015. "Rock Spectrale: The Cultural Identity of the Electric Guitar in Tristan Murail's vampyr!". *Tempo* 69 (274): 22–32. doi:10.1017/S0040298215000340.

Jensenius, Alexander Refsum. 2022. *Sound Actions.* The MIT Press. doi: 10.7551/mitpress/14220.001.0001.

Jensenius, Alexander Refsum, Marcelo Wanderely, Rolf Inge Godøy (2009). *Musical Gestures: Sound, Movement, and Meaning.* Routledge Taylor & Francis Group.

- Joyce, Malcolm John. 2010. "The Fender Stratocaster Electric Guitar: A Case Study for Both Nontransferable and Transferable Skills Learning in a Generalist Electronic Engineering Cohort." *IEEE Transactions on Education* 53 (3): 397–404. doi: 10.1109/TE.2009.2025369.
- Jürgens, Henrik, Reemt Hinrichs, and Jörn Ostermann. 2020. "Recognizing Guitar Effects and Their Parameters Settings." In *Proceedings of the 23rd International Conference on Digital Audio Effects (DAFx2020)*, 310–16. Viena. https://www.tnt.uni-hannover.de/papers/data/1465/DAFx2020_paper_2.pdf.
- Kaiser, Jeff. 2006. "How I Lost 150 Lbs. Thanks to Max/MSP! Back To My Routes: Freely Improvising with Max/MSP." [https://jeffkaiser.com/wp-content/uploads/2017/09/How I Lost 150lbs Max MSP spark 2006.pdf](https://jeffkaiser.com/wp-content/uploads/2017/09/How_I_Lost_150lbs_Max_MSP_spark_2006.pdf)
- Keepports, David. 2017. "The Warm, Rich Sound of Valve Guitar Amplifiers." *Physics Education* 52: 025010. doi: 10.1088/1361-6552/aa57b7.
- Keller, Damián, Flávio Schiavoni, and Victor Lazzarini. 2019. "Ubiquitous Music: Perspectives and Challenges." *Journal of New Music Research* 48 (4): 309–15. doi: 10.1080/09298215.2019.1659828.
- Kozinn, Allan. 1977. "A Modest Proposal: Serious Music for the Electric Guitar." *Music Journal*, 26
- Lachenmann, Helmut. 1996. *Über Das Komponieren*. Darmstädter Ferienkursen.
- Lacopo, Emmanuel Jacob. 2024. "A Modular Artistic Practice for the Post-Classical Guitarist." PhD Thesis. McGill University.
- Lago, Nelson Posse, and Fabio Kon. 2004. "The Quest for Low Latency." Lago, Nelson and Fabio Kon. "The Quest for Low Latency." International Conference on Mathematics and Computing. <https://www.ime.usp.br/~kon/papers/icmc04-latency.pdf>
- Lähdeoja, Otso. 2008. "An Approach to Instrument Augmentation: The Electric Guitar." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'08)*, 52–56. https://www.nime.org/proceedings/2008/nime2008_053.pdf.
- Lähdeoja, Otso, Benoît Navarret, Santiago Quintans, and Anne Sedes. 2010. "The Electric Guitar: An Augmented Instrument and a Tool for Musical Composition." *Journal of Multidisciplinary Music Studies* 4 (2): 37–54. doi: 10.4407/jims.2010.11.003
- Lähdevaara, Jarmo. 2014. "The Science of Electric Guitars and Guitar Electronics." <https://guitarscience.net/papers/guibook.pdf>

Lee, Daniel. 2015. "A Global Approach to Guitar Tuition: Developing an Electric Guitar Meta-Canon." Master Thesis. Charles Darwin University. doi: 10.25913/tmpj-bq48

Lenhoff, Alan, and David Robertson. 2019. *Classic Keys: Keyboard Sounds That Launched Rock Music*. University of North Texas.

Lepri, Giacomo, Raul Masu, Nicolò Merendino, and Antonio Rodà. 2023. "Redesigning the Chowndolo: A Reflection-on-Action Analysis to Identify Sustainable Strategies for NIMEs Design." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'23)*, 191-99. https://nime.org/proceedings/2023/nime2023_27.pdf

Lionetti, Davide, Paolo Belluco, Massimiliano Zanoni, and Luca Turchet. 2024. "Muscle-Guided Guitar Pedalboard: Exploring Interaction Strategies Through Surface Electromyography and Deep Learning." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'24)*, 241-51. https://nime.org/proceedings/2024/nime2024_37.pdf

Mačák, Jaromir. 2012. "Real-Time Digital Simulation of Guitar Amplifiers as Audio Effects." PhD Thesis. Brno University of Technology. Accessed July 8, 2025.

Macconnell, Duncan, Shawn Trail, George Tzanetakis, Peter Driessen, and Wyatt Page. 2013. "Reconfigurable Autonomous Novel Guitar Effects (RANGE)." In *Proceedings of the Sound and Music Computing Conference (SMC 2013)*, 674-77. <https://webhome.csc.uvic.ca/~gtzan/nime2013range.pdf>

Machover, Tod. 1986. "Hyperinstruments." Massachusetts Institute of Technology. <https://opera.media.mit.edu/projects/hyperinstruments.html>. Accessed July 8, 2025.

Mackie Banks, Zane. 2013. "The Electric Guitar in Contemporary Art Music." PhD Thesis. University of Sidney. Accessed July 8, 2025.

Magnusson, Thor. 2019. *Sonic Writing*. Bloomsbury Academic.

———. 2021. "The Migration of Musical Instruments: On the Socio-Technological Conditions of Musical Evolution." *Journal of New Music Research* 50 (2): 175–83. doi: 10.1080/09298215.2021.1907420.

Manning, Peter. 2013. *Electronic and Computer Music*. 4th ed. Oxford University Press.

Martin, Chris, and Joe Lamond. 2020. "The 2020 NAMM Global Report."

Martín Gil, Damián. 2023. *The Classical Guitar in Spain, Portugal, Italy & Germany. A General Approach to Its History*. Instituto Nacional de Artes

- Escénicas y Música (INAEM). <https://www.musicadanza.es/contenidos/the-classical-guitar.pdf> Accessed July 8, 2025.
- Martínez Ávila, Juan Pablo. 2022. “Embodied Interaction with Guitars: Instruments, Embodied Practices and Ecologies.” PhD Thesis. University of Nottingham. Accessed July 8, 2025.
- McSwain, Rebecca. 1995. “The Power of the Electric Guitar.” *Popular Music and Society* 19 (4): 21–40. doi: 10.1080/03007769508591605.
- Millard, André. 2004. *The Electric Guitar-The Story of an American Icon*. The Johns Hopkins University Press.
- Miranda, E, and M Wanderley. 2006. *New Digital Musical Instruments Control and Interactions beyond the Keyboard*. A-R Editions.
- Morreale, Fabio, Andrea Guidi, and Andrew Mcpherson. 2019. “Magpick: An Augmented Guitar Pick for Nuanced Control.” In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'19)*, 65-70. https://www.nime.org/proceedings/2019/nime2019_paper013.pdf
- Morreale, Fabio, Alexander Refsum Jensenius, Raul Masu, and Waipapa Taumata Rau. 2023. “The O in NIME: Reflecting on the Importance of Reusing and Repurposing Old Musical Instruments.” In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'23)*, 106-115. https://nime.org/proceedings/2023/nime2023_14.pdf
- Mrozinski, Krzysztof. 2022. “Software Effects Pedal.” University of Glasgow.
- Munteanu, M. V., M. D. Stanciu, I. Urucu, and P. G. Duță. 2018. “Structural Analysis of Classical Guitar during the Technological Processing.” In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 444: 062003. Institute of Physics Publishing. doi: 10.1088/1757-899X/444/6/062003.
- Newton, D, and M.~T. Marshall. 2011. “Examining How Musicians Create Augmented Musical Instruments.” *Proceedings of the 11th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'11)*, 155-160. https://www.nime.org/proceedings/2011/nime2011_155.pdf
- O’Callaghan, James. 2018. “Spectral Music and the Appeal to Nature.” *Twentieth-Century Music* 15 (1): 57–73. doi: 10.1017/S1478572218000063.
- Ola Korte, Jan. 2023. “Guitar Rig Manual.” https://www.native-instruments.com/fileadmin/ni_media/downloads/manuals/gr7/Guitar_Rig_7_Manual_English_29_11_23.pdf?srsltid=AfmBOoqdtx_q0pkzFJh0h3YYUUmARSfGLNmjfgCB_POU59p6gFZXSnl1

O'Malley, Ronan. 2006. "Advanced MIDI Guitar Effects System." Galway: National University of Ireland.

Oppenheim, Alan, and Roland Schafer. 2011. *Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto*. Translated by Javier Portillo. 3rd ed. Pearson.

Oreggia, Eleonora, and Graham White. 2018. "When Technology Goes out of Control." *Digital Creativity* 29 (1): 51–67. doi: 10.1080/14626268.2018.1426612.

Overholt, Daniel, Jelizaveta Zovnercuka, and Kristians Konovalovs. 2019. "MIO Effect Processor Sound and Music Computing."

Pakarinen, Jyri, Vesa Välimäki, and Tapio Puputti. 2008. "Slide Guitar Synthesizer with Gestural Control." In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME'08)*, 49–52. https://www.nime.org/proceedings/2008/nime2008_049.pdf

Pakarinen, Jyri, and David T Yeh. 2009. "A Review of Digital Techniques for Modeling Vacuum-Tube Guitar Amplifiers." *Computer Music Journal*, 33, (2): 85–100. doi: 10.1162/comj.2009.33.2.85.

Paz, Eilon. 2021. *Stompbox: 100 Pedals of the World's Greatest Guitarists*. Edited by Dan Epstein and James Rotondi. Dust and Grooves.

Perks, Richard, and John McGrath. 2023. *21st Century Guitar - Evolutions and Augmentations*. Bloomsbury Publishing Pic.

Piovani, Juan Ignacio, and Nora Krawczyk. 2017. "Los Estudios Comparativos: Algunas Notas Históricas, Epistemológicas y Metodológicas." *Educação & Realidade* 42 (3): 821–40. doi: 10.1590/2175-623667609.

Portovedo, H. 2020. "Música Mista: Particularidades Performativas." *European Review of Artistic Studies*, 11 (3): 48–57. doi: 10.37334/eras.v11i3.240

Portovedo, Henrique, Paulo Ferreira Lopes, and Ricardo Mendes. 2018. "Composition Models for Augmented Instruments: HASGS as Case Study." In *Proceedings NCMM 18: Nova Contemporary Music Meeting, Lisboa, Portugal*, 21–23. <http://hdl.handle.net/10400.14/27569>.

Pras, Amandine, François Xavier Féron, and Kais Demers. 2009. "The Pre-Production Process of New York Counterpoint for Clarinet and Tape Written by Steve Reich." In *Proceedings of the 2009 International Computer Music Conference, ICMC 2009*, 493–500. <https://quod.lib.umich.edu/cgi/p/pod/dod-idx/pre-production-process-of-new-york-counterpoint-for-clarinet.pdf?c=icmc;idno=bbp2372.2009.112;format=pdf>

Prins, Stefan. 2007. "Not I." <https://soundcloud.com/stefan-prins/not-i-stefan-prins-2007>

- Puckette, Miller. 2007. *The Theory and Techniques of Electronic Music*. World Scientific Publishing. <https://msp.ucsd.edu/techniques/v0.11/book.pdf>.
- Randles, Clint. 2015. "A Quest for the Perfect Tone: Luthiering, Pedal Boards and Curriculum Expansion." *Journal of Music, Technology and Education* 8 (2): 183–97. doi: 10.1386/jmte.8.2.183_1.
- Reich, Steve. 1987. "Electric Counterpoint." Boosey & Hawkes.
- Reich, Steve, and Paul Hillier. 2011. *Writings on Music 1965-2000: 1965-2000*. Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780195151152.001.0001.
- Ricordi. 2023. "Celebrating Fausto Romitelli: 1963-2004". <https://www.ricordi.com/en-US/News/2023/02/Romitelli-60.aspx>.
- Rodríguez, Rubén, and Vittorio Marone. 2021. "Guitar Learning, Pedagogy, and Technology: A Historical Outline." *Social Sciences and Education Research Review*, 8 (2): 9–27. doi: 10.5281/zenodo.5784696.
- Romitelli, Fausto. 2002. "Trash TV Trance." Ricordi.
- Roth, Russell. 1952. "On the Instrumental Origins of Jazz." *American Quarterly* 4 (4): 305–16. doi: 10.2307/3031415
- Ryo Kosaka. 2025. "Ryo Kosaka Github". <https://github.com/RyoKosaka>.
- Sánchez Mendoza, David. 2005. "Emulating Electric Guitar Effects with Neural Networks." BSc Project. Universidad Pompeu Fabra.
- Sandoval, Arnold Zoram Ameneyro. n.d. *Building Electric Guitars How to Make Solid-Body, Hollow-Body and Semi-Acoustic Electric Guitars and Bass Guitars* Martin Koch eBook Edition.
- Santos, Daniel. 2020. "Estudio Comparativo de las Posibilidades de Realización de Parte Fija en Electric Counterpoint de Steve Reich." Madrid: RCSMM Master's Thesis.
- . 2022. "Conversation with Yaron Deutsch." Personal interview.
- Santos, Daniel, and Henrique Portovedo. 2023a. "Human-Centered Computing in Augmented Instruments. E-Guitar Interface Case Study." In *Xperimus 2022: Experimentation and Beyond in Music*. <https://danisantos.es/research/>.
- . 2023b. "The Electric Guitar: Forms of Augmentation and Their Use in the Contemporary Repertoire." NOVA Contemporary Music Meeting. <https://fabricadesites.fsh.unl.pt/ncmm/daniel-santos-rodriguez/>

- . 2025. “Estado de la Guitarra Eléctrica En Los Centros de Enseñanza de la Unión Europea.” to be submitted for publication.
- Schneider, John. 1985. *The Contemporary Guitar*. University of California Press.
- Schubert, Alexander. 2021. *Switching Worlds*. Wolke Verlag.
- Sharp, Elliott. 2019. *IrRational Music*. Terra Nova Press.
- Smith, John, and Lous Heshusius. 1985. “Closing Down the Conversation: The End of the Quantitative-Qualitative Debate Among Educational Inquirers”. *Educational Researcher* 15 (1): 4-12. doi: 10.3102/0013189X015001004.
- Stallman, Richard M. 2004. “Software Libre Para Una Sociedad Libre.” *Traficantes de Sueños*. <http://traficantes.net>.
- “Steve Reich Reflects on His Most Significant Works.” n.d. Accessed June 9, 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=yg7kKJsFpvc&t=2s>.
- Stravinsky, Igor. 1952. *Poetica Musical*. Buenos Aires: Emecé.
- Stroppa, Marco. 1999. “Live Electronics or Live Music? Towards a Critique of Interaction.” *Contemporary Music Review* 18 (3): 41–77. doi: 10.1080/07494469900640341.
- Sulistiono, Bambang Suhardi, and Susy Susmartini. 2020. “Design of Electric Guitar 8 Strings with Combination of Smartphone Devices as a Virtual Guitar Effect Using Reverse Engineering Method.” In *AIP Conference Proceedings* 2217: 030085. doi: 10.1063/5.0000703.
- Sullivan, John, Alexandra Tibbitts, Brice Gatinet, and Marcelo M. Wanderley. 2018. “Gestural Control of Augmented Instrumental Performance: A Case Study of the Concert Harp.” In *MOCO '18: Proceedings of the 5th International Conference on Movement and Computing* 26: 1-8. doi: 10.1145/3212721.3212814.
- Thomas Jameson, Benjamin. 2017. “Negotiating the Cross-Cultural Implications of the Electric Guitar in Contemporary Concert Music.” *PhD Thesis*. University of Southampton. Accessed July 8, 2025.
- Tod Machover. n.d. “Hyperinstruments MIT.” <https://opera.media.mit.edu/projects/hyperinstruments.html> Accessed July 8, 2025
- Tomaro, Robert. 1994. “Contemporary Compositional Techniques for the Electric Guitar in United States Concert Music.” *Journal of New Music Research* 23 (4): 349–67. doi: 10.1080/09298219408570664.
- Truax, Barry. n.d. “The World Soundscape Project.” Accessed July 8, 2025. <https://www.sfu.ca/sonic-studio-webdav/WSP/index.html>

- Turchet, Luca. 2017. "The Hyper-Mandolin." In *AM'17: Proceedings of the 12th International Audio Mostly Conference on Augmented and Participatory Sound and Music Experiences* 1: 1-18. doi: 10.1145/3123514.3123539.
- . 2018. "Some Reflections on the Relation between Augmented and Smart Musical Instruments." In *AM '18: Proceedings of the Audio Mostly 2018 on Sound in Immersion and Emotion* 17, 1-7. doi: 10.1145/3243274.3243281.
- Turner, George. 2015. "Electric Guitar Performance Techniques: Meaning and Identity in Written Discourse." PhD Thesis. The University of Sheffield. Accessed July 8, 2025.
- Vanags, Santis, and Rahims Geidarovs. 2021. "Concept of a Modular Electro-Acoustic Stand for Research and Education." In *2020IEEE 8th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE) – Proceedings*, 1-6. doi: 10.1109/AIEEE51419.2021.9435793.
- Vasilakos, Konstantinos. 2016. "An Evaluation of Digital Interfaces for Music Composition and Improvisation." PhD Thesis. Keele University. Accessed July 8, 2025.
- Wanderley, Marcelo M. 2004. "Gestural Control of Music." In *Proceedings of the IEEE* 92, 632-44. doi: 10.1109/JPROC.2004.825882.
<http://recherche.ircam.fr/anasyn/wanderle/Gestes/Externe/kassel.pdf>
- Williamson, Nigel. 2013. "Eric Clapton Interview." Accessed July 8, 2025.
<https://web.archive.org/web/20141006102805/http://www.uncut.co.uk/eric-clapton/eric-clapton-on-cream-i-was-in-a-confrontational-situation-24-hours-a-day-feature#baiKuVbAWBgWC8yE.99>.
- Wittgenstein, Ludwig. 1968. *Los Cuadernos Azul y Marrón*. 2nd ed. Editorial Tecnos.
- Yao, Shu Nung. 2019. "Audio Effect Units in Mobile Devices for Electric Musical Instruments." *IEEE Access* 7: 159239–50. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2950780.

8. Anexos

8.1. Anexo A - Antecedentes: detalle documental y artículo manuscrito

8.1.1. Asistencia a congresos y simposios

Congresos:

- *Nova Contemporary Music Meeting: Musical Performance as Creation 2021* - Universidad Nova de Lisboa.
- *Xperimus 2022 Music and Beyond* - Casa Da Música de Oporto.
- *Multimodus 2022 International Conference on Sound and Image in Art & Design* - 2022 Portalegre.

Simposios:

- XCOAX - 2022 - Coimbra - Portugal.
- Simposio UPM - Madrid.

8.1.2. Artículos publicados

- Santos, D., & Portovedo, H. (2023). *The electric guitar forms of augmentation and their use in the contemporary repertoire*. *Nova Contemporary Music Journal*, 3(2), 129–140. ISSN 2184-5783.
- Santos, D., & Portovedo, H. (2023). *Human-centered computing in augmented instruments: E-guitar interface case study*. In *Xperimus: Experimentation and Beyond in Music*. Porto: Casa da Música. Recuperado de <https://danisantos.es/research/>
- Santos, D., & Portovedo, H. (2025). *Status of the electric guitar in higher education institutions in the European Union*. Manuscrito no publicado. Presentado como anexo de la tesis doctoral.

8.1.3. Composiciones

- *Corps Seul*, composición de guitarra eléctrica aumentada y medios tecnológicos para danza contemporánea.
- *Hipnótica*, composición para guitarra eléctrica aumentada.

8.1.4. Actuaciones

Tabla 8-1: Actuaciones

| Espacio | Población | Espectáculo | Fechas |
|---|-----------|-----------------------------------|--|
| Sala <i>Carme Teatre</i> | Valencia | <i>Corps Seul</i> | 2,3,4,5, 9, 10, 11 y 12 de marzo de 2023 |
| <i>L'Escorxador</i> | Elche | <i>Corps Seul</i> | 11 de mayo de 2024 |
| Sala <i>Carme Teatre</i> | Valencia | <i>Corps Seul</i> | 26 y 27 de septiembre de 2024 |
| Teatro Rosalía de Castro | A Coruña | <i>Corps Seul</i> | 4 de octubre de 2024 |
| Teatro Arniches | Alicante | <i>Corps Seul</i> | 23 de noviembre de 2024 |
| Teatro la Atlántida | Vic | <i>Corps Seul</i> | 27 de febrero de 2025 |
| Sala el Huerto | Gijón | <i>Corps Seul</i> | 30 y 31 de mayo de 2025 |
| DA2 - Museo de Arte Contemporáneo | Salamanca | <i>Hipnótica</i> | 3 de noviembre de 2023 |
| El Umbral de Primavera | Madrid | <i>Hipnótica</i> | 3 de diciembre de 2023 |
| RCSMM (Real Conservatorio Superior de Música de Madrid) | Madrid | <i>Recital Guitarra Eléctrica</i> | 21 de enero de 2023 |

8.1.5. Formación Académica

Se realizó una estancia doctoral de 5 meses en la Universidad de Aveiro, dentro del programa Erasmus Prácticas, con el objetivo de avanzar en la investigación de la tesis doctoral y formando parte del grupo de investigación "Performatividades Digitais e Tecnológicas".

Además, durante la realización de la tesis se cursó el primer ciclo de la carrera de Ingeniería de Sonido e Imagen en la Universidad Carlos III de Madrid para tener una imagen más clara del conjunto y una formación más transversal y multidisciplinar. Previamente se había cursado el máster de Nuevas Tecnologías de la Música Actual en Real Conservatorio Superior de Música de Madrid.

8.1.6. Artículo manuscrito: Status of the electric guitar in higher education institutions in the European Union

Status of the electric guitar in higher education institutions in the European Union

ABSTRACT

The electric guitar stands as one of the principal instruments developed in the last century, playing a crucial role in the creation of its popular music genres. The instrument has transcended geographical and cultural boundaries to become ubiquitous in our time, and in recent decades, it has captured the interest of composers and performers in contemporary classical music. However, its introduction into higher education has not been straightforward, hindered by both its rapid emergence and the biases against certain musical styles within academic institutions. This has led to a slow adoption, particularly within the European framework, which has lagged behind the Anglo-Saxon world in integrating the instrument. Nonetheless, in recent years, the opportunity to study electric guitar has expanded within European institutions, largely driven by the standardization of Pop Rock and Jazz programs. This article aims to assess the current state of the electric guitar in higher music education institutions across the European Union. A statistical prospective study has been conducted based on AEC (Association Européenne des Conservatoires) records, complemented by assessments from professional educators in the field. The goal is to quantify its presence in education,

compare teaching models and trends within a broad yet educationally homogeneous environment, and project both its current status and potential developments.

Keywords. Electric Guitar, Higher Education, European Union, Popular Music.

INTRODUCTION

There is broad consensus that the electric guitar became established in the jazz scene starting in 1935 (Mackie Banks 2013; Boone 2003). From its inception, the instrument was also associated with other styles of popular music in the United States, such as blues, country, and ragtime (Danaher 2014). The instrument emerged as a mass phenomenon and commercial success in the early 1950s with the rise of rock music, a trend that endures to this day, solidifying the electric guitar as a cultural symbol of American identity (McSwain 1995; Millard 2004; Martin and Lamond 2020). However, it was not until 1962 that the instrument entered academic education in the United States in a unique and somewhat controversial manner (Berklee 2024). Its inclusion in universities and conservatories began to generalize in the 1970s (Fitzgerald 2008). In Europe, courses for the electric guitar were introduced in conservatories during the 1980s (Kahr 2017), with the first bachelor's degree in jazz specializing in electric guitar offered in 1993 (Leeds Conservatory 2024), though verifying this information remains challenging due to a lack of bibliographical sources and studies on the subject.

Part of the controversy and educational restructuring in music has been tied to the academic teaching of certain musical styles, particularly jazz and pop-rock (Binkley 1969; Fowler 1970; Pembroke 1986; Hebert and Campbell 2000; Whyton 2016). The introduction of these styles in higher education institutions was accompanied by the inclusion of the electric guitar. Consequently, the instrument is often associated with specific musical genres rather than its organological characteristics, even though these are well-defined by its body, strings, pickups, range, and its reliance on amplification and electronics (Schneider 1985). Nonetheless, it is the relationship with popular music that has shaped educational programs and significantly influenced the pace of the instrument's institutionalization. Historically, the popular nature of classical guitar also posed challenges to its acceptance as a mainstream instrument in conservatories (Thomas Jameson 2017; Martín Gil 2023). Similarly, the electric guitar has

undergone a gradual acceptance and institutionalization process, which varies depending on geographic, cultural, and socioeconomic contexts (Clayton, Herbert, and Middleton 2003).

Studying its status in E.U. institutions offers substantial epistemological and comparative value, as member states represent a heterogeneous sample unified by a shared policy on higher education, the European Higher Education Area (EHEA) (Huisman et al. 2012; E.U. 2024). This policy aims to harmonize educational systems and qualifications through the Bologna Process, utilizing the *European Credit Transfer System* (ECTS) and the *European Qualifications Framework* (EQF) (Bohlinger 2019; Commission 2020). Additionally, music studies in Europe benefit from the A.E.C. *The Association Européenne des Conservatoires, Académies de Musique et Musikhochschulen* (AEC 1999; Gies 2019). By analyzing data from educational institutions, one can observe the pace of the instrument's adoption, the varying approaches and priorities, and common trends, offering a contemporary perspective on the historical process of the electric guitar as an academic instrument in Europe.

STATE OF THE ART

A systematic review of the existing literature, similar to those conducted in other studies (Pascual-Vallejo, Casillas-Martín, and Cabezas-González 2022), using the search terms "Electric Guitar" & Education and "Electric Guitar" & Teaching in WOS and Scopus, yields only 41 references. After applying the screening, eligibility, and inclusion criteria (Marín-Suelves, Méndez, and Monzonís 2022), this number is reduced to 17. These references can be categorized into four major areas related to the instrument: gender issues in electric guitar education, learning the instrument through video games, the use of the electric guitar as a teaching tool in STEM fields, and the electric guitar in academic education.

Within the last category, notable works include the systematization of repertoire from an Australian perspective (Lee 2015), a case study on higher education in Singapore (Francis and Dairianathan 2015), and research on other aspects of the instrument, such as distance education for electric guitar (Brndstrm, Wiklund, and Lundstrm 2012) or using the electric guitar to teach other music subjects, like harmony (Moir, Powell, and Dylan Smith 2019).

Further exploration of references on electric guitar education can focus on the styles most associated with the instrument, such as jazz guitar (Rodríguez and

Marone 2021; Kopiez 2003) or rock guitar (Maxwell Harrison 2017). Additionally, its relationship with classical guitar from a contemporary perspective is worth examining (Lacopo 2024).

Among the studies conducted by the AEC, the report on jazz and pop education in Europe (Posthuma 2001) stands out. It provides historical insights into the integration of these genres into higher education, as well as a statistical methodology and several case studies. However, it does not specifically address electric guitar cases.

Thus, no existing references address the teaching of the electric guitar in higher education institutions within the European Union or in any specific European country. This gap highlights the relevance and innovative nature of a study that provides data on its current status.

OBJECTIVE

The objective is to examine the current state of electric guitar education in higher education institutions across the European Union, focusing on:

The degree of implementation, specifically how many higher education institutions offer electric guitar studies, and its distribution.

Its educational characteristics, meaning the types of programs in which it is embedded.

Its current state, its most significant characteristics, and an overall evaluation.

The study involves the creation of a country-specific database, addressing the lack of detailed information found in major registries and search engines⁴⁸, and contributing valuable insights aligned with current trends in educational research (Romero and Ventura 2010), which emphasize data-driven approaches in

48 Especially the search engine <https://idmmei.org/> and the AEC database. The former is a global search engine for higher music education institutions, which, despite its great interest and usefulness, provides highly summarized descriptions of educational programs. Meanwhile, the AEC database has served as a framework for this study to select the institutions in the sample; however, when delving deeper into the educational pathways, it proves to be quite incomplete.

education. By organizing the data by countries and institutions, the study also holds added value for students and mobility programs.

Furthermore, to shape an assessment of the state of electric guitar education, the study includes a discussion with instructors regarding the instrument's role and typology, followed by a reflection on its current situation and potential evolution.

This reflection integrates the European Union's proposals for music education (Bújez and Mohedo 2012; Johansson and Georgii-Hemming 2021), the data collected during the research, teachers' perspectives, and insights from the existing literature. The goal is to evaluate whether the EU's theoretical guidelines align with the practical development of its educational programs.

METHOD

The method is structured in two phases. It begins with a descriptive research approach (Mikszta and Elpus 2018), organizing a list of higher education electric guitar programs in the EU. This data is then supplemented with evaluations provided by educators, allowing for a deeper understanding of the sample and perspectives that elude statistical analysis (Yilmaz 2013). The overarching methodological framework aligns with the paradigm advocating for the complementarity of qualitative and quantitative research (Smith and Heshusius 1985).

The first phase involved analyzing the 217 institutions registered in the A.E.C. (Marín Egoscozabal and Lafuente 2008), focusing exclusively on the 27 EU member states.⁴⁹ The analysis detailed the implementation of electric guitar studies in undergraduate and master's degree programs, their pedagogical pathways, and their curricula. After selecting the sample, a filtering process was carried out to exclude institutions that do not offer higher education degrees—specifically EQF6 or higher—those offering only EQF8 programs, and those with only one specialization. This narrowed the sample to 209 institutions across 23 countries.

⁴⁹ Both the A.E.C. and the educational framework of the Bologna Process include states that are not full members of the EU. To narrow the study to a more compact and consistent sample, only the 27 member countries have been included. Although the vast majority of higher education institutions in European countries are affiliated with the A.E.C., some are not, which will be taken into account in the subsequent analysis.

In the treatment of statistical data, the density of conservatories and electric guitar programs has been calculated in relation to the population. To achieve this, the number of inhabitants per conservatory and per electric guitar program is first determined for each country (European Union 2025).

In the first case, the total population of a country is divided by the number of higher music education institutions.

In the second case, the total population is divided by the number of electric guitar programs.

To facilitate the interpretation of these values, the following transformation is applied:

$$I = \frac{1}{H}$$

Where I represent the accessibility index and H the number of inhabitants per conservatory or electric guitar program.

This procedure allows access to these institutions to be expressed in direct relation: a higher value indicates greater accessibility. Finally, the resulting values are normalized on a scale from 0 to 10 to facilitate comparison and comprehension.

The second phase presents a set of opinions from some of the leading European educators of the instrument. This phase employed a method based on direct questioning, followed by in-depth exploration through response selection, and consolidation of key evaluations (Perkins 2013).

For data collection in the quantitative study of educational programs, a combination of two sampling methods was used. While significant information was obtained from the websites and published curricula of conservatories, all educational institutions were also contacted directly. Emails were sent to their administrative offices and guitar departments inquiring about electric guitar studies; 127 institutions responded personally, while information for the remaining 82 institutions was gathered from their online platforms. The contact formula used was as follows:

Does your institution offer an undergraduate (Bachelor) program for electric guitar? - EQF6

Does your institution offer a postgraduate (Master) program for electric guitar? - EQF7

If there is no specific electric guitar program, is it possible to play the instrument at your institution? (e.g., auditions, master classes, chamber music, elective courses, etc.)

The third question was specifically directed at institutions without an electric guitar program. Its aim was to determine whether the conservatory allows the practice of the instrument and is open to its potential inclusion in the future. Although these questions were designed for simple yes-or-no answers, most educators opted to provide more detailed explanations about the status of the instrument at their conservatory. These explanatory responses served as a foundation for gathering professional evaluations (Bresler 2021).

STATISTICAL ANALYSIS

1. Higher Education Institutions and Electric Guitar Programs

To introduce the analysis, Figure 1 presents the participating countries. This graph includes two bars: the first indicates the number of institutions offering electric guitar studies, while the second represents the total number of conservatories per country.

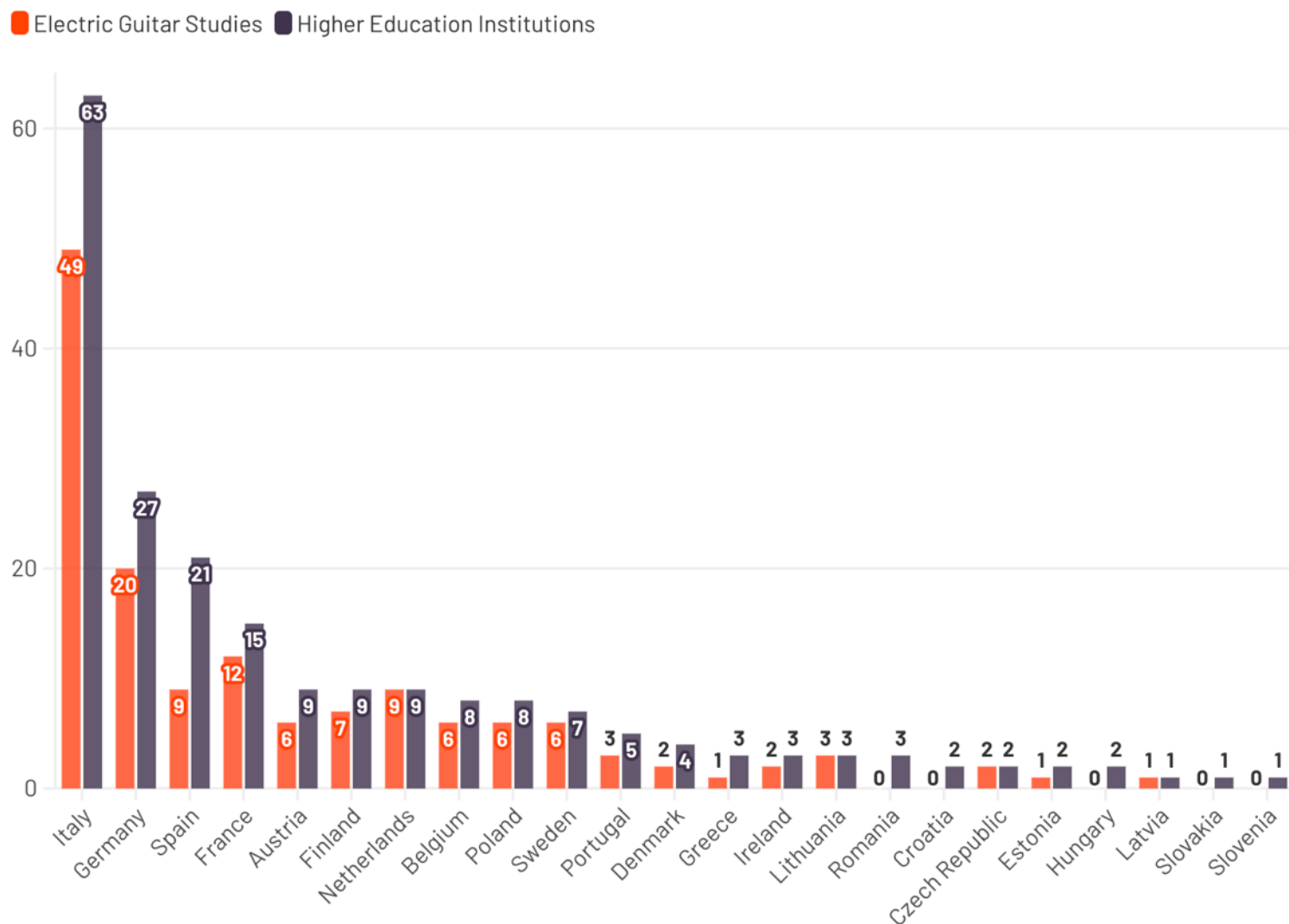


Figure 1: Institutions by country, showing the proportion of electric guitar programs

To complement this information, Table 1 displays the number of inhabitants per conservatory and per electric guitar program. Within the table, two coefficients are presented, whose graphical representation can be seen in Figure 2. As explained in the previous section, these values are calculated by inverting the values from Table 1 and then normalizing them on a scale from 0 to 10. The coefficients represent:

The proportional weight of conservatories per inhabitant in each country.

The proportional weight of higher education institutions offering electric guitar studies per inhabitant.

Table 1: Number of Inhabitants per Electric Guitar Program

| País | Hab/Institution | Hab/E.Guitar Prog | Inv. Hab/Institution | Inv. Hab/E.Guitar Prog | Norm. Hab/Institution | Norm. Hab/E.Guitar Prog |
|-------------|-----------------|-------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Austria | 1,02 | 1,53 | 0,980392157 | 0,653594771 | 6.08 | 4.05 |
| Belgium | 1,46 | 1,95 | 0,684931507 | 0,512820513 | 4.25 | 3.18 |
| Czechia | 5,45 | 5,45 | 0,183486239 | 0,183486239 | 1.14 | 1.14 |
| Croatia | 1,95 | | 0,512820513 | 0 | 3.18 | 0 |
| Denmark | 1,475 | 2,95 | 0,677966102 | 0,338983051 | 4.20 | 2.1 |
| Slovakia | 5,4 | | 0,185185185 | 0 | 1.15 | 0 |
| Slovenia | 2,1 | | 0,476190476 | 0 | 2.95 | 0 |
| Spain | 2,31 | 5,4 | 0,432900433 | 0,185185185 | 2.68 | 1.15 |
| Estonia | 0,7 | 1,4 | 1,428571429 | 0,714285714 | 8.86 | 4.43 |
| France | 4,54 | 5,68 | 0,220264317 | 0,176056338 | 1.37 | 1.09 |
| Finland | 0,62 | 0,8 | 1,612903226 | 1,25 | 10.00 | 7.75 |
| Germany | 3,08 | 4,17 | 0,324675325 | 0,239808153 | 2.01 | 1.49 |
| Greece | 3,46 | 10,4 | 0,289017341 | 0,096153846 | 1.79 | 0.59 |
| Hungary | 4,8 | | 0,208333333 | 0 | 1.29 | 0 |
| Ireland | 1,73 | 2,6 | 0,578034682 | 0,384615385 | 3.58 | 2.38 |
| Italy | 0,93 | 1,2 | 1,075268817 | 0,833333333 | 6.67 | 5.17 |
| Latvia | 1,9 | 1,9 | 0,526315789 | 0,526315789 | 3.26 | 3.26 |
| Lithuania | 0,96 | 0,96 | 1,041666667 | 1,041666667 | 6.46 | 6.46 |
| Netherlands | 1,97 | 1,97 | 0,507614213 | 0,507614213 | 3.15 | 3.15 |
| Poland | 4,575 | 6,1 | 0,218579235 | 0,163934426 | 1.36 | 1.02 |
| Portugal | 2,1 | 3,5 | 0,476190476 | 0,285714286 | 2.95 | 1.77 |
| Romania | 6,5 | | 0,153846154 | 0 | 0.95 | 0 |
| Sweden | 1,5 | 1,75 | 0,666666667 | 0,571428571 | 4.13 | 3.54 |

These indicators provide insight into the representation of music studies, both at a general level (the availability of higher education institutions) and at a specific level (the availability of electric guitar programs) in each country.



Figure 2: Proportional Coefficients of Higher Education Institutions and Electric Guitar Programs per Inhabitant

Figure 2 highlights two main trends:

Northern European countries with populations under 20 million exhibit the highest indices. These include the Baltic states (Estonia, Latvia, and Lithuania), the Scandinavian countries (Sweden, Finland, and Denmark), the Netherlands, Belgium, and Ireland.

In contrast, Eastern European and Balkan countries show significantly lower indices in terms of program representation per inhabitant. This includes Croatia, Slovakia, Slovenia, Greece, Hungary, and Romania.

Among the five most populous countries in the European Union (Germany, France, Italy, Spain, and Poland), a common pattern emerges: the coefficients for electric guitar studies range between 1 and 1.5. However, Italy stands out from this trend, reaching a coefficient of 5.17. This country is notable for its high number of conservatories per inhabitant, well balanced with its electric guitar programs.

Italy ranks third in the European Union in both categories, demonstrating a distinct exception compared to other highly populated countries.

This particularity in Italy reflects a degree of flexibility in educational programs within the broader European framework. While countries tend to converge in their statistics based on regional and demographic similarities, this convergence appears to be driven more by shared perspectives than by supranational curricular mandates.

One limitation of this analysis lies in the heterogeneity of the European population. Changes in countries with smaller populations produce more significant variations in statistical indices compared to larger countries with a greater number of higher education institutions. For example, if Slovenia adds one electric guitar program, its coefficient will increase by 2.95 points, whereas in Italy, an additional program will only raise the coefficient by 0.08 points.

For this reason, analyses of the relationship between higher education institutions and electric guitar studies are more reliable in countries with a higher overall representation. Figure 3 illustrates the percentage of conservatories offering electric guitar studies in countries with the highest representation.

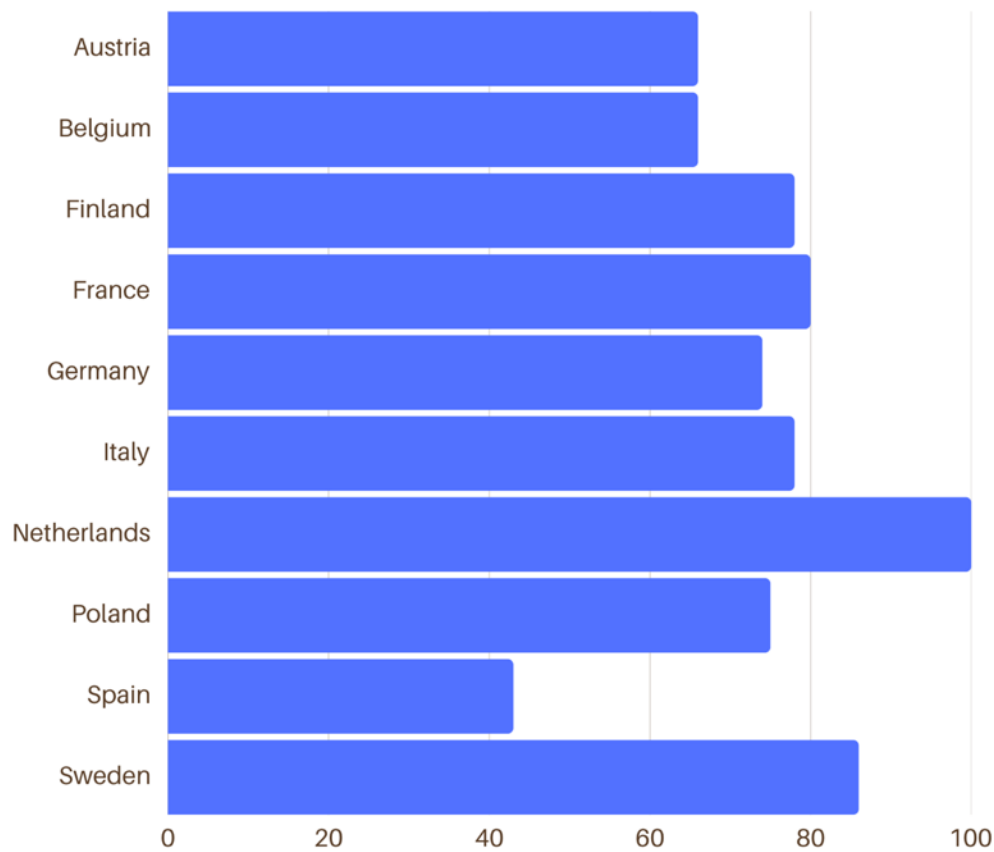


Figure 3: Relationship Between Higher Education Institutions and Electric Guitar Studies in the Most Represented Countries

This figure highlights the Netherlands, which has a 100% rate, while Spain shows the lowest percentage (43%), significantly lower than the rest of the countries, which range from 66% (Austria and Belgium) to 86% (Sweden). Germany (74%), Poland (75%), Italy and Finland (78%), and France (80%) also exhibit high values.

Overall, the relationship between conservatories per inhabitant and electric guitar education indicates a strong acceptance of the instrument. The average among the most represented countries is 74.6%, consistently exceeding two-thirds, except in the case of Spain. Comparing these data with the beginning of the century (Posthuma 2001) the expansion of electric guitar programs in some European Union countries has been remarkable.

In conclusion, although access to instrument education is generally high, significant geographical inequalities persist. These disparities make access considerably easier in some countries than in others.

The inequality particularly affects two key factors:

The presence of the instrument in most conservatories within a country provides an advantage for students in terms of location, as it facilitates the possibility of continuing their studies in their home city or region.

A low proportion of institutions per inhabitant and a limited number of institutions offering electric guitar studies make access especially challenging in certain countries.

As a result, a student in Spain or France has a lower probability of accessing electric guitar studies compared to those in Italy, Finland, or Sweden. Furthermore, the likelihood of having to relocate to another city is higher, which also impacts international mobility within the EU in contexts of student exchanges or the selection of destinations for higher education studies.

2. Specializations, EQF Levels, and Instrument Programs

To further the analysis, the instrument's specializations are examined in detail, showcasing stylistic and programmatic orientations. Table 1 specifies the names of institutions grouped by country and the distribution of specializations across institutions. This constitutes the most detailed, comprehensive, and compact document compiled on electric guitar programs within the European Union. The table is structured as follows:

| NETHERLANDS | B | BACHELOR | M | MASTER |
|------------------------------------|-----|----------------|-----|--------------|
| HKU University of the Arts Utrecht | YES | (1) JAZZ + POP | YES | (1) FLEXIBLE |

Figure 4: Standardization of Institution Tables and Their Programs

Yellow: Country name

Blue: Bachelor's programs

Orange: Master's programs

Gray: Institution name

When a bachelor's or master's program is not available, three additional visualization options are provided:

| | | | |
|----|--|----|--|
| NO | | NO | |
| NO | | NO | |
| NO | | NO | |

Figure 5: Standardization of Institutions Without Electric Guitar Programs

Red row: No option to study electric guitar

Blue text: No official electric guitar program. It is unclear whether the instrument can be used in other activities

Green text: No official electric guitar program. However, the electric guitar can be used in other activities

Finally, a set of abbreviations is provided to clarify the acronyms found in the institution names.

| | |
|--|--|
| HM:Hochschule für Musik | CS : Centro Superior |
| HMT:Hochschule für Musik und Theater | CNSMD: Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse |
| HMTM:Hochschule für Musik, Theater und Medien | ISMM: Istituto Superiore di Studi Musicali |
| HMDK:Hochschule für Musik und Darstellende Kunst | CSM: Conservatorio Statale di Musica |
| ESM: Escuela Superior de Música | CM: Conservatorio di Musica |
| CSM: Conservatorio Superior de Música | ESM: Escola Superior de Música |
| RCSM: Real Conservatorio Superior de Música | |

Figure 6: Institutional Acronyms

| SWEDEN | B | BACHELOR | M | MASTER |
|---|-----|---|-----|--------------------------------|
| SMI - Stockholm University Music Education | YES | (1) TEACHING PROGRAM | NO | |
| School of Music, Örebro University | YES | (1) JAZZ (2) POP | NO | |
| Royal College of Music in Stockholm | YES | (1) JAZZ | YES | (1) JAZZ |
| Malmö Academy of Music | YES | (1) TEACHING | YES | (1) TEACHING |
| Luleå University of Technology School of Music in Pitea | YES | (1) JAZZ (2) ROCK | YES | (1) RESEARCH |
| Ingesund School of Music Karlstad University | NO | | NO | |
| Academy of Music and Drama University of Gothenborg | YES | (1) IMPROVISATION (2) CONTEMPORARY (3) INDIVIDUAL | YES | (1) WORLD (2) IMPROVISATION |

Table 2: Higher Education Studies in Electric Guitar Within the EU

By analyzing global data, it is possible to determine the total number of institutions offering an electric guitar program and their distribution according to the following criteria: the number of institutions offering bachelor's or master's degrees, bachelor's or master's degrees in Jazz, Pop, Rock, or M.A.A. (Amplified Contemporary Music), bachelor's or master's degrees in Pedagogy or Teaching, and bachelor's or master's degrees in other specializations. Additionally, a graph is included to illustrate how many institutions offer more than one specialization at the bachelor's or master's level.

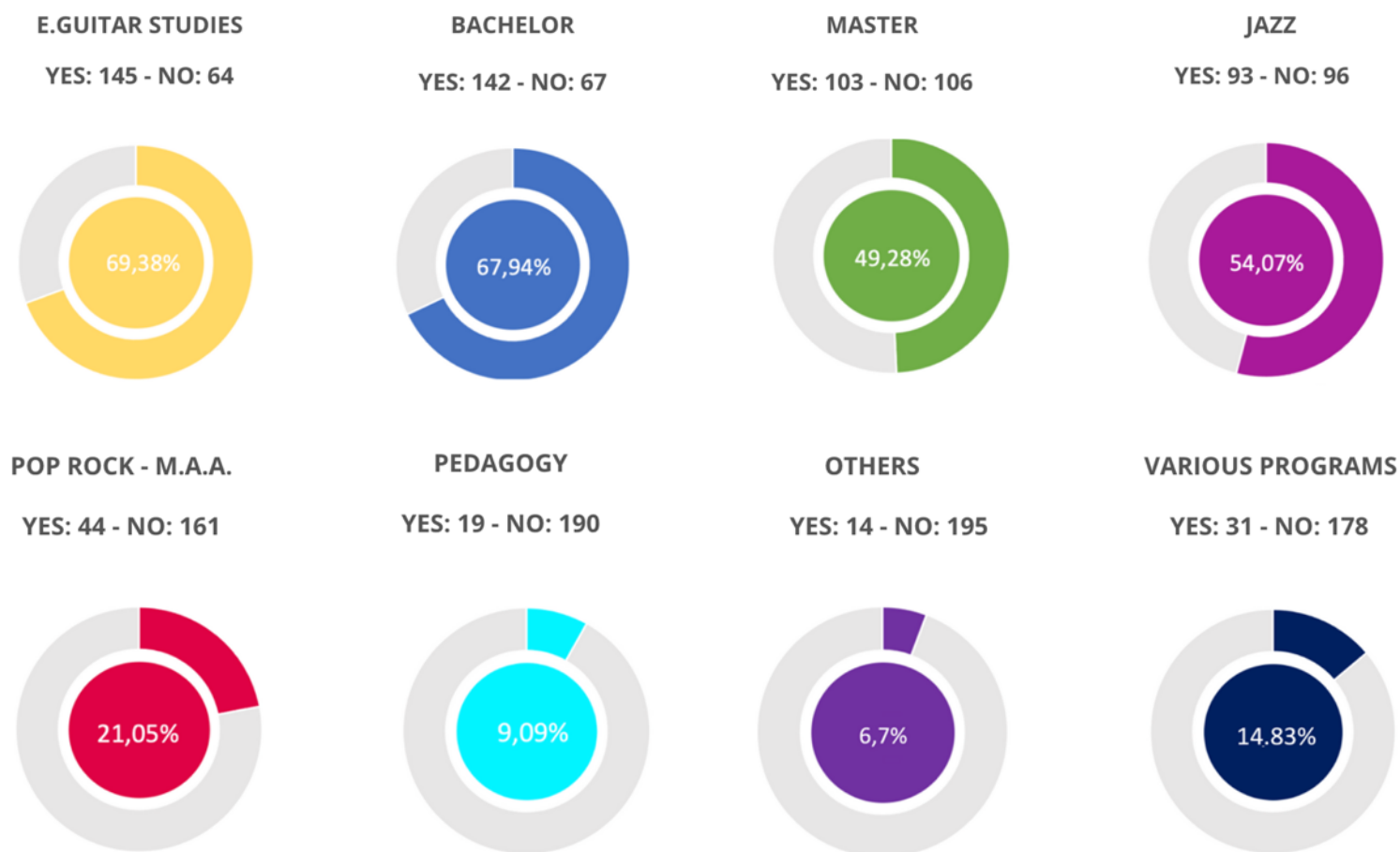


Figure 7: Numbers and Percentages of Institutions Based on Educational Offerings for Electric Guitar (Jazz, Pop-Rock-MAA, Pedagogy, Other Specializations, and Multiple Programs Including Bachelor's and Master's Studies)

In Figure 2, it can be observed that 69.38% (145 out of 209) of the European higher education institutions surveyed offer at least one electric guitar program, and nearly all of them (except for three) include a bachelor's program. This suggests that access to electric guitar education represents a significant percentage, confirming the findings from the previous subsection.

Regarding the EQF levels, although master's programs account for 49.28% of the total institutions, this figure rises to 71% when considering only those institutions that offer electric guitar programs. This indicates that, in addition to the widespread availability of bachelor's programs, there are considerable opportunities to pursue a master's degree in the field. Furthermore, it is common for students to continue their studies at the same institution.

As for specializations, Jazz is by far the most predominant, with a significant gap compared to the next category, Pop - Rock - M.A.A. There are 69 more Jazz programs than Pop and 94 more Jazz programs than Pedagogy, while the remaining specializations are scarce and also highly fragmented. However, a considerable number of institutions (31) offer multiple specializations.

It is interesting to note how specializations are distributed by country. Belgium, Poland, Spain, Portugal, and the Czech Republic offer only jazz programs. Pedagogy is mainly concentrated in Finland, France, and Germany. Italy offers both Jazz and Pop-Rock, while other types of specializations are primarily found in Germany, Sweden, and the Netherlands. This once again highlights some of the patterns already noted in the previous subsection, namely the flexibility of study programs within the European framework, which, however, appears to be more limited at the national level.

3. Options for Institutions That Do Not Offer Electric Guitar Studies

Finally, it is essential to examine the characteristics of institutions that do not offer any electric guitar programs, as their approaches and differences provide valuable insight.

Among the 64 conservatories that do not have a bachelor's or master's degree in electric guitar: 24 do not offer any study options for the instrument. 21 have unclear options. 19 allow the electric guitar to be used in specific activities. In the last case, the institutions either allow or encourage the use of electric guitar in different contexts. These responses were collected as they offer insight into how an instrument can be gradually introduced into higher education institutions (Table 3).

The main reasons cited for electric guitar inclusion fall into the following categories: Its use in elective courses, and in some cases, as an elective instrument (e.g., as a second instrument). Its role in classical guitar studies, particularly within contemporary music repertoire. Its participation in recitals, auditions, and specialized courses, forming a diverse yet significant group of activities.

| Centros | Modalidades de Aprendizaje |
|--|---|
| Musikhochschule Lübeck | Existe la opción recomendada de estudiar a los principales compositores contemporáneos de eléctrica. |
| HM R. Schumann Düsseldorf | En los programas "Music and Media" and "Audio and Video" hay clases de Guitarra eléctrica. |
| HM Detmold | En las asignaturas optativas Jazz/Rock/Pop. |
| Univeristy of Music and Performing Arts Vienna | En el programa "Music Education for Voice and Instruments" como instrumento principal. |
| Univeristy of Music and Performing Arts Graz | Como segundo instrumento en los programas de "Teacher Training". |
| Conservatoire Royal de Musique de Mons | Dentro de la guitarra clásica en música contemporánea y en los cursos de improvisación y de lenguajes contemporáneos. |
| Conservatoire Royal de Liège | Los alumnos pueden proponer piezas en instrumento guitarra clásica y en música de cámara. |
| (IMEP) Namur | Incorporarán el plan de estudios de guitarra eléctrica próximamente. |
| Muzička Akademija Sveučilišta u Zagrebu | En la asignatura optativa de Jazz orchestra. |
| The Royal Danish Academy of Music | Hay posibilidad hablando con los profesores. |
| Rhythmic Music Conservatory (RMC) | Sin especificar |
| RCSMM de Madrid | En audiciones dentro del programa de máster Nuevas Tecnologías de la Música Actual. |
| ESM Reina Sofía | Sin especificar |
| CSM Manuel Castillo | Sin especificar |
| CSM de Vigo | En la asignatura optativa de Jazz. |
| CSM de Castilla y León | En audiciones de música contemporánea. |
| CSM "Bonifacio Gil", Badajoz. | En audiciones y en encuentros musicales. |
| CS Katarina Gurska | Sin especificar |
| Arts Academy at Turku University of Applied Sciences | Opcionalmente clases puntuales a los estudiantes de guitarra clásica. |
| Paris (CNSMDP) | Cursos individuales de guitarra eléctrica y master clases. |
| Municipal Conservatory of Pylaia-Hortiatis | Audiciones, master clases y workshops. |
| National Academy of Music in Cluj-Napoca | Abiertos a propuestas. |
| Ingesund School of Music Karlstad University | En el itinerario de Music Teacher. |

Table 3 - Optional Learning of Electric Guitar in Institutions Without Bachelor's or Master's Programs

TEACHING AND INSTITUTIONAL ASSESSMENTS

In addition to the statistical section that reflects various data, instrument professors have contributed to this study with their evaluations. These professors include Nico Couck from the Royal Conservatoire Antwerp, Giovanni Candia from the Saint Louis College of Music Rome, Michael Langkamp from HMT Hamburg, Niko Niquyst from Jamk University of Applied Sciences, and João Martins from the University of Aveiro. The final section of this article aims to compile opinions that clarify key issues regarding program diversity, sound aspects, and stylistic considerations

First, ideas about the relationship between classical and electric guitar in the field of contemporary music are discussed. Second, aspects of dual or mixed programs are analyzed. This is followed by an exploration of Jazz Guitar programs and the differences and relationships between Jazz, Pop, and Rock styles, as well as programs with greater stylistic freedom. Finally, pedagogy programs are considered, concluding with insights into the institutions' future plans regarding the expansion of electric guitar studies.

Electric guitar is gradually and secondarily gaining access to classical music programs. Classical guitar professor Nico Couck and the Royal Conservatoire Antwerp in Belgium encourage the practice of electric guitar in contemporary music through several optional programs: Secondary instrument from the third year of the Bachelor's degree (among classical guitar students, those without prior experience with a pick attend a reinforcement class, while those with experience are automatically transferred to the electric guitar subject). Electric guitar is also offered as an elective subject in the first years of the Bachelor's degree and throughout the two-year Master's program. Additionally, it is an optional instrument in the plucked-string ensemble, which is a mandatory part of the curriculum during Bachelor's and Master's studies. Moreover, classical guitar classes allow the performance of electric guitar repertoire.

This relationship between electric guitar and contemporary classical music is also present at various levels in institutions such as Hogeschool Gent School of Arts, Conservatoire Royal de Musique de Mons, Conservatoire Royal de Liège (Belgium), Musikhochschule Lübeck (Germany), CSM de Castilla y León, and RCSM de Madrid (Spain), among others.

Some institutions stylistically combine their programs, with the most common pairing being Jazz and Pop, though combinations such as Jazz and Classical or Pop and Classical also exist. These combinations raise questions about time distribution and the rationale behind grouping two styles together. HMT Hamburg in Germany is one of the few institutions that teach electric and classical guitar in combination. Professor Michael Langkamp explains the conservatory's perspective: students receive one hour of instruction for each instrument during the first three years, dedicating the final year exclusively to electric guitar. The inclusion of classical guitar aims to broaden students' competencies, enabling them to achieve a solid level in classical guitar that provides a more comprehensive understanding of music and the instrument

Undoubtedly, Jazz programs are the most prevalent in higher education for electric guitar (Fig. 7). Within these, many emphasize their Jazz Guitar identity, raising questions regarding style and instrument specificity. Can other types of guitars, such as acoustic, manouche, or amplified Spanish guitars, be used? Regarding sound, how does the curriculum address the sonic specificity (amplification, effects, new technologies) of the electric guitar?

Professor Giovanni Candia, Jazz Guitar instructor at the Saint Louis College of Music in Rome (Italy), responds to several of these questions. He highlights the difference in Italy between Jazz and Pop on a linguistic level, using jazz's orientation toward improvisation as an example and discussing distinctions in harmonic use, arrangements, and ensembles. However, he notes that this difference has diminished in recent years, primarily due to student initiatives to complement their knowledge, making style a relatively flexible topic. The primary instrument is undoubtedly the electric guitar, but courses and electives on acoustic and classical guitar are also offered. Regarding sound, this aspect is primarily covered in instrument classes, though additional courses take place in the sound studio, and live performances serve as experimentation spaces for sound.

A similar perspective is offered by Professor João Martins from the University of Aveiro, who states that while the program focuses on electric guitar, other types of guitars may occasionally be used when appropriate. The sonic aspect is mainly studied in instrument classes. Stylistically, the program is centered on jazz but remains open to a broad range of genres, including funk, blues, soul, bossa nova, and Latin jazz.

Some conservatories, such as HKU University of the Arts Utrecht (Netherlands), offer flexibility in subject and pathway selection in their master's program. This approach of detaching from specific styles is common in various master's programs, where theoretical, technical, and idiomatic depth is emphasized. Examples of such programs include HM "Franz Liszt" Weimar (Germany), Metropolia University of Applied Sciences, Sibelius Academy University of the Arts Helsinki (Finland), Luleå University of Technology, and Academy of Music and Drama at the University of Gothenburg (Sweden). A special case is the Conservatorium van Amsterdam in the Netherlands, which includes electric guitar in all its specializations.

Several institutions offering pedagogy programs, such as HMDK Frankfurt am Main (Germany), Pôle Aliénor (France), and Jamk University of Applied Sciences (Finland), emphasize that their programs also include a performance component. They highlight the importance of pedagogy programs in meeting the demand for electric guitar instructors while keeping the door open to performance-oriented specializations. Niko Niquyst, a professor at Jamk University of Applied Sciences, provides insight into Finland's electric guitar pedagogy studies, which are highly valued within the Finnish education system and culture. Students must be familiar with various styles (Pop, Rock, Soul, Blues, Jazz) and study a second instrument, such as piano, electric bass, or voice. Additionally, they acquire technological competencies in recording, editing tools, live sound, and digital presentation on social media platforms.

In France, two separate degrees distinguish between music instructors and performers: the Diplôme d'État de professeur de musique and the Diplôme National Supérieur Professionnel de Musicien. Electric guitar is studied in both, and the French pedagogy program uniquely incorporates stylistic specializations, such as Jazz or M.A.A.

Finally, the electric guitar continues to expand, evidenced by various institutions incorporating study plans that include it. HM Hanns Eisler Berlin/UDK (Germany) will launch its master's program in 2024/25. Akademia Muzyczna im. Grazyńy i Kiejstuta Bacewiczow in Lodz (Poland) introduced its master's program in 2023/24. IMEP Namur (Belgium) is in the process of developing a bachelor's program. CSM "Joaquín Rodrigo" in Valencia (Spain) is initiating procedures for a master's program, and Saint Louis College of Music in Rome is undergoing a similar process.

Contrasting this expansion, some institutions do not offer electric guitar due to lack of demand, as seen at CSM "Giulio Briccialdi" di Terni, or due to acoustic challenges, such as at ISSM Conservatorio "Guido Cantelli" in Novara (Italy). Others, like the Academy of Performing Arts Bratislava (Slovakia), Arts Academy at Turku University of Applied Sciences, and Sibelius Academy University of the Arts Helsinki (Finland), focus on classical education. This perception, rooted in a more traditional stylistic view that does not recognize electric guitar as a classical instrument, remains one of the primary challenges in its expansion within music education.

CONCLUSION

Undoubtedly, the electric guitar is widely established in European higher education and continues to grow. Nevertheless, there are still countries and regions where access to studying the instrument remains challenging. Moreover, certain specializations are more readily available than others, which can significantly impact student mobility. Students are likely to take advantage of the unified European framework to pursue studies that are less established in their home countries

This inequality corresponds to specific geographic regions within the European Union. Notably, countries with smaller populations in Northern Europe show high representation rates, whereas Eastern European and Balkan countries exhibit lower representation. However, characterizing some of these countries is limited by the Union's demographic nature: significant population differences among member states mean that certain data changes disproportionately affect statistical indices. Thus, while the statistical study is generally useful for observing trends, it is not conclusive in some cases, particularly when dealing with the least represented countries.

Analyzing the most represented countries reveals the level of interest each nation has in higher education for electric guitar studies, with an overall high average—Spain being the exception. Additionally, the most populous countries display very similar representation rates, except for Italy, which stands out as a notable outlier in all metrics. This indicates that while behavioral patterns exist, there is considerable flexibility in developing educational plans for higher music education.

A key idea derived from both professors' arguments and statistical behaviors is the influence of cultural and political factors on the reception of the electric guitar.

Northern European countries have been the entry point for jazz into the continent, with some—like France—having played a significant role in the genre's development. Furthermore, Europe's post-World War II landscape facilitated the presence of international artists in these countries, unlike the Iberian Peninsula or the Balkans, which gained similar access only many years later. Cultural identity traits, such as Finland's emphasis on pedagogy or Spain's strong classical guitar tradition, also impact how the electric guitar is assimilated.

A study of specializations and educational programs clearly shows that the growth of higher education in electric guitar has been driven by the inclusion of jazz and pop-rock styles in universities and conservatories. Comparatively, from 2001 (Posthuma 2001), to the present, progress has been exceptional. For example, Italy and Spain expanded from having 1 and 2 institutions with electric guitar programs to 49 and 9, respectively. The increased cultural status of popular music within European education has been the main driver of electric guitar instruction. Additionally, the conversation with the professors suggests that these styles based on popular music are somewhat more open than their name implies and can interrelate and expand to some extent.

Nevertheless, some institutions offer programs that are not centered on modern music styles, opting instead for diverse and flexible approaches, including pedagogy-focused programs. In this regard, the distribution of specializations by country is quite clear: most focus on jazz, with fewer embracing pop-rock, and a minority offering alternative options. Two contrasting career perspectives also emerge, one oriented toward future work in instrument teaching and another aiming to integrate electric guitarists into the music industry. The article *Licensed to Rock* presents a case study in the Netherlands, where educational centers direct guitarists toward the industry, achieving a positive perception among students (Everts, Berkers, and Hitters 2024).

The electric guitar's role in contemporary classical music is another significant area. Although some conservatories permit and even encourage its use, there are no specific programs dedicated to this style within the instrument's study. This has led to a transfer of classical guitarists to the increasingly in-demand electric guitar specialization. Banks' dissertation (Mackie Banks 2013) notes that certain composers (Billone 2024) are requesting this stylistic specificity. Changing the perception of the electric guitar as being restricted to popular music is one of the instrument's main challenges. This may eventually lead to the incorporation of

undergraduate and/or master's programs that address this issue, potentially in the form of combined classical and contemporary electric guitar curricula.

Linking this reasoning to the current instrumental blending (primarily electric and acoustic guitars) in jazz and pop-rock programs, it is likely that the use of guitars in higher education institutions will continue to become more flexible, culminating in the concept of the guitar as an instrumental family. Institutions like HMT Hamburg, which offer mixed programs, or initiatives in Antwerp aimed at bringing electric guitar closer to classical guitar students, reinforce this idea. Similar to other disciplines—primarily percussion and saxophone—future students may be required to study multiple instruments within the family before later specializing.

Sound is also a crucial area, distinguishing the electric guitar from other types of guitars. Its growing importance in the performance of popular music is reflected in several recent studies (Herbst and Vallejo 2024; Bromham and Moore 2023). To date, sound characteristics have been studied mainly in instrument classes; however, this area could be further developed as it intersects various fields of study, including performance, engineering (Holmes 2019), avant-garde experimentation (Sharp 2019), and artistic research.

Regarding the latter, European Union educational programs emphasize the importance of artistic research. Several texts (Dyndahl et al. 2017; Assis 2018) and previously mentioned articles (Bújez and Mohedo 2012; Johansson and Georgii-Hemming 2021) discuss the inclusion of research in artistic practices from various perspectives. Although the present study does not analyze this curricular pathway, the electric guitar is also being examined from this angle, combining recent technological developments (Lähdeoja and Navarret 2010), contemporary aesthetics, and performance (Perks and McGrath 2023).

BIBLIOGRAPHY

AEC. 1999. "The AEC Declaration."

Assis, Paulo. 2018. *Logic of Experimentation: Rethinking Music Performance through Artistic Research*. Leuven Uni.

Berklee, College. 2024. "<https://www.berklee.edu/about/brief-history>." August 14, 2024.

Billone, Pierluigi. 2024. "Yaron Deusch's Sgorgo Interpretation, Some Relevant Topics."
<https://www.pierluigibillone.com/en/texts/yaron-deuschs-sgorgo-interpretation-some-relevant-topics.html>. 2024.
<https://www.pierluigibillone.com/en/texts/yaron-deuschs-sgorgo-interpretation-some-relevant-topics.html>.

Binkley, Robert. 1969. "The New Rock and Music Education." *Music Educators Journal*, May, 31–33.

Bohlinger, Sandra. 2019. "Ten Years after: The 'Success Story' of the European Qualifications Framework." *Journal of Education and Work* 32 (4): 393–406.
<https://doi.org/10.1080/13639080.2019.1646413>.

Boone, Graeme. 2003. "The Cambridge Companion to the Guitar - The Guitar in Jazz." In , edited by Victor Anand Coelho. Cambridge University Press.

Bresler, Liora. 2021. "Qualitative Paradigms In Music Education Research." *Liora*. Vol. 16.

Brndstrm, Sture, Christer Wiklund, and Erik Lundstrm. 2012. "Developing Distance Music Education in Arctic Scandinavia: Electric Guitar Teaching and Master Classes." *Music Education Research* 14 (4): 448–56.
<https://doi.org/10.1080/14613808.2012.703173>.

Bromham, Gary, and Austin Moore. 2023. *Distortion in Music Production*. Routledge. www.routledge.com/Perspectives-on-Music-Production/book-series/.

Bújez, Alejandro Vicente, and María Teresa Díaz Mohedo. 2012. "New Challenges for Music Studies in Higher Education." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 69 (December):571–78. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.448>.

Clayton, Martin, Trevor Herbert, and Richard Middleton. 2003. *The Cultural Study of Music*. Routledge.

Commission, European. 2020. "The European Higher Education Area in 2020 Bologna Process Implementation Report Education, Audiovisual and Culture Executive Agency." Luxembourg. <https://doi.org/10.2797/851121>.

Danaher, William F. 2014. "The Making of a Cultural Icon: The Electric Guitar." *Music and Arts in Action* 4 (2).

<http://musicandartsinaction.net/index.php/maia/article/view/electricguitaricon>.

Dyndahl, Petter, Sidsel Karlsen, Siw Graabræk Nielsen, and Odd Skårberg. 2017. "The Academisation of Popular Music in Higher Music Education: The Case of Norway." *Music Education Research* 19 (4): 438–54.

<https://doi.org/10.1080/14613808.2016.1204280>.

E.U. 2024. "Rules and Procedures for the European Higher Education Area."

European Union. 2025. "Eurostat - Database." February 25, 2025.

<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

Everts, Rick, Pauwke Berkers, and Erik Hitters. 2024. "Licensed to Rock (or so They Say). How Popular Music Programmes at Higher Music Education Institutions Create Professional Musicians." *Cultural Sociology*.

<https://doi.org/10.1177/17499755241229475>.

Fitzgerald, Michael. 2008. "Jazz Archives in the United States." University of North Carolina.

Fowler, Charles. 1970. "The Case against Rock: A Reply." *Music Educators Journal*.

Francis, Larry Hilarian, and Eugene Dairianathan. 2015. "Teaching and Learning the Electric Guitar: A Case Study in a Singaporean Higher Education Teacher-Preparation Institution." *IASPM Journal*. International Association for the Study of Popular Music. [https://doi.org/10.5429/2079-3871\(2015\)v5i1.6en](https://doi.org/10.5429/2079-3871(2015)v5i1.6en).

Gies, Stefan. 2019. "AEC Vision & Mission."

Hebert, David G, and Patricia Shehan Campbell. 2000. "Rock Music in American Schools: Positions and Practices Since the 1960s." *International Journal of Music Education*, 14–22.

Herbst, Jan-Peter, and Alexander Paul Vallejo. 2024. *Rock Guitar Virtuosos*. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/9781009052962>.

Holmes, Ben. 2019. "Guitar Effects-Pedal Emulation and Identification." Queen's University Belfast.

Huisman, Jeroen, Clifford Adelman, Chuo-Chun Hsieh, Farshid Shams, and Stephen Wilkins. 2012. "The Bologna Process and Its Impact in the European Higher Area and Beyond." In *The SAGE Handbook of International Higher Education*, edited by T Adams, J.D. Heyl, H de Wit, and D.K. Deardorff, 81–100. SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.4135/9781452218397>.

Johansson, Karin, and Eva Georgii-Hemming. 2021. "Processes of Academisation in Higher Music Education: The Case of Sweden." *British Journal of Music Education* 38 (2): 173–86. <https://doi.org/10.1017/S0265051720000339>.

Kahr, Michael. 2017. "The Jazz Institutes in Graz Pioneers in Academic Jazz and Their Impact on Local Identity." *European Journal of Musicology* 16 (1): 45–59. www.kug.ac.at/fileadmin/media/planev_44/Dokumente/Downloads/.

Kopiez, Reinhard. 2003. "Expert Learning In The Domain Of Jazz Guitar Music." In *5th Triennial ESCOM Conference*, 430. Hanover: Hanover University of Music and Drama.

Lacopo, Emmanuel Jacob. 2024. "A Modular Artistic Practice for the Post-Classical Guitarist."

Lähdeoja, Otso, and Benoît Navarret. 2010. "The Electric Guitar : An Augmented Instrument and a Tool for Musical Composition." *Journal of Multidisciplinary Music Studies* 4 (2): 37–54. <https://doi.org/10.4407/jims.2010.11.003>.

Lee, Daniel. 2015. "A Global Approach to Guitar Tuition: Developing an Electric Guitar Meta-Canon." Darwin: Charles Darwin University.

Leeds Conservatory. 2024. "Jazz Program in Leeds Conservatory." 2024. <https://www.leedsconservatoire.ac.uk/about-us/about-leeds-conservatoire/about-leeds-conservatoire/>.

Mackie Banks, Zane. 2013. "The Electric Guitar in Contemporary Art Music." Sidney: University of Sidney.

Marín Egoscozabal, Ainhoa, and Carmen Lafuente. 2008. "Metodologías de La Investigación En Las Ciencias Sociales." *Revista EAN*, 5–18.

Marín-Suelves, Diana, Vicente Gabarda Méndez, and Nuria Cuevas Monzonís. 2022. "Music Education and Technology: Trends in Research." *Revista Electronica Complutense de Investigacion En Educacion Musical* 19:275–86. <https://doi.org/10.5209/reciem.74693>.

Martin, Chris, and Joe Lamond. 2020. "The 2020 NAMM Global Report."

Martín Gil, Damián. 2023. *The Classical Guitar in Spain, Portugal, Italy & Madrid*.

Maxwell Harrison, Clive. 2017. "Rock Guitar in the Conservatoire: The Confluence of Informal and Formal Music Education." In *College Music Symposium*.

McSwain, Rebecca. 1995. "The Power of the Electric Guitar." *Popular Music and Society* 19 (4): 21–40. <https://doi.org/10.1080/03007769508591605>.

- Miksza, Peter, and Kenneth Elpus. 2018. *Design and Analysis for Quantitative Research in Music Education*. New York: Oxford University Press.
- Millard, André. 2004. *The Electric Guitar- The Story of an American Icon*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.
- Moir, Zack, Bryan Powell, and Gareth Dylan Smith. 2019. *The Bloomsbury Handbook of Popular Music Education*.
- Pascual-Vallejo, César Daniel, Sonia Casillas-Martín, and Marcos Cabezas-González. 2022. "Creative Assessment Approaches to Human Interactions and Music Interfaces Technology. A Systematic Literature Review." *Revista Electronica Complutense de Investigacion En Educacion Musical*. Universidad Complutense Madrid. <https://doi.org/10.5209/reciem.77242>.
- Pembroke, Randall G. 1986. "Popular Music in Research Classroom." Kansas City.
- Perkins, Rosie. 2013. "Learning Cultures and the Conservatoire: An Ethnographically-Informed Case Study." *Music Education Research* 15 (2): 196–213. <https://doi.org/10.1080/14613808.2012.759551>.
- Perks, Richard, and John McGrath. 2023. *21st Century Guitar - Evolutions and Augmentations*. Edited by Richard Perks and John McGrath. Bloomsbury Publishing Pic.
- Posthuma, Sanne. 2001. "Professional Jazz and Pop Music Training in Europe."
- Rodríguez, Rubén, and Vittorio Marone. 2021. "Guitar Learning, Pedagogy, and Technology: A Historical Outline." *Social Sciences and Education Research Review*, 9–27. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5784696>.
- Romero, Cristbal, and Sebastin Ventura. 2010. "Educational Data Mining: A Review of the State of the Art." *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews*. Vol. 40. <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2010.2053532>.
- Schneider, John. 1985. *The Contemporary Guitar*. Los Angeles: University of California Press.
- Sharp, Elliott. 2019. *IrRational Music*. Terra Nova Press.
- Smith, John, and Lous Heshusius. 1985. "Closing Down the Conversation: The End of the Quantitative-Qualitative Debate Among Educational Inquirers."
- Thomas Jameson, Benjamin. 2017. "Negotiating the Cross Cultural Implications of the Electric Guitar in Contemporary Concert Music." Southampton: University of Southampton.

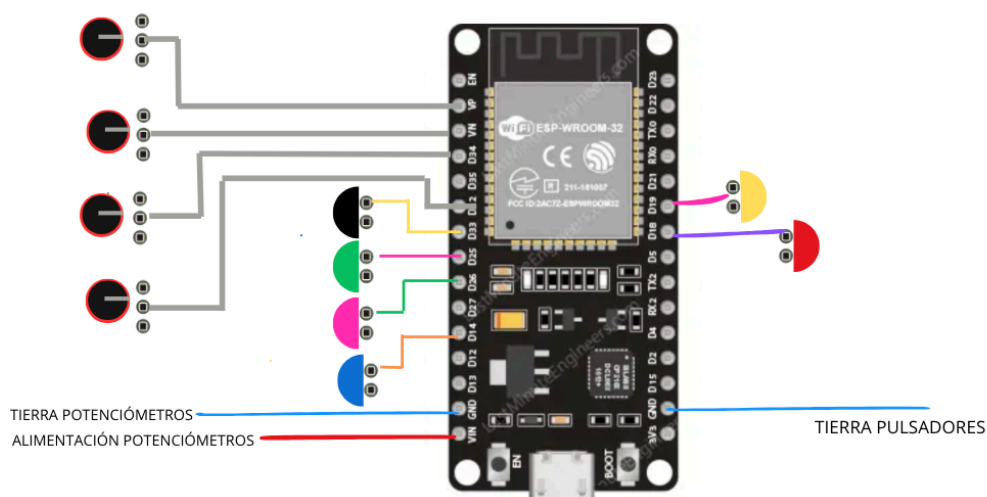
Whyton, Tony. 2016. *Brilliant Corners: The Development of Jazz in Higher Education*. Edited by Graham Welch and Ioulia Papageorgi. I. Ashgate Publishing Limited.

Yilmaz, Kaya. 2013. "Comparison of Quantitative and Qualitative Research Traditions: Epistemological, Theoretical, and Methodological Differences." *European Journal of Education* 48 (2): 311–25. <https://doi.org/10.1111/ejed.12014>.

8.2. Anexo B - Archivos para replicar la construcción de la interfaz manual

8.2.1. Esquemático y lista de materiales

- Placa ESP32
 - 6 Pulsadores de dos pines
 - 4 Potenciómetros de 5K
 - Una placa Protoboard
 - Cableado
 - Cable USB para conectar la ESP32 al ordenador durante la instalación y la depuración
- TODOS LOS POTENCIÓMETROS COMPARTEN LA MISMA TIERRA
 - TODOS LOS POTENCIÓMETROS COMPARTEN EL MISMO PIN DE ALIMENTACIÓN
 - TODOS LOS PULSADORES COMPARTEN LA MISMA TIERRA



8.2.2. Código

```
#include <BLEMIDI_Transport.h>
#include <hardware/BLEMIDI_ESP32.h>

BLEMIDI_CREATE_INSTANCE("MPROTOYPE", MIDI);

const int firstPin = 18; // Pin al que está conectado el pulsador
const int secondPin = 19;
const int thirdPin = 14;
const int fourthPin = 26;
const int fifthPin= 25;
const int sixthPin =33;

const int potPin1 = 39; //pin al que está conectado el potenciómetro
const int potPin2 = 36;
const int potPin3 = 34;
const int potPin4 = 32;

int exCC1 = 0;
int exCC2 = 0;
int exCC3 = 0;
int exCC4 = 0;

int aux = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  MIDI.begin(1);
  // Configura el pin del pulsador como entrada
```

```
pinMode(firstPin, INPUT_PULLUP);
pinMode(secondPin, INPUT_PULLUP);
pinMode(thirdPin, INPUT_PULLUP);
pinMode(fourthPin, INPUT_PULLUP);
pinMode(fifthPin, INPUT_PULLUP);
pinMode(sixthPin, INPUT_PULLUP);

}

void loop()
{

    int sensorPins[] = {39, 36, 34, 32}; // Pines analógicos para los potenciómetros

    // Lee el estado del pulsador

    int firstState = digitalRead(firstPin);
    int secondState = digitalRead(secondPin);
    int thirdState = digitalRead(thirdPin);
    int fourthState = digitalRead(fourthPin);
    int fifthState = digitalRead(fifthPin);
    int sixthState = digitalRead(sixthPin);

//PULSADORES

    if (firstState == 0) {
        // Envía un mensaje MIDI de "NoteOn" cuando se presiona el pulsador

        MIDI.sendNoteOn(67, 127, 1); // NoteOn, nota 69, velocidad máxima, canal 1
        Serial.println("Pulsador presionado 1, PIN 18.");
        delay(500); // Pequeña pausa para evitar rebotes
    }
}
```

```
if (secondState == 0) {
    // Envía un mensaje MIDI de "NoteOn" cuando se presiona el pulsador

    MIDI.sendNoteOn(65, 127, 1);
    Serial.println("Pulsador presionado 2, PIN 19.");
    delay(500); // Pequeña pausa para evitar rebotes

}

if (thirdState == 0) {
    // Envía un mensaje MIDI de "NoteOn" cuando se presiona el pulsador

    MIDI.sendNoteOn(70, 127, 1); // NoteOn, nota 69, velocidad máxima, canal 1
    Serial.println("Pulsador presionado 3, PIN 14");
    delay(500); // Pequeña pausa para evitar rebotes

}

if (fourthState == 0) {
    // Envía un mensaje MIDI de "NoteOn" cuando se presiona el pulsador

    MIDI.sendNoteOn(80, 127, 1); // NoteOn, nota 69, velocidad máxima, canal 1
    Serial.println("Pulsador presionado 4, PIN 26");
    delay(500); // Pequeña pausa para evitar rebotes

}

if (fifthState == 0) {
    // Envía un mensaje MIDI de "NoteOn" cuando se presiona el pulsador

    MIDI.sendNoteOn(72, 127, 1); // NoteOn, nota 69, velocidad máxima, canal 1
    Serial.println("Pulsador presionado 5, PIN 25");
    delay(500); // Pequeña pausa para evitar rebotes

}
```

```
if (sixthState == 0) {
    // Envía un mensaje MIDI de "NoteOn" cuando se presiona el pulsador

    MIDI.sendNoteOn(73, 127, 1); // NoteOn, nota 69, velocidad máxima, canal 1
    Serial.println("Pulsador presionado 6, PIN 36");
    delay(500); // Pequeña pausa para evitar rebotes

}

//Algoritmo de los potenciómetros
// Potenciómetro 1
leerPotenciotmetro(potPin1, exCC1, 2); // CC 2

// Potenciómetro 2
leerPotenciotmetro(potPin2, exCC2, 3); // CC 3

// Potenciómetro 3
leerPotenciotmetro(potPin3, exCC3, 4); // CC 4

// Potenciómetro 4
leerPotenciotmetro(potPin4, exCC4, 5); // CC 5

}

// Función para leer y enviar el valor de un potenciómetro
void leerPotenciotmetro(int pin, int &exCC, int controlChange) {
    // Leer múltiples valores del sensor y calcular el promedio
    int sensorValueTotal = 0;
    int numReadings = 10; // Número de lecturas para promediar
    for (int i = 0; i < numReadings; i++) {
        sensorValueTotal += analogRead(pin);
        delay(10); // Pequeña pausa entre lecturas
    }
}
```

```
int sensorValue = sensorValueTotal / numReadings;

// Mapear el valor del sensor (0-4095) a un rango MIDI (0-127)
int CC = map(sensorValue, 0, 4095, 0, 127);

// Histeresis para evitar pequeños cambios
if (abs(CC - exCC) > 1) { // Cambiar solo si la diferencia es mayor que 1
    MIDI.sendControlChange(controlChange, CC, 1); // Enviar el mensaje MIDI de
Control Change
    exCC = CC; // Actualizar el valor anterior
    Serial.print("Potenciómetro en el pin ");
    Serial.print(pin);
    Serial.print(" tiene un valor de: ");
    Serial.println(sensorValue);
}
}
```

8.2.3. Impresión 3D

Archivos

[.3mf](#)

[.stl](#)

8.2.4. Vídeos testing y montaje

Vídeo tutoriales del proyecto

[Vídeo testing](#)

[Vídeo montaje](#)

Repositorio con el proyecto completo

[ENLACE](#)

