

1 Pedal de Distorsión

1.1 Introducción

Se busca implementar un pedal de distorsión para guitarra eléctrica. La distorsión a implementar será de tipo clipping, utilizando diodos para efectuar tal distorsión. Las señales de audio se manejan con niveles de tensión, que representan directamente la onda de entrada, en nuestro caso proveniente de una guitarra eléctrica. Es luego de la conversión de esta onda sonora a una eléctrica que se realizan los cambios de tensión que darán los efectos distorsionantes deseados al sonido. La señal eléctrica será nuevamente convertida a audio y será la salida de cualquier dispositivo reproductor de audio de elección que caiga dentro de las consideraciones que se enumerarán en la subsección "Consideraciones de diseño".

Malu acá podríamos tirar el link a la subsección mencionada que no se cómo ponerlo. Cuando leas esto please enseñame también.

A modo de delimitar un marco teórico y notacional a partir del cual se presentarán con mayor claridad y precisión los efectos del pedal, se procede a definir el concepto de distorsión a través de la ausencia de la misma:

- Un sistema con entrada $x(t)$ y salida $y(t)$ no distorsiona cuando $y(t) = A x(t+\tau)$, con A y τ dos constantes. En caso de que esta relación entre entrada y salida no se cumpla, se dice que el sistema en cuestión distorsiona.

De la definición anterior se desprende que un amplificador operacional ideal cuya entrada $V_d = V^+ - V^-$ no supere los valores de saturación característicos y que tenga comportamiento lineal en amplitud y en fase podrá ser clasificado como un amplificador puro y por lo tanto comprenderá un sistema no distorsionante.

La distorsión de tipo clipping consiste en el establecimiento de un valor de tensión "techo" o límite, el cual la señal de entrada no podrá sobrepasar en su forma original (sufrirá distorsión). En general, la distorsión será en amplitud, de modo que la salida del sistema $y(t)$ tenderá a valores de tensión cercanos a los del valor techo en aquellos casos en los que la entrada $x(t)$ supere dicho valor. Cabe destacar que en el caso del pedal implementado, el valor techo utilizado será una cota del módulo de la señal de entrada tal que si T es el valor techo, De esta forma, se puede diferenciar entre dos tipos de clipping, a saber:

1. **Hard-Clipping:** El valor techo del clipping no podrá ser excedido por la señal de salida, y en caso de que la señal de entrada sea superior al valor techo, la señal de salida adoptará el valor constante del techo. Matemáticamente:

$$y(t) = \begin{cases} T & \text{si } x(t) \geq T \\ x(t) & \text{si } -T \leq x \leq T \\ -T & \text{si } x(t) \leq -T \end{cases} \quad (1)$$

De esta definición se muestra el efecto de clipping sobre una senoidal:

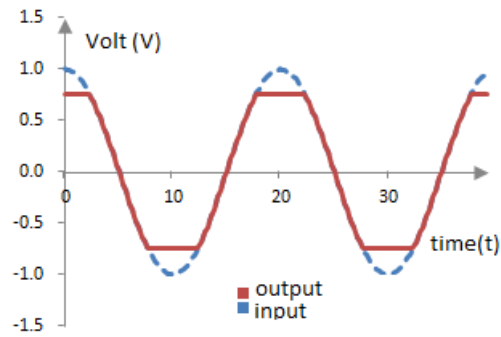


Figura 1: Ejemplo de hard-clipping

2. **Soft-Clipping:** El valor techo del clipping podrá ser levemente excedido de manera tal que la transición entre el valor que adoptaría la señal de entrada sin distorsión y el que deberá adoptar la señal de salida sea más suave. Matemáticamente:

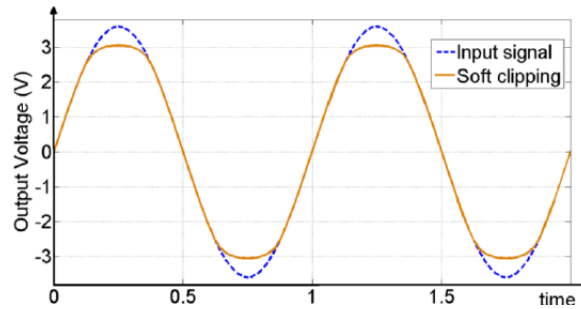


Figura 2: Ejemplo de soft-clipping

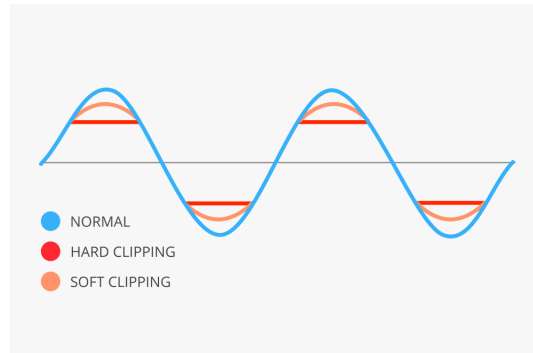


Figura 3: Soft-clipping vs. Hard-clipping

1.2 Consideraciones de diseño

- La entrada será una señal de audio (20Hz a 20KHz) de amplitud menor o igual a 300mV pico a pico (dentro de esta categoria caen la mayoría de los micrófonos de guitarra eléctrica). La entrada en principio tendrá offset nulo.
- La salida debe ser adecuada para un equipo de audio, por lo que tampoco tendrá tensión de offset continuo.
- La fuente de alimentación debe ser de 9V no partida. De usar un AC ADAPTER, se debe considerar que suele tener un ripple no deseado producto de la conversión no ideal de alterna a continua.
- La salida se conectará a un amplificador de guitarra con impedancia de entrada Z_{in} mayor o igual a $200K\Omega$. Esto es el caso en la mayoría de los amplificadores de guitarra, como por ejemplo la serie Mustang GT de Fender y la serie Cube de Roland, los cuales tienen $Z_{in} = 1M\Omega$, o el Fender Rumble para bajo, con $Z_{in} = 202K\Omega$
- La señal de entrada provendrá de una guitarra eléctrica con impedancia de salida menor a quinchimil millones de ohms.

Buscar Zout guitarras

Zin: hay amplis con Zin mucho mas baja, tipo 44K. Nos falta hacer las cuentas que onda en ese caso, pero creo que nos jode

1.3 Diseño del circuito

El circuito cuenta con tres secciones: de alimentación, de amplificación, y de clipping. Cada una puede analizarse independientemente tomando los recaudos necesarios.

1.3.1 Características del amplificador

1.3.2 Sección de alimentación

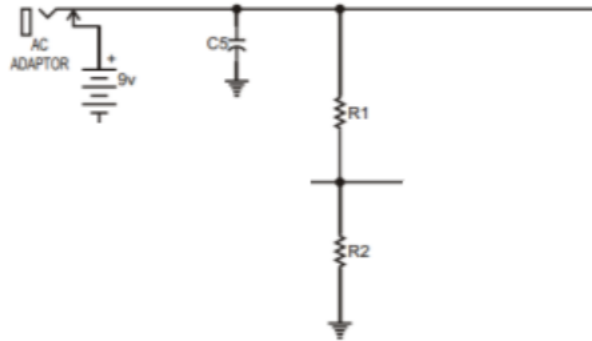


Figura 4: Esquemático sección de alimentación

Las dos resistencias crean un divisor resistivo con el cual se obtienen nodos 9V, 4.5V, y 0V. Esto funciona correctamente siempre que la corriente que circula por ambas resistencias no sea significativamente distinta, ya que en caso contrario la tensión que debería ser de 4.5V va a tomar otro valor. La función del capacitor es eliminar cualquier ruido o ripple presente en la tensión de entrada. El ripple es producto del método de funcionamiento de los transformadores de alterna a continua (anexo). Una fuente de ruido es

describir
minima-
mente ac-
>dc y como
genera ripple
y poner en
el anexo,
y poner
una fuente
de ruido si
amerita.

1.3.3 Sección de clipping

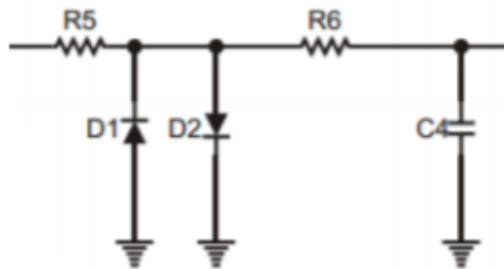


Figura 5: Esquemático sección de clipping

Esta sección del circuito distorsiona la señal recortando abruptamente cualquier pico que se exceda del rango $\pm 0.7V$ (si no se excede, no se modifica). El proceso se conoce como

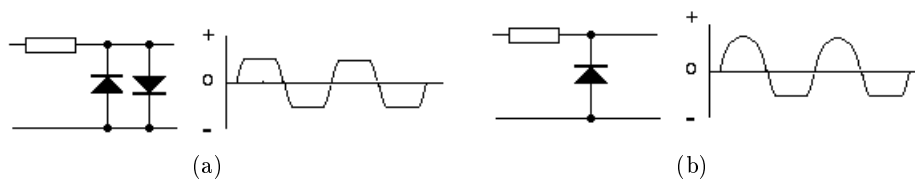


Figura 6: Dos tipos de clipping con diodos: simétrico (6a) y asimétrico (6b)

clipping (ver figura 6). Este cambio genera un aumento en los armónicos de alta frecuencia ya que la señal tiende a la forma de una cuadrada. Se decidió usar clipping simétrico.

1.3.4 Sección de amplificación

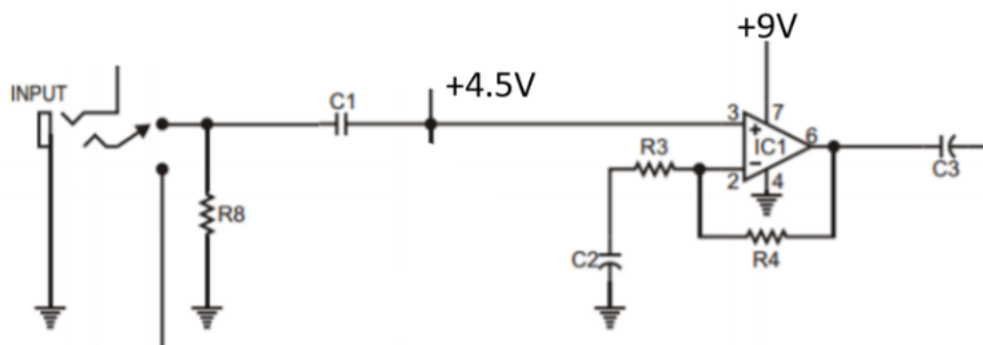


Figura 7: Esquemático sección de amplificación

Dado que la alimentación no es partida, se alimenta el amplificador con $V_{cc}^- = 0V$ y $V_{cc}^+ = 9V$, lo cual genera la necesidad de montar la señal de audio sobre una continua de 4.5V. Para lograr esto, se conecta la entrada a 4.5V, poniendo el capacitor C_1 para que solo pase la tensión alterna de la señal y no la continua que se le suma. Dado que se quiere que este capacitor afecte lo mínimo posible a cualquier frecuencia que no sea continua, se eligió un valor alto de capacidad: $1\mu F$. En el peor de los casos, tiene una impedancia no despreciable (800Ω a $20Hz$), pero para XXXXXXXXXXXXXXXX

Redaccion

Para no amplificar la componente continua agregada de la señal, se utiliza el capacitor C_2 . Se puede ver el efecto analizando la función de transferencia del amplificador:

$$H_{amp}(s) = \frac{V_B}{V_A} = 1 + \frac{R_4}{R_3 + R_9 + X_{C_2}} \quad (2)$$

en donde se consideró ideal al amplificador. Para continua, $X_{C_2} = \frac{1}{sC_2} = \infty \Rightarrow |H_{amp}(0)| = 1$, por lo tanto no se amplifica. Para alterna, idealmente $X_{C_2} \ll R_3 + R_9$, entonces:

escribir deducción transferencia y mandar al anexo. esta bien considerarlo ideal en todos los casos en los que trabajamos? analizar BWP

$$|H_{amp}(s)| \approx 1 + \frac{R_4}{R_3 + R_9} \quad (3)$$

donde se ve que la transferencia queda determinada por R_4 , R_3 y R_9 y es independiente de la frecuencia entrante (ver figura 8).

Sin embargo, este resultado viene de asumir un modelo de amplificador ideal en el cual no se considera el slew rate (SR), o maxima tasa de cambio de tensión de salida. Se considera el que amplificador tiene un comportamiento lineal si

$$SR \geq G \cdot A \cdot 2\pi \cdot f$$

siendo G la ganancia (en este caso $1 + \frac{R_4}{R_3 + R_9}$ si despreciamos los efectos de C_2), A la amplitud de la señal, y f su frecuencia. Para considerar el peor caso, basta tomar $G = 1 + \frac{R_4}{R_3} = 11$ y $A = 0.3V$ (ver sección 1.2), y sabiendo que $SR = 0.5V/\mu s$ se puede obtener la máxima frecuencia en la cual el comportamiento se considera lineal:

$$\begin{aligned} 5 \cdot 10^5 V/s &\geq 11 \cdot 0.3V \cdot 2\pi f \\ \Rightarrow 24.1 KHz &\geq f \end{aligned}$$

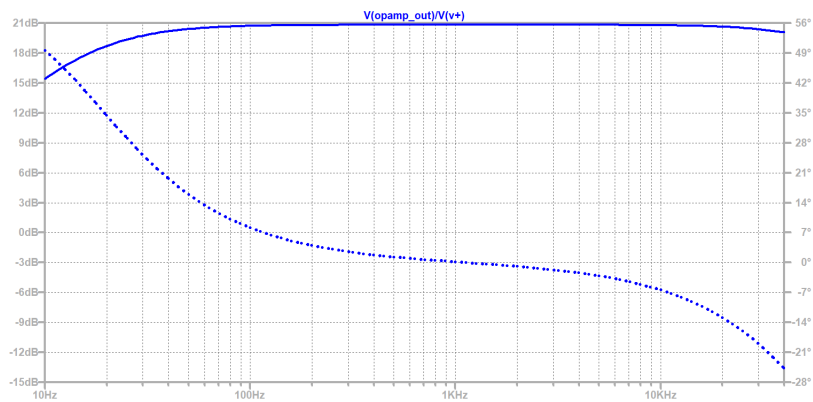
El SR no afecta el desempeño del pedal como instrumento ya que sus efectos se notan solo en frecuencias fuera del rango audible.

R_4 y R_3 controlan la máxima ganancia del amplificador. La función del potenciómetro R_9 es permitirle al usuario tener control sobre el nivel de distorsión variando la ganancia, pero sin permitirle aumentarla tanto que el amplificador sature.

agregar referencia a donde expliquemos que mas ampificación implica mas distorsión

1.4 Simulaciones

1.5 Mediciones



Missing
figure

hacer lindo en matlab la superposicion de lo calculado, lo simulado, y lo medido

Figura 8: Transferencia del amplificador