

Desplazamiento del eje de cero absoluto. Concepto, origen, soluciones.

Alejandro Brianza¹

Introducción

Cuando hablamos de desplazamiento del eje de cero absoluto, nos referimos al fenómeno que en inglés es comúnmente conocido como *DC offset*, que refiere a un error presente en algunas señales de audio, manifiesto por las desigualdades que tenga la misma, en los dominios positivos y negativos con respecto al eje X, al que en este artículo preferimos llamar eje de cero absoluto.

Este desplazamiento, según el caso, puede tener muchas variantes. Puede ser uniforme en toda la señal, como también puede estar presente en una o más secciones. Si la señal es estéreo, puede encontrarse en solo un canal, en ambos por igual, o incluso puede estar presente en ambos canales pero con distintos niveles.

En este artículo trataremos al desplazamiento del eje desde su génesis, identificando sus causas, las problemáticas que acarrea y proponiendo una metodología para removerlo satisfactoriamente de una onda de audio.

Origen

Al momento de realizar una grabación, necesariamente entra en juego la energía eléctrica. Sea cual sea el artefacto que se use para grabar, analógico o digital, valvular o transistorizado. Incluso si usa una fuente externa o una fuente interna en el caso de grabadores a batería, la energía eléctrica estará presente en el artefacto. Tenemos que tener en cuenta, además, que la corriente que opera dentro de los artefactos electrónicos es corriente continua, de modo tal que si los analizamos encontraremos transformadores que conviertan la corriente alterna entrante en continua lista para su uso, o bien como se mencionó antes, baterías que entreguen directamente corriente continua.

El hecho de que la corriente eléctrica forme parte del proceso de grabación, hace posible la inclusión indeseada de interferencias radiales, zumbidos y ruidos de distintos tipos.

¹ Investigador y docente, artista sonoro y flautodulcista. Licenciado en Audiovisión y Técnico en sonido y grabación, actualmente Maestrando en Metodología de la Investigación Científica. Es docente en la Universidad del Salvador y en la Universidad Nacional de Lanús, donde además forma parte de investigaciones relacionadas a la tecnología del sonido, la música electroacústica y los lenguajes contemporáneos, de las cuales ha dado conferencias en congresos y distintos encuentros del ámbito académico. Es miembro de la Red de Artistas Sonoros Latinoamericanos y desde 2012 coordina la programación del Festival Internacional Sonoimágenes, de música acusmática y arte sonoro y multimedial.

Imaginemos un amplificador encendido, pero en reposo. Dispone de una entrada y una salida pero no hay nada conectado en ellas. En teoría, al no tener señal de entrada, no debería existir señal de salida y si se midieran los voltios entregados por la misma deberíamos obtener un valor de 0V. Sucede que debido a las imperfecciones dentro del mismo amplificador, en algunas ocasiones podemos encontrar a la entrada algunos milivolts de corriente continua. Esto no debería tener mayor importancia, pero si el amplificador estuviera proporcionando una ganancia $\times 1000$ - equivalente a 60dB -, esa pequeña señal de 5mV típicos encontrada a la entrada se convertiría en ni más ni menos que 5V a la salida, que pasarían a sumarse a la señal de audio susceptible de ser amplificada, desplazándola del eje de cero absoluto, a veces hacia el dominio positivo y otras hacia el negativo (Fuller, 2003), dependiendo de la naturaleza del fenómeno (fig. 1).

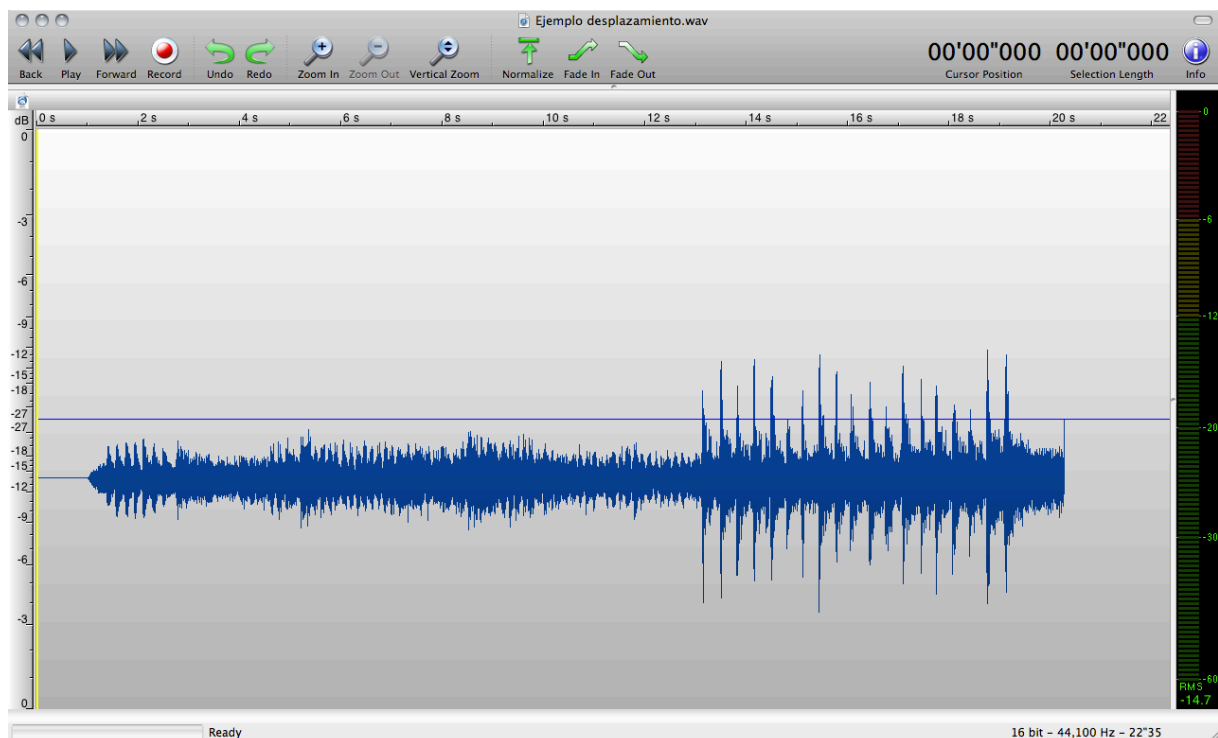


Fig. 1. Una señal de audio con desplazamiento del eje de cero absoluto

Ahora bien, ¿por qué motivo se produce el desplazamiento de eje? la corriente continua remanente en el circuito, precisamente por su cualidad de continua no realiza cambios de polaridad, como típicamente lo haría una señal de audio que, siguiendo el modelo senoidal, parte del punto cero, tiene su pico positivo, vuelve a cero, tiene su pico negativo y vuelve a comenzar el ciclo. Entendiéndose a los Hertz como la cantidad de veces que una onda realiza este ciclo por segundo y observando que la señal de corriente continua

no realiza ningún ciclo por segundo, vamos a decir que posee un valor de 0Hz con una amplitud que estará determinada por los distintos factores que interactúen dentro del aparato electrónico.

Además, lo cierto es que con el advenimiento del dominio digital y su posterior desarrollo, se han sumado nuevas causas, ahora digitales, que aportan al desplazamiento del eje de una señal de audio. Es así que no solo el proceso de digitalización de la señal y el funcionamiento anómalo de conversores de analógico a digital producen este error, sino que la aplicación de compresores, ecualizadores, delays, y cualquier otro efecto del tipo VST², AU³, RTAS⁴ o incluso aunque en menor medida TDM⁵, nativo o no del software que estemos utilizando y sea plausible de arrojar un error de cuantización digital, puede dar por resultado un pequeño corrimiento del eje.

Para identificar esta problemática en el entorno analógico, la manera más rudimentaria es ir directamente a los componentes electrónicos y medir ambos polos de las entradas y salidas con un multímetro. De esta manera podemos identificar qué desvío tiene la señal en cada fase de la cadena electroacústica y reemplazar los componentes o al menos prever determinado tipo de desplazamiento.

Si nos ocupamos del entorno digital, Bob Katz (2002), enuncia dos formas sencillas de identificar este problema, una visual y una auditiva. El desplazamiento del eje se ve identificado en un picómetro como una señal constante de bajo nivel. Como esto podría ser simplemente un piso de ruido, plantea ver la forma de onda en un pasaje silencioso, donde si el problema es efectivamente un desplazamiento del eje de cero absoluto, la forma de onda aparecerá desplazada del centro. Como alternativa auditiva, propone reproducir y pausar el archivo de audio repetidas veces, ya que si se escucha un click al comenzar la reproducción, se evidencia el desplazamiento del eje. Con este último

² VST o Virtual Studio Technology, es una interfaz de efectos e instrumentos virtuales que fue introducida al mercado por la firma Steinberg en el año 1996. Se ha convertido en un estándar de mercado teniendo compatibilidad con la mayor parte de editores de audio y multipistas existentes.

³ AU o Audio Unit, es la interfaz de efectos e instrumentos virtuales perteneciente a Apple. Tiene como ventaja que forma parte del sistema operativo, lo que asegura baja latencia y estabilidad al momento de procesar audio. En general es compatible con el software de Apple aunque existen algunas excepciones.

⁴ RTAS o Real Time Audio Suite, es la interfaz de efectos e instrumentos virtuales implementada por Digidesign para ser utilizada exclusivamente por ProTools.

⁵ TDM o Time Division Multiplexing, es otra interfaz de efectos virtuales pertenecientes a ProTools, pero destinada a ser instalada únicamente en hardware externo, que cuente con procesadores de señal digital dedicados, para obtener resultados de alta precisión y calidad.

método no estamos en especial acuerdo, ya que por más que la señal esté perfectamente centrada, si el punto desde donde se reproduce no es un punto de cruce cero con el eje, se generará necesariamente un click más o menos notorio, dependiendo de la amplitud de la muestra puntual que se tome.

Otra opción, es valernos de los instrumentos que nos brindan las distintas aplicaciones de edición de audio, ya que SoundForge, Audition, WaveLab, Twisted Wave, e incluso estaciones de trabajo multipistas como ProTools, Nuendo, Cubase o Logic Pro incluyen herramientas que analizan el audio, detectan y miden el nivel del desplazamiento. Un paso más adelante está la suite Ozone de Izotope, que no sólo detecta el desplazamiento: es capaz de medirlo y mostrarnos los valores expresados en decibeles en tiempo real.

Problemáticas

La no identificación de un desplazamiento del eje de cero absoluto acarrea una serie de problemáticas en distintos aspectos. En primer lugar, si nos disponemos a normalizar a pico de 0dB una señal de audio que posea un desplazamiento del eje para optimizar su dinámica, obtendremos como resultado una reducción en el rango dinámico proporcional al nivel del desplazamiento, ya que al estar la señal montada sobre el nivel de corriente continua, los picos alcanzan rápidamente el nivel de 0dB, pero siendo este, un nivel erróneo. Esto, por supuesto tiene implicancias negativas también en el headroom a la hora de masterizar, ya que los valores que se prefirieron reservar entre los picos de las señales y el techo de 0dB en las etapas de grabación y mezcla, se ven alterados por la diferencia de nivel que provoca el desplazamiento.

Así como para realizar un ajuste de ganancia como lo es la normalización, sometiendo una señal con desplazamiento del eje de cero absoluto se obtienen resultados poco fieles, es esperable que suceda lo mismo con la aplicación de cualquier proceso. Al ingresar audio con errores a cualquier procesador, nuevamente, sea analógico o digital, se obtendrá a la salida del mismo una señal defectuosa, ya que los valores de referencia de las muestras que serán procesadas están equivocados, lo único que se conseguirá es arrastrar y maximizar el error de la señal de audio.

En cuanto a la reproducción, un alto nivel de desplazamiento del eje que llega a amplificarse puede no solo degradar la calidad de la señal de audio, sino también dañar los componentes eléctricos de una caja acústica o un monitor, e incluso descolocar o

romper las membranas de un altoparlante por obligar a la bobina a realizar recorridos para los que no está diseñada.

Corrigiendo el desplazamiento

Hoy en día, todas las aplicaciones de software profesional dedicadas al tratamiento de audio digital cuentan con una herramienta específica para remover el desplazamiento del eje de cero absoluto de manera automática, pero es intención de este artículo entender el funcionamiento de los correctores de eje que en general, esconden el proceso que realizan detrás de un botón mágico.

Como mencionamos, desde el punto de vista del espectro este corrimiento equivale a un gran aumento de energía en 0Hz. Teniendo esto en cuenta, podríamos inferir que la forma de corregir este error es atenuar este incremento de energía. En efecto, los correctores de desplazamiento de eje implementan un filtro con muy buena atenuación cercana a 0Hz. Diferenciando del software del que provengan, tendrán su frecuencia de corte más o menos cerca de 0Hz, como también podrán diferir en el tipo - Bessel, Chevyshev o Butterworth - y orden del filtro, es decir la cantidad de decibeles por octava con la que efectúan el filtrado. Estas diferencias son las que provocan que determinados softwares que resultan muy efectivos para corregir desplazamientos del eje uniformes en toda la señal no lo sean con desplazamientos del eje por secciones, o viceversa. Si bien la práctica del postproductor de audio y su posterior reflexión acerca de los resultados que obtenga le brindarán el conocimiento necesario para elegir uno u otro software según el caso al que se enfrente, sabiendo la metodología del funcionamiento interno de los correctores automáticos, podemos realizar una corrección del desplazamiento de eje de cero absoluto de forma manual. Recurriendo de nuevo a Katz (2002), podemos observar que él postula que con un filtro pasa altos con una pendiente muy pronunciada por debajo de 20Hz es la solución más sencilla y nos dará por resultado una señal sin desplazamiento del eje (fig. 2). Si bien entendemos que la elección de los 20Hz que propone Katz está emparentada con el límite de la audición humana en bajas frecuencias, vamos a preferir que este corte, no solo esté por debajo de esa frecuencia, sino que esté lo más cercano a 0Hz y con la pendiente tan pronunciada como como el filtro lo permita, ya que al no tener la posibilidad de generar una pendiente de 90° , es la única manera que tenemos de asegurarnos que el ajuste afecte en la menor medida posible a aquellas frecuencias que estén por encima de 20Hz o que quede algún resto de señal subsónica que module al resto del espectro.

Por estas causas, entendemos a esta metodología como la más adecuada y segura al momento de corregir manualmente un desplazamiento del eje de cero absoluto.

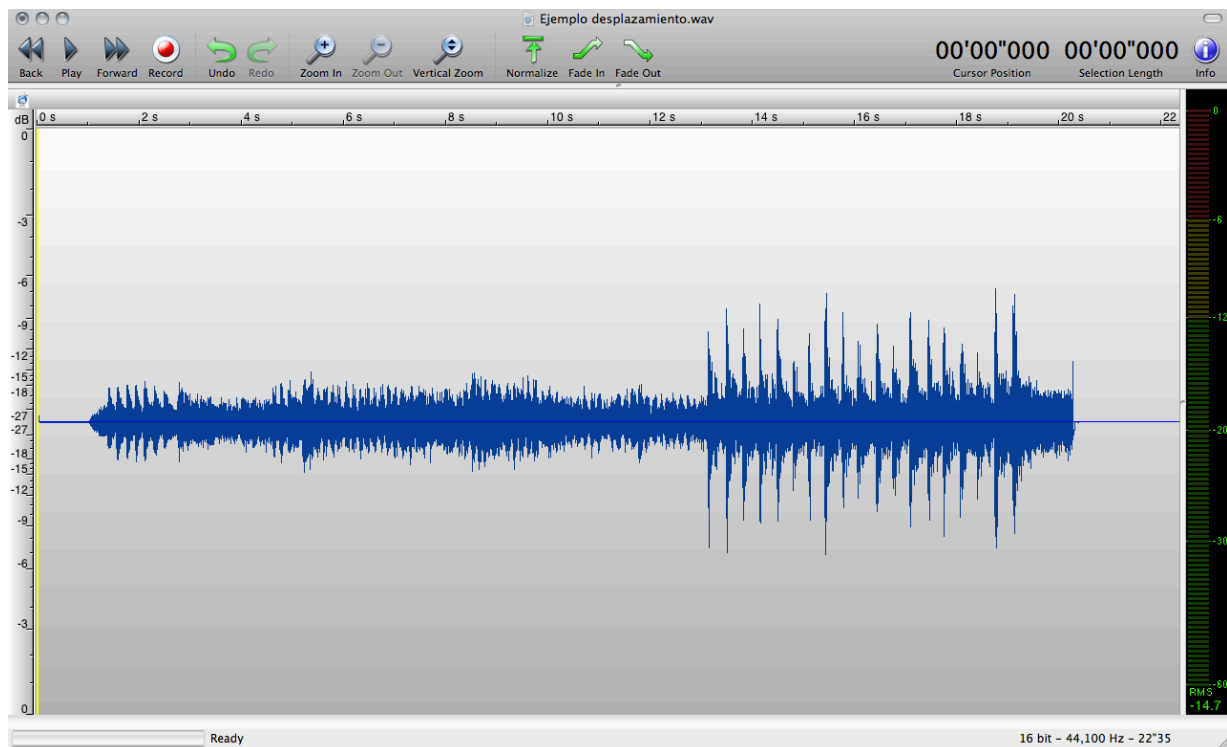


Fig. 2. La misma señal de audio con el desplazamiento del eje de cero absoluto corregido

Conclusiones

Queda claro que con la cantidad de antecedentes expuestos, al día de hoy, debemos dudar de cada proceso que actúe sobre la señal de audio, corroborando en lo posible entre cada paso de la edición para no trabajar sobre una señal que no está optimizada.

Si tenemos acceso a la cadena electroacústica, recomendamos chequear el desplazamiento del eje en cada etapa que implique una entrada y una salida, para poder en lo posible, reparar el desplazamiento del eje de cero absoluto desde su origen y no arrastrar o maximizar errores que afecten al producto final.

Respecto a la metodología de edición propuesta para enfrentar el problema, también entendemos que no es la única forma y a veces puede no existir diferencia alguna entre una corrección manual del desplazamiento y el uso de una herramienta diseñada especialmente, pero no dudamos que el hecho de conocer el funcionamiento interno de un proceso que en una primera aproximación no se nos explicita, aporta al postproductor de audio una herramienta más a su paleta de opciones disponibles, a la hora de reparar el desplazamiento del eje de cero absoluto.

Bibliografía

Bastian, Peter (2001). *Electrotecnia*. Madrid: Akai.

Fuller, Daniel (2003). *Analysis of DC offset in iOS devices for use in audio forensic examinations*. Tesis de Maestría, Middle Tennessee State University.

Katz, Bob (2002). *Mastering audio, the art and the science*. Burlington: Focal Press.

Koenig, Bruce et al. (2012). *Evaluation of the average DC Offset values for nine small digital audio recorders*. Actas de la Conferencia Internacional AES de Denver.