

TRABAJO DE GRADO

**GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DE PEDALES ANÁLOGOS
DE DISTORSIÓN FUZZ**

POR:

SERGIO STIVEN MOSQUERA HINCAPIÉ

ANDRÉS FARLEY MIRA MENESES

WISTER FELIPE RESTREPO TABARES

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

PRESENTADO A LA FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES

TECNOLOGÍA EN INFORMÁTICA MUSICAL

MEDELLIN

AGOSTO 2014

1. Planteamiento del problema:

1.1 Justificación.

Nuestro principal objetivo es crear una guía para el ensamble, montaje y mantenimiento de pedales de efectos análogos, dirigida a la comunidad estudiantil para así fortalecer el conocimiento en electrónica que tenga como alternativa importante el uso de herramientas informáticas para realizar dichas acciones, ya que así podrían crear sus propios pedales de efectos y sabrían con exactitud la calidad de los componentes que adquieren en el mercado y cumplir sus expectativas, ahorrando así la contratación de terceros que quizá no estén tan preparados técnicamente para realizar este tipo de operaciones. Esta guía ayudaría al entendimiento de los circuitos integrados de una forma fácil y práctica, dado que mucha de la información de esta área no es muy amplia ni está muy abierta al público general; así que esta guía facilitaría el entendimiento de muchos conceptos, ayudaría a resolver muchas dudas que puedan existir en un estudiante durante su formación. Las prácticas en Electroacústica son escasas debido a que se requieren equipos y espacios acondicionados especialmente para esta labor, con herramientas informáticas y algunas de ellas libres se les abre las posibilidades de aprendizaje para experimentar e investigar con los diferentes conceptos conocidos, donde pueden crear y ver más claramente las rutas o flujos de señal electroacústica que va a procesar el diseño de su circuito pedal. Se trata entonces de desarrollar una metodología de montaje de pedales de efectos análogos por medio de software para fortalecer aprendizaje ya que está orientado a resolver problemas específicos en el campo de la Electroacústica con ayuda de herramientas informáticas, además la propuesta sirve para incentivar el desarrollo de futuros software de enseñanza en el área de las ciencias básicas del sonido profesional y nuevas propuestas a nivel cultural, educativo y social.

1.2 Objetivo general.

Diseñar una metodología de aprendizaje en el diseño, construcción y mantenimiento de pedales de efectos para cualquier tipo de instrumentos o fuente; por medio de una práctica guía diseñada completamente por nuestro grupo de investigación.

1.3 Objetivos específicos.

- Describir las diferentes metodologías actuales para el aprendizaje de la construcción y mantenimiento de circuitos electrónicos para pedales de efectos.
- Hacer el diagnóstico actual de los diferentes dispositivos o hardware que hay en el mercado actual.
- Diseñar un pedal de efectos y poner el esquema libre para que el usuario pueda tener acceso a este y pueda hacer uso de la guía para el mantenimiento de este.
- Comparar los resultados y definir la metodología más eficiente.

2 Marco teórico

2.1 Fundamento de electrónica para pedales

Vivimos en una era tecnológica y estar familiarizado con la electrónica nos puede ayudar mucho más con nuestros dispositivos musicales a la hora de ponerlos a funcionar porque de antemano entendemos como está construido, lo que necesita para su función de una manera correcta y para el mantenimiento de su dispositivo. La idea de tomar más control sobre la vida de uno aumenta la autoestima, lo que tiende a promover la confianza en todos los aspectos de la vida y no sólo la construcción de pequeñas cajas de efectos. También se dará cuenta que es más fácil personalizar los dispositivos y ajustarlos a sus necesidades. Si hay curiosidad por la construcción de algo, usted estará más inclinado a abrirlo y arreglarlo, ahorrando tiempo y dinero. En el proceso, usted experimentará una enorme cantidad de satisfacción personal.

Para esto lo primero que se debe saber es como leer esquemas electrónicos.

Escribir un esquema conceptualmente no es diferente a la notación musical: Es un conjunto de símbolos estandarizados que permiten comunicar sus con pensamientos que entienden el significado de estos símbolos. También al igual que la notación musical, algunas personas son muy ágiles para leer esquemas y saber exactamente lo que está pasando en un circuito.

2.2 Componentes electrónicos:

Condensador: Un condensador es técnicamente sólo un par de placas separadas por un aislante, es un dispositivo pasivo. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total.



Figura 1: Condensadores

Resistencias: Es a la igualdad de oposición que tienen los electrones al desplazarse a través de un conductor, en otras palabras oposición al paso de la corriente eléctrica. La característica más representativa de una resistencia es que tiene cuatro bandas de color. Estas bandas forman un código que indica el valor aproximado de la resistencia.

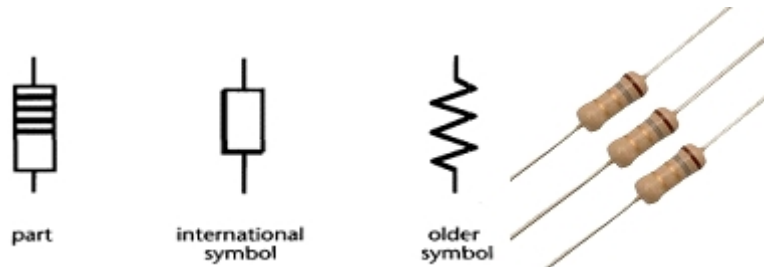


Figura 2: Resistencias

Transistores: Es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para producir una señal de salida en respuesta a otra señal de entrada. Cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.

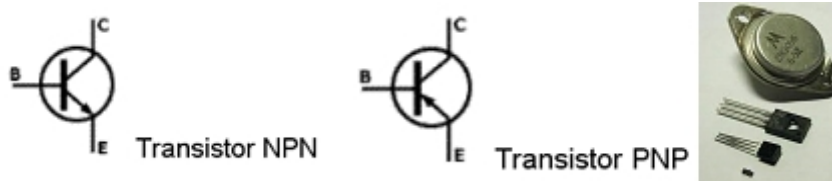


Figura 3: Transistores.

Diodos Zener: El diodo Zener es la parte esencial de los reguladores de tensión casi constantes con independencia de que se presenten grandes variaciones de la tensión de red, de la resistencia de carga y temperatura. Debe ser polarizado al revés para que adopte su característica de regulador de tensión.

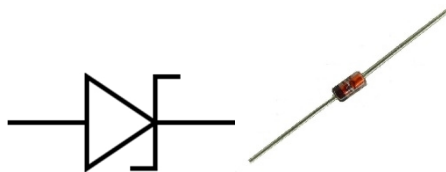


Figura 4: Diodos Zener.

Diodos normales: Componente electrónico que permite el paso de la corriente en un solo sentido. La flecha de la representación simbólica muestra la dirección en la que fluye la corriente. Constan de la unión de dos tipos de material semiconductor, uno tipo N y otro tipo P, separados por una juntura llamada barrera o unión.

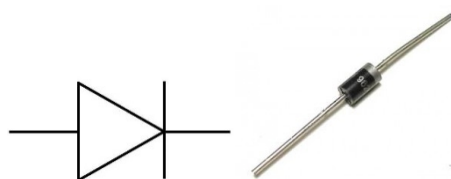


Figura 5: Diodos normales.

Potenciómetros: Un potenciómetro es una resistencia que podemos controlar su valor (resistencia variable). Entonces de esta forma podemos controlar indirectamente la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se lo conecta en paralelo, o la diferencia de potencial si está conectado en serie.

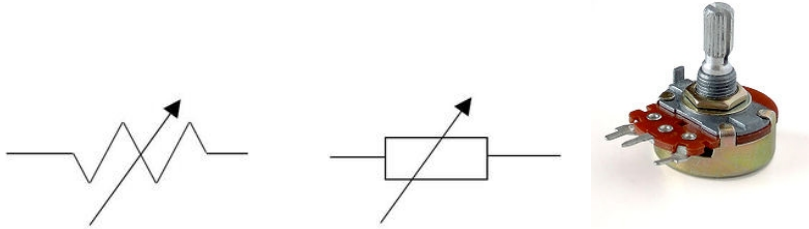


Figura 6: Potenciómetros.

Pick Up (Pastillas): Una pastilla es sólo un montón de cable enrollado alrededor de una barra de metal.

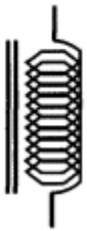
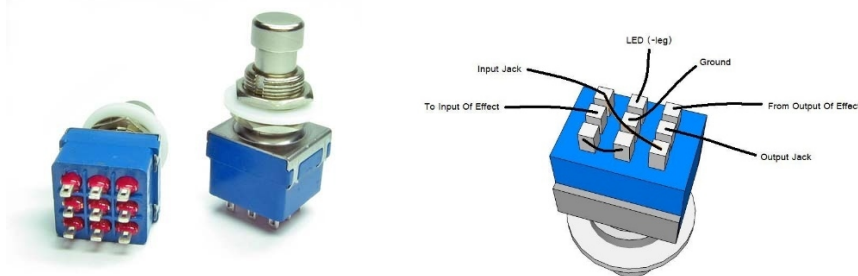


Figura 7: Pick Up (Pastillas).

Switch (Interruptor): Un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica en otras palabras Mecanismo destinado a abrir o cerrar un circuito



eléctrico.

Figura 8: Switch (Interruptor).

Conectores TS: Es un conector de audio utilizado en numerosos dispositivos para la transmisión de sonido en formato analógico. El conector mono tiene dos conexiones una es para el "tip" y la otra va al "sleeve" y esta es sellada. Se caracteriza por tener solo una raya negra.

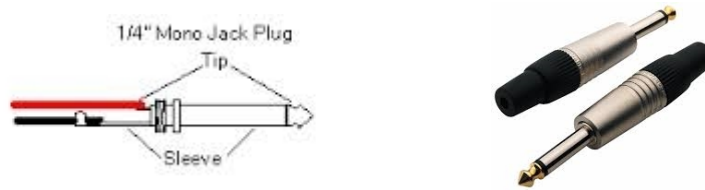


Figura 9: Conectores TS.

Conectores TRS: Tiene la misma función que el conector "TS" pero éste tiene tres conexiones: Tip, ring, sleeve. Se caracteriza por tener dos rayas negras.

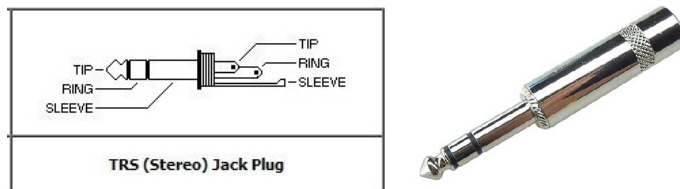


Figura 10: Conectores TRS.

Voltaje y tierra: Es una fuente de alimentación positiva o negativa también hay alimentación bipolar (que proporciona ambas tensiones positivas y negativas), normalmente un círculo símbolo (-) significa conectar ese punto hasta el punto de alimentación negativa, y un símbolo de un círculo (+) significa conectar ese punto a la alimentación positiva.



Figura 11: Voltaje y tierra.

Circuito: Es una red eléctrica (interconexión de dos o más componentes, tales como resistencias, inductores, condensadores, fuentes, interruptores y semiconductores) que contiene al menos una trayectoria cerrada.

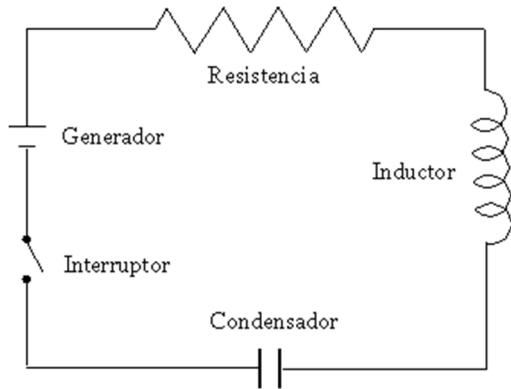


Figura 12: Circuito.

Placa de circuito impreso (PCB): Es una superficie constituida por caminos o pistas de material conductor laminadas sobre una base no conductora. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de los caminos conductores y sostener mecánicamente por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos.

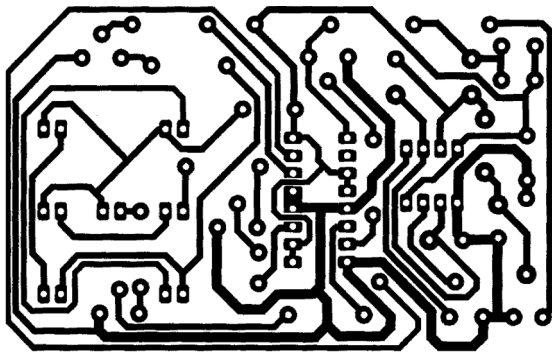


Figura 13: Placa de circuito impreso (PCB).

2.3 Funcionamiento del switch True Bypass.

En nuestro diseño los switches 3DPT están fuera de la tarjeta de conexión. Nuestro pedal usa el switch de modo bypass a modo. Se hizo la configuración mostrada en la siguiente figura.

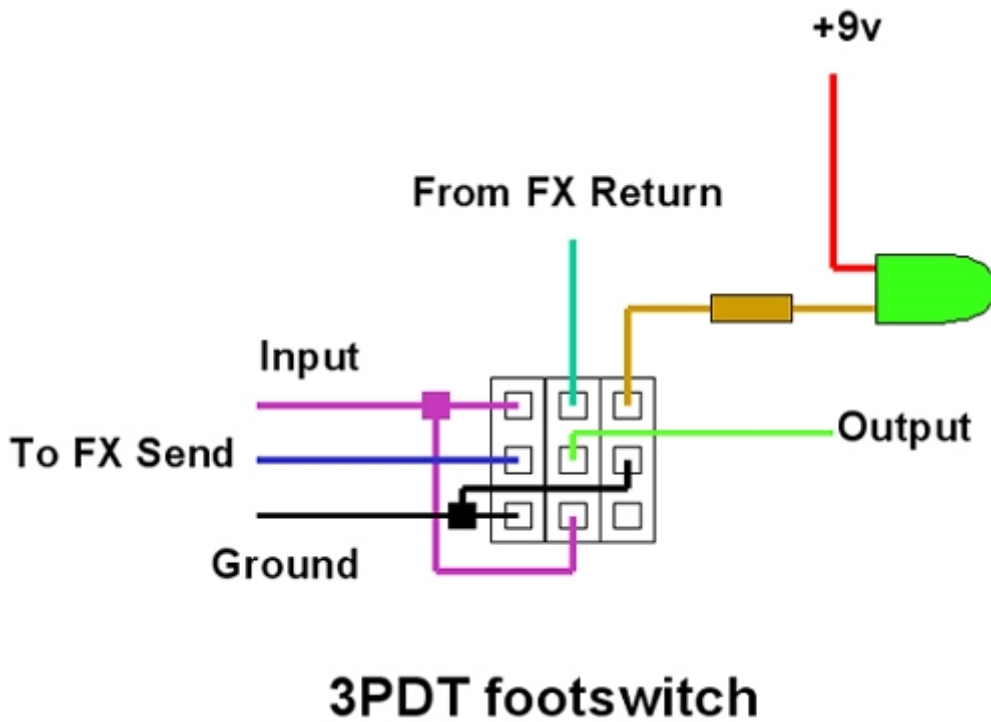


Figura 14: Diagrama del cableado del switch

La fila de la mitad consiste en los polos, la posición de arriba y de abajo son los tiros, como hay varios polos en las posiciones. Nuestros switches usan la convención arriba representada, en la función particular del bloque de arriba cuando esta prendido y en el bloque de abajo cuando está apagado o en bypass.

2.4 Funcionamientos de los conectores TRS

Los jacks de entrada y de salida están fuera de la tabla de conexiones, similar a los switches. Diagramas de ambos, la entrada y la salida son mostrados en la siguiente figura.

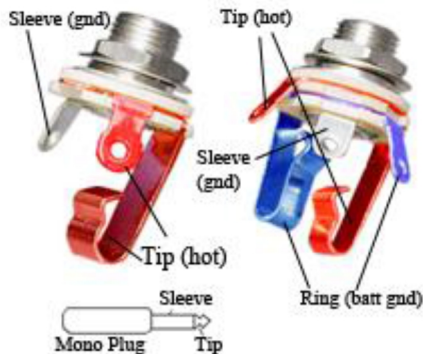


Figura 15: Jack de entrada (Derecha) y Jack de salida (Izquierda)

El Jack de entrada es un jack estéreo de 1/4 de pulgada, consiste en tres terminales la terminal de sleeve que está conectado a tierra, el terminal ring que está conectada a la tierra de la batería y la terminal tip que está conectada a la salida de guitarra. Los cables de guitarra tienen un plug mono de 1/4 de pulgada en cada lado, conectar un cable mono en una entrada estéreo acorta el sleeve y la conexión ring juntas, Esta característica conecta la batería al circuito solo cuando un cable de guitarra está conectado a la entrada del pedal, porque el sleeve del cable se conecta el mismo a las terminales del sleeve y del ring del Jack. Si el cable no está conectado, la batería no está conectada y no es drenada cuando el pedal no está en uso. El jack de salida es similar al jack de entrada excepto que es un dispositivo de dos terminales que están conectados a la salida de la señal y a la tierra. Los cables de guitarra son conectados con cables mono.

2.5 Fundamento y diseño de pedales:

Planteamiento del problema

La distorsión en los amplificadores es comúnmente considerado como un defecto de diseño en la mayoría de las aplicaciones de diseño de circuitos. Los amplificadores se utilizan comúnmente para impulsar las señales sin distorsión, para preservar la señal original. Definitivamente este no es el caso en el diseño de sistemas de procesamiento de señales para la guitarra eléctrica. La distorsión es un rasgo esencial de la mayoría de circuitos de amplificación de guitarra, especialmente para los músicos de rock y heavy metal. Los músicos de todo el mundo utilizan muchos tipos diferentes de circuitos de distorsión para lograr el sonido que ellos desean; para los guitarristas, este sonido se refiere como su tono de la guitarra. Cada circuito en el camino de la señal de la guitarra al amplificador y los altavoces del amplificador, e incluso la fuente de energía en sí afecta el tono general de la guitarra. Hay una gran industria dedicada a las guitarras, amplificadores, efectos, e incluso los cables que los conectan. “Efectos “es un término

que se refiere a cualquier pedal o de circuitos que es intencionalmente conectados entre la guitarra y el amplificador, para afectar el tono de la guitarra. Los efectos son a menudo llamados "pedales" o "pedales de efectos" ya que se encuentran en el suelo delante del guitarrista y tiene botones en ellos que se pisaron para activarlos o desactivarlos mientras que el guitarrista está tocando. Para el alcance de este proyecto, sólo estamos considerando la distorsión conocida como Fuzz de los diferentes tipos de pedales de efectos que existen. La distorsión de una señal de la guitarra es creada por la saturación. Hay dos tipos de distorsiones básicas para guitarra: "Soft clipping" "Hard clipping". "Soft clipping" se conoce generalmente por miembros de la industria de la música como "overdrive", mientras que saturación dura que comúnmente se llama "distorsión". Este pedal es un efecto de distorsión heavy metal, y el sonido de la guitarra de heavy metal es creado por casi exclusivamente por la saturación crucial de circuitos para el sonido muy distorsionado que se define el género de la música. Desde este punto en adelante, el término "distorsión" se utiliza para referirse a "hard clipping", que en el sentido más básico está saturando los picos y valles fuera de la señal sinusoidal que compone cualquier señal de audio.

Existen dos métodos fundamentales para la creación de distorsión, el procesamiento de señal de la guitarra eléctrica: analógicos y digitales. Distorsión analógica consta de componentes totalmente analógicas, no contiene la CPU (unidad de procesamiento central) y no hace el muestreo. Es considerado por muchos en la industria de la música que es el método preferido de la distorsión. La distorsión digital es creada por el muestreo de la señal de guitarra analógica (como todas las señales de audio del mundo real son analógicas) para digitalizar y permitir que una CPU lea la señal de entrada, y transformarla con alteraciones programadas, y luego la señal se convierte a una señal análoga por el puerto de salida del pedal. Los circuitos de distorsión digital están diseñados para modelar la mejor aproximación al efecto de circuito análogo en una señal de la guitarra. Muchos músicos consideran que la circuitería de la distorsión digital imparte esterilidad, alejándose de la crudeza del sonido análogo.

Los músicos han estado durante mucho tiempo han distorsionando intencionalmente las señales de sus guitarras para crear una amplia variedad de tonos. Los primeros efectos de distorsión documentados fueron creados mediante la eliminación de la electrónica tales como los tubos de vacío de los amplificadores y los agujeros de perforación en los altavoces. La técnica se recreó después de replicar estos efectos, primero con los tubos de vacío y luego más tarde con transistores. Actualmente, los procesadores de señales digitales también se utilizan para crear estos efectos de distorsión. Este trabajo estudia un circuito de distorsión de guitarra analógica específica, el Fuzz Face, y explora cómo modelar en el nivel de circuito.

Fuzz Face

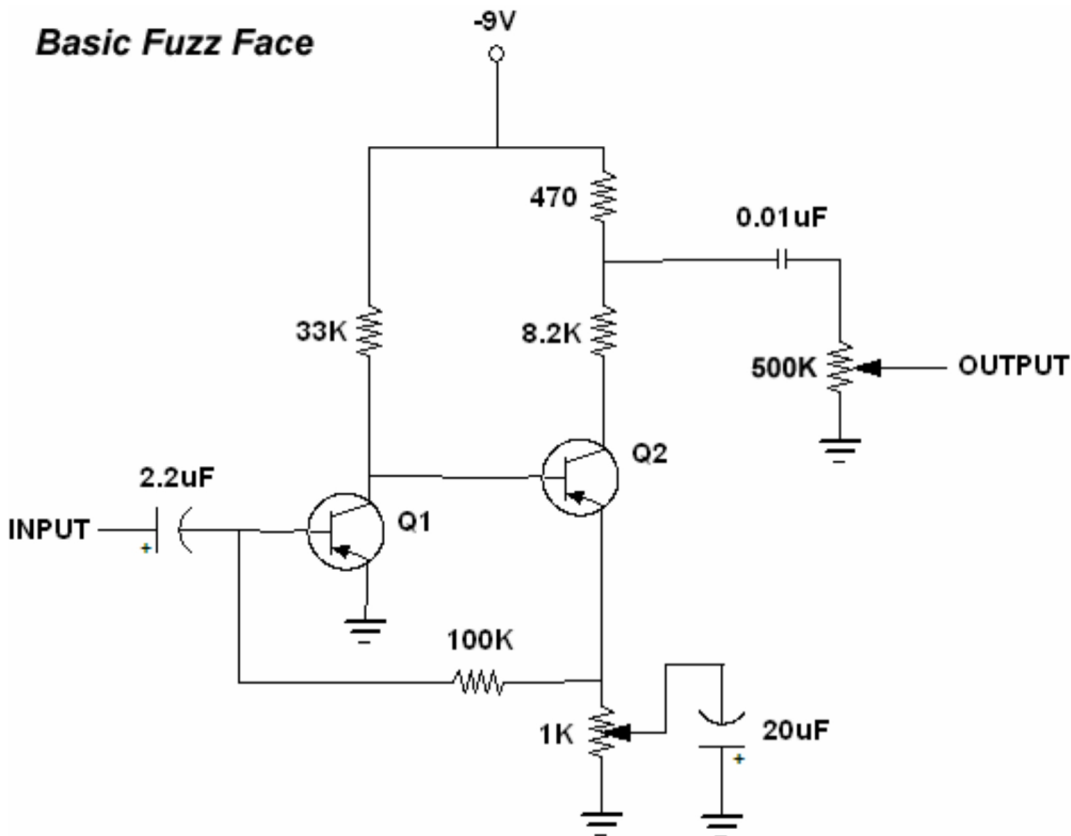


Figura 16: Fuzz Face Básico.

El Fuzz Face es bien conocido como el efecto popular de los años 60, el músico de rock James Marshall "Jimi" Hendrix. Sigue siendo popular hoy en día; Sin embargo, los músicos de hoy en día han encontrado que estos dispositivos varían mucho de unidad a unidad. Mucho de esto es debido a que utilizan transistores de germanio, que son mucho menos consistentes que los transistores de silicio. Sin embargo, debido a que las propiedades intrínsecas del germanio y los transistores de silicio, se informa que el Fuzz Face no suena igual si se utilizan los componentes de silicio más consistentes u otro tipo de componentes. Por lo tanto, construimos nuestro modelo de acuerdo a los componentes a los que tuvimos acceso.

Orígenes e historia

El Fuzz Face es un pedal de distorsión para guitarra fabricado por Dallas-Arbiter y la primera ejemplar estuvo disponible en 1966. Y su reedición estuvo alrededor de 1990 por la compañía de accesorios de guitarra Dunlop (USA). Es un circuito extremadamente simple, contiene dos transistores, cuatro resistencias, tres capacitores y tres potenciómetros (Puntos de control). Los puntos de control controlan del volumen y la cantidad de distorsión. Los modelos tempranos utilizaban transistores de germanio fueron catalogados como los mejores modelo de sonido, aunque algunos modelos posteriores utilizaron transistores de silicona. Los transistores PNP están utilizados en

modelos de germanio mientras los transistores NPN son usados en los modelos de silicón



Figura 17: Un ejemplo moderno del circuito del Fuzz Face y su caja.

El transistor original usado en el Fuzz Face fue el AC128. Después, el NKT275 fue usado debido a su desempeño muy similar pero con una mayor consistencia. Muchos músicos dicen que los transistores de germanio son más musicales, pero hay unos quienes prefieren usar la variedad de silicóns. Muchos músicos han cambiado los componentes para modificar el circuito en función de cambiar el tono, distorsión o respuesta del dispositivo. Entre músicos esto se conoce como “Modificación”. Algunas modificaciones populares incluyen la Hendrix/Mayer, La Fuller y la Vox tone bender.

Como se describe, los dos transistores en el fuzz face generan una realimentación de voltaje para polarizar el circuito, el flujo de la corriente en la base del primer transistor es proporcional al voltaje del colector, este arreglo genera una mayor ganancia de salida del transistor, lo cual es bueno para el dispositivo, cuando la polarización esta correcta hay mucho headroom, lo cual conduce a un recorte (clipping) suave, sin embargo hace el recorte (clipping) mucho más rápido en el otro lado de la polaridad, el resultante es un comportamiento irregular o asimétrico, este corte (clipping) asimétrico es importante para la cualidad musical del dispositivo. La etapa del segundo transistor se comporta más simétricamente, cuando se impulsa fuerte. La cantidad de distorsión va a

incrementar ya que en la parte superior de la oscilación va a haber un corte (clipping) más fuerte. Cuando no está impulsado tan fuerte, la forma asimétrica de la onda se mantiene. Este “toque de sensibilidad”, basado en que tan fuerte es impulsado el transistor, también es una importante cualidad musical del fuzz face.

Con la llegada de “La era digital” muchos músicos de han “ido a lo digital”, No solo con sus herramientas de grabación sino con sus efectos también. Los softwares de efectos virtuales han incrementado su popularidad, y los músicos están empezando a esperar que cada efecto análogo esté disponible en formato digital. Nuestro objetivo no es solo tener esos modelos sonando como los originales, sino también tenerlos disponibles para que sean modificados como su contraparte análoga. Una muestra de una salida de un fuzz face actual esta encontrada abajo.

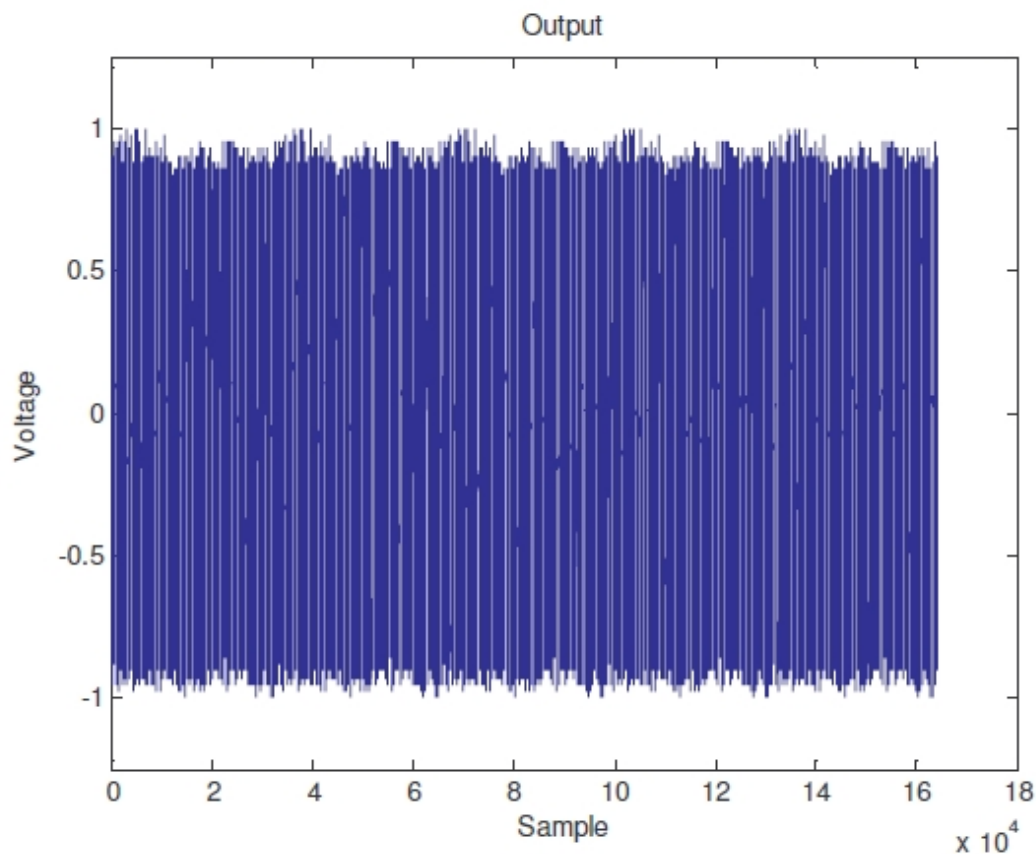


Figura 18: Muestra de la salida de un Fuzz Face.

MODIFICACIONES COMUNES DE CIRCUITO

En un esfuerzo para personalizar su sonido para crear su propio estilo y preferencia, los músicos han implementado muchas modificaciones o “mods” al circuito del Fuzz Face

HENDRIX/MAYER MOD

Roger Mayer es un gurú de los efectos de guitarra que empezó creando efectos desde 1964 y empezó trabajando con Jimi Hendrix en 1967. Mayer retorcio fuertemente el equipo de Jimi incluyendo su Fuzz face. Los cambios de Mayer son comúnmente referidos como “Hendrix mods” o “Roger Mayer mods”. Los cambios de Mayer estuvieron en:

- Reemplazando la resistencia de 470 Ohmios por una de 1k Ohmios
- Reemplazando la resistencia de 8.2 Ohmios en el colector de Q2 por una resistencia de 18k Ohmios
- Reemplazando el potenciómetro de 1k Ohmios en el emisor de Q2 por un potenciómetro de 2k Ohmios

Estos cambios incrementan la resistencia visto en el segundo transistor e incrementa su nivel de salida y ganancia.

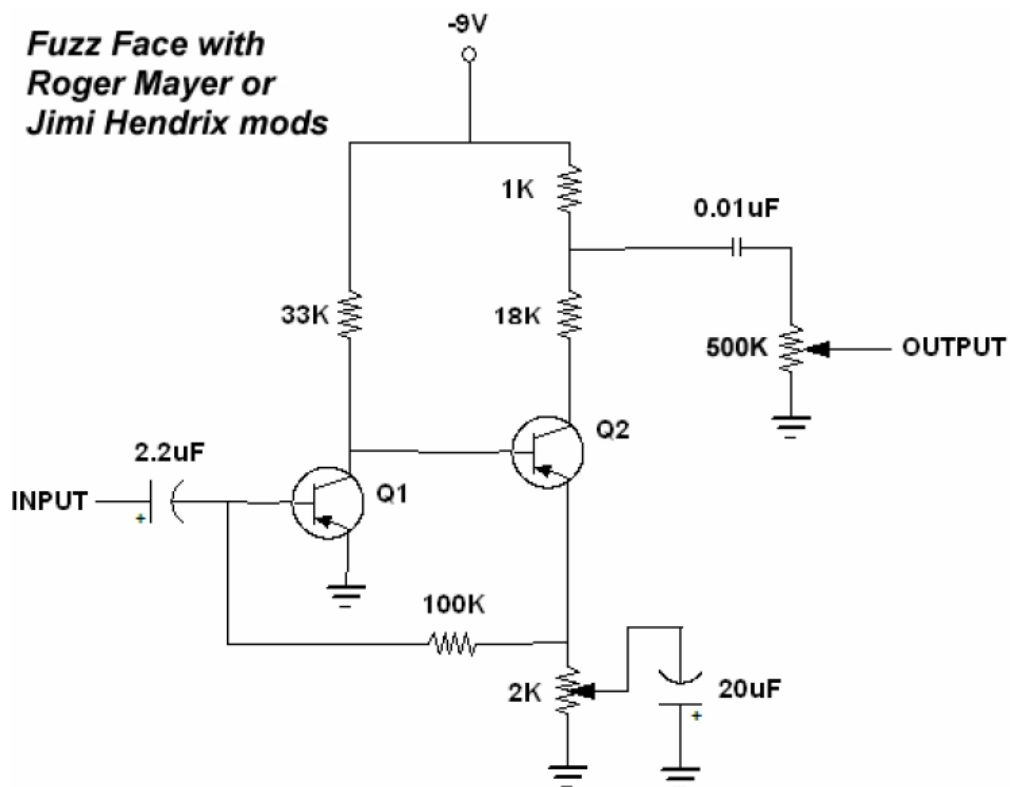


Figura 19: Fuzz Face con las modificaciones “Roger Mayer” o “Jimi Hendrix” modos.

FULLER MOD

Mike Fuller, Un renombrado creador de efectos de guitarra y propietario de Efectos Personalizados FullTone (FullTone Effects), También creador de una modificación del Fuzz face, sus cambios fueron:

- Añadiendo un potenciómetro de 1k Ohmios en serie con una resistencia de 470 Ohmios
- Adicionando un potenciómetro de 50k Ohmios puestos en serie con la entrada antes del capacitor de entrada

El potenciómetro de 1k Ohmios actúa como una resistencia variable como lo ven en la figura de abajo, el control es corto en uno de sus conectores, por lo consiguiente la resistencia de salida puede estar muy entre los 470- 1.47k Ohmios. Este tiene un efecto similar a la modificación de Hendrix, incrementando la salida y la ganancia de Q2. El potenciómetro de 50 kOhmios. Está configurado de la misma manera, sin embargo este tiene un efecto opuesto, ya que creando una fuente de mayor impedancia los micrófonos de la guitarra actúan de una forma lineal esencialmente perdiendo la cantidad de distorsión

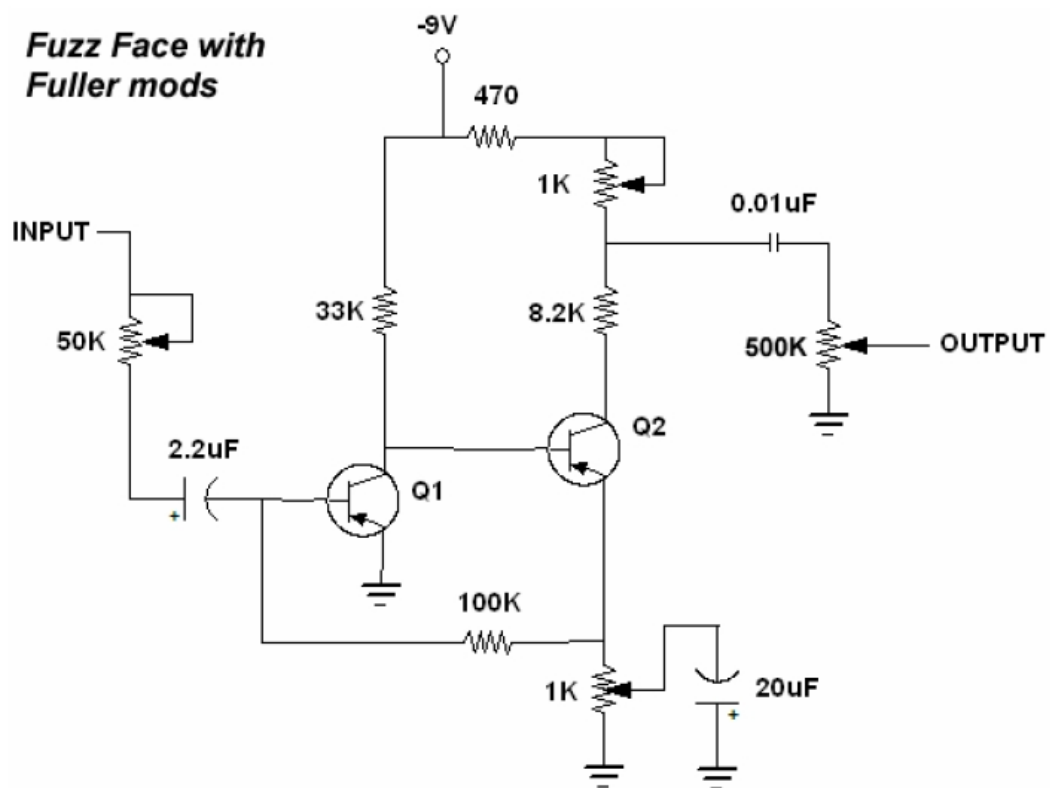


Figura 20: Fuzz Face con las modificaciones Fuller.

VOX TONE BENDER MOD

La Vox Amplifications una fábrica de efectos para guitarras líder, slaió a luz con su propio toque de un fuzz Face. Los cambios son un poco más extensos pero definitivamente basados en el mismo circuito, los cambios notables incluyen:

- Usando un transistor silicón NPN en lugar de los PNP de germanio
- Reduciendo los valores de acople de los capacitores
- Adicionando una resistencia en serie con el potenciómetro en el emisor del Q2
- Adicionando una resistencia en paralelo con el potenciómetro de salida

También utilizando transistores de silicón se hace necesario cambiar los valores de las resistencias polarizadas. Un esquema completo del Vox Tone Bender se muestra abajo.

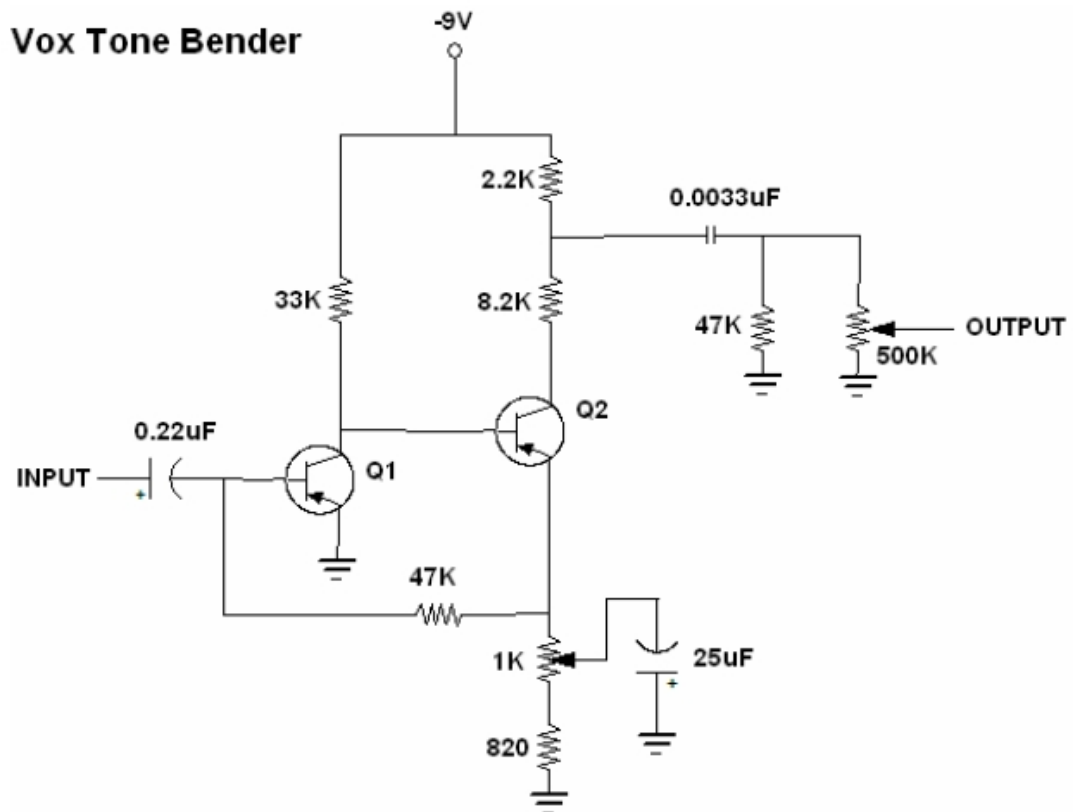


Figura 21: Vox Tone Bender.

En adición a estas modificaciones, R.G.Kee hace otra sugerencia. Incrementar los valores de los capacitores va a incrementar la respuesta del circuito en las frecuencias bajas. Desde un filtrado punto de vista, esto decrece efectivamente los cortes de frecuencia en los filtros de altos en la entrada y la salida. También, los capacitores de alta frecuencia pueden ser adicionados para suavizar la distorsión. Adicionando un capacitor de 100-680 pF a través de la resistencia del colector de Q1 o adicionando un capacitor de 10-100 pF desde el colector de la base de Q2 realizara esta acción

MODELO DEL TRANSISTOR EBERS- MOLL

El modelo de Ebers-Moll es un modelo ideal para transistor bipolar. Este consiste en dos diodos descritos por la clásica relación exponencial Voltaje-Corriente para diodos y dos fuentes de corriente. La primera versión SPICE usa este modelo cuando simulan transistores. El actual programa SPICE usa el modelo de transistores Gummel-Poon, en adición a los diodos corrientes, El modelo de Gummel-Poon cuenta con una alta parcialidad de nivel de efectos, tales como la unión de capacitancias. El modelo de Ebers-Moll se consigue en los programas modernos de SPICE dejando afuera estos parámetros. El modelo es típicamente dibujado por transistores NPN, con una fuente de

corriente en la base. Invertiendo la dirección de las corrientes la notación de los voltajes el modelo para los transistores PNP es obtenido como se muestra a continuación

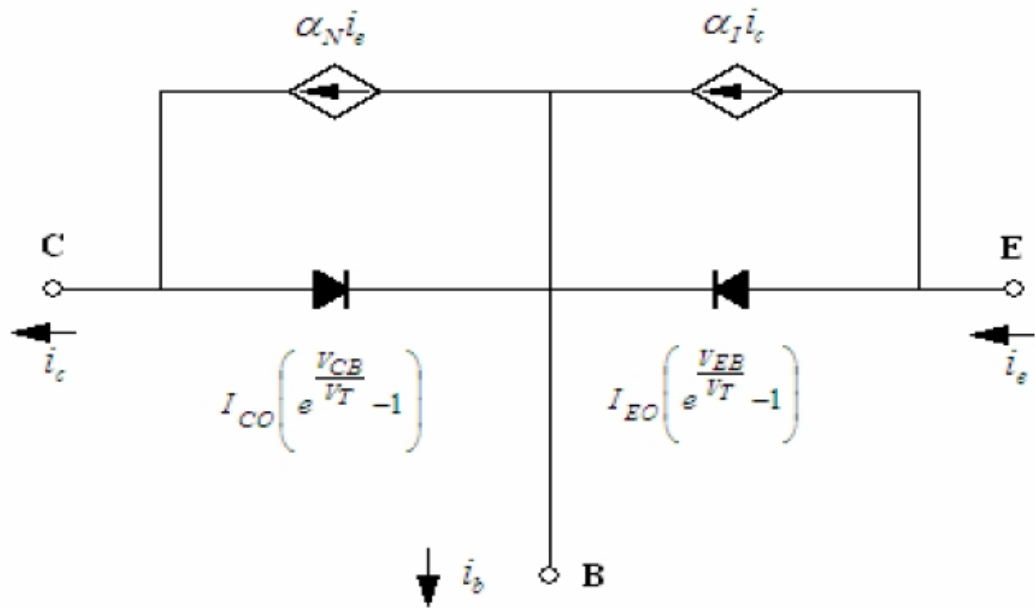


Figura 22: Modelo de transistores PNP EBERS-MOLL

Para los transistores PNP, Las corrientes en la figura de arriba están relacionadas por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 I_E &= \alpha_I I_C + I_{EO} \left(e^{\frac{V_{EB}}{V_T}} - 1 \right), \\
 I_C &= \alpha_N I_E + I_{CO} \left(e^{\frac{V_{CB}}{V_T}} - 1 \right).
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

Figura 23: Ecuación transistores PNP.

Donde los parámetros α_N , α_I , I_{EO} y I_{CO} están dados por

$$\begin{aligned}
 \alpha_N &= \frac{I_C}{I_E} \Big|_{V_{CB}=0}, \\
 \alpha_I &= \frac{I_E}{I_C} \Big|_{V_{EB}=0}, \\
 I_C &= I_{CO}, \\
 I_E &= -I_{EO}, \\
 \alpha_I I_{CO} &= \alpha_N I_{EO}.
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Figura 24: Ecuación transistores PNP.

Los parámetros en (2.2) pueden ser extraídos en laboratorio. A parciales niveles bajos esta ecuación da una buena aproximación de una operación no lineal de BJTs. Desde que el Fuzz Face opera en parciales niveles bajos, el modelo de EBERS-MOLL fue seleccionado como modelo de transistores por encima del complejo modelo Gummel-Poon.

La música metal es conocida por ser fuerte, con guitarras fuertemente distorsionadas y armónicas estridentes, trémolos vibrantes y veloces solos de guitarra. Estos sonidos son traídos a la vida por la circuitería de amplificación de alta ganancia para convertir la señal de guitarra limpia y tranquila a un sonido mucho más oscuro, lleno de energía y pasión a diferencia de cualquier otro género de música.

Las señales de guitarra son creados por cuerdas metálicas de tensiones específicas que están recogidas haciendo que oscilen, lo que induce un campo eléctrico en las bobinas de inducción magnética, de la guitarra, llamado pastillas (pick up). El campo eléctrico induce una corriente sinusoidal en las bobinas de alambre alrededor de las pastillas, que viaja a través del cable en espiral en el interior de las pastillas a través de una red de volumen y tono (potenciómetros) y sale por el jack de salida de la guitarra eléctrica.

Desde allí es aproximadamente entre 140mV y 1.4V en amplitud, y cambia la frecuencia en función de las frecuencias fundamentales de las notas que se tocan y sus armónicos que acompañan. Esta señal fluye a través de un cable de la guitarra a una serie de circuitos de procesamiento de señal y luego se envía a través de los altavoces de un amplificador de guitarra. Este procesamiento de la señal se realiza a menudo usando dispositivos llamados pedales de efectos, ya anteriormente mencionados que son pequeñas cajas metálicas que contienen circuitos de procesamiento de señal que interactúan con las guitarras eléctricas y amplificadores en una configuración en serie. Un tablero de pedales (pedalboard) se pone en el suelo, y consta de varios pedales conectados salida de uno a la entrada de la siguiente, hasta la última, que está conectado al amplificador.

La distorsión es creada intencionalmente por el direccionamiento de los circuitos del amplificador a las pista de alimentación, saturando la señal. Más saturación se añade al circuito usando diodos, para cortar la amplitud de la caída de tensión a través de los diodos. Esto reduce los picos y valles fuera de la señal de la guitarra, y este tipo de recorte se conoce como saturación fuerte, y es la causa principal de la distorsión de la guitarra tipo heavy metal.

3 Análisis de mercado

3.1 Análisis de la competencia

El siguiente análisis fue hecho por el grupo de investigación del profesor Labonté.

Hay muchos pedales de efectos en el mercado hoy en día incluyendo los pedales de distorsión. Ejemplos de pedales similares que proveen esta función son: Boss Metal Zone, Electro Harmonix Metal Muff, MXR Dime Distortion, Marshall Jackhammer, Krank Distortus Maximus.

Las características de estos pedales y sus precios van ser comparados para analizar la asistencia de la competencia. Parte del análisis de competencia en términos de efectos en el tono de una guitarra son subjetivos, y así lo refleja las opiniones del grupo.

Competidor 1: Boss Metal Zone.

PVDSF: 160 dólares



Figura 25: Boss Metal Zone.

Características: Alta ganancia, ecualizador grafico de tres bandas, selector de secuencia media, fuente de energía vía batería 9v o adaptador AC

Contras: No tiene un true bypass físico, lo cual causa un efecto que afecta la señal de la guitarra incluso cuando el pedal está desactivado, mucho ruido está presente en la distorsión cuando el pedal está activado, especialmente cuando la guitarra no está siendo tocada. El circuito de ecualización no es tan efectivo como se desearía, el precio.

Competidor 2: Electro Harmonix MetalMuff**PVDSF: 119 dólares**

Figura 26: Electro Harmonix Metal Muff

Características: Alta ganancia, ecualizador grafico de tres bandas, un elevador de frecuencias altas, true bypass físico, fuente de energía vía batería 9v o adaptador AC

Contras: Ecualizador de tres bandas con su esquema inasequible.

Competidor 3: MXR Dime Distortion

PVDSF: 217 dólares



Figura 27: MXR Dime Distortion.

Características: Alta ganancia, Ecuador gráfico de tres bandas, fuente de poder 18v para más amplificación del headroom, atenuador de frecuencias medias.

Contras: No tiene bypass físico, ecualizador de 3 bandas, fuente de poder de 18v divididas en dos baterías de 9v o un adaptador AC 18v, precio, esquemas inasequibles.

Competidor 4: Marshall Jackhammer**PVDSF: 119 dólares**

Figura 28: Marshall JackHammer.

Características: Alta ganancia, dos modos de distorsión, ecualizador gráfico de tres bandas, selector de frecuencia media, true bypass físico y fuente de poder de batería de 9v o de un adaptador AC

Contras: Esquemas inasequibles, ecualizador de tres bandas.

Competidor 5: Krank distortus maximus**PVDSF: 225 dólares**

Figura 29: Krank Distortus Maximus.

Características: Alta ganancia, true bypass físico y ecualizador de tres bandas.

Contras: Ecualizador de tres bandas, el precio y los esquemas inasequibles.

3.2 ANALISIS DE VALOR

Las características de los productos en competencia estuvieron evaluadas basadas en seis características: Distorsión de alta ganancia, factor de ruido, fuente de alimentación, ecualización, modo bypass y precio. Estas características se les fueron dadas un peso de valor entre 0 y 3 a la escala de cada característica de acuerdo a la importancia. Cada pedal en competencia se le fue dado un puntaje total entre 0 y 3 para cuantificar el valor total dependiendo del requerimiento de las características. Los valores de peso y puntuación están aclarados en las siguientes tablas.

(Tabla 1: Fuerza por cada criterio)

		Score	Description
Characteristic	Distortion	3	High gain, full sounding, perfect for heavy metal guitar
		2	High gain but thin or muddy sounding, lacking in definition
		1	Moderately high gain but not quite enough, full sounding
		0	Not hard clipping, unusable for metal
	Noise Factor	3	Quiet when not playing and device is on
		2	Hum on high gain setting when not playing, no hiss or static and silent otherwise
		1	Hum, hiss, and static when not playing
		0	Hum, hiss, static or other noise which is very noticeable at all times the device is on
	Power Supply	3	Device can be powered by either a single 9V battery or an AC adapter
		2	Device is powered by multiple 9V batteries or an AC adapter
		1	Device can only be powered by an AC adapter
		0	N/A
	Equalization	3	Ten band Equalizer with input and output level adjustments
		2	Less than ten band equalizer that works well, lots of customization available
		1	Less than ten band equalizer that is lacking in usable settings
		0	No equalizer included or equalizer has no useful settings
	Bypass Mode	3	True hardware bypass, a wire shorts input to output when device is off
		2	N/A
		1	N/A
		0	No true hardware bypass, device has buffered bypass and affects tone when off
Price	3	Very reasonably priced for the quality and features	
	2	Fairly priced for the quality and features	
	1	Overpriced for the quality and features	
	0	Unacceptably overpriced, inferior quality and features	

Figura 30: Tabla 1 de descripción.

(Tabla 2: Pesos asignados a los valores de análisis)

Characteristic	Weight Assigned
High Gain Distortion	3
Noise Factor	2
Power Supply	1
Equalization	3
Bypass Mode	3
Price	2

Figura 31: Tabla 2 de descripción.

Interpretación de las tablas.

Las características de los valores analizados serán priorizadas con los pesos o valores de 1 a 3, un valor de 1 representa un rasgo deseado, un valor de 2 representa un rasgo importante y un valor de 3 representa un rasgo esencial.

"Distorsión de alta ganancia" se le fue dado un valor de 3 porque es esencial en un pedal de distorsión para aplicaciones en el heavy metal. "Factor de ruido" se le fue dado un valor de 2 porque es algo que es fuertemente considerado en la evaluación de la competencia, pero no esencial porque hay otros productos en el mercado para disminuir el ruido notable. Para los propósitos de este proyecto "factor de ruido" refiere al hiss audible o estática que el pedal crea cuando el dispositivo está encendido y la guitarra no están siendo tocadas. Las características del "suministro de energía" reflejan la eficiencia de los diseños competitivos en términos de que la fuente de poder necesita para su funcionamiento. A esto se le ha dado un valor de 1, porque la eficiencia del diseño en términos del uso del poder es deseado pero no crucial. La fuente de poder deseada para el pedal es simplemente una batería de 9v que es una fuente de poder común para pedales de efectos. A la "ecualización" se le dio un valor de 3 porque es crucial para la habilidad de personalizar el tono producido por el pedal. La ecualización ideal para pedales de efectos en producción es un ecualizador de 10 bandas con niveles de entrada y de salida, así se ofrece una personalización más amplia del sonido comercialmente disponible en el pedal. "modo bypass" se refiere al método del bypass del pedal cuando este desactivado pero mantiene adentro la señal dentro del camino entre la guitarra y el pedal, esta característica recibe un valor de 3 porque un true bypass físico es crucial para mantener la integridad de la señal cuando el dispositivo es desactivado. El modo bypass es una categoría binaria, o el dispositivo evaluado tiene un true bypass físico y recibe una puntuación de 3 en estas características o el dispositivo

tiene un bypass de buffer y recibirá una puntuación de 0 en esta característica. El "precio" de los pedales en competencia se les dio un valor de 2 porque es importante considerar el costo de los pedales en competencia para evaluarlos efectivamente a ellos, pero el costo no es una consideración esencial de diseño.

Tabla 3 análisis de valor del competidor






Product			Characteristics							Total Score
Image	Brand	Model	High Gain Distortion	Noise Factor	Power Supply	Equalization	Bypass Mode	Price		
	Boss	Metal Zone	2	1	3	1	0	1	16	
	Electro Harmonix	Metal Muff	3	2	3	2	3	2	37	
	MXR	Dime Distortion	2	2	2	2	0	0	18	
	Marshall	Jackhammer	3	1	3	2	3	2	33	
	Krank	Distortus Maximus	3	2	3	2	3	0	31	

Figura 32: Tabla 3 análisis de valor del competidor.

Interpretación de la tabla.

BOSS METAL ZONE

El Boss Metal Zone recibió una suma en el puntaje de 16 basado en los valores de la escala de análisis. Este recibió 2 para la distorsión de "alta ganancia" porque este tiene una adecuada distorsión pero el tono del pedal tiene un sonido más o menos delgado y le falta una definición sobre todo en el sonido, el pedal agrega un muy notable hiss, estática y Hum cuando está en modo bypass, cuando la guitarra no está siendo tocada, entonces el Metal Zone ha recibido un 1 en la categoría de "factor de ruido". Este puede tener poder por una batería de 9v o un adaptador AC, por esto recibe un 3 en la categoría de "suministro de poder". La ecualización del Metal Zone es más bien

genérica, incluso cuando se gasta tiempo significativo ajustando los parámetros, el grupo fue incapaz de alcanzar un sonido aceptable. La mejor oferta del Metal Zone fueron frecuencias altas un tanto delgadas y turbias frecuencias bajas, lo cual no fue agradable de escuchar para el grupo. El Metal Zone recibió una puntuación de 1 en la categoría "ecualización". El dispositivo tiene un bypass de buffer, lo cual afecta el tono de la guitarra cuando el dispositivo está apagado y el resultado es una puntuación de 0 en la categoría "modo bypass". El Metal Zone recibe una puntuación de 1 en la categoría "precio" porque está sugerido a 160 dólares y está sobrevalorado por una empresa china de manufacturas de pedales.

ELECTRO HARMONICS METAL MUFF

El pedal Electro Harmonics Metal Muff recibió una puntuación total de 37 este es el puntaje más alto de un pedal en esta competencia registrado por el grupo, este pedal excede o supera los requerimientos de diseño en todas las características excepto en el "factor ruido" y en "ecualización". El puntaje del Metal Muff en "distorsión de alta ganancia" es un 3 porque provee una abundante ganancia perfecta para heavy metal, mientras mantiene una excelencia en el sonido y no se vuelve turbio en las bajas frecuencias ni delgado en las altas frecuencias, en adición el Metal Muff ofrece un switch de amplificación para una banda estrecha de las altas frecuencias cuyo funcionamiento es comúnmente usado por los guitarristas líderes que tocan conciertos en vivo de metal para añadirles volumen a los solos de guitarra y así pueden ser claramente oídos por la audiencia más que al resto de la banda. El Metal Muff recibe un 2 en la categoría "factor de ruido" debido al Hum añadido al tono de la guitarra en los ajustes de alta ganancia, este hum es aceptable porque no contiene ningún hiss o estática y es generalmente considerado normal en altas cantidades de ganancia. El Metal Muff puede alimentarse de una batería de 9v o un adaptador AC por eso recibe 3 en la categoría de "suministro de energía". La ecualización del Metal Muff es muy efectiva como ecualizador de tres bandas pero carece de nivel de personalización de un ecualizador de 10 bandas, por eso tiene un 2 en la categoría de "ecualización". Este dispositivo trae un true bypass físico por eso recibe una puntuación de 3 en la categoría "modo bypass". El Metal Muff tiene su precio racionalmente sugerido en 119 dólares un pedal muy bien diseñado manufacturado en Estado Unidos, por eso tiene un 3 en esta categoría (Precio).

MXR DIME DISTORTION

El MXR Dime Distortion recibe un total de 18 puntos, la "distorsión de alta ganancia" puede conseguirse con este pedal pero ofrece muy poco en términos de personalización del sonido, esencialmente es una cantidad de distorsión, el potenciómetro de ganancia no afecta mucho el sonido como la mayoría de pedales por eso recibe un 2 en la categoría de "distorsión de alta ganancia". El Dime Distortion recibe un 2 en el "factor ruido" porque produce un hum cuando se prende y la guitarra no está en uso, pero no tiene hiss o estática. El dispositivo está alimentado por una fuente de poder de 18v voltios DC y requiere dos baterías de 9v o un adaptador AC, así que recibe un 2 en la

categoría "suministro de energía" porque requiere dos veces la cantidad de energía que un pedal estándar. La ecualización de este pedal es un ecualizador de tres bandas lo cual le da un 2 en la categoría de "Ecualización". El DD tiene un puntaje de 0 en el "modo bypass" porque no tiene un bypass físico y también tiene un 0 en "precio" porque el precio sugerido es de 217 dólares y es un intento del mercado igualar el sonido de un guitarrista famoso y se vende como tal.

MARSHALL JACKHAMMER

El Marshall Jackhammer Distortion pedal tiene un puntaje total de 35 en el análisis de valores, con un 3 en "distorsión de alta ganancia" porque produce un sonido muy pesado de distorsión que está lleno de carácter, recibe un puntaje de 1 en "factor de ruido" porque crea estática y hiss en altos niveles de ganancia a la par de un hum en la señal. El Jackhammer es alimentado por una batería de 9v o un adaptador AC por eso recibe un puntaje de 3 en la categoría "suministro de energía". El ecualizador de tres bandas del Jackhammer es efectivo pero no ideal como el ecualizador de 10 bandas por eso el pedal recibe un 2 en la categoría de "ecualización", este producto tiene un bypass físico por eso recibe un 3 en la categoría de "modo bypass". El Jackhammer tiene un precio razonable de 119 dólares por sus características y por eso recibe un 3 en la categoría de "precio"

KRANK DISTORTUS MAXIMUS

El Krank Distortus Maximus recibe un total de 33 puntos, con 3 en la categoría "distorsión de alta ganancia" porque provee una pesada y balanceada distorsión, el Distortus Maximus produce hum a altos niveles de ganancia pero no hiss ni buzz por eso recibe un 2 en "factor ruido" puede ser alimentado por una batería de 9v o un adaptador AC por eso recibe 3 en "suministro de energía". El Krank tiene un ecualizador de tres bandas que funciona bien y por eso recibe un 2 en "ecualización". El producto tiene un true bypass físico y por esto recibe un 3 en la categoría "modo bypass". El Krank recibe un 1 en "precio" por el precio sugerido de 225 dólares, es el pedal de distorsión más costoso examinado en este análisis de valores.

3.3 Antecedentes Diseño y Experimentación tomado del grupo de investigación del profesor Labonté.

Construcción del pedal de Boss Metal Zone

El fondo inicial de este diseño fue inspirado por los efectos actuales de pedales en el mercado. En nuestra investigación de mercado se examinaron diversos pedales de efectos que proporcionan la distorsión y ecualización. El grupo espera ganar un poco de experiencia en el diseño práctico mediante la construcción de uno de los pedales conocidos y respetados en el mercado llamado el pedal de Boss Metal Zone.

El Metal Zone Boss es un pedal de distorsión que ofrece a los usuarios un rango ajustable de sonidos. El sistema de circuitos es un pedal analógico compuesto de componentes analógicos. Tiene ganancia y ajuste de volumen, así como un ecualizador paramétrico de tres bandas.



Figura 33: Boss Metal Zone pedal

El pedal de Boss Metal Zone construido en un circuito se muestra en la siguiente figura. Un conector de salida y toma de entrada se conecta a la entrada y salida de los circuitos del pedal de modo que una señal de una guitarra eléctrica puede ser transmitida en el pedal y su producción podría ser enviada a un amplificador de guitarra.

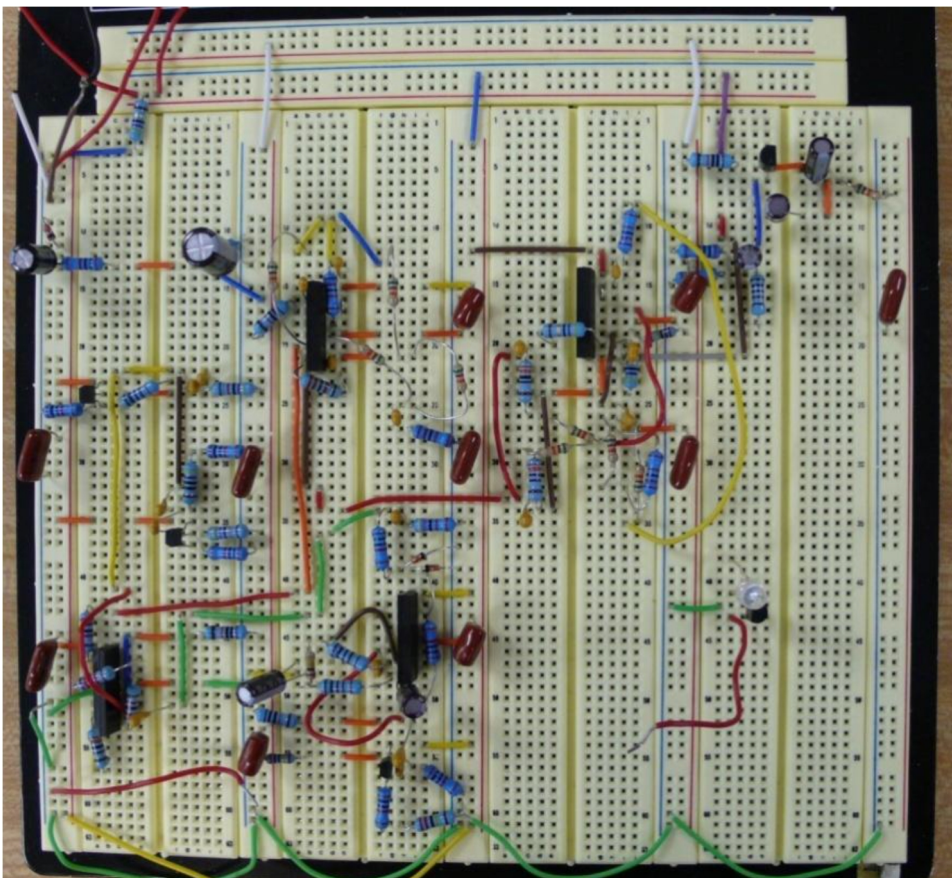


Figura 34: Pedal de Boss Metal Zone construido en un circuito.

El pedal está construido en un circuito que añadió ruido no deseado a la señal. Este exceso de ruido puede ser visto en el dominio de la frecuencia y se escucha cuando se está amplificando la señal de salida. Se esperaba algo de ruido, pero no un ruido de esa magnitud. En un intento para reducir el ruido, se añadieron condensadores de filtro cerca de las fuentes alimentación DC y todos los cables se acortaron. Estos intentos fracasaron para reducir el ruido a un nivel aceptable.

El grupo examinó la señal de salida en cada nodo con el osciloscopio para observar cómo cada bloque afecta la señal de paso. La mayor parte del ruido no deseado provenía de la sección de ecualizador. La ecualización del pedal no funciona correctamente. Tanto el bajo y los rangos agudos existían en paralelo el uno al otro en el mismo bucle de realimentación de un amplificador.

Los dos rangos, cuando se ajustaron por los potenciómetros, afectaron el sonido de unos a otros de una manera no deseada. Además, el ecualizador paramétrico parecía ser una característica innecesaria que sólo permite un valor de Q en el rango de frecuencias medias se amplifique. Es más lógico tener varios valores de Q en ese rango de una frecuencia a amplificar. El pedal de Boss Metal Zone, siendo un diseño comercial, exhibe bloques funcionales típicos que muchos diseños de pedal en la cuota de mercado. Esto es en realidad una estafa en el diseño porque estas etapas se han convertido en características genéricas que todos los pedales tienen.

4 Análisis competencia, antecedentes, diseño y experimentación de nuestro equipo de trabajo.

En la siguiente sección se hace una toma de la señal emitida por una guitarra, dicha señal es procesada por cada uno de los pedales a comparar, la captura se hace en el DAW (Digital Audio Workstation o Estación de trabajo de audio digital) “Pro Tools”, con el propósito de tener una mejor visualización de lo que pasa con la onda de la señal al pasar por cada uno de los pedales. Las imágenes que se muestran más adelante, son las muestras de señal modificada. En cada una de las muestras, se ve la envolvente, y se hace un acercamiento para apreciar mejor la modificación de la señal. También se hace un análisis de frecuencia hecho en el DAW “Reaper”, con el ecualizador gráfico que es un analizador de espectro. Esta imagen también se muestra junto a la envolvente, este análisis se hace para ver en qué banda de frecuencias enfatiza el proceso de cada pedal.

Cadena de sonido:

- Fuente: Guitarra y generador de frecuencias.
- Pedales: Metal Muff, Big Muff PI, MXR GTOD, Ibanez Tube Screamer.
- Osciloscopio.
- Amplificador.

4.1 Big Muff: El sonido que ofrece el pedal es cálido, falto de cuerpo y claridad. Sin ejecución del intérprete se puede considerar que el pedal es “suave” es decir, no entrega mucho ruido, aunque la distorsión que ofrece suena muy “crujiente” como si estuviera la señal saturada, es una señal que se percibe con falta de claridad. El sustain que entrega el pedal es bueno.

Espectro.

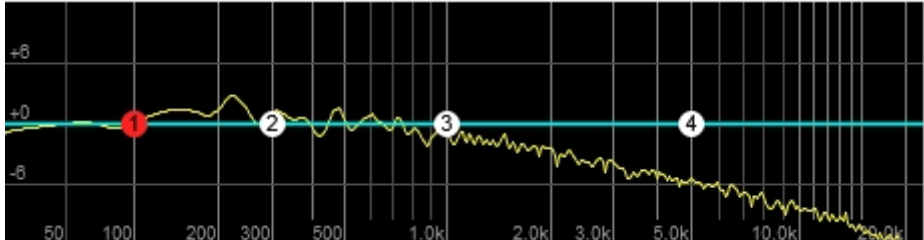


Figura 35: Respuesta en frecuencia Big Muff.

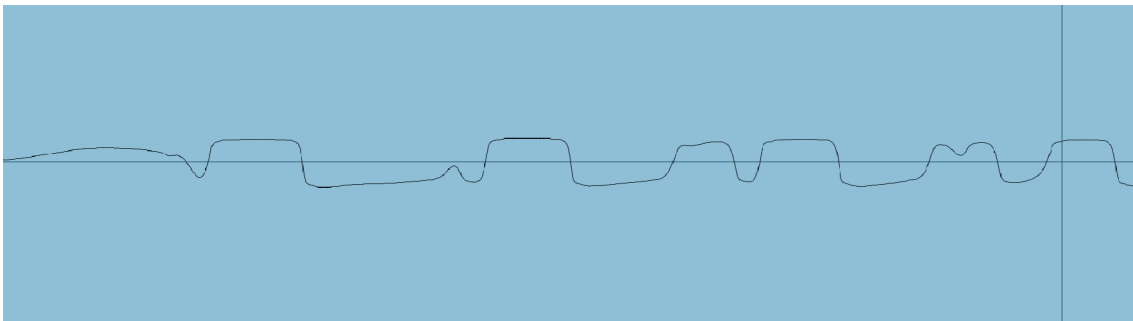


Figura 36: Forma de onda 1 Big Muff.

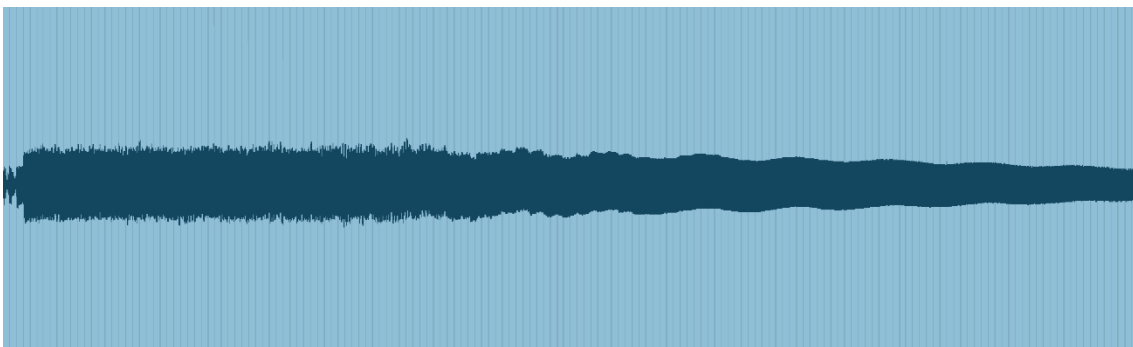


Figura 37: Forma de onda 2 Big Muff.

4.2 Big Muff (Tone on): Tiene más presencia de cuerpo, es un sonido más amarrado, crujiente, sigue siendo cálido aunque presenta una desventaja de que el nivel se ve afectado negativamente con el “tone” encendido, sin embargo se puede modificar los parámetros del pedal para que este tenga el nivel deseado.

Espectro

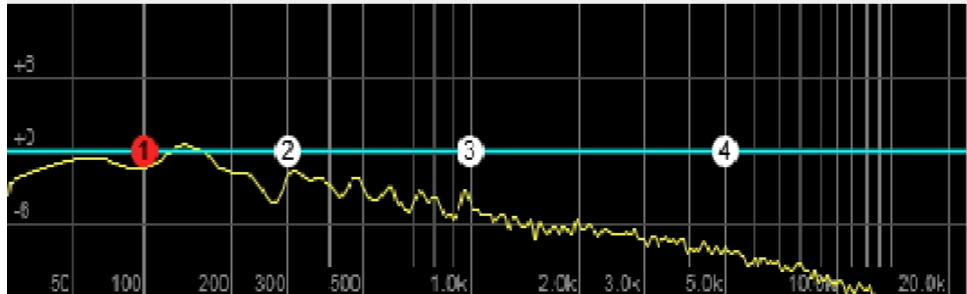


Figura 38: Respuesta en frecuencia Big Muff (Tone on).

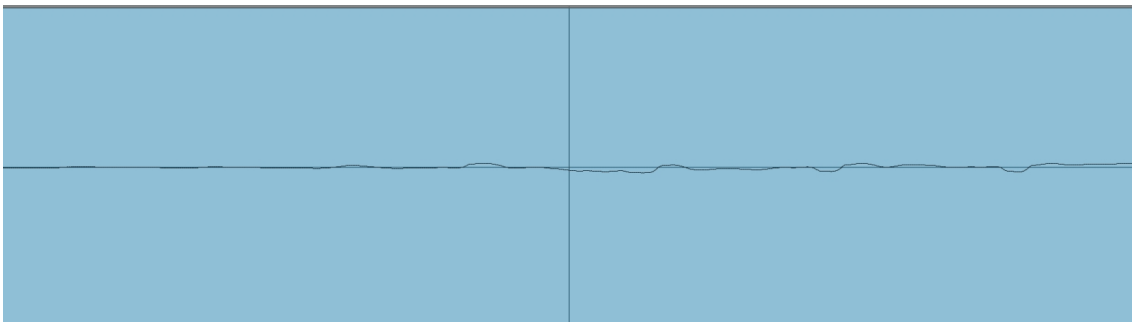


Figura 39: Forma de onda 1 Big Muff (Tone on).

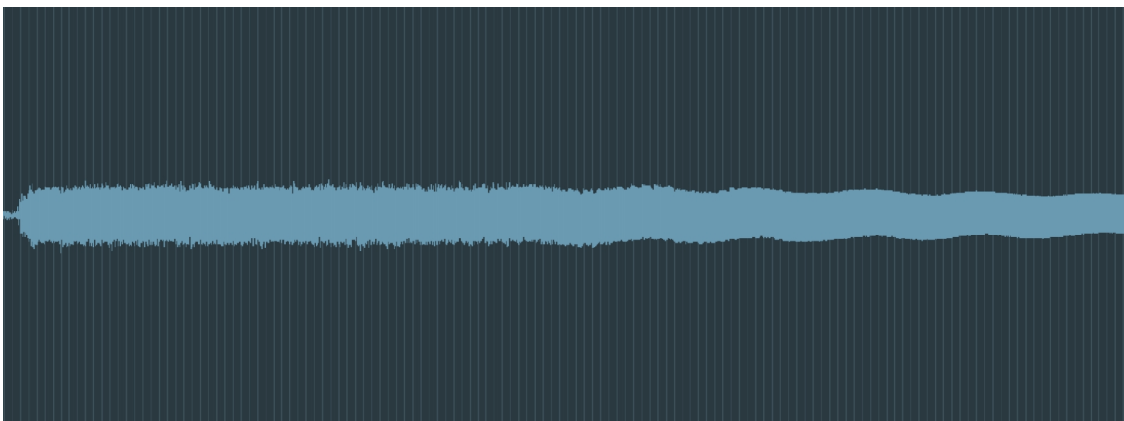


Figura 40: Forma de onda 2 Big Muff (Tone on).

4.3 MXR GTDO: El sonido es claro, se perciben muy bien los armónicos aunque es falta de cuerpo no define muy bien el ataque aunque este está presente. El sonido tiende a ser muy “medioso”.

Espectro.

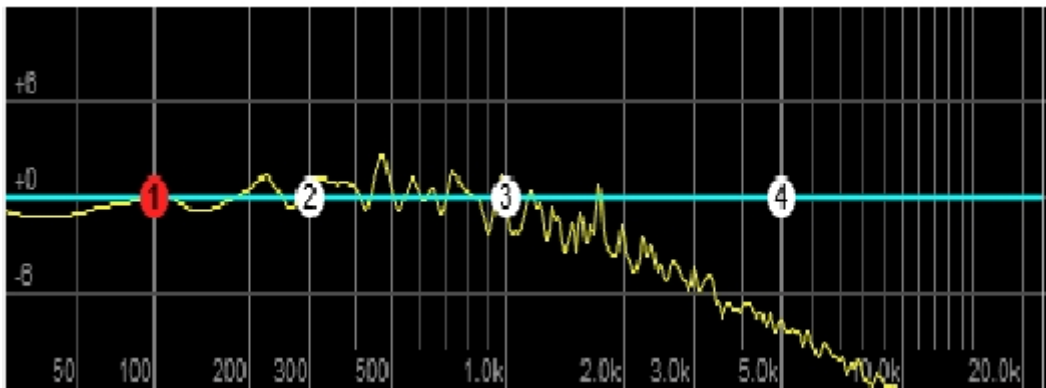


Figura 41: Respuesta en frecuencia MXR GTDO.

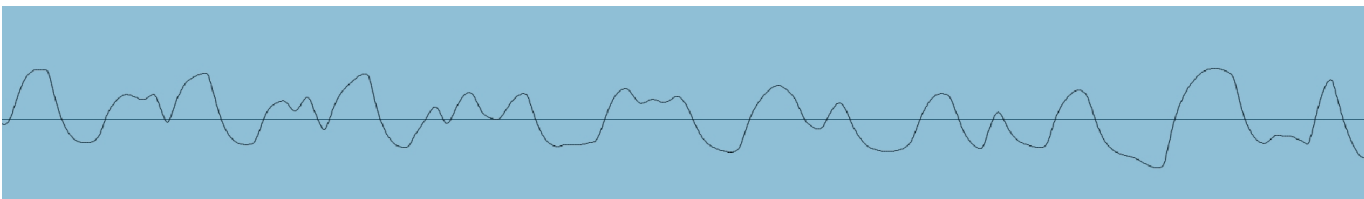


Figura 42: Forma de onda 1 MXR GTDO.

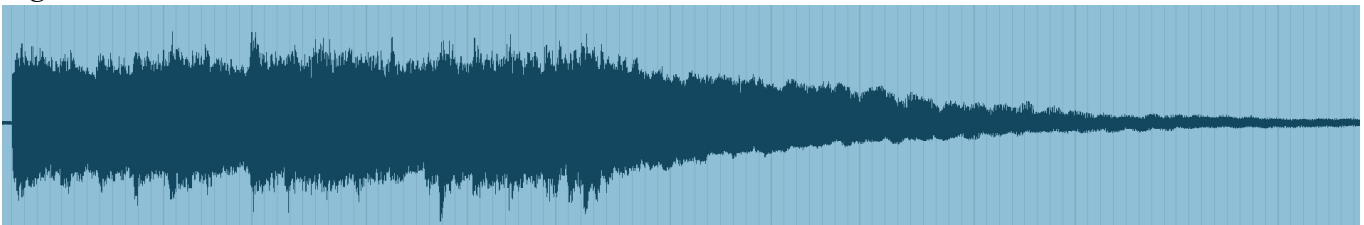


Figura 43: Forma de onda 2 MXR GTDO.

4.4 Ibanez Tube Screamer: El sonido de este pedal es muy cálido, más claro que los anteriores, pues se definen muy bien los medios, los altos y el cuerpo. Limpio sin embargo tiene nivel de distorsión pero un poco bajo pero, balanceándolo con los parámetros llega a ser muy buen sonido. Tiene cuerpo y es claro.

Espectro.

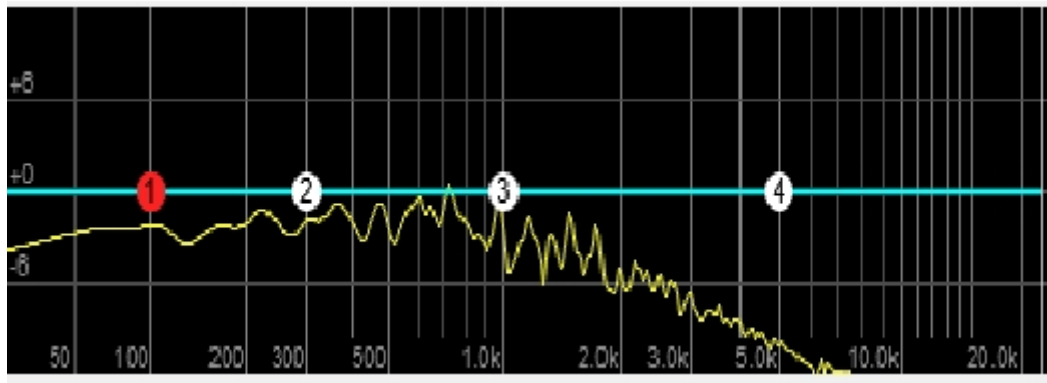


Figura 44: Respuesta en frecuencia Ibanez Tube Screamer.

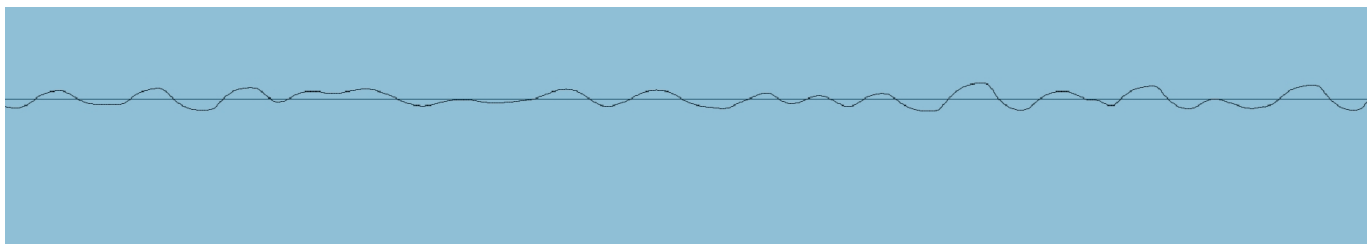


Figura 45: Forma de onda 1 Ibanez Tube Screamer.

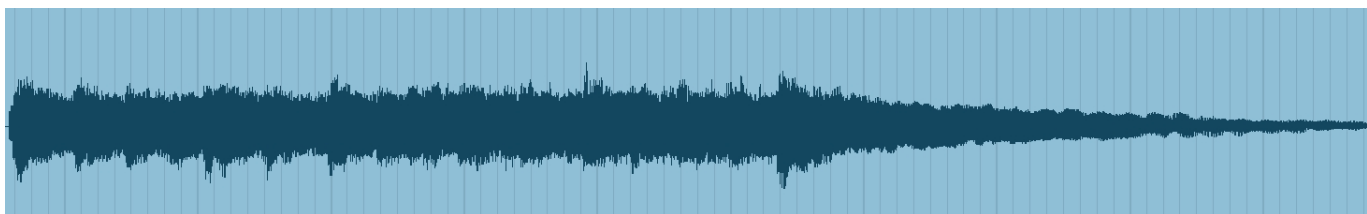


Figura 46: Forma de onda 2 Ibanez Tube Screamer.

4.5 Metal Muff: El ataque que ofrece el pedal es muy bueno, tiene cuerpo y podría decirse que el sonido es muy incisivo mas no molesto y es muy definido. El nivel de distorsión es alto sin llegar a ser ruidoso.

Espectro.

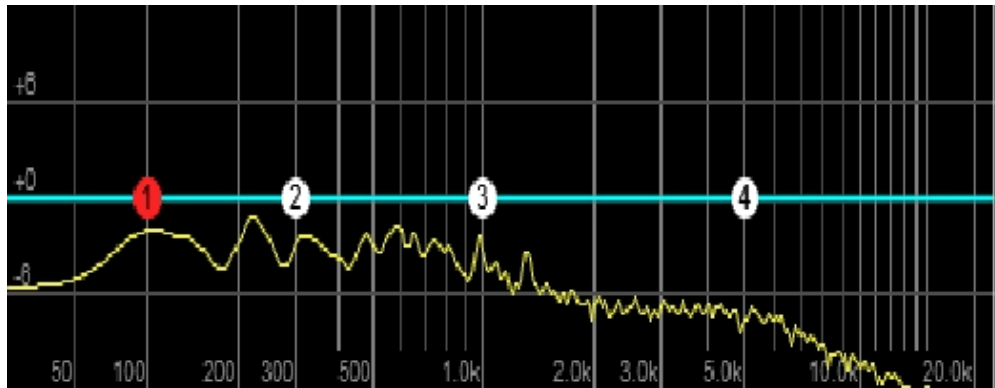


Figura 47: Respuesta en frecuencia Metal Muff.



Figura 48: Forma de onda 1 Metal Muff.

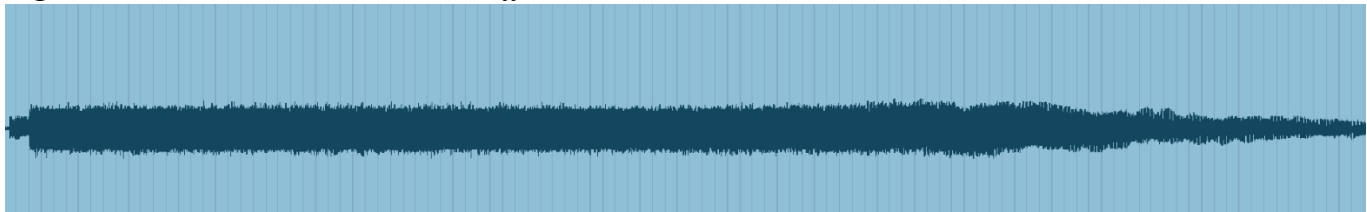


Figura 49: Forma de onda 2 Metal Muff.

4.6 Metal Muff (Boost on): El nivel del “Boost” es excesivo modificándolo puede ser una buena compensación a las frecuencias altas, muy “filoso”. Al presionar el “Boost” los bajos tienden a enmascarse por la gran cantidad de frecuencias altas.

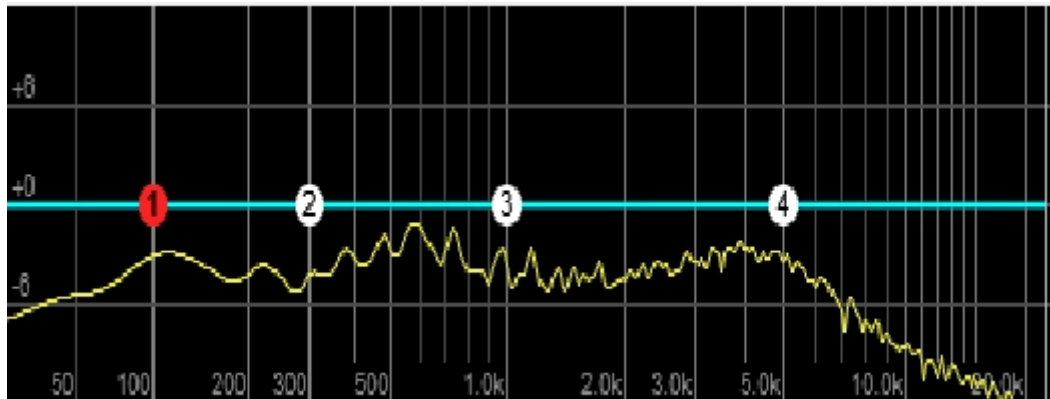


Figura 50: Respuesta en frecuencia Metal Muff (Boost on).

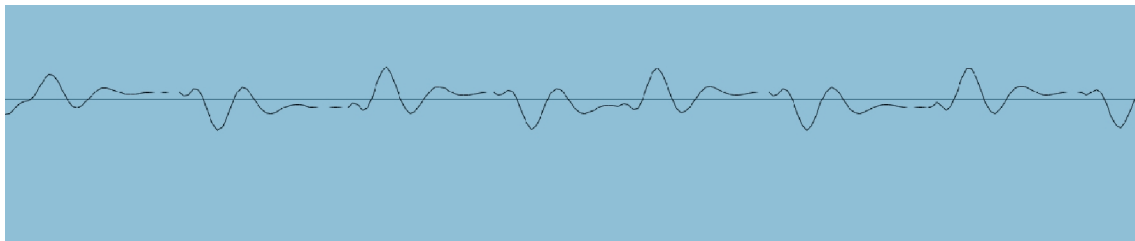


Figura 51: Forma de onda 1 Metal Muff (Boost on).

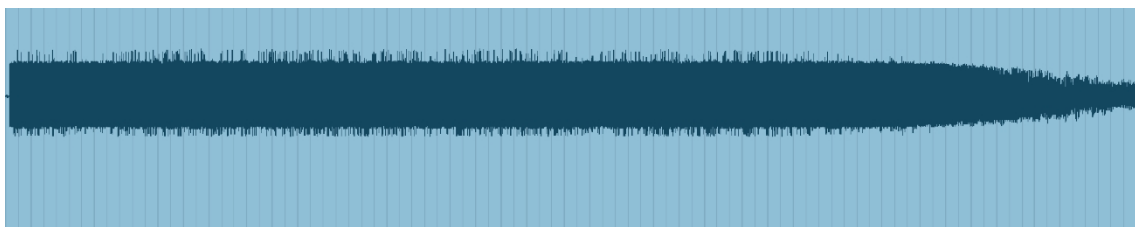


Figura 52: Forma de onda 2 Metal Muff (Boost on).

5 EXPECTATIVAS DE NUESTRO TRABAJO.

El diseño de nuestro pedal ideal debe incluir el análisis previo de cada uno de los componentes para saber si se encuentra en buen estado. El pedal debe tener una perfecta distorsión característica de un pedal Fuzz Face que no sea ni delgado ni que se exceda, no debería crear ruido cuando el dispositivo está activado y la guitarra no está siendo utilizada. Debe tener la posibilidad de ser alimentado por una batería de 9V como lo son otros pedales estándar en la industria. El pedal desarrollado por el grupo debe tener un true bypass físico y debe tener el precio adecuado para competir y entrar al mercado.

Requerimientos del producto

5.1 Requerimientos del cliente

El producto debe ser seguro, libre de peligros estáticos. Debe estar dispuesto a interconectarse con una guitarra eléctrica y un amplificador, y debe ser mecánicamente suficientemente estable para soportar conectar y desconectar cables de guitarra, y ser apto para ser encendido y apagado a través de interruptores pedales. Todos los mandos, botones y partes externamente ajustables deben ubicarse en posiciones lógicas y deben ser fáciles de ajustar. El propio Fuzz Face debe proporcionar la ganancia necesaria que se utilizará para un sonido de guitarra distorsionado. Debe haber un indicador visible que se muestra cuando el dispositivo está encendido. El dispositivo debe tener true bypass para evitar la pérdida de señal cuando está apagado.

5.2 Especificaciones del producto

El cliente espera que el dispositivo sea seguro y duradero. La caja en sí debe estar conectada a tierra para evitar peligros estáticos. Los bordes de la caja también serán redondeados para evitar bordes afilados que posiblemente podrían ser perjudiciales para el usuario. La mayoría de los pedales son de aluminio que es lo suficientemente fuerte para soportar siendo pisoteado repetidamente, ligero y portátil. Debe ser lo suficientemente resistente como para soportar los cables de entrada y salida e interruptores pedales. Estos dispositivos se montan a los lados y la parte superior de la caja con el fin de colocar la mayor parte de la tensión mecánica en la propia caja. Los Interruptores del pedal también deben de ser mecánicamente estables para manejar el estrés de ser pisado.

Tabla de resumen: Requisitos del cliente y especificaciones del producto.

Requisitos del cliente	Especificaciones del producto
Seguro, libre de peligros estática	Caja de conexión a tierra, sin bordes afilados
Resistente	Interruptor de pedales de alta resistencia. Carcasa de aluminio fuerte
Distorsión necesaria y propia del Fuzz Face.	Amplificadores operacionales de bajo ruido <u>Ganancia general:</u> > 65 Rieles de saturación <u>Voltaje:</u> 0-9V, 4.5V compensaron
Configuración lógica	<u>Top (Parte superior):</u> Ganancia, tono y controles de volumen. <u>Middle (Medio):</u> Indicador LED tricolor. <u>Bottom (Parte inferior):</u> Interruptores de pedal. <u>Left (Izquierda):</u> Salida. <u>Right (Derecha):</u> entrada.
Pérdida de señal mínima cuando el dispositivo está apagado	True bypass: Alambre entre entrada y salida
Análogo	Componentes analógicos (resistencias, condensadores, amplificadores operacionales, transistores)

5.3 Estructura del producto

Los alojamientos de los pedales se hacen comúnmente de aluminio. Casi todos los pedales tienen un conector de entrada en el lado derecho y un conector de salida en el lado izquierdo. Esta configuración puede variar cuando ambas tomas de entrada y salida están en el mismo lado del pedal. La guitarra se conecta a la toma de entrada y la señal está distorsionada a través de los circuitos de pedal. La señal de salida a través de la toma de salida se pasa entonces al amplificador de guitarra. Muchos guitarristas utilizan una configuración cascada de pedales conocida como una pedalera (pedalboard). La siguiente figura muestra un pedal de distorsión con un pedal ecualizador de diez bandas conectado después del pedal Fuzz Face. La salida de la última del pedal en un tablero de pedales va a la entrada de un amplificador. Los pedales suelen ser alimentado por baterías de 9V o tiene la opción de conectarse a una toma de corriente.

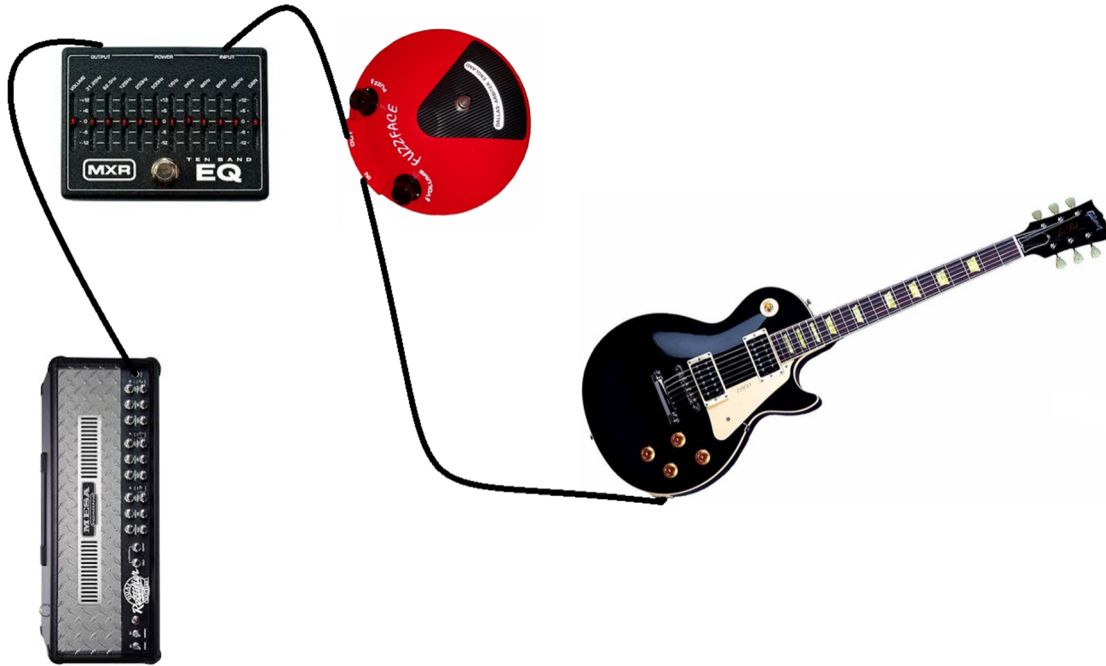


Figura 53: Concepto del dibujo de pedalera que consta de un pedal Fuzz Face con un pedal ecualizador diez bandas, esta es la configuración típica para estos dos pedales en uso.

En la mayoría de los pedales hay perillas en la parte superior de ganancia, tono, el volumen y la ecualización. La ecualización ajusta el bajo, medio y agudos. Hay un interruptor en la parte superior que enciende y apaga el pedal cuando los usuarios pisan el interruptor del pedal. Cuando el pedal está apagado, se pasa por alto para que la señal fluya a través de él y para los otros pedales de la pedalera y amplificador. Hay dos métodos de bypass, ya sea de bypass buffer o true bypass, True bypass será utilizado para cumplir con los requisitos de nuestro pedal, de tal manera que la señal en la toma de entrada del pedal está en cortocircuito directamente a la toma de salida del pedal así se ha aplicado el bypass a los circuitos del pedal de efectos.

6 Tomas osciloscopio del “Fuzz” Ensamblado.



Figura 54: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 1.



Figura 55: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 2.

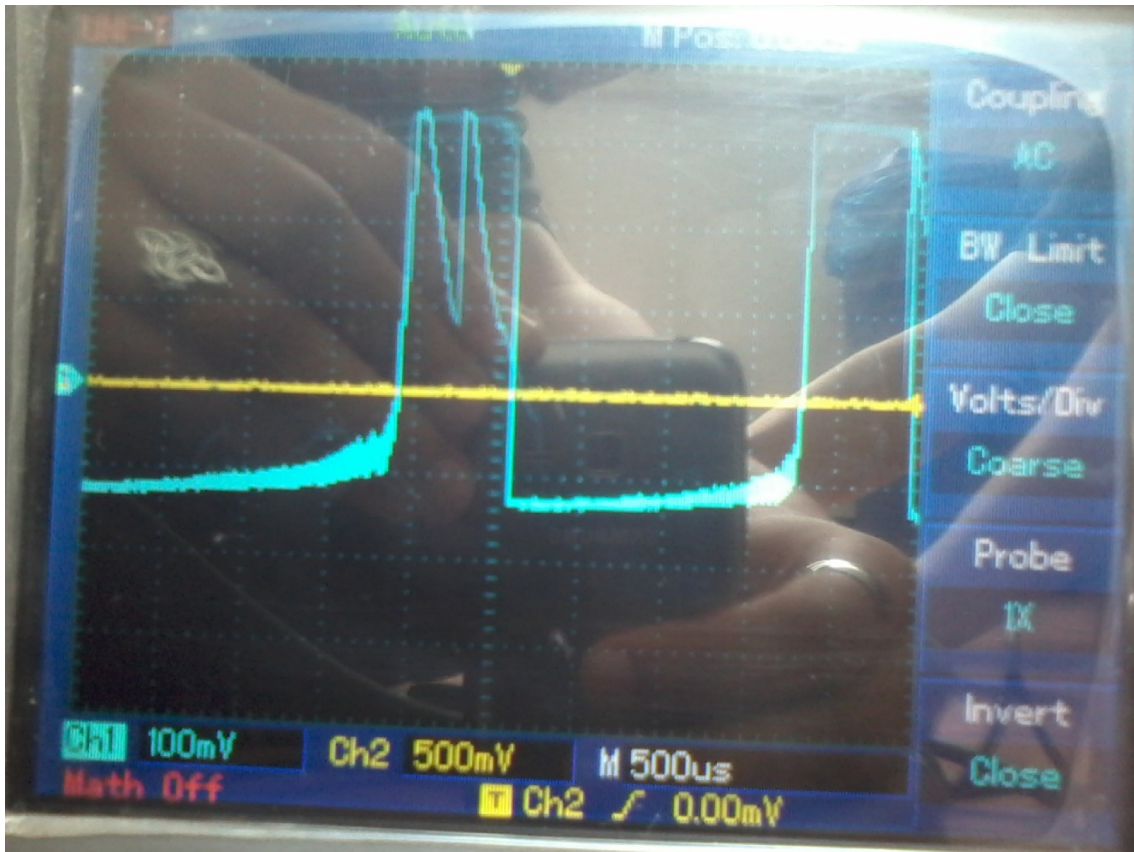


Figura 56: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 3.

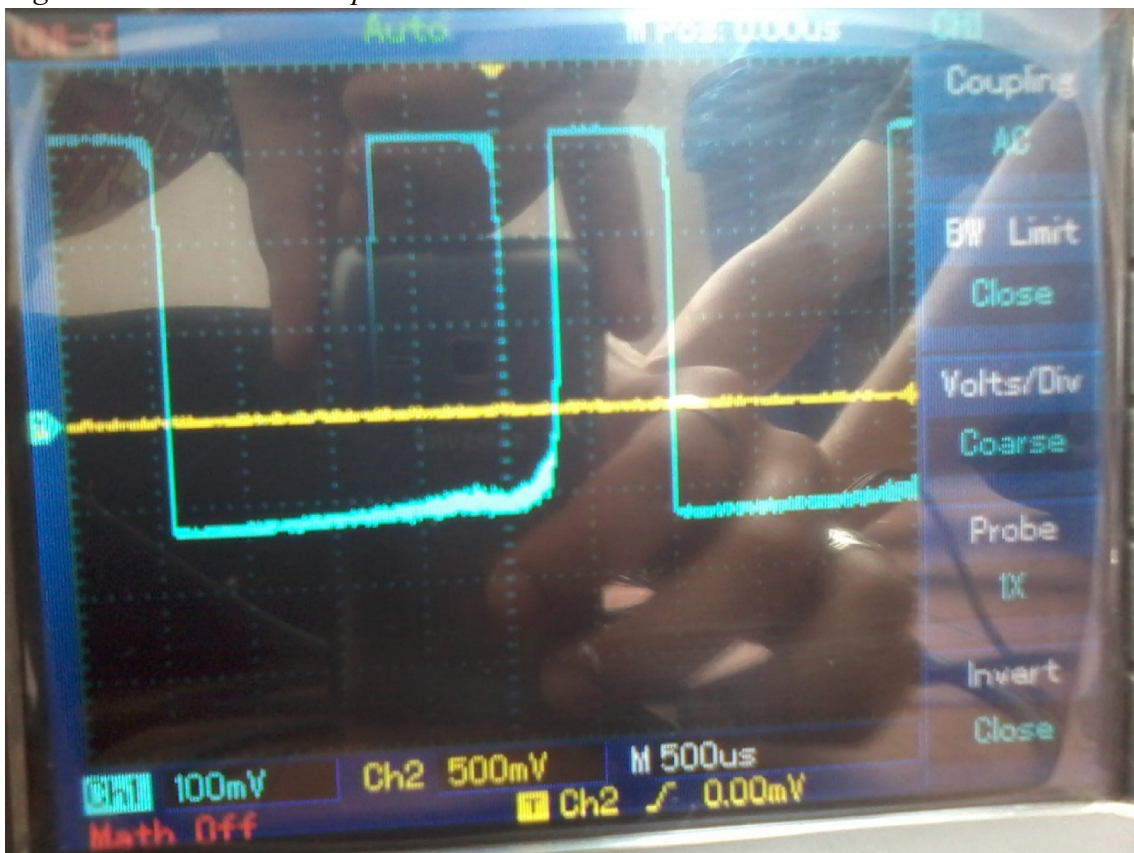


Figura 57: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 4.

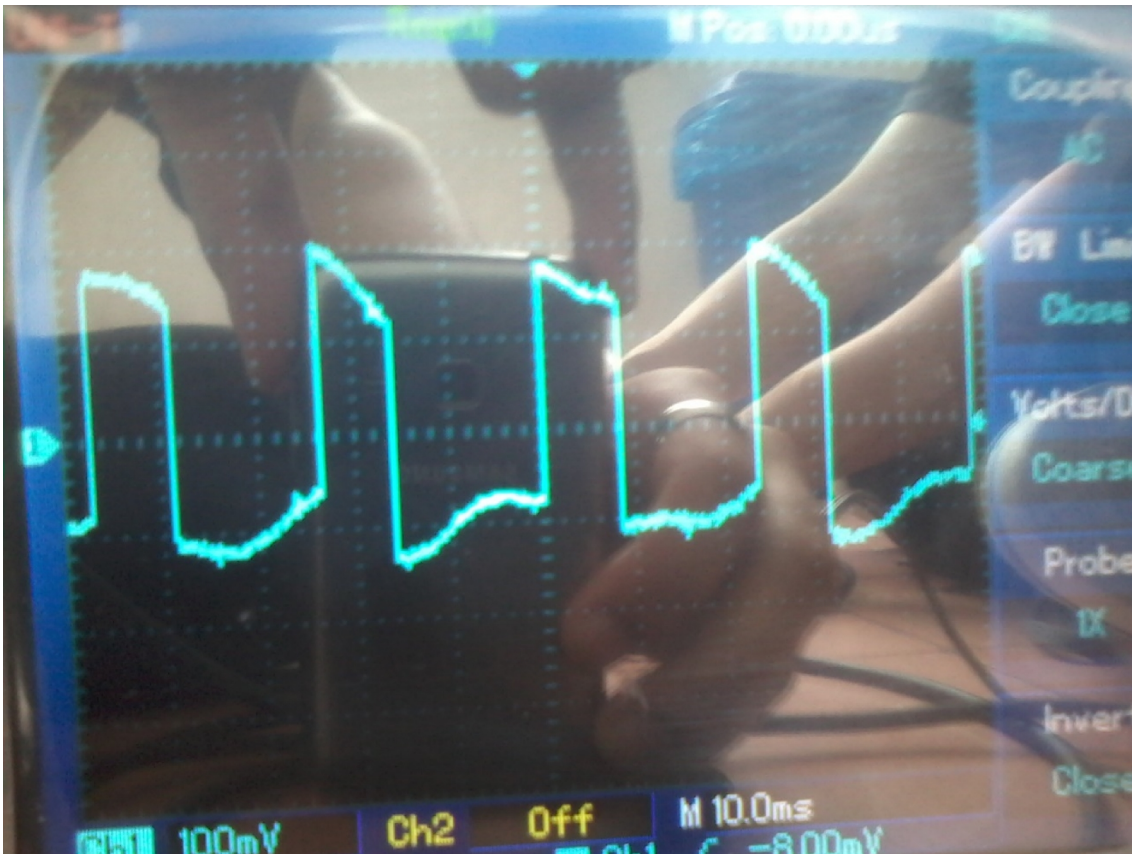


Figura 58: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 5.



Figura 59: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 6.

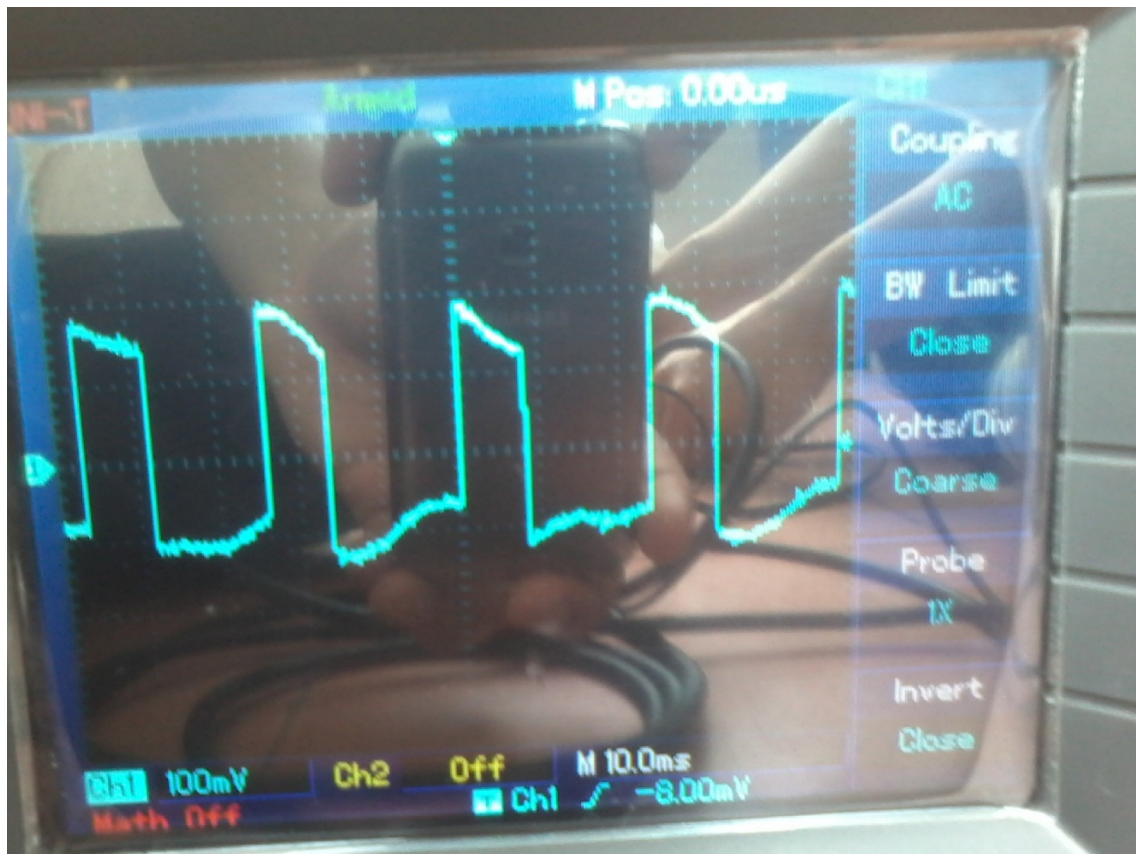


Figura 60: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 7.

7 Valores analizados de los transistores usados para nuestro pedal.

Esquema para testear los transistores usados

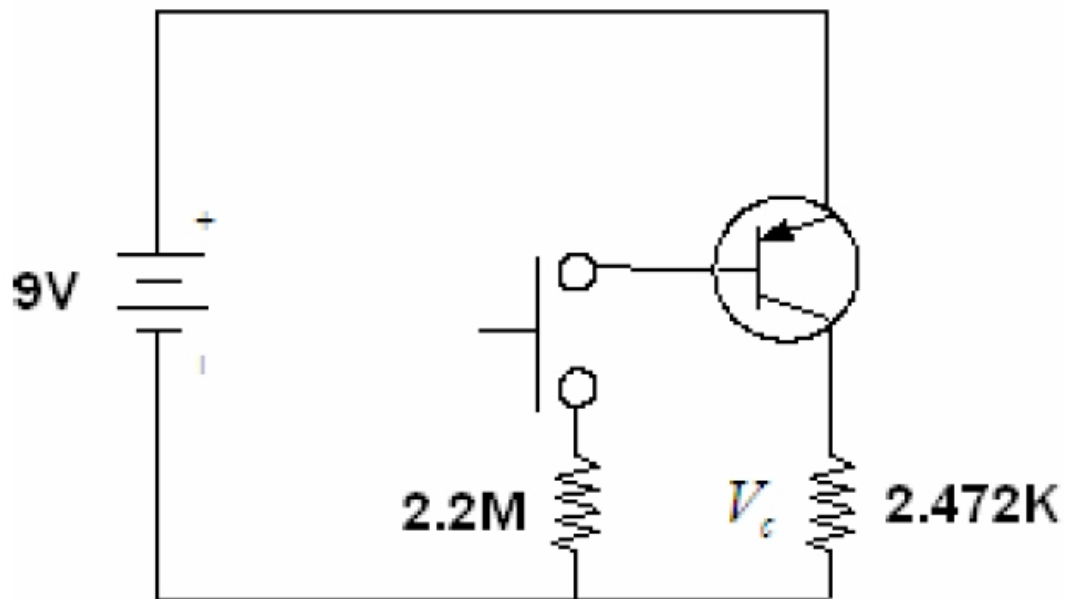


Figura 61: Esquema para testear los transistores.

Basados en la fórmula: $\beta = (V_{csc} - V_{cso}) \times 100$.

V_{csc} (V)	V_{cso} (V)	β
5.6	1.8	380

Desafortunadamente el grupo de trabajo no pudo adquirir más transistores para hacer este experimento, de igual forma la fórmula es libre y puede usarse tanto como se quiera.

8 Simulaciones

8.1 Simulación de nuestro Fuzz Face en “Circuit Maker”.

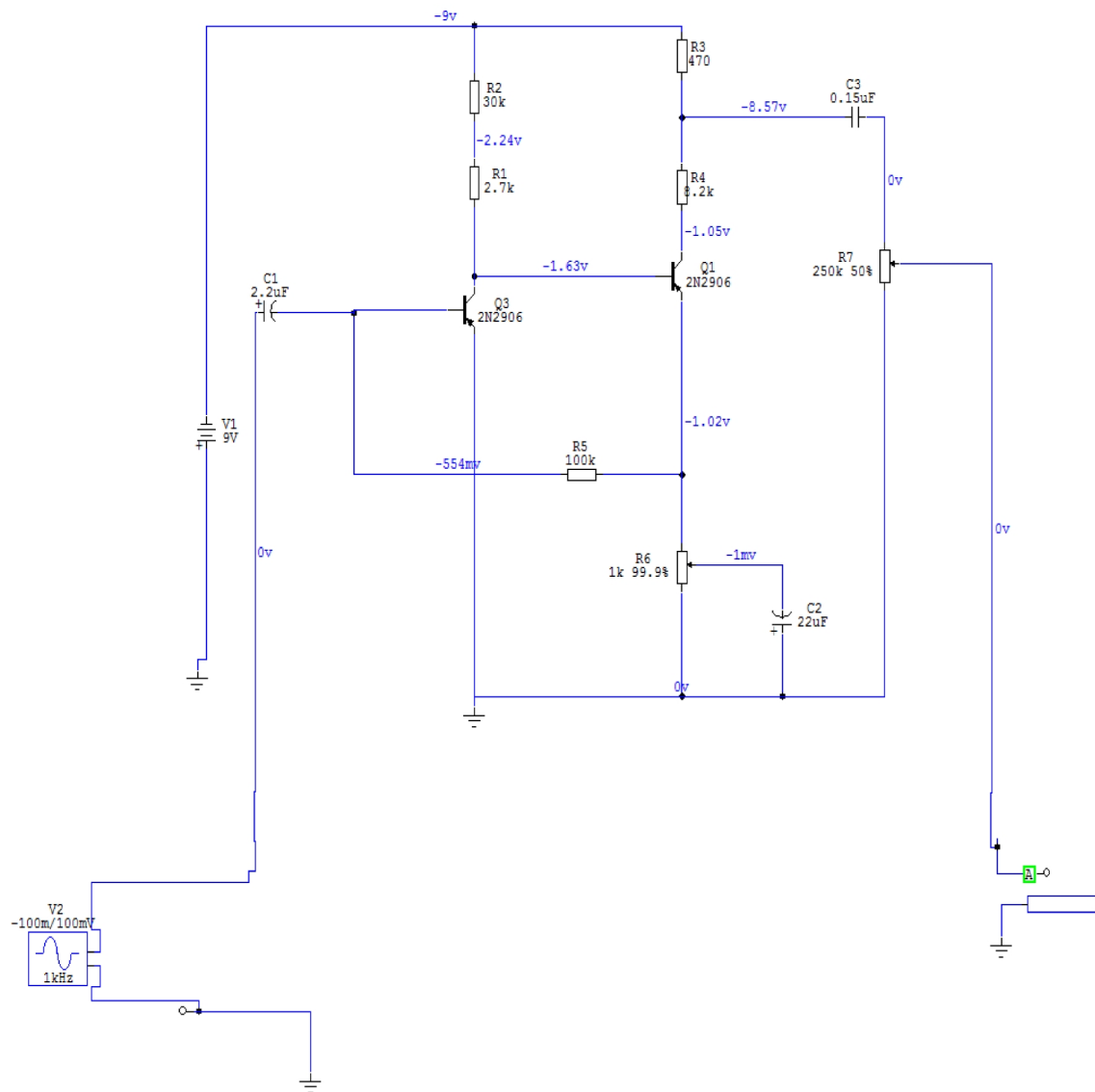


Figura 62: Fuzz Face en “Circuit Maker”.

8.2 Resultado del Fuzz Face En “Circuit Maker”.

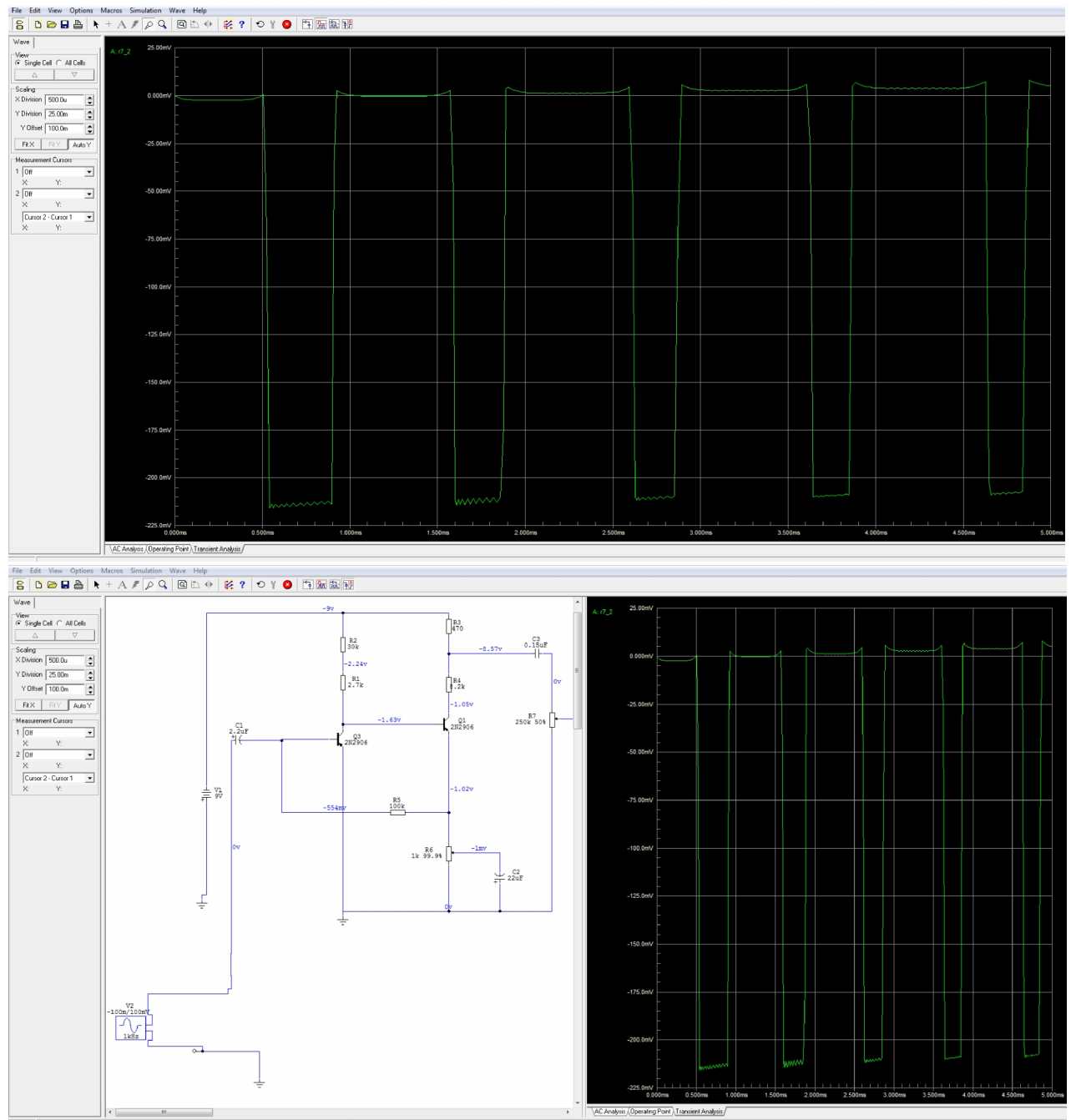


Figura 63: Resultado del Fuzz Face En “Circuit Maker”.

El resultado de la simulación en el “Circuit Maker” varía sutilmente con respecto a las tomas que se obtuvo del osciloscopio por la modificación en los componentes que fueron usados en este, ya que no fue posible conseguir los componentes que el grupo de trabajo necesitaba debido a la falta de ellos en los establecimientos de comercio de componentes locales.

8.3 Simulación 3D de nuestro Fuzz Face en “Eagle”

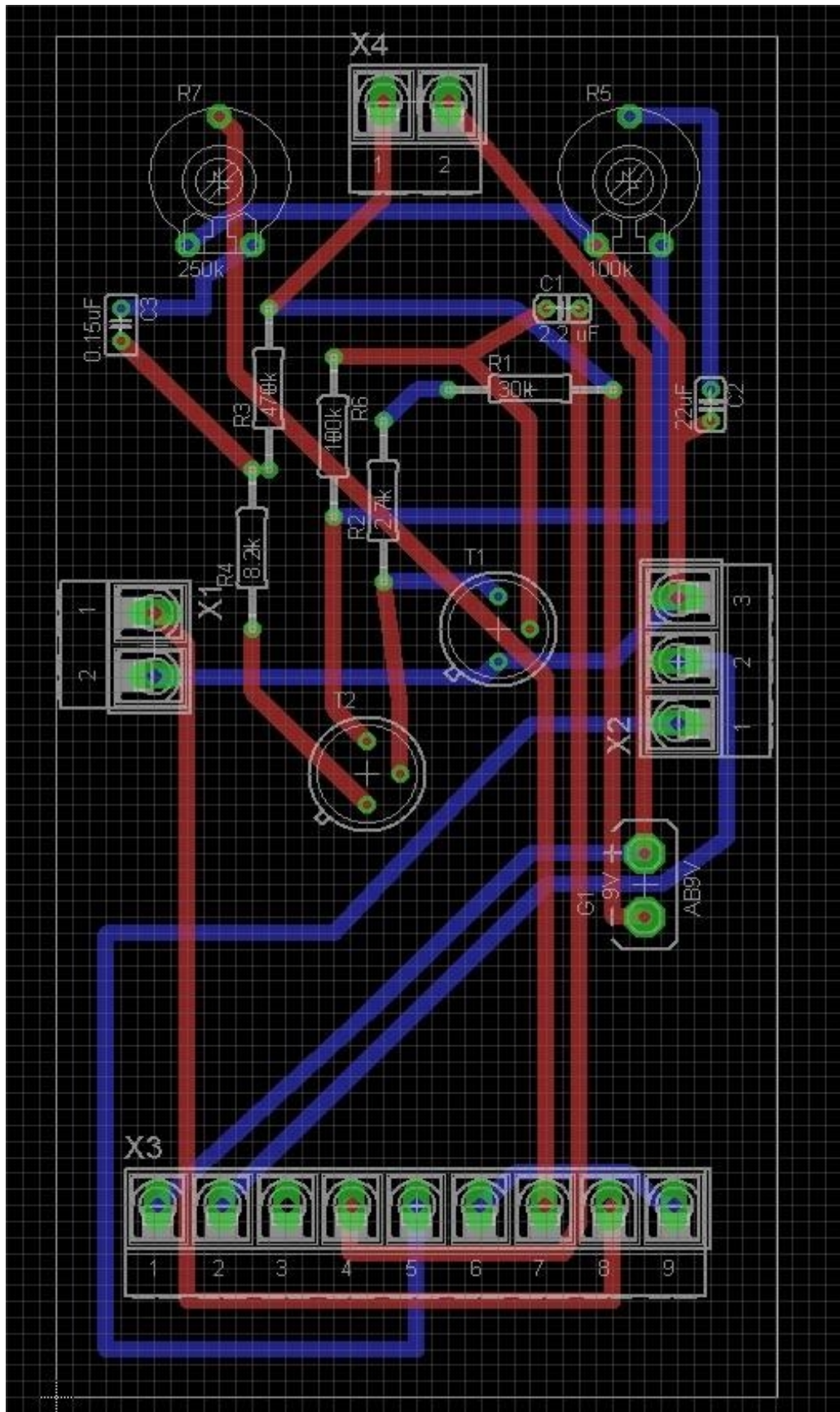


Figura 64: Simulación 3D de nuestro Fuzz Face en “Eagle”

9 Proceso de simulación de esquemas.

Para montar un esquema de cualquier pedal en este caso el Fuzz Face en el programa que desee trabajar se siguen los siguientes pasos:

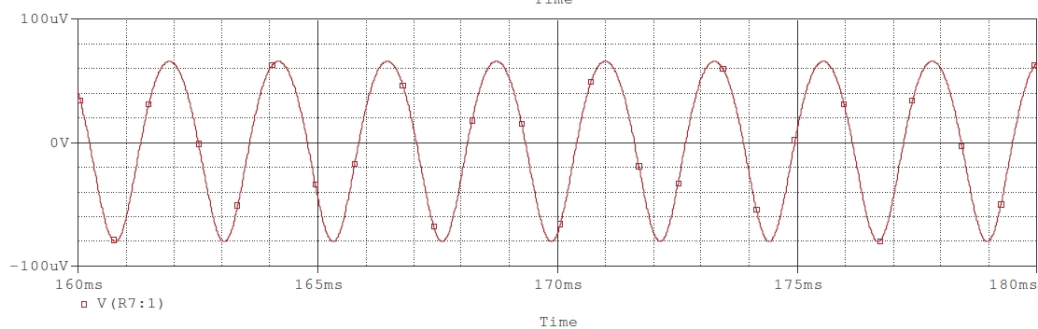
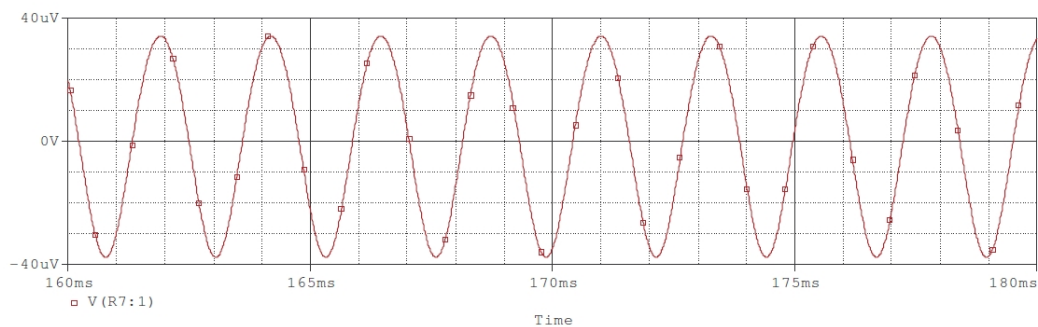
- Buscar los componentes que sean necesarios dentro de las librerías del programa
- Cuando estén en el área de trabajo se le editan los valores que se sean necesarios para el sonido del pedal.
- Se unen los componentes con la herramienta de cableado.
- Crear la PCB y organizar los componentes de manera que estén de manera lógica.
- Finalmente se crean los rieles o pistas para interconectar cada componente.

Como se denotó anteriormente el Fuzz Face puede ser modificado con otros componentes y darían distintos resultados y un sonido ligeramente distinto.

Acá varias tomas de simulaciones hechas en “Pspice” con componentes diferente.

Tomado de la tesis de William E. Overton DIGITAL CIRCUIT-LEVEL EMULATION OF TRANSISTOR-BASED GUITAR DISTORTION EFFECTS

Q1: $\beta = 70$, Q2: $\beta = 120$



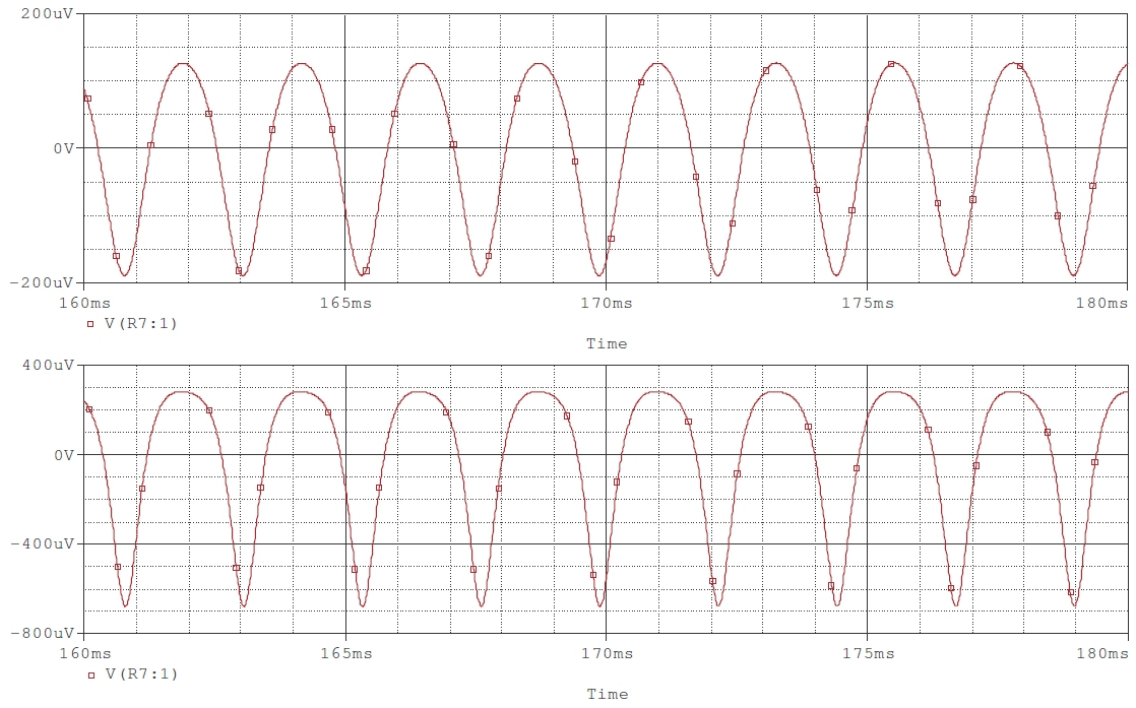


Figura 65: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=70$ y $Q2=120$.

Q1: $\beta = 70$, Q2: $\beta = 70$

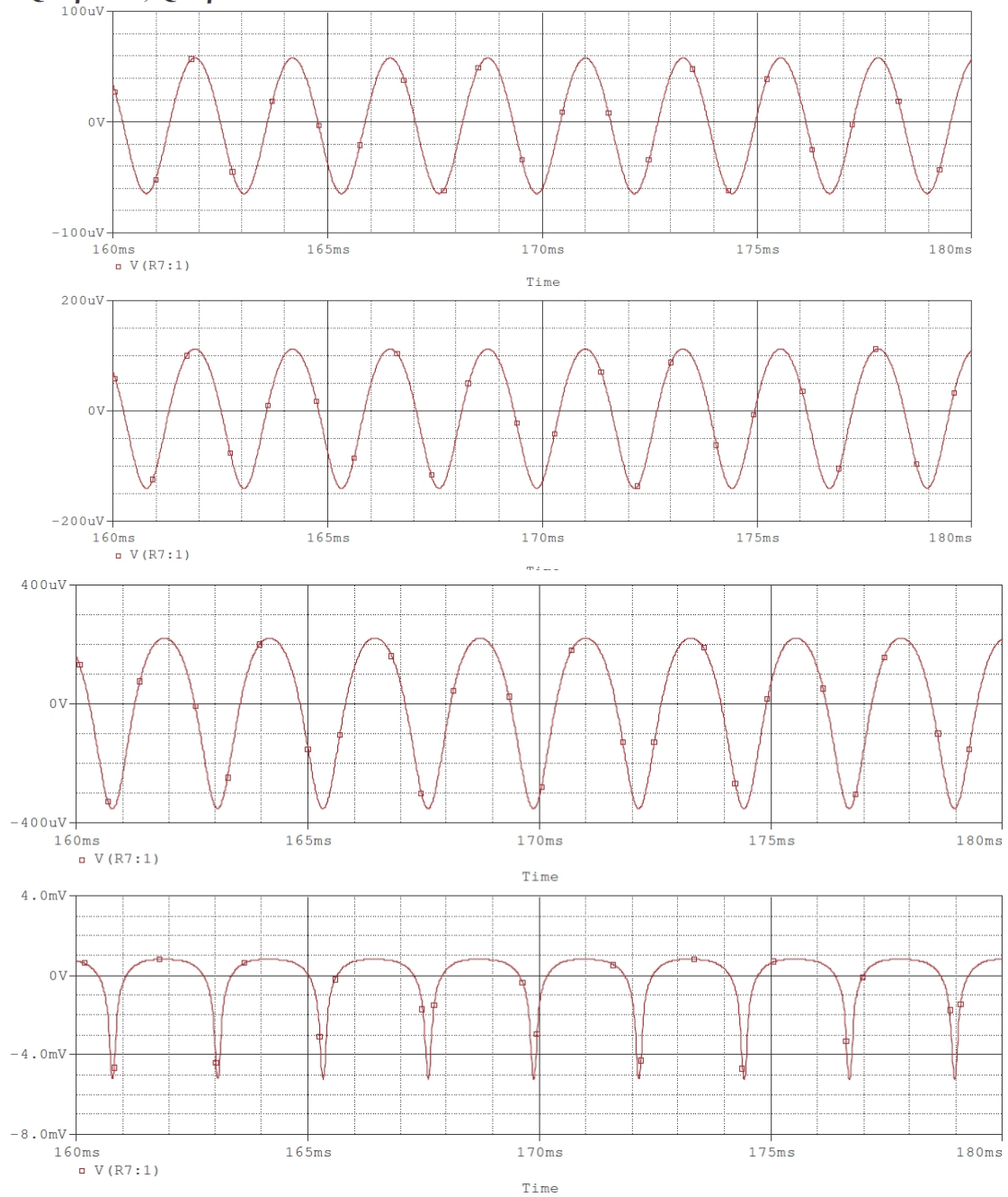


Figura 66: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=70$ y $Q2=70$.

Q1: $\beta = 120$, Q2: $\beta = 70$

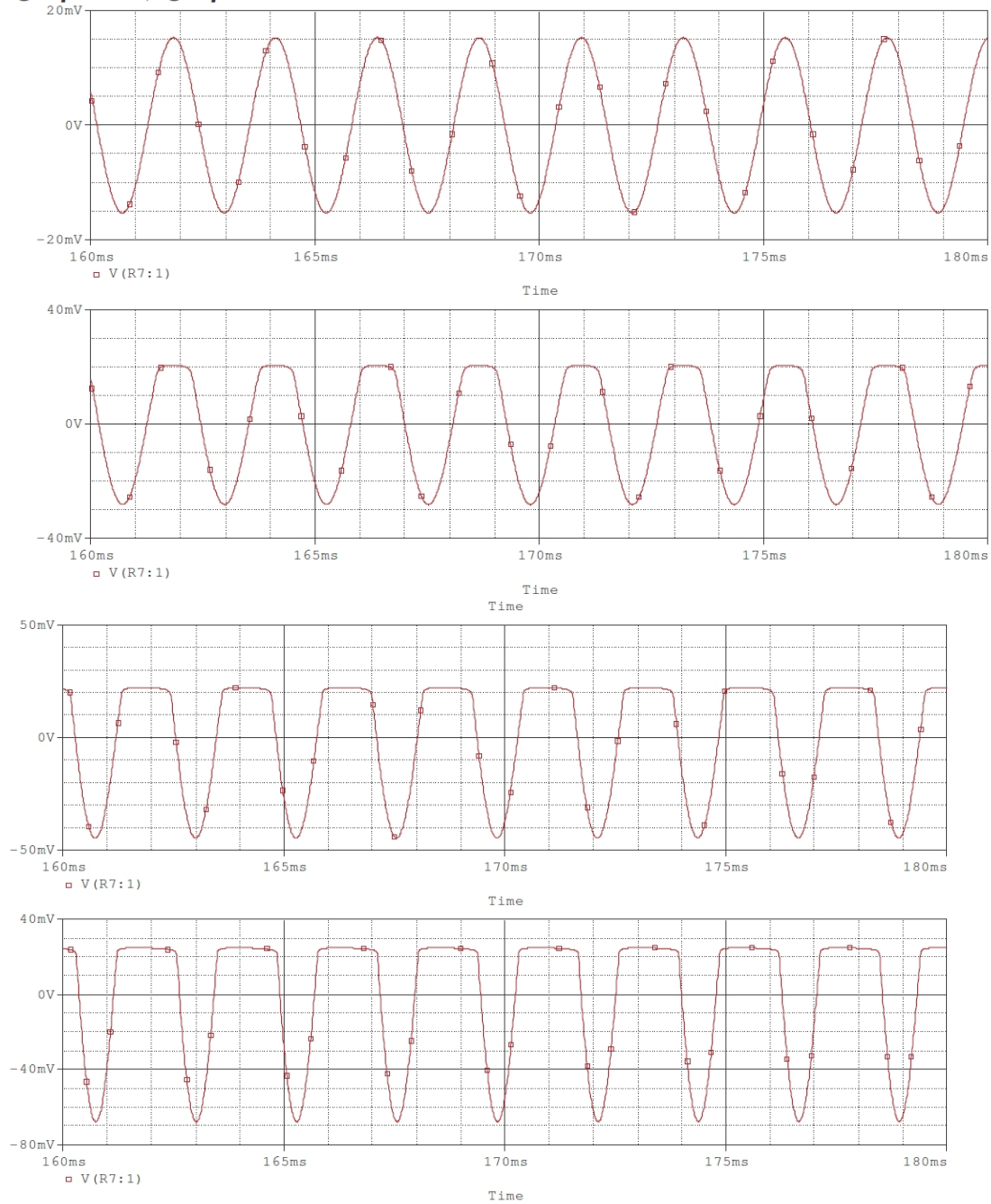


Figura 67: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=120$ y $Q2=70$.

Q1: $\beta = 120$, Q2: $\beta = 120$

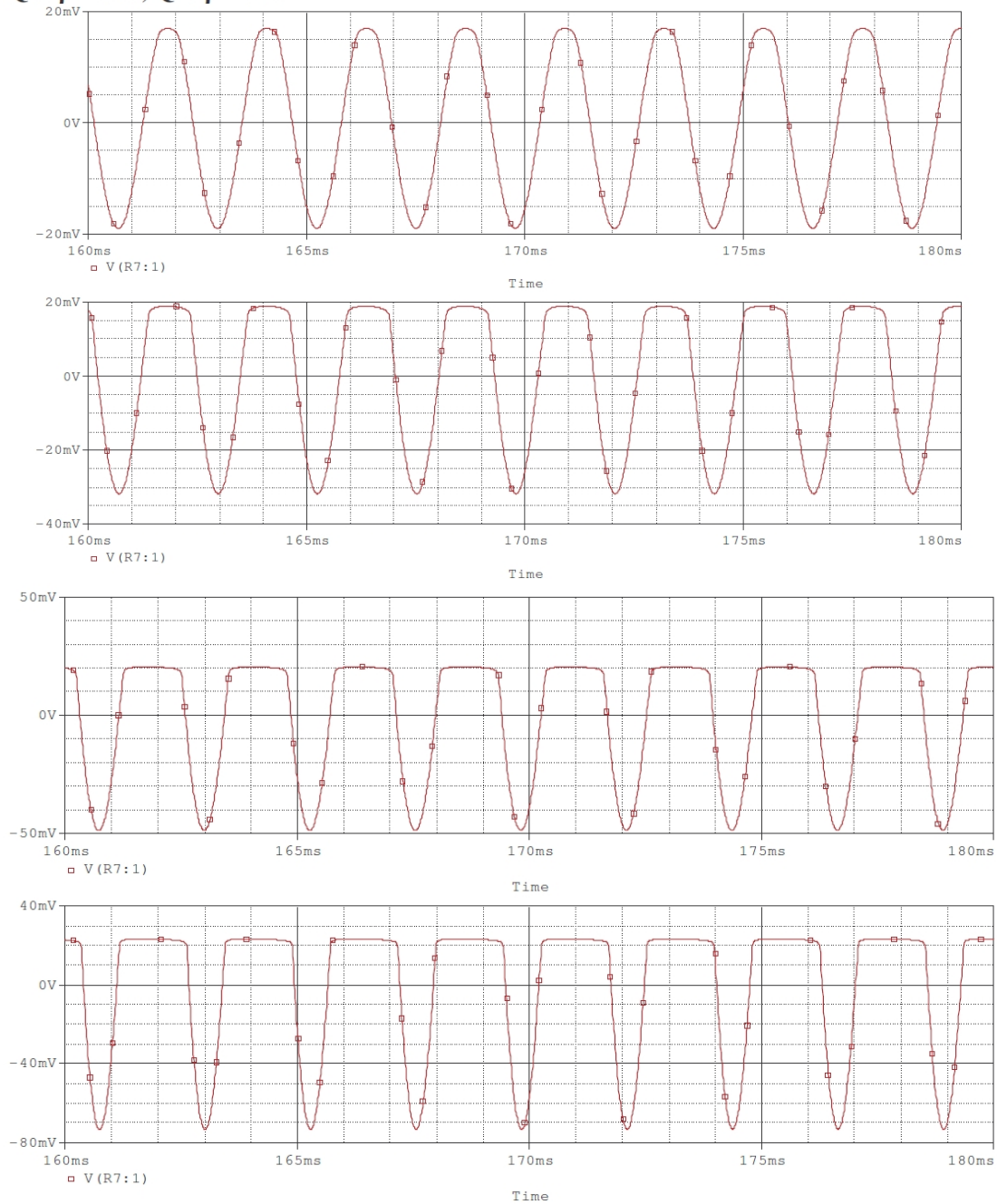


Figura 68: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=120$ y $Q2=120$.

Q1: $\beta = 40$, Q2: $\beta = 120$

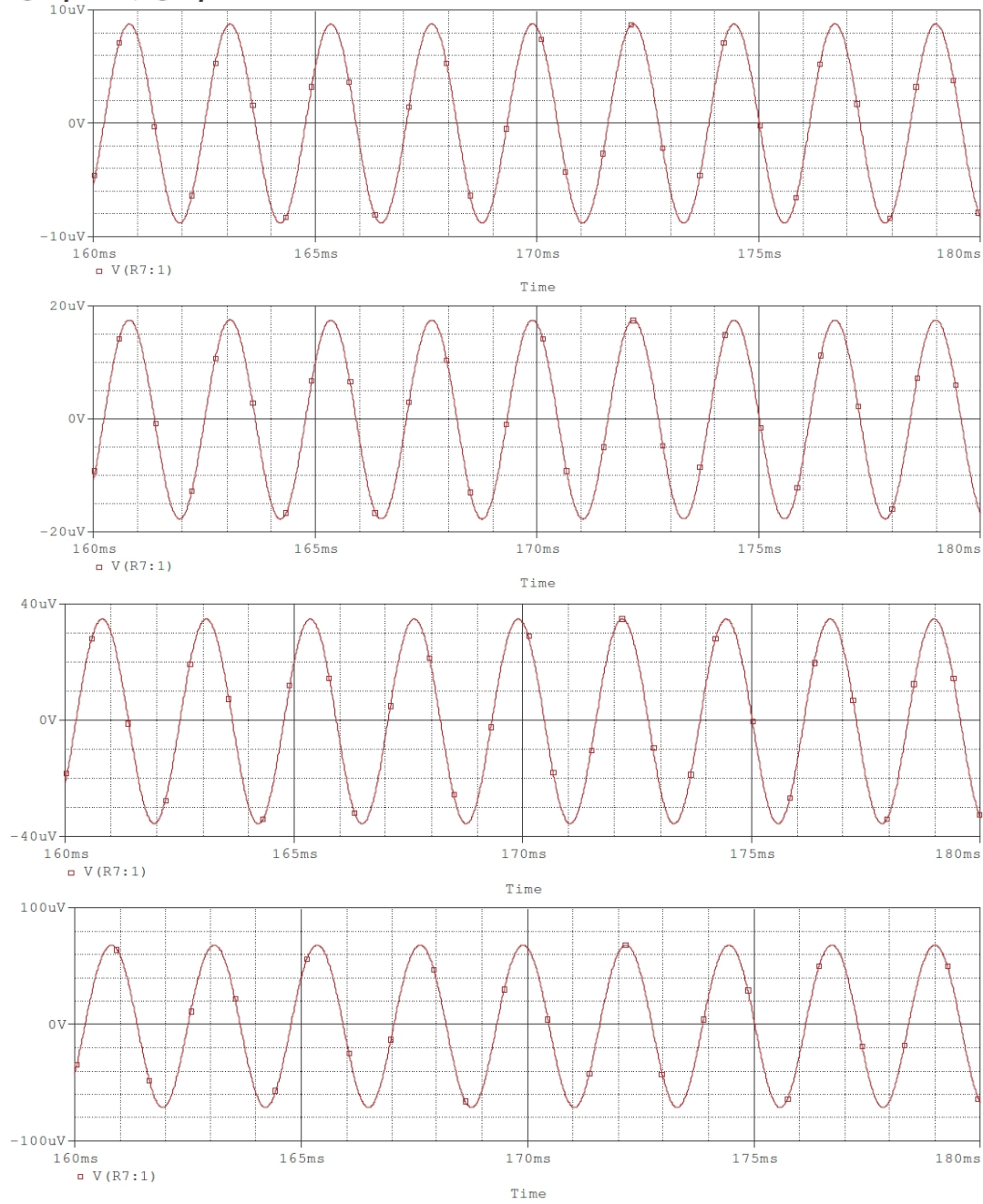


Figura 69: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=40$ y $Q2=120$.

Q1: $\beta = 70$, Q2: $\beta = 180$

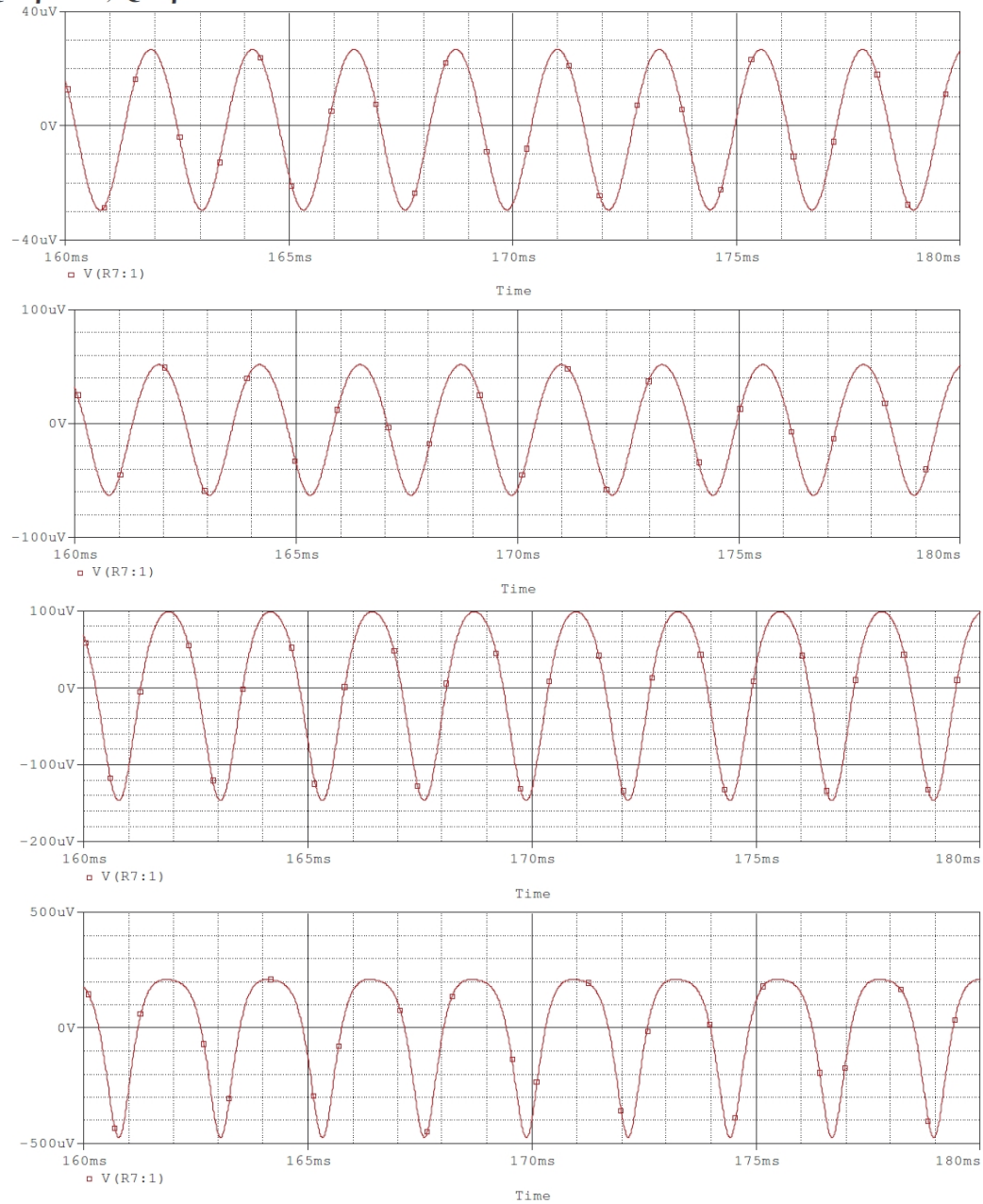


Figura 70: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=70$ y $Q2=180$.

Conclusiones

Durante la elaboración del trabajo, y el montaje del circuito del pedal Fuzz Face, el grupo de trabajo llega a las siguientes conclusiones:

- Con el trabajo anterior se concluye que para elaborar un circuito de un pedal de guitarra y que genere el sonido deseado, se debe realizar un estudio de las distribuidoras de elementos electrónicos, para conocer su variedad y calidad, ya que de estos elementos depende la calidad y calidad del sonido que se espera conseguir.
- Hay que tener cuidado con la ganancia de los transistores, ya que puede variar debido a las referencias y el material de los mismos, ya que la cantidad de ganancia afecta la forma de corte o la forma en que se modifica la onda de la señal.
- Para lograr modificaciones del esquema original y tener un sonido propio, se pueden hacer cambios en los elementos. Implementando sustituciones con valores diferentes a los elementos originales.
- Uno de los cambios, realizados por el grupo de trabajo durante el montaje del esquema fue el siguiente: Cambio del potenciómetro de 1k por uno de 10 k y se obtiene un corte de onda diferente.
- Se logra entender el funcionamiento del circuito, y la forma en el que la energía fluye a través de él. Se entiende por qué se usan ciertos elementos, como un input Jack TRS, para permitir que el voltaje de la entrada de energía, llegue al resto del circuito.
- Esta guía se puede tomar como base para comenzar en la construcción de pedales de otros tipos de efectos para la música.

INDICE

1. Planteamiento del problema	2
1.1 Justificación	2
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	2
2 Marco teórico	3
2.1 Fundamento de electrónica para pedales	3
2.2 Componentes electrónicos	3
Condensador	3
Resistencias	4
Transistores	4
Diodos Zener	4
Diodos normales	4
Potenciómetros	5
Pick Up (Pastillas)	5
Switch (Interruptor)	5
Conectores TS	6
Conectores TRS	6
Voltaje y tierra	6
Circuito	7
Placa de circuito impreso (PCB)	7
2.3 Funcionamiento del switch True Bypass	8
2.4 Funcionamientos de los conectores TRS	9
2.5 Fundamento y diseño de pedales	9
Planteamiento del problema	9
Fuzz Face	11
Orígenes e historia	11
Modificaciones comunes de circuito	13
Hendrix/Mayer mod	14

Fuller mod	14
Vox Tone Bender mod	15
Modelo del transistor ebers- moll	15
3 Análisis de mercado	19
3.1 Análisis de la competencia	19
Análisis hecho por el grupo de investigación del profesor Labonté.	19
Competidor 1: Boss Metal Zone.	19
Competidor 2: Electro Harmonix MetalMuff	20
Competidor 3: MXR Dime Distortion	21
Competidor 4: Marshall Jackhammer	22
Competidor 5: Krank Distortus Maximus	23
3.2 Análisis de valor	24
Tabla 1: Fuerza por cada criterio	24
Tabla 2: Pesos asignados a los valores de análisis	25
Interpretación de las tablas.	25
Tabla 3 análisis de valor del competidor	26
Interpretación de las tablas.	26
Boss Metal Zone	26
Electro Harmonics Metal Muff	27
MXR Dime Distortion	27
Marshall Jackhammer	28
Frank Distortus Maximus	28
3.3 Antecedentes Diseño y Experimentación tomado del grupo de investigación del Profesor Labonté	28
Construcción del pedal de Boss Metal Zone	28
4 Análisis competencia, antecedentes, diseño y experimentación de	
Nuestro equipo de trabajo	31
4.1 Big Muff	32
4.2 Big Muff (Tone on)	33
4.3 MXR GTDO	34
4.4 Ibanez Tube Screamer	35

4.5 Metal Muff	36
4.6 Metal Muff (Boost on)	37
5 Expectativas de nuestro trabajo	38
Requerimientos del producto	38
5.1 Requerimientos del cliente	38
5.2 Especificaciones del producto	38
Tabla de resumen: Requisitos del cliente y especificaciones del producto	39
5.3 Estructura del producto	39
6 Tomas osciloscopio del “Fuzz” Ensamblado	41
7 Valores analizados de los transistores usados para nuestro pedal	45
Esquema para testear los transistores usados	45
8 Simulaciones	46
8.1 Simulación de nuestro Fuzz Face en “Circuit Maker”	46
8.2 Resultado del Fuzz Face En “Circuit Maker”.	47
8.3 Simulación 3D de nuestro Fuzz Face en “Eagle”	48
9 Proceso de simulación de esquemas	49
Conclusiones	56
Índice	59
Apéndice	60
Bibliografía	63

Apéndice

<i>Figura 1: Condensadores</i>	3
<i>Figura 2: Resistencias</i>	4
<i>Figura 3: Transistores</i>	4
<i>Figura 4: Diodos Zener</i>	4
<i>Figura 5: Diodos normales.</i>	4
<i>Figura 6: Potenciómetros.</i>	5
<i>Figura 7: Pick Up (Pastillas)</i>	5
<i>Figura 8: Switch (Interruptor)</i>	5
<i>Figura 9: Conectores TS</i>	6
<i>Figura 10: Conectores TRS</i>	6
<i>Figura 11: Voltaje y tierra</i>	6
<i>Figura 12: Circuito</i>	7
<i>Figura 13: Placa de circuito impreso (PCB)</i>	7
<i>Figura 14: Diagrama del cableado del switch</i>	8
<i>Figura 15: Jack de entrada y Jack de salida</i>	9
<i>Figura 16: Fuzz Face Básico</i>	11
<i>Figura 17: Un ejemplo moderno del circuito del Fuzz Face y su caja</i>	12
<i>Figura 18: Muestra de la salida de un Fuzz Face</i>	13
<i>Figura 19: Fuzz Face con las modificaciones “Roger Mayer” o “Jimi Hendrix” modos</i>	14
<i>Figura 20: Fuzz Face con las modificaciones Fuller</i>	15
<i>Figura 21: Vox Tone Bender</i>	16
<i>Figura 22: Modelo de transistores PNP EBERS-MOLL</i>	17
<i>Figura 23: Ecuación transistores PNP</i>	17
<i>Figura 24: Ecuación transistores PNP</i>	17
<i>Figura 25: Boss Metal Zone</i>	19
<i>Figura 26: Electro Harmonix MetalMuff</i>	20
<i>Figura 27: MXR Dime Distortion</i>	21

<i>Figura 28: Marshall JackHammer</i>	22
<i>Figura 29: Krank Distortus Maximus</i>	23
<i>Figura 30: Tabla 1 de descripción</i>	24
<i>Figura 31: Tabla 2 de descripción</i>	25
<i>Figura 32: Tabla 3 análisis de valor del competidor</i>	26
<i>Figura 33: Boss Metal Zone pedal</i>	29
<i>Figura 34: Pedal de Boss Metal Zone construido en un circuito</i>	29
<i>Figura 35: Respuesta en frecuencia Big Muff</i>	32
<i>Figura 36: Forma de onda 1 Big Muff</i>	32
<i>Figura 37: Forma de onda 2 Big Muff</i>	32
<i>Figura 38: Respuesta en frecuencia Big Muff (Tone on)</i>	33
<i>Figura 39: Forma de onda 1 Big Muff (Tone on)</i>	33
<i>Figura 40: Forma de onda 2 Big Muff (Tone on)</i>	33
<i>Figura 41: Respuesta en frecuencia MXR GTDO</i>	34
<i>Figura 42: Forma de onda 1 MXR GTDO</i>	34
<i>Figura 43: Forma de onda 2 MXR GTDO</i>	34
<i>Figura 44: Respuesta en frecuencia Ibanez Tube Screamer</i>	35
<i>Figura 45: Forma de onda 1 Ibanez Tube Screamer</i>	35
<i>Figura 46: Forma de onda 2 Ibanez Tube Screamer</i>	35
<i>Figura 47: Respuesta en frecuencia Metal Muff</i>	36
<i>Figura 48: Forma de onda 1 Metal Muff</i>	36
<i>Figura 49: Forma de onda 2 Metal Muff</i>	36
<i>Figura 50: Respuesta en frecuencia Metal Muff (Boost on)</i>	37
<i>Figura 51: Forma de onda 1 Metal Muff (Boost on)</i>	37
<i>Figura 52: Forma de onda 2 Metal Muff (Boost on)</i>	37
<i>Figura 53: Concepto del dibujo de pedalera</i>	40
<i>Figura 54: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 1</i>	41
<i>Figura 55: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 2</i>	41
<i>Figura 56: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 3</i>	42
<i>Figura 57: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 4</i>	42

<i>Figura 58: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 5</i>	43
<i>Figura 59: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 6</i>	43
<i>Figura 60: Toma osciloscopio Fuzz ensamblado 7</i>	44
<i>Figura 61: Esquema para testear los transistores</i>	45
<i>Figura 62: Fuzz Face en "Circuit Maker"</i>	46
<i>Figura 63: Resultado del Fuzz Face En "Circuit Maker"</i>	47
<i>Figura 64: Simulación 3D de nuestro Fuzz Face en "Eagle"</i>	48
<i>Figura 65: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=70$ y $Q2=120$</i>	49
<i>Figura 66: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=70$ y $Q2=70$</i>	51
<i>Figura 67: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=120$ y $Q2=70$</i>	52
<i>Figura 68: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=120$ y $Q2=120$</i>	53
<i>Figura 69: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=40$ y $Q2=120$</i>	54
<i>Figura 70: Resultados de simulaciones con componentes $Q1=70$ y $Q2=180$</i>	55

Bibliografía

- [1] “Craig Anderton - Guitar Electronics for Musicians.” *Scribd*. Accessed July 16, 2014. <http://www.scribd.com/doc/2154081/Craig-Anderton-Guitar-Electronics-for-Musicians>.
- [2] “Curso Fácil de Electrónica Básica CEKIT.” *Scribd*. Accessed July 16, 2014. <http://es.scribd.com/doc/33506499/Curso-facil-de-electronica-basica-CEKIT>.
- [3] “Digital Circuit-Level Emulation of Transistor-Based Guitar Distortion Effects.” Accessed July 16, 2014. <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/10566?show=full>.
- [4] “Dunlop Hendrix Fuzz Face.” *Scribd*. Accessed July 16, 2014. <http://www.scribd.com/doc/150183947/Dunlop-Hendrix-Fuzz-Face>.
- [5] “Electronica Cekit,” September 2, 2011. <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/12367213/Electronica-Cekit.html>.
- [6] “Fuzz Face Project.” *Scribd*. Accessed July 16, 2014. <http://www.scribd.com/doc/91876856/Fuzz-Face-Project>.
- [7] “GuitarPCB.com Guidance for Beginner Pedal Builders.” Accessed July 16, 2014. http://www.lopdf.net/preview/L6jwa_OuzDVuPIxmtxYuLWKcvNbOrKXTnNSOlfNxtbU,/GuitarPCB-com-Guidance-for-Beginner-Pedal-Builders.html?query=GuitarPCB-com-Guidance-for-Beginner-Pedal-Builders.
- [8] “How To Make A Fuzzbox | Musicworks Magazine.” Accessed July 16, 2014. <https://www.musicworks.ca/diy/how-make-fuzzbox>.
- [9] “Libro de Cocina Del Stompbox-Nicolas Boscorelli.pdf.” *Scribd*. Accessed July 16, 2014. <http://www.scribd.com/doc/208450569/Libro-de-Cocina-del-Stompbox-Nicolas-Boscorelli-pdf>.
- [10] “Proyectos Para Guitarristas - Craig Andertonn.” *Scribd*. Accessed July 16, 2014. <http://www.scribd.com/doc/181307156/Proyectos-Para-Guitarristas-Craig-Andertonn>.