

ANÁLISIS DE UN FILTRO CONTROLADO POR TENSIÓN EN EL SINTETIZADOR ANALÓGICO RSF KOBOL EXPANDER

Resumen

En este trabajo me propongo analizar el funcionamiento del filtro pasa bajos controlado por tensión de una unidad del sintetizador analógico RSF Kobol Expander. El RSF Kobol es un sintetizador monofónico (sólo puede producir una nota a la vez) francés lanzado en 1978 por los hermanos Ruben y Serge Fernandez. El RSF Kobol Expander fue una versión de este modelo original lanzada tres años más tarde y era, básicamente, una versión en rack del RSF Kobol.

Un sintetizador es un instrumento musical de tipo electrónico que, a través de circuitos, genera señales eléctricas que son convertidas en sonidos. Una propiedad que diferencia al sintetizador de otros instrumentos electrónicos es que sus sonidos pueden ser creados y modificados. Además, pueden imitar otros instrumentos o generar nuevos. En el caso del sintetizador analógico, este usa circuitos analógicos para generar estos sonidos. Este instrumento tiene la característica de ser imperfecto sónicamente, ya que padece de desviaciones, ruidos y otros aspectos técnicos que normalmente no se consideran en el audio digital, y eso es lo que nos interesa analizar, ya que las especificaciones técnicas no siempre son las que, realmente, tiene el módulo. Uno de los elementos más característicos y diferenciadores de un sintetizador es su filtro, a menudo de tipo pasa-bajos. Por ello, este trabajo se centra en él.

Un filtro pasa-bajos es, esencialmente, un proceso que se aplica a una señal para mantener los sonidos graves y eliminar los agudos. El hecho de que se pueda controlar por tensión significa que se pueden regular sus parámetros mediante un aparato externo, por ello nos referimos a él como VCF (*Voltage Controlled Filter*). La idea general es que los niveles de tensión analógicos producidos por otro instrumento o por una fuente externa de voltaje se pueden utilizar para controlar las funciones y los parámetros de un módulo, en este caso, del filtro.

Para lograr este objetivo, hemos dividido el proyecto en una serie de pasos, todos ellos imprescindibles para llegar al último. Primero revisamos la documentación relacionada con la unidad para conocer las especificaciones técnicas de cada control, su historia y su funcionamiento.

A continuación, creamos una base de datos que podemos analizar para conocer el comportamiento real del filtro. Esta base consiste en una serie de grabaciones, que se han obtenido enviando señales de prueba, previamente creados y preparados, desde un ordenador hasta el filtro. Estas señales son *sweep tones* (señales que contienen un barrido de frecuencias, es decir, que recorren todo el espectro frecuencial) de amplitud fija y de amplitud variable y diversos tonos puros (señales con una sola frecuencia) y se graba la salida del filtro habiendo manipulado los potenciómetros de éste con diversas combinaciones, tanto manualmente como con una fuente de voltaje externa.

Aparte de las grabaciones manipulando los potenciómetros, hace falta una grabación con el filtro abierto, es decir, con el potenciómetro de la frecuencia de corte al máximo y el de la resonancia al mínimo, para tener una referencia de la respuesta sin que el filtro actúe (también denominada *bypass*).

Nos sirve para comparar con los niveles de las tomas procesadas y obtener geoméricamente los valores de los parámetros. También hace falta una grabación del paso de la señal por la tarjeta de sonido utilizada para conectar el ordenador con el sintetizador, sin llegar al filtro, para tener la señal que le llegará al VCF. Éste contiene tanto la señal de control como el ruido y coloración aportados por la tarjeta. Esta salida (llamada *loopback*) también contiene el retardo introducido por la conversión DA/AD (Digital-Analógico/Analógico-Digital) que se produce en la tarjeta.

Estas grabaciones sirven para conocer los valores exactos de los parámetros, así como el comportamiento del filtro con diferentes señales de entrada. Estos parámetros hacen referencia a los 2 potenciómetros con los que hemos trabajado, uno que determina la frecuencia de corte del filtro (a partir de que frecuencia se empieza a eliminar sonido) y otro que determina el tamaño de la resonancia (la cual consiste, básicamente, en un aumento del nivel de la señal de salida, en forma de pequeña campana de Gauss, justo antes de empezar a disminuir).

En la tercera y última parte del proyecto, analizamos detalladamente estas salidas, usando diversos códigos escritos en *Python*. Para este análisis, nos basamos en ciertas preguntas sobre su comportamiento con las diferentes señales y sus respectivas salidas. Por ejemplo, hay preguntas como:

¿Hay diferencias en la respuesta en frecuencia del filtro para diferentes niveles de señal de audio de entrada? ¿Cuál es el rango de la frecuencia de corte? ¿Cuál es el rango de la resonancia? ¿Cuál es la pendiente real? ¿Responden igual los parámetros controlados por una fuente de voltaje externa?

Como hemos mencionado, el VCF tiene dos parámetros principales, la frecuencia de corte del filtro y la resonancia. No obstante, hay diversos parámetros secundarios, pero no por eso menos importantes. Estos son la pendiente del filtro (cuando se llega a la frecuencia de corte, el sonido no es repentinamente eliminado, sino que es un proceso gradual), el ancho de banda de la resonancia (que frecuencias ocupa la campana), la ganancia (la diferencia entre el máximo nivel de esta resonancia y el nivel previo del sonido), la frecuencia central o de resonancia (en que frecuencia se encuentra el nivel máximo de la resonancia) y, finalmente, el factor Q (indica la forma de la señal en la resonancia, y cuanto más alto es este valor, más estrecha es la forma). Todos estos valores se pueden conocer geoméricamente usando diversas librerías de Python (como *matplotlib*, *numpy*, *scipy* o *Essentia*) para hacer cálculos con los datos de las grabaciones obtenidas.

Otro dato importante es que para el análisis usamos las respuestas impulsionales de las salidas. Estas consisten en señales donde el nivel es 0 en todo el dominio, excepto en el final, cuando hay un pico. Básicamente nos dicen cómo reaccionan las señales a un impulso (un sonido repentino y fuerte). Al pasarlo a dominio frecuencial y aplicar algunas operaciones (explicadas con detalle en el trabajo) estos impulsos nos dan la respuesta frecuencial de las salidas con respecto a la señal de entrada (llamada función de transferencia). Y eso es lo que podemos usar para calcular los parámetros que hemos mencionado antes.

Con este análisis, podemos comparar los valores que dan en las especificaciones técnicas con los valores encontrados empíricamente y conocer el comportamiento real del filtro, de manera que dicho comportamiento real pueda quedar caracterizado paramétricamente.