



ESCUELA DE MÚSICA

SILENT SWITCH: MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PLUG-IN Y PLUG-OUT DE UN INSTRUMENTO MUSICAL CON ENTRADA DE 1/4 MEDIANTE UN PLUG CON SISTEMA MUTE.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Licenciado en Música

Profesor Guía

Pablo Quintero

Autor

Andrés Emilio Witt Borja

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

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

Pablo Quintero

CI. 1756916571

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

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

Pablo Novillo
CI. 1714731781

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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

Andrés Emilio Witt Borja

CI. 1721037230

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, mi papá y mi
memé que hicieron posible
este proyecto

RESUMEN

En la actualidad la industria musical mundial camina de la mano con la tecnología, y a su vez esta busca facilitar la relación que tiene el instrumentista con su instrumento. Se busca hacer más eficiente la interacción que existe entre un músico y su instrumento. De esta manera se han creado componentes como: vitelas, colgantes, pedales de instrumento o cables de instrumento que intentan cumplir con este propósito.

Es muy molesto y hasta peligroso tener que lidiar con el ruido que un amplificador, pedal de instrumento o cable de instrumento puede generar. Existen ya en el mercado soluciones como: pedales reductores de ruido, o cables con sistema de *mute*. En este último caso una solución costosa que indirectamente retira del mercado a cables de instrumento comunes.

Así, el presente proyecto parte de lograr una relación más ergonómica entre un instrumentista y el instrumento por medio del desarrollo de un adaptador con sistema de *mute*. La industria musical busca constantemente solucionar problemas que pueden crear algunos componentes usados en la creación de música, en este caso, componentes eléctricos como amplificadores o cables que debido a una mala conexión crean ruido.

El producto final de este proyecto es la creación de un dispositivo que puede ser acoplado a cualquier cable de instrumento común y le otorgue la característica de poder silenciarse o “mutearse”.

La importancia de este proyecto radica en que no busca desplazar del mercado o discontinuar el uso de los cables de instrumento comunes, sino en que estos sigan en vigencia. Al poder darles a los cables comunes la característica de poder integrar un sistema de *mute*, se ayuda a que estos no se conviertan en basura al ser reemplazados por un cable que posea un sistema *mute* integrado.

ABSTRACT

At present the world music industry goes hand in hand with technology, and in turn this seeks to facilitate the relationship that the musician has with his instrument. It seeks to make more efficient the interaction between a musician and his instrument. In this way components such as: picks, pendants, instrument pedals or instrument cables have been created that attempt to fulfill this purpose.

It is very annoying and even dangerous to have to deal with the noise that an amplifier, instrument pedal or instrument cable can generate. There are already solutions on the market such as: noise pedals, or cables with mute system. In the latter case an expensive solution that indirectly removes common instrument cables from the market.

Thus, the present project starts from achieving a more ergonomic relationship between an instrumentalist and the instrument through the development of an adapter with a mute system. The music industry constantly seeks to solve problems that can create some components used in the creation of music, in this case, electrical components such as amplifiers or cables that due to a bad connection create noise.

The final product of this project is the creation of a device that can be coupled to any common instrument cable and gives it the ability to be muted.

The importance of this project is that it does not seek to displace the market or to discontinue the use of common instrument cables, but that they remain in the market. By being able to give common cables the feature of integrate a mute system helps them not to become trash or being replaced by a cable that has an integrated mute system.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I: Búsqueda de información relevante y exploración manual.....	4
1.1. Jack, Plug y Adaptador.....	4
1.2. Plug.....	4
1.3. Jack.....	6
1.4. Adaptador.....	7
1.5. Señal balanceada y no balanceada.....	8
1.5.1. Señal balanceada.....	8
1.5.2. Señal no balanceada.....	9
1.6. Cable de audio	10
1.7. Ruido.....	10
1.8. Plug con sistema mute	11
1.9. Exploración manual de funcionamiento de adaptadores	12
1.10. Exploración manual de cable sin sistema mute	13
1.10.1. <i>Jack</i> sin sistema mute	13
1.10.2. Cable sin sistema mute	14
Capítulo II: Desarrollo de plugs con sistema de mute.....	15
2.1. Diseño de planos preliminares	15
2.1.1. Identificación del Ruido.....	16
2.1.2. Supresión de ruido.....	16
2.1.3. Diseño Eléctrico.....	17
2.2. Selección y compra de materiales	18
2.3. Desarrollo de planos de adaptador con sistema mute switch on/off	18
2.4. Montaje de adaptador con sistema de mute <i>switch on/off</i>	19

2.5. Elaboración del adaptador con sistema mute con pulsador....	21
Capitulo III: Evaluación de adaptadores con sistema mute.....	22
3.1. Evaluación de producto	22
3.1.1. Resultados de entrevistas	23
3.2. Evaluación de desempeño	24
3.2.1. Resultados de encuesta de desempeño.....	24
Conclusiones y Recomendaciones	26
REFERENCIAS	28
ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Plug</i> de 1/4 no balanceado (Beginner's guide to audio connections, 2015).....	4
Figura 2. <i>Plug</i> de 1/4 balanceado (Beginner's guide to audio connections, 2015)..	5
Figura 3. <i>Plug</i> de cobre recubierto de nickel (Izq.) y <i>Plug</i> de nickel recubierto de oro (Der.) (<i>Effectrode.com</i> , 2016).....	6
Figura 4. <i>Jack</i> de 1/4 Beginner's guide to audio connections, 2015.....	7
Figura 5. Adaptador de 1/8 a 1/4 (<i>newegg.com</i> , 2016)	7
Figura 6. Cable Balanceado (Beginner's guide to audio connections, 2015).	8
Figura 7. Cable no balanceado Beginner's guide to audio connections, 2015.	9
Figura 8. Cable coaxial Opening Lines: A Short History of Coaxial Cable	10
Figura 9. Circuit Breaker (http://www.start-playing-guitar.com/)	11
Figura 10. Adaptador de 1/8 a 1/4.....	12
Figura 11. Adaptador de 1/8 a 1/4 desmontado	12
Figura 12. <i>Plug</i> de cable para instrumento.....	13
Figura 13. Cable de instrumento	14
Figura 14. Cable de instrumento unido a <i>plug</i>	14
Figura 15. Diseño de adaptador con interruptor	15
Figura 16. <i>Jack</i> y <i>Plug</i> conectados por medio de un interruptor y condensador ...	16
Figura 17. Diseño eléctrico de adaptador con sistema de mute.....	16
Figura 18. Prototipo de adaptador con sistema mute de interruptor.....	18
Figura 19. Prototipo en caja de proyectos	19
Figura 20. Chasis del adaptador	20
Figura 21. Conexión de adaptador con interruptor fuera del chasis	20
Figura 22. Interior del adaptador (Izquierda) y Producto final (Derecha).....	21
Figura 23. Adaptador con pulsador fuera del chasis	22

INTRODUCCIÓN

En el momento en que las ondas sonoras de una guitarra se transformaron en electricidad comenzó la posibilidad de tener ruido (Burrows, 2015, p. 2). Si no se desconecta una guitarra adecuadamente es normal escuchar un fuerte ruido en el amplificador, este ruido aparte de ser molesto puede ser dañino para los oídos por los altos decibelios que produce (Álvarez, 2015, p.11).

Existen algunos factores que influyen en la conexión de un instrumento eléctrico que pueden causar este ruido: un mal amplificador, mala conexión eléctrica, entre otros, pero uno de los más comunes es el cable de instrumento. Existen actualmente en el mercado cables que brindan una solución al problema de generar ruido en el momento de *plug in* y *plug out* de una guitarra. Uno de estos posee un *switch* que “mutea” y “desmutea” el cable para que así se lo pueda desconectar en el momento requerido (Circuit Braker, 2016, párr. 1). Sin embargo, este requiere de la compra de un cable nuevo. De la misma manera existe en el mercado un *jack* que “mutea” el cable automáticamente al desconectarse, pero este requiere de la instalación y compra del cable por separado (Silent Plug, 2016, párr. 1).

Este proyecto plantea una solución más ergonómica y que no requiera de la compra de otro cable, sino el de otorgar esta característica de *mute* a los cables que se usan normalmente. Se logrará este objetivo por medio del desarrollo de un *plug* (adaptador) que se conecte al cable para que de esta manera este pueda silenciarse (“mutearse”).

Para esto se investigará en fuentes literarias el funcionamiento de los cables existentes que tengan la característica de *mute*, además de la investigación manual de dichos dispositivos.

Situación del problema

En la actualidad existe ya en el mercado dispositivos de audio que ofrecen la opción de “mutear” un cable de instrumento para mejorar la interacción con el instrumentista. Existe un par de problemas con estos dispositivos el primero es que son productos de importación, por lo cual su precio es elevado y su obtención suele ser complicada. Por otra parte el uso de estos ocasiona que los cables “antiguos” se descontinúen y con el paso del tiempo queden obsoletos, esto puede causar que cables de audio en buen estado entren en desuso y se conviertan en basura.

Justificación

Una buena parte de la industria musical se ha centrado en la investigación y diseño de elementos que ayuden a reducir la cantidad de ruido. Este puede ser generado por algún factor en específico al momento de tocar en vivo, grabar y producir música. Un ejemplo de esto, es la transformación del material aislante dentro de los cables coaxiales y como se han implementado nuevos materiales para disminuir el ruido que este pueda generar (Gil McElroy, 2001, p. 64).

En todo sistema de sonido ocurre que si algún cable se llegase a desconectar al estar este encendido, ocurrirá un desagradable ruido de impacto o impulso que puede llegar a generar daños y un porcentaje de pérdida de la audición (Álvarez, 2015, p.11).

Objetivos de investigación

Objetivo General: Mejorar el proceso de *plug-in* y *plug-out* de un instrumento musical con entrada de $\frac{1}{4}$ mediante un *plug* con sistema *mute*.

- **Primer objetivo específico:** Determinar el funcionamiento eléctrico de cables de instrumento musical con y sin sistema *mute* integrado mediante la recopilación de información relevante.
- **Segundo objetivo específico:** Desarrollar el *plug* con sistema *mute* con 2 diseños uno con interruptor de *on/off* y el otro con un pulsador.
- Evaluar el *plug* con sistema *mute* por medio de encuestas de satisfacción y *focus group* de usuarios que hayan utilizado el *plug*.

Capítulo I: Búsqueda de información relevante y exploración manual

1.1. *Jack, Plug* y Adaptador

Antes de entrar a tema es necesario especificar la diferencia entre un *jack*, un *plug* y un adaptador. En el libro *Beginner's Guide To Audio Connections*, Bartlet (2011) explica que, la mayoría de conexiones de instrumentos musicales hacia sus fuentes de sonido, se dan por medio de conectores de 1/4, siendo el emisor un *plug* y el receptor un *jack*. Estos pueden tener diferente tamaño, este tamaño esta medido en pulgadas. El tamaño de un *plug* y *jack* para un instrumento musical es de un cuarto de pulgada (1/4). Cuando se tiene un *plug* de un tamaño diferente al *jack* se utiliza un adaptador para poder realizar la conexión. Un adaptador no es más que un *plug* y un *jack* de diferente medida combinados en una sola pieza.

1.2. *Plug*

Un *plug* también es denominado como *TS* por sus siglas en inglés: *tip* y *sleeve* que significan punta y manga. Este es un *plug* monofónico, es decir, solo envía una señal, también se los llama no balanceados. Un cable de instrumento posee uno de estos *plug* de 1/4 en cada uno de sus extremos, la punta del *plug* esta soldada al conductor central mientras que la manga esta soldada a la malla. Un *plug TS* posee un anillo de color negro que separa la punta del *plug* de la manga del mismo. (Barlet, 2011, párr. 4).



Figura 1. *Plug* de 1/4 no balanceado

Tomado de *Beginner's guide to audio connections*, 2015.

Existe también otro *plug* de 1/4 denominado *TRS* por sus siglas en inglés: *tip*, *ring* y *sleeve*, o punta, anillo y manga. Este *plug* es estereofónico, es decir, que envía dos señales de audio. A diferencia de un *plug* no balanceado (Fig.1) este *plug* tiene dos anillos de color negro que dividen el *plug* en tres partes: punta, anillo y manga. Un *plug* estéreo es usado para conectar unos auriculares, ya que estos poseen dos entradas de señal, izquierda y derecha. (Barlet, 2011, párr. 4).



Figura 2. *Plug* de 1/4 balanceado

Tomado de Beginner's guide to audio connections, 2015.

Los primeros *plugs* TS eran fabricados de una aleación de cobre y zinc ya que son grandes conductores de electricidad, pero tenían un defecto, se oxidaban muy rápido y perdían fidelidad, inclusive el acto de insertar y remover el *plug* causaba desgaste. Años después se empezaron a elaborar *plugs* con cobertura de nickel que es un material mucho más resistente a la corrosión y desgaste, manteniendo el núcleo del *plug* de cobre o alguna aleación del mismo (Taylor, 2016, párr. 2).

Al buscar más fidelidad en la respuesta del cable, la industria empezó a hacer *plugs* con cobertura de oro ya que este material tiene mucha mejor conductividad que el cobre o nickel. La cantidad de oro que se usa en la cobertura es muy pequeña, y aunque el oro responde mejor a señales eléctricas, cuando el *plug* se desgastaba dejaba ver su núcleo de cobre y zinc. Por esta razón el *plug* de nickel sigue siendo una buena opción en la industria, ya que su duración es prolongada y su precio es menor a los *plug* recubiertos de oro. Pero si se necesita una respuesta en cuanto a calidad de sonido, el *plug* de oro es el que mejor desempeño tiene (Taylor, 2016, párr. 3).



Figura 3. Plug de cobre recubierto de nickel (Izq.) y Plug de nickel recubierto de oro (Der.)

Tomado de *Effectrode.com*, 2016

1.3. Jack

El *jack* es el receptor del *plug*, el conector hembra, siendo el *plug* el macho. Existen al igual que los *plugs*, los *jacks* mono y estéreo. El *jack mono* tendrá una señal de entrada y la tierra, mientras que el *jack estéreo* poseerá dos señales de entrada y la tierra. Los materiales de construcción son los mismos que el de los *plugs* como el nickel, cobre o zinc. Para distinguir un *jack* mono de un estéreo es necesaria la remoción del chasis ya que a simple vista no se puede diferenciar uno de otro. Otra forma es identificarlo en el empaque al momento de comprarlo. (Bartlet, 2011, párr. 4).

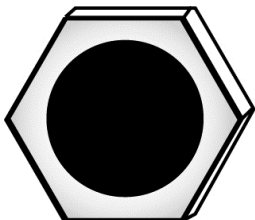


Figura 4. *Jack* de 1/4

Tomado de Beginner's guide to audio connections, 2015.

1.4. Adaptador

Un adaptador no es más que la unión de un *plug* de una medida con un *jack* de otra medida para poder realizar una conexión que lo requiera. Un ejemplo de esto es un audífono que posea un *plug* de 1/4 y se requiera conectarlo a un *jack* de 1/8. Entonces, se usará un adaptador con *plug* de 1/8 y *jack* de 1/4. Existen también adaptadores con un *plug* y *jack* de la misma medida pero con la diferencia de que transforman la señal de mono a estéreo o viceversa. (Newegg, 2017, párr. 1).



Figura 5. Adaptador de 1/8 a 1/4

Tomado de newegg.com, 2016

1.5. Señal balanceada y no balanceada

1.5.1. Señal balanceada

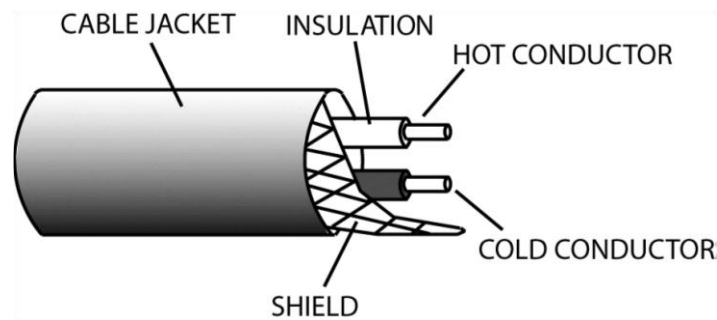


Figura 6. Cable Balanceado

Tomado de Beginner's guide to audio connections, 2015.

“Los cables están diseñados para llevar señales que pueden ser balanceadas o no balanceadas” (Bartlet, 2011, párr. 2). Una señal balanceada se caracteriza por emitirse dos veces, una positiva y la otra negativa viajando cada una por un cable diferente y volviéndose a unir cuando llegan al equipo de audio, la señal balanceada se usa para evitar la interferencia o ruido que una señal no balanceada podría tener. (Cladera, 2015, párr. 2). Debido a esto el precio de un cable balanceado suele ser mayor, también se los suele llamar cables de conductor dual, donde la malla es considerada fuera de los conductores interiores. Esto significa que en la malla no actúa señal de ningún tipo, su única misión es la de proteger los núcleos de interferencias electromagnéticas (motores, luces, aparatos eléctricos, etc.), a diferencia de los cables no balanceados. (Thompson, 2005, p. 160).

Cabe recalcar la diferencia con la señal estéreo, que envía dos señales diferentes. “Un ejemplo para una señal balanceada es un cable de micrófono. Un ejemplo para un señal no balanceada es un cable de guitarra” (Bartlet, 2011, párr. 5).

1.5.2. Señal no balanceada

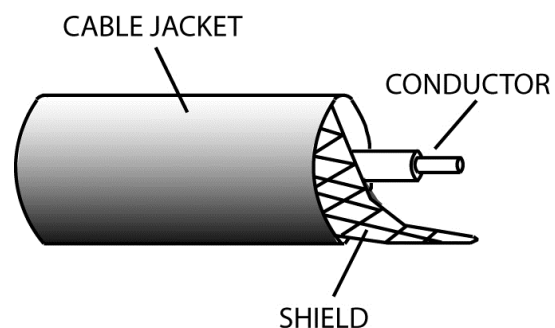


Figura 7. Cable no balanceado

Tomado de Beginner's guide to audio connections, 2015.

La señal no balanceada envía la señal por medio de un solo conductor, es una única señal desde su emisión hasta su recepción en el equipo de audio. La señal que envía un cable de guitarra es no balanceada y monofónica (una sola señal). (Bartlet, 2011, párr. 5). El precio de un cable no balanceado es menor al de uno balanceado ya que éste solo posee un núcleo en su centro. La malla de este cable tiene doble propósito, el primero al igual que el cable balanceado es la de proteger la señal de interferencias electromagnéticas y la segunda es la de ser vía de retorno para la señal. Por esta razón es más fácil tener ruido o interferencias en un cable no balanceado. (Thompson, 2005, p. 161).

1.6. Cable de audio

Al igual que el *jack* y *plug* el cable de audio para instrumento también tiene dos conductores: tierra y señal de audio. El cable más comúnmente usado es el cable coaxial. El cable coaxial consiste en dos conductores concéntricos que están separados por un material aislante. El del centro, el cual transmite la información, se llama “núcleo” y el de afuera, que sirve como tierra, se llama “malla”. Todo este conjunto está protegido por otro material aislante que es la parte visible del cable llamado cubierta exterior (Gil McElroy, 2001, p.63). Este cable fue inventado por Lloyd Espenschied y H. A. Affel en 1929.

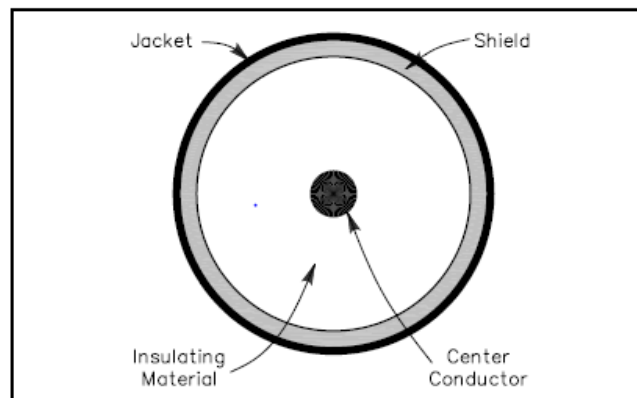


Figura 8. Cable coaxial

Tomado de *Opening Lines: A Short History of Coaxial Cable*

1.7. Ruido

Dentro de la industria musical se han realizado varias investigaciones sobre el diseño de elementos que ayuden a reducir la cantidad de ruido. Éste puede ser generado por algún factor en específico al momento de tocar en vivo, grabar y/o producir música. Un ejemplo de esto, es la transformación del material aislante

dentro de los cables coaxiales y cómo se han implementado nuevos materiales para disminuir el ruido que éste pueda generar (Gil McElroy, 2001, p. 64).

En el caso de que un cable se llegara a desconectar de un equipo de sonido al momento que esté encendido, éste puede producir un ruido desagradable o en ciertas ocasiones el impulso causado, podría generar daños y un porcentaje de pérdida de la audición (Álvarez, 2015, p.11).

Federico Miyara menciona en su libro “Acústica y Sistemas de Sonido” como el ruido puede generar pérdida de audición (hipoacusia), aun cuando este sea durante poco tiempo pero reiteradamente, como el ruido de conexión que el adaptador propuesto desea eliminar (Miyara, 2004, p.59).

1.8. Plug con sistema *mute*

El sistema *mute* consiste en un interruptor añadido al *plug* del cable de un instrumento, este interruptor cierra o abre el circuito eléctrico del cable. Cuando el circuito está cerrado el cable estará “muteado” (no sonará), y cuando el circuito se encuentre abierto, funcionará como un cable normal y transmitirá la señal del instrumento al otro extremo del cable (*Circuit Breaker*, 2016, párr. 1). Otra solución que se encuentra en el mercado es la venta de un *jack* con sistema *mute* integrado. Sin embargo, éste requiere instalación a un cable coaxial. El sistema de la marca *Neutrik* no posee ningún botón que permita manipular el funcionamiento del cable, el proceso de *mute* es automático al desconectar el mismo (*Silent Plug*, 2016, párr. 1).

En la siguiente figura se observa el cable “*Circuit Breaker*”. Éste posee un botón, que al estar activado el cable se encuentra “muteado”, y al estar sin presionar el cable funciona normalmente.

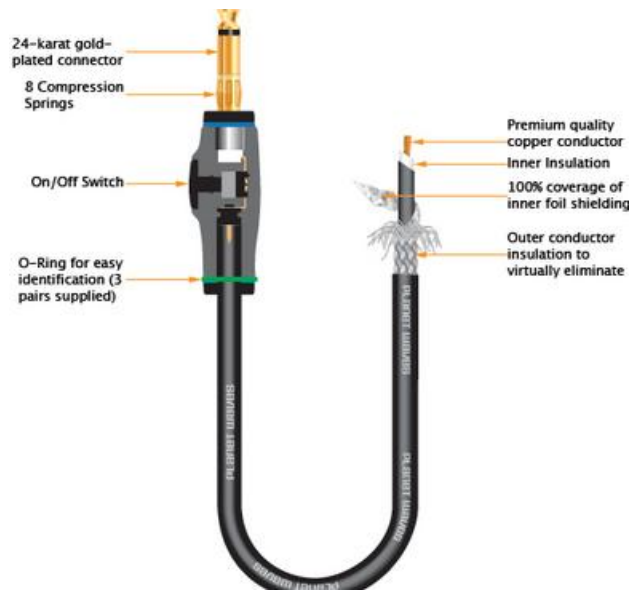


Figura 9. Circuit Breaker

Tomado de <http://www.start-playing-guitar.com/>

En la exploración manual de este cable se descubrirá más detalladamente el funcionamiento del este cable.

1.9. Exploración manual de funcionamiento de adaptadores

En la exploración manual se compraron cuatro adaptadores para ser estudiados, dos adaptadores de 1/4 a 1/8, y otros dos de 1/8 a 1/4. El objetivo de esta exploración manual fue descubrir el funcionamiento de un adaptador y de cómo logra cambiar el tamaño de las entradas y salidas. El primer *plug* en ser estudiado fue el de 1/4 a 1/8.



Figura 10. Adaptador de 1/8 a 1/4

El primer paso fue desmontar el chasis plástico que éste posee, y se encontró que su funcionalidad es muy simple. El plug tiene dos barras de metal que son las que hacen contacto con el *plug TS* de entrada (como se muestra en la figura 11), uno a la punta del *plug* y el otro a la manga del mismo. Estos dos se conectan a la punta y manga de la entrada del adaptador.

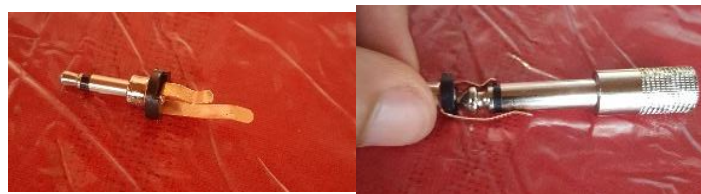


Figura 11. Adaptador de 1/8 a 1/4 desmontado

Al explorar el siguiente adaptador de 1/8 a 1/4, se encontró que el funcionamiento fue exactamente el mismo. La única diferencia es que el tamaño de la entrada es más pequeño ya que es entrada de 1/8 de pulgada.

1.10. Exploración manual de cable sin sistema *mute*

1.10.1. *Plug* sin sistema *mute*

Se desmanteló un cable de 1/4 no balanceado usado para instrumentos musicales eléctricos y se determinó su funcionamiento. Los extremos del cable son *plugs*, los mismos que se conectan a la guitarra y al amplificador respectivamente.



Figura 12. *Plug* de cable para instrumento

Un *plug* desbalanceado maneja dos señales por lo tanto el cable lo hará de igual manera. El *plug* que se muestra (Fig. 12) tiene dos terminales: una corta y una larga. La terminal corta envía señal a la punta del *plug*, mientras que la larga a la manga del mismo. Cabe recalcar que la punta del *plug* envía la señal de audio mientras que la manga actúa como tierra.

1.10.2. Cable sin sistema *mute*

El cable que se usa para instrumentos musicales se denomina desbalanceado, es decir que solo envía dos señales: tierra y señal de audio. El tipo de cable que se usa hasta la actualidad, desde su invención en 1929 por Lloyd Espenschied y H. A. Affel, es el cable coaxial. La energía que lleva un cable de instrumento es de aproximadamente 50 milivolios (mV), una guitarra eléctrica o un sintetizador producen la misma señal eléctrica, la cual necesita amplificarse por medio de un equipo de sonido como: consola, mezcladora, interfaz o amplificador. (Bartlet, 2011, párr. 2).



Figura 13. Cable de instrumento

En la exploración manual se encontró que la malla del cable (tierra) estaba soldado a la terminal larga del *jack* y el núcleo a la terminal corta (señal de audio).



Figura 14. Cable de instrumento unido a *plug*

2. Capítulo II: Desarrollo de *plugs* con sistema de *mute*

2.1. Diseño de planos preliminares

Para crear el diseño preliminar se contó con la ayuda de Andrés Vacas Andrade, un estudiante de ingeniería electrónica de 7mo semestre.

2.1.1. Identificación del Ruido

El ruido que un cable de instrumento genera al estar conectado a su salida de audio, más no al instrumento, se debe a que el cable, al no estar conectado a nada, o también llamado “flotando”, produce desgaste de energía y ruido en el amplificador (Maxim Integrated Products, 2003, párr. 1). Para comprobar lo mencionado anteriormente, se realizó una prueba en una maqueta de prototipos donde se conectó un *plug* a un *jack* y en medio de ambos se colocó un interruptor. De esta manera se podía conectar y desconectar el canal de audio, mientras el canal de tierra siempre permanecía conectado. El resultado fue que mientras el interruptor este encendido no producía ningún tipo de ruido, al contrario cuando el interruptor estaba apagado se podía escuchar un *hiss* (ruido de estática). Dado que la señal de audio fue cortada por el interruptor, el *jack* queda sin conexión y por ende genera ruido.

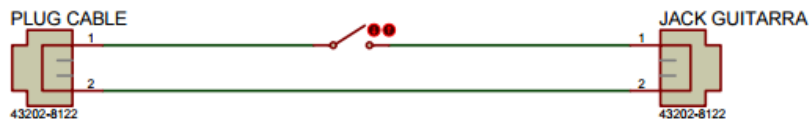


Figura 15. Diseño de adaptador con interruptor

2.1.2. Supresión de ruido

Para evitar que la señal de audio se quede flotando, se usó un capacitor que se encarga de cerrar el circuito. El capacitor es un dispositivo eléctrico que permite almacenar energía en forma de campo eléctrico. Es decir, es un dispositivo que almacena cargas en reposo o estáticas. Consta en su forma más básica de dos placas de metal llamadas armaduras enfrentadas unas a otras. El capacitor tiene la propiedad de abrir el circuito al terminar de cargarse (Carreras, 2009, párr. 1).

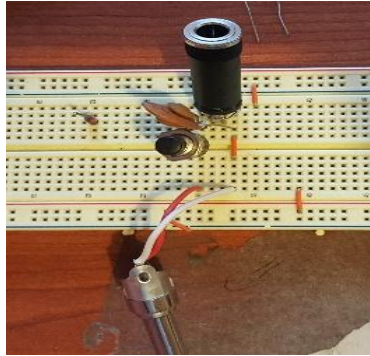


Figura 16. *Jack* y *Plug* conectados por medio de un interruptor y condensador

2.1.3. Diseño Eléctrico

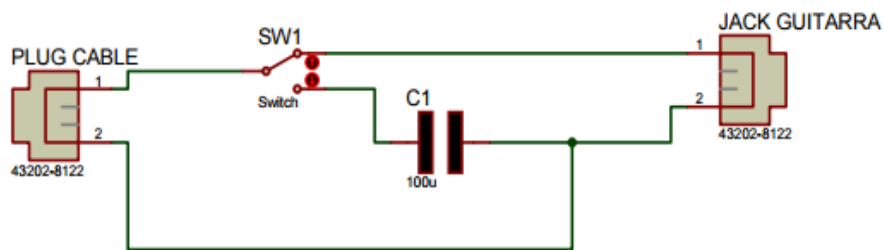


Figura 17. Diseño eléctrico de adaptador con sistema de *mute*

Se puede observar (Fig. 17) que mientras el interruptor está encendido, el condensador no está en uso. Debido a que un condensador almacena energía, es muy importante que éste no actúe mientras el adaptador está encendido ya que esto causaría pérdida en la señal que envía la guitarra. Cuando el adaptador está apagado la señal de audio se conecta con la señal de tierra causando que el capacitor se cargue para posteriormente abrirse. De ésta manera logramos que la señal de audio no permanezca flotando y al abrirse el circuito del capacitor se evite un corto circuito. El condensador usado es de 100 micro faradios (mF). Al ser de poca capacidad, se carga y abre su circuito más rápidamente.

2.2. Selección y compra de materiales

De acuerdo con el diseño preliminar los componentes electrónicos a usarse son:

- *Jack* de 1/4
- *Plug* de 1/4
- Pulsador de *on/off* de tres pines
- Interruptor *on/off* de tres pines
- Condensador de 100 mF
- Cables pequeños (*Jumper Wire*)

2.3. Desarrollo de planos de adaptador con sistema *mute switch on/off*

En el desarrollo de ambos adaptadores: interruptor y pulsador, se usó el mismo plano eléctrico ya que ambos funcionan de la misma manera. La única pieza que los diferencia son el interruptor y el pulsador respectivamente. Antes de construir el adaptador se realizó primero una prueba en una tabla de prototipos, de esta manera se aseguró el funcionamiento del dispositivo previo a su montaje.

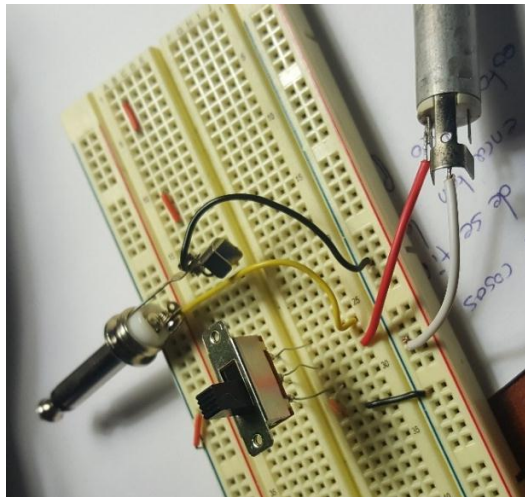


Figura 18. Prototipo de adaptador con sistema mute de interruptor

Al probar este prototipo se encontró que el interruptor usado, al ser de una calidad baja, causaba un pequeño ruido al encenderse. (Consecuencia que se quería evitar). Por esta razón, al ensamblar el primer prototipo en una caja de proyectos se usó un componente de mejor calidad.

2.4. Montaje de adaptador con sistema de *mute switch on/off*

Para el montaje del primer prototipo se usó una caja de proyectos y todo el circuito fue elaborado en una placa de cobre (Fig. 19). Al verificar su correcto funcionamiento se prosiguió con el proceso de miniaturización para montar el dispositivo en el tamaño de un adaptador.

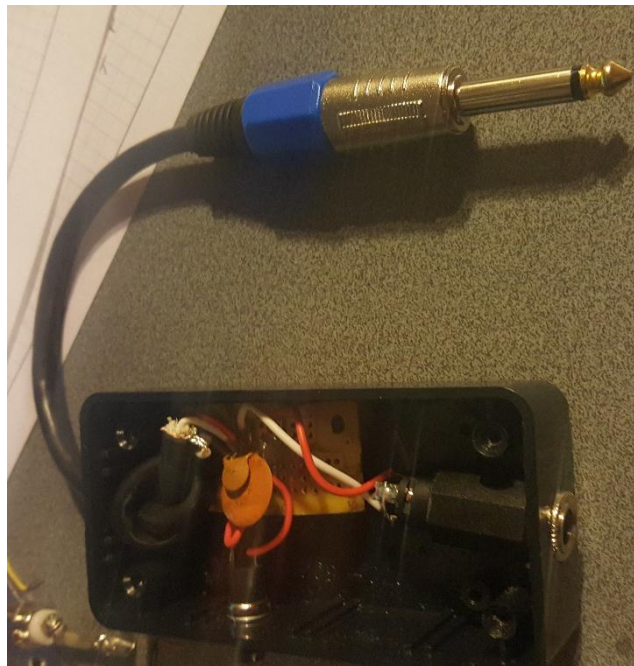


Figura 19. Prototipo en caja de proyectos

Se usaron exactamente los mismos materiales del prototipo para crear el adaptador. El chasis del *jack* se convirtió en el del adaptador. El primer paso fue realizar un agujero donde se colocó el interruptor.



Figura 20. Chasis del adaptador

Acto seguido, se soldaron todos los componentes eléctricos dentro del chasis, de esta manera al terminar con las soldaduras se pudo cerrar fácilmente todo el adaptador. Se utilizó como guía al modelo del prototipo para conocer la disposición en la que los cables y componentes iban unidos. En la figura (Fig. 21) se muestra cómo deben ir soldados los componentes por fuera del chasis (sólo para mejor visualización).



Figura 21. Conexión de adaptador con interruptor fuera del chasis

Como se puede observar en la figura 21, la conexión a tierra del *jack* dispone de una conexión en “Y” ya que se conecta directamente a la tierra del *plug* y al interruptor. De esta manera se logró que el capacitor sólo entre en funcionamiento cuando el interruptor está en la posición de *off*.

El último paso fue cerrar el adaptador y soldar el interruptor al chasis. En la figura 22 se observa el interior del adaptador (Izquierda) y el producto final (Derecha).



Figura 22. Interior del adaptador (Izquierda)
y Producto final (Derecha)

2.5. Elaboración del adaptador con sistema *mute* con pulsador

La elaboración del adaptador con pulsador fue exactamente la misma que la del adaptador con interruptor. La única diferencia, como su nombre lo indica, es que en vez de poseer un interruptor tiene un pulsador. La principal diferencia de éste

adaptador es que se muteará la señal solamente cuando se mantenga presionado el botón.



Figura 23. Adaptador con pulsador fuera del chasis

Al comparar el interior del adaptador con interruptor (Fig. 21) y el interior del adaptador con pulsador (Fig. 23) es visible que el único componente que los diferencia son su interruptor y pulsador respectivamente. El producto final del adaptador con pulsador es muy similar al adaptador con interruptor.

3. Capítulo III: Evaluación de adaptadores con sistema *mute*

3.1. Evaluación de producto

Se realizó un *focus group* con instrumentistas profesionales y no profesionales, dos de cada uno, para hablar de los adaptadores con sistema de *mute*. Se explicó el funcionamiento de cada uno de ellos, se realizó demostraciones y luego una encuesta a manera de entrevista grabada a dos instrumentistas profesionales y a dos no profesionales. En este caso estudiantes de último semestre de la escuela de música de la UDLA y estudiantes de otras carreras que son aficionados a algún instrumento musical eléctrico.

Adicional a las opiniones expuestas en el *focus group* se realizaron 5 preguntas puntuales a los encuestados:

- a) Como instrumentista, ¿Le parece útil el adaptador?, ¿Lo usaría?
- b) ¿Lo compraría?, ¿Cuánto pagaría por él?
- c) ¿Le gusta la forma estética de los adaptadores?, ¿Cómo la mejoraría?
- d) ¿Le gusta más el adaptador de interruptor o de pulsador?
- e) ¿En dónde le gustaría poder comprarlo?

3.1.1. Resultados de entrevistas

(Los audios de las entrevistas realizadas a los participantes del *focus group* se encuentran dentro del CD anexo a este documento.)

- a) Todos los entrevistados dieron una respuesta positiva a la primera pregunta, diciendo que les parece muy útil el dispositivo y que definitivamente lo usarían.
- b) Se llegó a un promedio de quince dólares como el precio que estarían dispuestos a pagar los encuestados por adquirir uno de estos adaptadores.
- c) Respondieron positivamente al diseño del dispositivo pero si hubo algunos comentarios y sugerencias para mejorar el dispositivo ergonómicamente. Utilizar plástico en vez metal para el chasis fue una de las sugerencias ya que al estar en constante contacto con la mano, el chasis de metal podría llegar a oxidarse y verse mal. El recubrimiento de plástico prevendría que esto suceda. Otra sugerencia muy importante fue la de crear un adaptador en forma de “L” para que de esta manera sea más cómodo enchufarlo a una guitarra. La última sugerencia fue que debería usarse un interruptor de pulsación en vez de uno de posición (en el caso del adaptador con interruptor).

- d) Todos los entrevistados mostraron preferencia por el adaptador de interruptor ya que les parecía mucho más fácil sólo mover el interruptor en vez de mantener presionado el botón del otro adaptador.
- e) Todos los entrevistados respondieron a que les gustaría encontrar éste dispositivo en tiendas de música y equipos de sonido.

3.2. Evaluación de desempeño

Se entregó el adaptador durante dos días a dos instrumentistas para que lo usen en distintos escenarios como: ensayos, presentaciones o sólo tocar en casa. Se les pidió calificar el desempeño del dispositivo con estas preguntas puntuales:

- a) ¿El dispositivo fue fácil de usar?
- b) ¿Cree que los materiales son los más apropiados?
- c) ¿El diseño es ergonómico?

3.2.1. Resultados de encuesta de desempeño

(Los audios de las entrevistas realizadas a los usuarios que probaron el desempeño del plug se encuentran dentro del CD anexo a este documento.)

- a) Los dos entrevistados respondieron que fue fácil usar el dispositivo pero que sería más cómodo que el adaptador de interruptor usara un interruptor pulsador.
- b) A diferencia de la respuesta de a la encuesta realizada en el *focus group*, los encuestados en este caso respondieron que les agrada que el chasis del adaptador sea metálico ya que es más resistente a caídas. Uno de los

encuestados confirmó esto, alegando que es muy normal lanzar los cables al suelo después de su uso.

c) Nuevamente se sugirió construir un plug en forma de “L” ya que sería mucho más ergonómico para conectar a una guitarra.

Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto expuesto mejora la interacción entre el instrumentista y el instrumento ya que el adaptador con sistema de *mute* evita el ruido en el proceso de *plug in* y *plug out*.

Mediante fuentes bibliográficas y exploración manual se llegó a entender el funcionamiento de cables de instrumento sin sistema *mute* y con sistema *mute*.

Para comprobar el funcionamiento del proyecto propuesto se desarrolló un prototipo (adaptador) con sistema *mute* integrado, que demostró que es posible contar con un dispositivo que elimina el ruido al momento de conectar y desconectar el instrumento.

Se evaluó el desempeño y la aceptación del adaptador con sistema de *mute* por medio de encuestas y entrevistas a músicos profesionales y no profesionales que fueron usuarios del prototipo, quienes mostraron gran aceptación hacia el dispositivo propuesto.

Al revisar los usos del adaptador con sistema *mute* se ha llegado a la conclusión de que aunque la idea nació para ser usada con instrumentos musicales, su uso puede fácilmente extenderse para algunas variedades de equipos de sonido, más concretamente a aquellos que utilicen entradas de 1/4. Equipos para presentaciones en vivo, estudios de grabación e incluso estudios de televisión encontrarán las facilidades y bondades de este dispositivo.

El costo de producción no excede los cinco dólares, y el precio de venta al público alcanzaría un mínimo de quince dólares. Según las entrevistas realizadas es un precio totalmente aceptable para los posibles usuarios. Este precio es mucho más económico que la opción actual del mercado para adquirir un cable de instrumento con sistema de *mute*, esto ayudaría a posicionar el producto dentro del mercado ecuatoriano.

RECOMENDACIONES:

Es necesario patentar el adaptador con sistema *mute* para iniciar la venta en masa. La sencillez y costo manejable harán de este dispositivo una idea que puede ser fácilmente plagiada.

La elaboración de un adaptador estéreo es totalmente factible y sería útil para equipos de audio que utilicen una señal estéreo.

Resultaría muy útil la creación de un adaptador con sistema de *mute* para cable XLR, que es frecuentemente usado en cables de micrófono.

La alianza con una empresa de manufactura sería clave para la producción en masa de los adaptadores con sistema de *mute* para lograr el costo y cubrir la demanda que el mercado requerirá.

REFERENCIAS

- Álvarez Bayona, T. (2015). *Aspectos Ergonómicos del Ruido*. Recuperado de:
<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>
- Bartlett, B. (2011). *Beginner's Guide to Audio Connections*. Recuperado de:
https://cdn.shopify.com/s/files/1/0247/3799/files/beginners_guide_to_audio_connections.pdf
- BBC. (2016). *The 19th Century plug that's still being used*. BBC Magazine.
 Recuperado de: <http://www.bbc.com/news/magazine-35253398>
- Burrows, T. (2015). *Breve Historia de la Guitarra Eléctrica*. Recuperado de:
<http://www.ubluthier.com/index.php?id=download&f=ubIH01.pdf>
- Carreras Gonzales, J. (2009). El Condensador. Recuperado de:
<http://www.monografias.com/trabajos67/capacitores-fisica/capacitores-fisica2.shtml>
- Cladera, D. (2015). Cable Balanceado y No Balanceado. Recuperado de:
<http://www.todoaltavoces.net/cable-balanceado-y-no-balanceado/>
- Maxim Integrated. (2003). *Avoiding Noise and Power Problems with Unused Op Amps*. Recuperado de: <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/1957>
- Miyara, F. (2004). *Acústica y sistemas de sonido*. 4ª.ed. BOGOTA: Sin editorial
- McElroy, G. (2001). *Opening Lines: A Short History of Coaxial Cable*. Recuperado de:
[http://www.rfcec.com/RFCEC/Section3%20%20Fundamentals%20of%20RF%20CommunicationElectronics/27%20%20RF%20FEEDLINE/RF%20Feedline%20%20Coaxial%20Cable%20A%20Short%20History%20\(By%20Gil%20McElroy,%20VE3PKD\).pdf](http://www.rfcec.com/RFCEC/Section3%20%20Fundamentals%20of%20RF%20CommunicationElectronics/27%20%20RF%20FEEDLINE/RF%20Feedline%20%20Coaxial%20Cable%20A%20Short%20History%20(By%20Gil%20McElroy,%20VE3PKD).pdf)
- Neutrik. (2016). *SilentPLUG*. Recuperado de:
<http://www.neutrik.com/en/audio/plugs-and-jacks/professional-1/4-plugs/silentplug/>

- Newegg.com (2016). Offex 6.35mm Mono Plug to 6.35mm Stereo Jack Adapter. Recuperado de: https://www.newegg.com/Product/Product.aspx?Item=9SIA00Z1C07952&cm_re=stereo_to_mono_adapter_-_9SIA00Z1C07952_-_Product
- PlanetWaves. (2016). *Circuit Breaker*. Recuperado de: http://www.planetwaves.com/pwProductDetail.Page?ActiveID=4115&productid=27&productname=Circuit_Breaker&sid=40b7c1f4-6989-4452-8e80-6d72ccfe6890
- Procosound. (2016). *Understanding Instrument Cables*. Recuperado de: <http://www.procosound.com/download/whitepapers/Understanding%20Instrument%20Cables.pdf>
- Ramcir_cjm.tripod. (s.f.) *Cable Coaxial*. Recuperado de: http://ramcir_cjm.tripod.com/Mvg.htm
- Start Playing Guitar. (2014). *The Circuit Breaker Cable*. Recuperado de: <http://www.start-playing-guitar.com/circuit-breaker-cable.html>
- Taylor, P. (2015). *Jack Plugs – The Gold, the Brass and the Cheap*. Recuperado de: <http://www.effectrode.com/jack-plugs-gold-brass-cheap/>
- Thompson, D. (2005). *Understanding audio: getting the most out of your project or professional recording studio*. Boston, USA: Berklee Press.

ANEXOS

Anexo 1. Preguntas de entrevista *focus group*

- a) Como instrumentista ¿Le parece útil el adaptador? ¿Lo usaría?
- b) ¿Lo compraría? ¿Cuánto pagaría por él?
- c) ¿Le gusta la forma estética de los adaptadores? ¿Cómo la mejoraría?
- d) ¿Le gusta más el adaptador de interruptor o de pulsador?
- e) ¿En dónde le gustaría poder comprarlo?

Anexo 2. Preguntas de entrevista a usuarios que probaron el adaptador

- a) ¿El dispositivo fue fácil de usar?
- b) ¿Cree que los materiales son los más apropiados?
- c) ¿El diseño es ergonómico?