

9. Síntesis y generación digital de sonido

9.1. Introducción

Hasta ahora, hemos utilizado frecuentemente el término sintetizador para referirnos a todo dispositivo capaz de generar sonido, sin preocuparnos por la manera en que se realiza dicho proceso. En este capítulo revisaremos algunos de los sistemas de generación de sonido más utilizados.

9.2. ¿Qué es un sintetizador?

En los capítulos iniciales, dedicados al audio digital, hemos estudiado los procesos de digitalización de sonido, y hemos visto cómo es posible modificar posteriormente este sonido digitalizado. En todos los ejemplos partíamos de un sonido inicial que, asumíamos, existía fuera del ordenador antes de convertirse en una ristra de números.

En un sintetizador "puro", esto no es así. Como su nombre sugiere, este dispositivo sintetiza el sonido, es decir, lo genera a partir de la combinación de elementos simples (normalmente señales periódicas y funciones matemáticas) que no tienen por que existir fuera de sus circuitos.

En realidad, los términos *síntesis* -y por extensión, *sintetizador*- no son, hoy en día, plenamente acertados, pues gran parte de los instrumentos digitales actuales no *sintetizan* totalmente el sonido (no parten de cero), sino que utilizan, recombinan y modifican fragmentos almacenados en su memoria. A pesar de ello, y para simplificar, seremos "flexibles" y, de momento, pasaremos por alto este matiz.

Sea o no un "genuino" sintetizador, conviene recordar, por último, que todo generador digital de sonido oculta un ordenador (con su CPU, su memoria, su sistema operativo, etc.) en su interior. ¡Los chips de los sintetizadores actuales son, de hecho, potentísimos DSPs (chips para procesado digital de señal) capaces de realizar decenas de millones de instrucciones por segundo!

9.3. Antecedentes históricos

Para encontrar los primeros sintetizadores de sonido debemos remontarnos a 1906, año de invención del *Telharmonium*, mientras que en los años veinte surgen el *Theremin* y las *Ondas Martenot*. Estos primeros aparatos eran evidentemente analógicos, y utilizaban osciladores eléctricos como fuente sonora. Sin embargo, los primeros intentos de síntesis digital tampoco datan de ayer ya que son, de hecho, casi tan viejos como los propios

ordenadores: Max V. Mathews, padre indiscutible de toda la síntesis digital, generó los primeros sonidos, en los laboratorios de IBM, en 1957.

En aquella época, la escasa potencia de aquellos ordenadores hacía totalmente inviable la comercialización de sintetizadores digitales, por lo que las dos décadas siguientes vieron la eclosión de los sintetizadores analógicos, que comenzaron a fabricarse comercialmente y marcaron una época en el pop de principios de los setenta (Pink Floyd, Keith Emerson, Tangerine Dream, Stevie Wonder, etc.).

Pero mientras, en algunas universidades y centros de investigación privados, se seguía investigando y creando música digitalmente, con la ayuda de los más potentes *mainframes*, aunque todavía no en tiempo real¹. Hasta principios de los ochenta, la tecnología no estuvo preparada para dar este salto; en 1983 surge el DX7 de Yamaha² primer sintetizador digital comercial, y en pocos años los sintetizadores digitales desbancarían a los analógicos³.

9.4. Algunos conceptos de síntesis digital

Aunque existen, como veremos en el apartado siguiente, diferentes sistemas de síntesis digital de sonido, ciertas técnicas y procesos que permiten la modificación y el enriquecimiento del sonido generado inicialmente, se han ido extendiendo tanto que hoy son, en mayor o menor medida, aplicables a casi todos los sistemas. Pasamos a describir algunos conceptos importantes que incorporan la mayoría de sintetizadores actuales, independientemente del método de síntesis que implementen.

9.4.1. Envolvente

En los instrumentos acústicos, el nivel sonoro varía permanentemente a lo largo de la emisión de una nota, y la forma en que lo hace influye poderosamente en su carácter. La envolvente más precisa corresponde a la línea que une los sucesivos máximos de amplitud, pero, para simplificar el procesado de la información, la mayoría de sintetizadores reducen la envolvente a unos pocos fragmentos rectilíneos.

En la figura 9.1 se muestran los sonidos digitalizados de un piano y una flauta; aunque ambas variaciones de amplitud son complicadas, se pueden observar ciertas tendencias similares.

¹ A finales de los sesenta se podía tardar del orden de cinco minutos para sintetizar un segundo de sonido.

² Yamaha tardó siete años en diseñar el primer chip que iba a permitir la síntesis digital de sonido en tiempo real.

³ Aun hoy, se siguen fabricando instrumentos analógicos, aunque en mucha menor proporción. Conviene recordar, además, que no es imprescindible que la generación de sonido sea digital para que un sintetizador sea compatible con el MIDI. Basta con que incorpore un pequeño procesador para la gestión de mensajes.

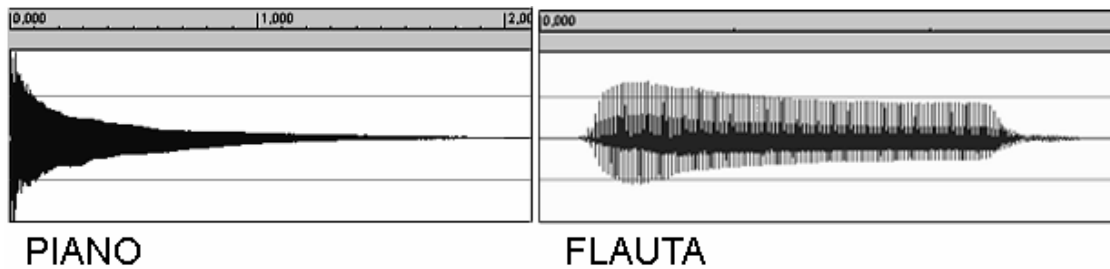


Figura 9.1. Sonidos digitalizados de un piano y una flauta

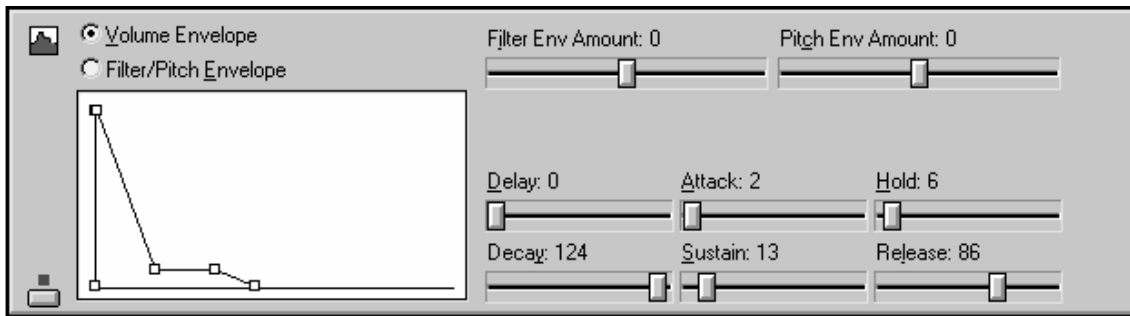
En el piano, el sonido alcanza rápidamente un nivel máximo, seguido de un primer descenso brusco y un segundo descenso más suave durante el que se extingue gradualmente la nota.

En la flauta, la fase inicial de ascenso y el primer descenso, son más suaves y prolongadas. Después existe una fase en la cual el sonido se mantiene (mientras el flautista sigue soplando), y el segundo descenso es más rápido que en caso del piano.

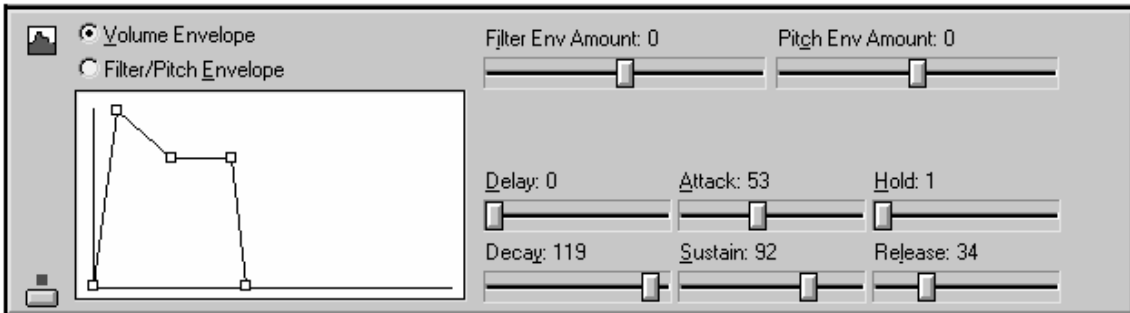
Con mayor o menor acierto, estas cuatro fases genéricas permiten aproximar la variación de la amplitud en la mayoría de instrumentos acústicos. En esto se basa la envolvente, que trata de simplificar esta variación mediante cuatro valores:

1. El tiempo transcurrido entre el inicio de un sonido y el instante en que éste alcanza su nivel máximo, se denomina *ataque*.
2. El tiempo del primer descenso recibe el nombre de *decaimiento*.
3. El nivel al que se mantiene la amplitud, después de este decaimiento, se llama *sostenido*.
4. Finalmente, el tiempo empleado por el sonido en extinguirse hasta el silencio, se llama *liberación o release*.

De acuerdo con estos cuatro parámetros, en la figura 9.2 se muestran las envolventes aproximadas de los sonidos digitalizados de la figura 9.1. La imagen corresponde a una ventana del programa Vienna, que se utiliza para editar y modificar los sonidos de la tarjeta AWE32.



PIANO



FLAUTA

Figura 9.2. Envoltentes aproximadas de los sonidos de la figura 9.1

A causa de los nombres de estas cuatro fases, este tipo de envoltentes suelen denominarse ADSR. Aunque muchos sintetizadores modernos utilizan envoltentes de más de cuatro fases y, por consiguiente, más realistas, su uso en cualquier forma de síntesis sigue siendo fundamental. Algunos sintetizadores permiten además asignar envoltentes a la altura o al filtro, para obtener sonido más ricos y variados (en muchos instrumentos, como el piano o el saxofón, la altura y el contenido armónico también varían a lo largo de la emisión de una nota).

9.4.2. Modulación de baja frecuencia

Los sonidos naturales jamás son totalmente estables. En ellos, la altura, la amplitud, el contenido armónico, oscilan de forma permanente, enriqueciéndolos. Una forma simplificada de obtener cierta variación en los sonidos sintéticos, consiste en aplicar señales periódicas de baja frecuencia, por debajo de los 15 Hz, que modulen sus diferentes parámetros (cuando la oscilación se aplica a la amplitud se produce el efecto de *trémolo* y cuando se aplica a la frecuencia, el *vibrato*). Estas señales moduladoras se llaman LFOs (*Low Frequency Oscillator*), y en algunos sintetizadores son únicamente sinusoidales, mientras que otros incorporan señales cuadradas, dientes de sierra, triangulares, etc. Cuantos más osciladores de baja frecuencia podamos asignar a cada voz, más rico y variable podrá resultar el sonido final. El motivo de este límite de frecuencia, es que cuando la frecuencia de la moduladora entra en el terreno audible (por encima de los 20 Hz), los efectos producidos son mucho más complejos, como veremos en el apartado 9.5.2.

9.4.3. Filtros

El contenido armónico de los instrumentos naturales también es variable en el tiempo. Como se vio en el apartado 6.4, los filtros digitales permiten estas modificaciones tímbricas, atenuando determinadas frecuencias y amplificando otras. Pero, para conseguir efectos variables en el tiempo, es necesario que evolucionen también los parámetros de estos filtros (frecuencia de corte, resonancia, etc.). Las técnicas más frecuentemente aplicadas, consisten en controlar el filtro mediante LFOs (con lo que se consigue el efecto denominado *wah-wah*⁴), o mediante envolventes.

9.4.4. Integración de estos elementos

En la figura 9.3 se esquematiza un sistema de síntesis que incorpora todos los componentes vistos en este apartado (envolvente, moduladoras y filtros). El componente *oscilador* es el que variará más de un sistema a otro, dependiendo del sistema de síntesis implementado.

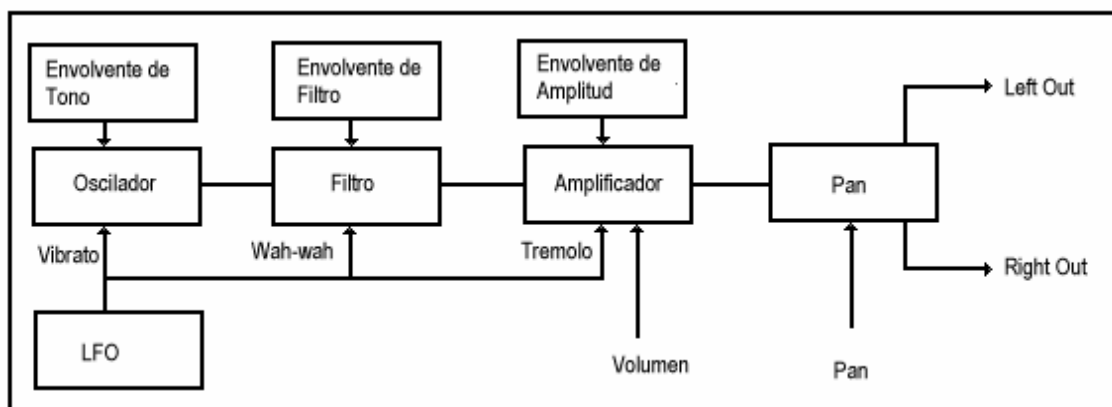


Figura 9.3. Esquema típico de un sistema de síntesis

9.4.5. Control MIDI

Aunque no se especifique nada en la implementación MIDI 1.0, la mayoría de sintetizadores actuales permiten modificar vía MIDI muchos de los parámetros comentados, ya sea mediante mensajes de control, mensajes de sistema exclusivo, asignándolos a la altura de la nota, a la velocidad de pulsación, al *aftertouch*, etc. Es obvio que cuantas más posibilidades de control MIDI ofrezcan, más expresivos podrán resultar estos instrumentos.

⁴ Este nombre se deriva del efecto utilizado por los primeros trompetistas y trombonistas de jazz, que consistía en ir moviendo un sombrero (!) cerca del pabellón del instrumento, obteniendo así ciertos matices vocales, que recordaban a esta onomatopeya.

9.5. Técnicas de síntesis digital

En el apartado anterior se han visto formas de modificar y aportar variedad a un sonido. Ahora veremos diferentes alternativas de generación de este sonido base. Para tratar en detalle todos los diferentes sistemas que se han venido utilizando en el terreno de la síntesis digital de sonido, serían necesarios varios libros como éste. En estas páginas comentaremos brevemente aquellos sistemas que han tenido un mayor relieve.

9.5.1. Síntesis aditiva

La síntesis aditiva parte de la idea contenida en el teorema de Fourier, según la cual todo sonido periódico, por complejo que sea, es el resultante de la suma de ondas sinusoidales sencillas de frecuencias múltiplo de una frecuencia base. Conceptualmente la idea es simple, por lo que no es de sorprender que los primeros experimentos utilizaran este método que, como veremos, tiene bastantes inconvenientes por lo que prácticamente no se usa en la actualidad.

Los sonidos naturales no son totalmente periódicos, y se pudo comprobar rápidamente que los sonidos periódicos son aburridos y carentes de interés. Esto se resolvió en parte, aplicando diferentes envolventes a cada uno de los componentes armónicos.

Para obtener una riqueza sonora mínima, son necesarios muchos armónicos, y aunque esto es fácilmente implementable por software, su implementación por hardware (necesaria para el tiempo real) requiere de un gran número de osciladores, lo que encarece enormemente el sistema. En la figura 9.4 se muestra la onda resultante de sumar dos ondas sinusoidales de frecuencia y amplitud diferentes. Esta onda resultante mantiene la frecuencia del componente más grave, pero con el timbre alterado.

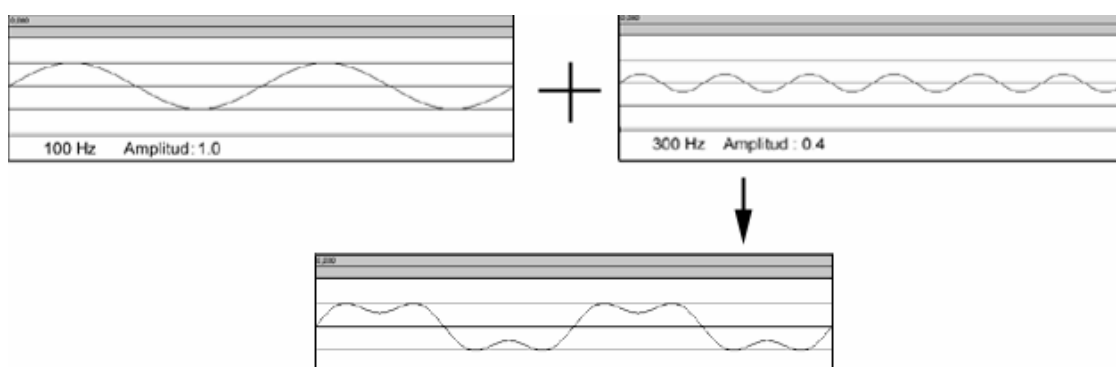


Figura 9.4. Ejemplo de síntesis aditiva

9.5.2. Modulación de frecuencia (FM)

Este fue uno de los primeros sistemas que permitió una riqueza sonora considerable, con un pequeño coste computacional. John Chowning, de la universidad de Stanford, patentó este método en 1973, y lo licenció a Yamaha dos años más tarde. La compañía japonesa tardó siete años en diseñar y fabricar el chip que permitiese ejecutar, en tiempo real, el algoritmo

que Chowning había implementado en software. Este fue el chip que se implantó en los primeros sintetizadores digitales comerciales (el mítico DX7), y el que, con ligeras variaciones, se utiliza trece años más tarde ¡en la tarjetas de sonido de gama baja (Sound Blaster 16 y compatibles)⁵!

En el caso más sencillo, la síntesis FM necesita tan sólo dos osciladores: la señal portadora y la señal moduladora. Parte de la idea de que cuando la moduladora no es una señal de baja frecuencia (tal como se especifica en el apartado 9.4.2) sino que entra ya en el rango de las frecuencias audibles (a partir de los 20 Hz) se crean un gran número de frecuencias adicionales que generan un sonido con un gran contenido armónico. La figura 9.5 muestra la onda obtenida de la modulación en frecuencia de las mismas ondas sinusoidales del ejemplo anterior. En este caso, la onda obtenida no mantiene ya la frecuencia de la onda más grave.

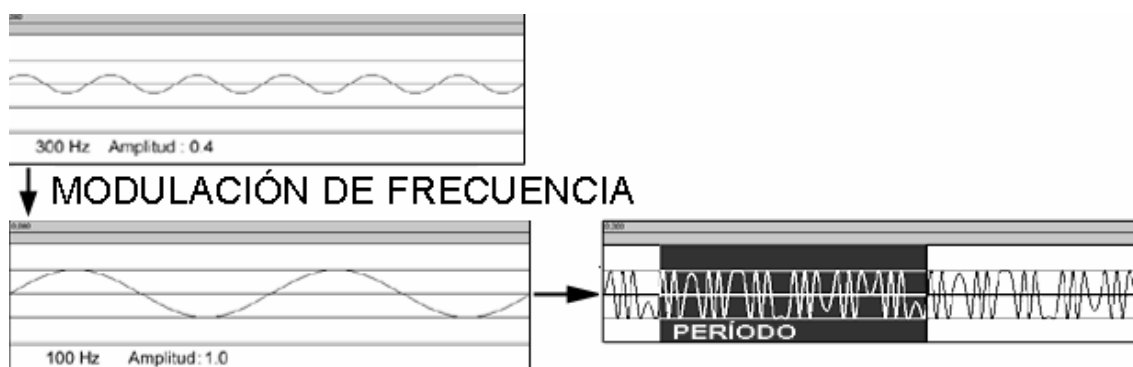


Figura 9.5. Ejemplo de síntesis FM

Este fenómeno no tiene una equivalencia en la naturaleza y, aunque permite generar sonidos de gran riqueza, es difícil programarlo para obtener sonidos imitativos, por lo que hoy en día ha quedado un tanto desbancado. Si sólo ha escuchado la síntesis FM en una tarjeta de tipo Sound Blaster, conviene indicar, en defensa de este método, que los instrumentos originales de Yamaha eran bastante más sofisticados y sonaban francamente mejor. Los dos programas editores de audio de *shareware* comentados en los capítulos XX, *Cool* y *Goldwave*, permiten realizar por software tanto síntesis aditiva como FM. Estudie la documentación incluida en la ayuda interactiva de estos programas, y pruebe a sintetizar nuevos sonidos.

9.5.3. Síntesis por tabla de ondas

Los avances tecnológicos de principios de los ochenta hicieron posible la sustitución de las ondas periódicas simples que se venían utilizando como material base, por pequeños fragmentos procedentes de sonidos reales, digitalizados y almacenados en ROM. Estos fragmentos pueden ser tan breves como un ciclo, ya que el sintetizador se encarga de repetirlos periódicamente (de decenas a miles de veces por segundo). Un sintetizador compatible por ejemplo con el General MIDI deberá contener suficientes fragmentos para reconstruir 128 instrumentos, más 59 sonidos de percusión.

⁵ Cuando apareció, el DX7 (uno de los sintetizadores más vendidos de la historia) valía cerca de 250.000 ptas. Tarjetas de sonido que incorporan hoy el chip OPL3 pueden valer 5.000 ptas.

Esta técnica permite muchas variaciones y refinamientos (como la combinación o la alternancia de varios fragmentos en un único instrumento, mediante sofisticados algoritmos). También utiliza a fondo todos los mecanismos descritos en el apartado 9.4 (envolventes, filtros y moduladoras).

En los sonidos naturales, es frecuente que el timbre varíe mucho en el ataque, permaneciendo más o menos constante a continuación, por lo que en muchas ocasiones las dos partes se almacenan por separado y el sintetizador las combina en tiempo real.

Más de la mitad de los sintetizadores fabricados en los últimos diez años implementan alguna variante de este método de síntesis. Es también el utilizado en todas las tarjetas de sonido a partir de cierto precio.

Sin embargo, la síntesis por tabla de ondas no es ninguna garantía de calidad, como los fabricantes de tarjetas frecuentemente quieren hacernos creer. Un factor decisivo es la cantidad de ROM disponible en la tarjeta: mientras los sintetizadores profesionales no suelen utilizar menos de 4 Mb, ¡en algunas tarjetas esta cifra desciende peligrosamente a los 512 Kb! Igualmente decisiva es la información contenida en esta memoria: si los fragmentos almacenados no poseen una calidad suficiente, o no están bien seleccionados, el resultado sonoro será inevitablemente pobre, independientemente de la cantidad de memoria que dispongamos. Otro factor importante, e igualmente difícil de evaluar a priori, son los algoritmos empleados para combinar y modificar esta información.

9.6. El sampler

Aunque, popularmente, *sampler* y sintetizador se consideren términos dicotómicos, la técnica básica del *sampler* no es muy diferente de la utilizada en los sintetizadores de tablas de onda; lo que estos resuelven con ingenio, el *sampler* lo remedia recurriendo directamente a la fuerza bruta, es decir utilizando cantidades mayores de memoria.

De hecho, la barrera que separa los dos sistemas no es del todo precisa, pues aunque normalmente se espera que el *sampler* almacene las muestras en RAM (y no en ROM) y, por consiguiente, su contenido sea modificable por el usuario, instrumentos como el Proteus de E-Mu Systems, que poseen un enorme banco de sonidos digitalizados, son más *samplers* "cerrados", que sintetizadores de tablas de onda. Por otra parte, mientras que los *samplers* primitivos se limitaban a *reproducir* los sonidos digitalizados, los instrumentos actuales ofrecen posibilidades de modificación comparables a las de cualquier sintetizador.

9.6.1. Antecedentes del sampler

Incluso un instrumento tan genuinamente digital como el *sampler*, tiene sus precursores analógicos. El invento, de finales de los sesenta, se llamaba *Mellotron*, y tuvo su época dorada durante el rock sinfónico. Con el aspecto de un órgano electrónico, incorporaba, debajo de cada tecla, un pequeño bucle de cinta magnetofónica y un cabezal. En sus tripas ocultaba pues decenas de "pletinas de casete", y era, lógicamente, muy caro y difícil de mantener.

Los primeros *sampler* digitales fueron bastante más prácticos, pero no mucho más baratos. El *Fairlight CMI*, que tenía una resolución de 8 bits y una memoria de 128 Kb, costaba, cuando apareció en 1979, más de dos millones y medio de pesetas.

9.6.2. Funcionamiento

El *sampler* almacena en su memoria sonidos digitalizados, pero no almacena un sonido para cada altura diferente, pues la cantidad de memoria requerida sería exorbitante. En su lugar, para reproducir un sonido a diferentes alturas, los *samplers* pueden utilizar dos estrategias: modificar la frecuencia de salida o convertir la frecuencia de muestreo mediante interpolación en tiempo real.

- **Modificación de la frecuencia de salida:** si un sonido digitalizado a 44100 Hz es reproducido a 22050 Hz, la frecuencia resultante será la mitad (sonará una octava más grave y su duración será el doble). Para valores intermedios (un semitono, dos semitonos, etc.) el factor de corrección será lógicamente menor (y comprendido entre 1 y 2).
- **Conversión de la frecuencia de muestreo por interpolación:** si al reproducir un sonido, sólo se lee una muestra de cada dos, la frecuencia resultante será el doble (sonará una octava más aguda y su duración será la mitad). Para intervalos menores, en lugar de saltar una de cada dos muestras, se salta una de cada N. Asimismo, si se desea que suene más grave, en lugar de saltar muestras, el *sampler* repetirá algunas.

En ambos casos, a medida que aumenta este factor de corrección, el sonido resultante se vuelve cada vez más artificial. Por ello, cuando se desea que un *sampler* emule instrumentos acústicos con calidad y verosimilitud, es necesario introducir en la memoria varios sonidos correspondiente cada uno a diferentes alturas del instrumento original (un sonido cada cuatro o cinco semitonos, por ejemplo). Esto hace que el proceso de creación de instrumentos realistas sea tedioso y complicado, por lo que es muy frecuente utilizar instrumentos creados por profesionales y disponibles en librerías de sonidos en forma de disquetes o de CD-ROMs⁶. Sin embargo, estas consideraciones no son tan importante cuando se desean crear instrumentos no realistas y personales; allí es donde las posibilidades creativas del *sampler* permanecen imbatidas.

9.6.3. Creación de instrumentos

Algunos *samplers* disponen de conversores A/D que permiten digitalizar los sonidos que deseamos utilizar desde el propio aparato. Otros ofrecen solo entradas digitales, por lo que es preciso disponer además de algún dispositivo externo con salida digital, como un DAT o un MiniDisc para transferir la información deseada a la memoria del *sampler*. La mayoría suele

⁶ La idea es clara; para obtener un sonido de piano mejor del que podamos encontrar en una librería necesitamos: (1) un buen piano de cola, (2) un buen micrófono y unas condiciones de grabación óptimas, (3) mucho tiempo y paciencia.

disponer además de algún soporte magnético (disquete, disco duro), que permite leer y salvar ficheros de sonido o configuraciones completas.

Sea cual sea el método utilizado para introducir la información sonora, el usuario podrá ir incorporando los sonidos digitalizados que desee, hasta ocupar la memoria⁷, y utilizarlos para definir sus propios instrumentos. Cada instrumento (o programa MIDI) puede incluir varios sonidos, ya sean distribuidos en notas o registros diferentes, como superpuestos. La figura 9.6 ilustra estos casos en el programa Vienna SF Studio, el software editor del *sampler* de la Sound Blaster AWE32. La imagen corresponde a la configuración de un instrumento compuesto por tres sonidos. En ella se observa que, mientras el sonido *OrganWave* ocupa todo la tesitura MIDI, en el registro grave (hasta el Do4) se le superpone el sonido *SIN440*, mientras que en el registro agudo, se le añade el sonido *ShakuA2*. La técnica de superponer diferentes sonidos se denomina *multilayer* (multicapa). Es importante tener en cuenta que cada capa consume una nota de la polifonía total del dispositivo, por lo que cuando los sonidos presentan muchas capas, la polifonía real (número máximo de notas simultáneas) se reduce considerablemente

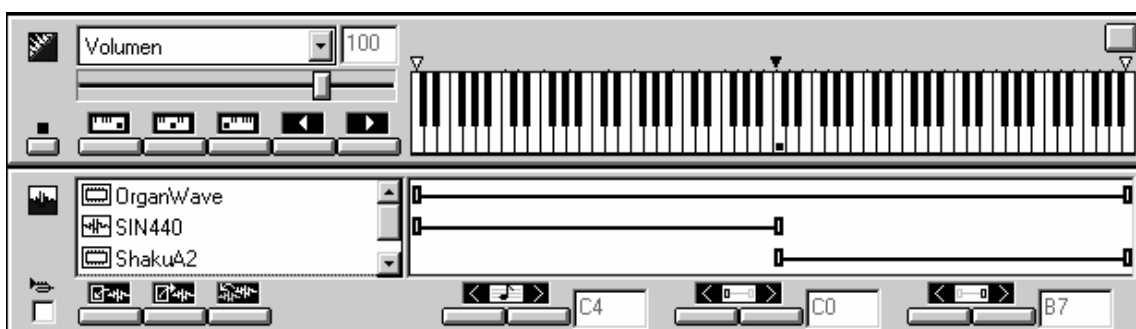


Figura 9.6. Distribución de varios sonidos dentro de un único instrumento, en el programa Vienna

El sonido producido al pulsar suavemente la cuerda de una guitarra acústica, no es simplemente menos intenso que si la pulsamos con violencia; también cambia el timbre. En la mayoría de instrumentos naturales (ya sean de cuerda, de viento, etc.) el timbre varía junto con la intensidad, en función de la fuerza con que se emite el sonido. Por ello, los *samplers* más sofisticados admiten lo que se denomina *velocity split*. Esta técnica consiste en almacenar varios sonidos de un mismo instrumento, correspondientes a intensidades diferentes. A continuación, en la configuración del *sampler*, se hace un *mapeo* de estos sonidos, en función de la velocidad de pulsación MIDI⁸. Ni que decir tiene que esta técnica consume bastante más memoria... y también paciencia. Una forma más económica de simular este efecto consiste en hacer que la frecuencia de corte de los filtros digitales varíe también con la velocidad de pulsación MIDI (normalmente, a menor velocidad, mayor filtrado).

⁷Muchos *samplers* actuales son ampliables a 32 ó más Mb.

⁸ Que determinado *sampler* admita o no esta técnica, no depende tanto de su hardware sino de su software (su sistema operativo). Por ejemplo, el programa Vienna que se utiliza para editar el *sampler* de la Sound Blaster AWE32, sólo lo incorpora a partir de la versión 2.0.

9.6.4. Los *loops*

La creación de *loops* o bucles es una técnica fundamental en el manejo de los *samplers*, ya que por mucha memoria de que se disponga, los sonidos almacenados no pueden ser "infinitamente" largos. Cuando se desee que un instrumento (como un órgano o un saxo) suene indefinidamente mientras se mantenga activada una nota MIDI, será necesario definir dos puntos, inicio y final del bucle. De esta forma, el fragmento marcado se repetirá automáticamente durante el período de sostenido del sonido. En la figura 9.7 se pueden apreciar en oscuro, los bucles aplicados a sendos sonidos de piano y de flauta. En la figura 9.8, se muestra con mayor detalle, un fragmento al que se ha aplicado un *loop* de un solo ciclo (las dos líneas verticales centrales).

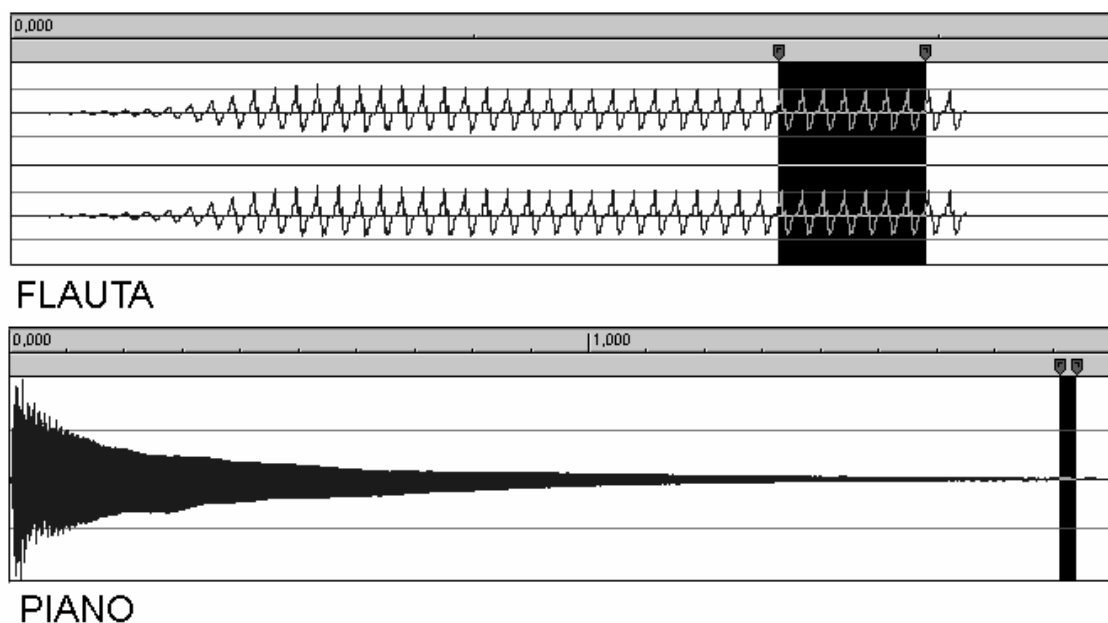


Figura 9.7. Dos ejemplos de *loops*

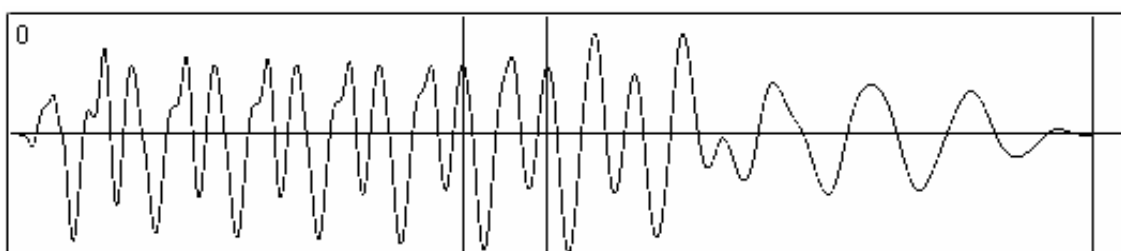


Figura 9.8. Detalle de un *loop* de un único ciclo

Otra posibilidad de los *loops*, es la de crear fragmentos rítmicos repetitivos. En estos casos, los puntos inicial y final coincidirán probablemente con el inicio y final del fichero de sonido. De cualquier forma, la creación de bucles perfectos (que no se noten) es una tarea difícil que requiere paciencia y experiencia.

9.6.5. To sample or not to sample?

Con un *sampler*, absolutamente cualquier sonido (instrumental tradicional, electrónico, vocal, animal, ruidos de nuestro entorno, etc.) puede ser convertido en un instrumento que podrá ser utilizado desde el sistema MIDI. El dominio del *sampler* es difícil y tiene tanto de arte como de ciencia, pero sus posibilidades creativas son tan amplias que, quien pruebe uno, no querrá abandonarlo nunca más.

Si hasta hace poco, estos eran instrumentos muy caros⁹ destinados al mercado profesional, el abaratamiento de la memoria y de los chips VLSI (*Very Large Scale Integration*) ha logrado que, desde 1995, existan tarjetas de sonido para PC que permiten trabajar como *sampler* mediante la ampliación de memoria RAM con SIMMs convencionales¹⁰. Aunque, lógicamente, estos productos ofrecen prestaciones algo inferiores a aquellos que valen diez veces más, sus posibilidades no son en absoluto desdeñables.

9.7. Programas de síntesis

En el capítulo 5, "Edición de sonido por ordenador", comentábamos que la mayoría de editores gráficos de audio digital, ofrecen ciertas posibilidades de síntesis. Normalmente estas prestaciones adicionales se limitan a la síntesis aditiva y la síntesis FM. Existen sin embargo programas especializados en esta única función (no hay que olvidar que durante años, la síntesis digital se realizaba únicamente por software). Estos programas trabajan en diferido, y son especialmente útiles cuando se dispone de un *sampler*, ya que permiten la creación de sonidos enormemente sofisticados que podrán después ser volcados al *sampler* y utilizados como instrumentos. La mayoría de estas aplicaciones son de dominio público, lo cual no significa que ofrezcan pocas posibilidades, aunque sí que son, frecuentemente, menos amigables que los programas comerciales. Muchos ofrecen de hecho, métodos de síntesis bastante más elaborados y con mayor capacidad de control de parámetros que los de los sintetizadores.

El más famoso es CSOUND, un potentísimo entorno desarrollado por Barry Vercoe, en el Media Lab del MIT de Boston. Más que un programa, CSOUND es un auténtico lenguaje de programación basado en el lenguaje C, lo que lo hace poco cómodo, pero enormemente flexible y potente. El usuario-programador, encontrará en el prácticamente todas las formas de síntesis utilizadas a lo largo de los últimos cuarenta años, y podrá incluso (si domina el lenguaje C) ampliar y crear nuevos métodos. Otros programas comparables, realizados también en centros universitarios norteamericanos, son CMUSIC (de la Universidad de San Diego) o Cmix (de la Universidad de Princeton), basados también, como sugiere su inicial, en el lenguaje C. Todos ellos disponen de versiones para varias plataformas, y son fácilmente obtenibles en Internet.

Estos entornos, no sólo permiten la creación de sonidos para ser volcados al *sampler*, sino que son capaces de sintetizar fragmentos largos o incluso obras enteras. En este sentido, su funcionamiento puede recordar al de los programas de síntesis de 3D, donde el usuario

⁹Varios cientos de miles de pesetas.

¹⁰ En el capítulo 12, "Estudio comparativo de tarjetas de sonido", se discuten varias tarjetas de sonido para PC que pueden funcionar como *samplers*, y en el apartado 14.5 se comenta con mayor detalle la edición de instrumentos en un programa genérico.

introduce todos los parámetros y su evolución en el tiempo, y deja al ordenador calculando el tiempo que haga falta (una hora, un día, una semana...).

Si tantas posibilidades le asustan, existen programas *shareware* más sencillos que incorporan cómodos interfaces gráficos. Uno de ellos es *Virtual Waves*, que como se aprecia en la figura 9.9, utiliza un elegante interfaz consistente en interconectar módulos. *Stomper* es un programa especializado en sintetizar sonidos de percusión que todos los aficionados al techno o a la música de baile, y poseedores de un *sampler* o una tarjeta con memoria RAM, deberían conocer. La lista podría ser muy larga, por lo que si está interesado en este tipo de programas, le sugerimos un paseo por Internet (puede comenzar por las direcciones que se incluyen el apéndice C).

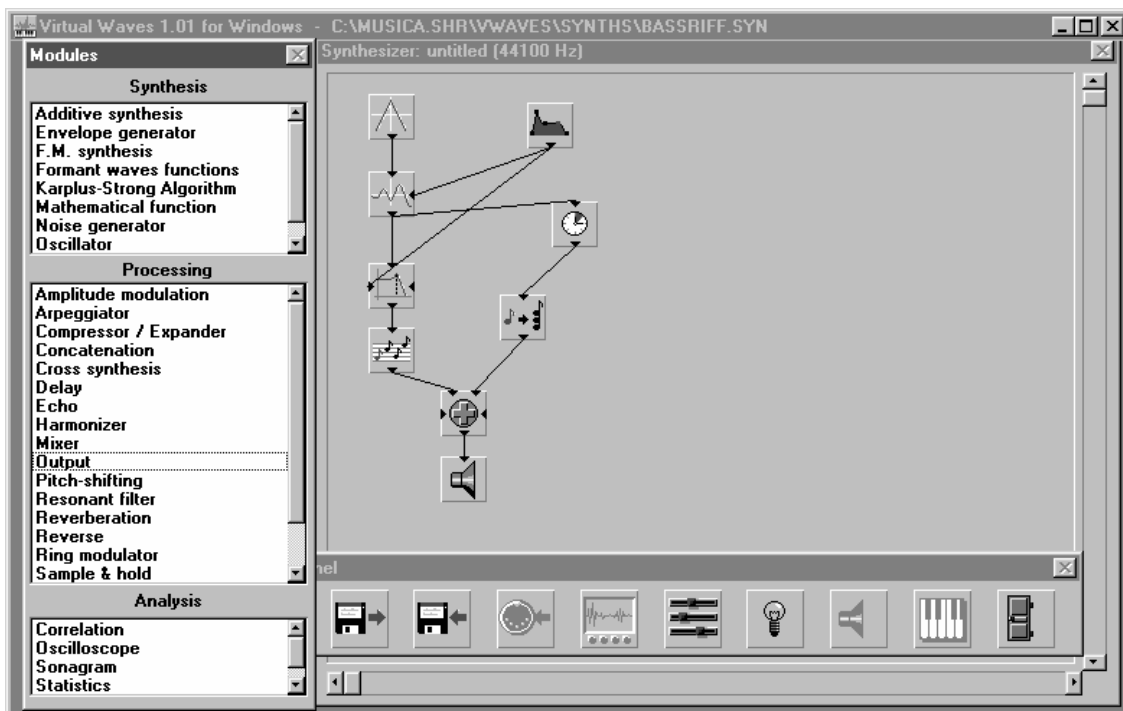


Figura 9.9. El programa de síntesis *Virtual Waves*

9.8. El futuro de la síntesis digital

Las formas de síntesis que hemos tratado son sólo una pequeña parte de entre las existentes. Muchas de las restantes no han sido implementadas en sintetizadores comerciales y se han utilizado sólo por software, mientras que otras, más recientes, están sólo disponibles en equipos de muy elevado precio.

Un ordenador convenientemente programado, es virtualmente capaz de producir cualquier sonido (in)imaginable, familiar o inaudito (aunque no sea capaz de hacerlo en tiempo real, podrá hacerlo en diferido). La única dificultad consiste en decirle como hacerlo o en describir, de alguna forma, el sonido que buscamos. Los nuevos métodos de síntesis sonora, tienden por ello a ser más sofisticados en sus posibilidades, pero buscan interfaces de control más intuitivos.

Las técnicas de *modelo físico* o *waveguide* parten de los modelos matemáticos que describen la acústica de diferentes instrumentos. Dado que en lugar de intentar imitar el sonido resultante, imitan la forma en que el sonido es generado, permiten definir por primera vez instrumentos sintéticos, a partir de conceptos musicales reales, como la intensidad de soplo en un saxo, la tensión en las cuerdas de una guitarra, o el tamaño de la caja de resonancia de un violín. Estas técnicas están implementadas en costosos sintetizadores¹¹, de momento monofónicos (a causa de su elevada carga computacional), aunque acaba de aparecer en el mercado la tarjeta AWE64 de Creative Labs anuncia para inicios de 1997 la tarjeta AWE 64, que sintetiza algunas voces con esta tecnología.

Diversas técnicas basadas en lo que se denomina *análisis/resíntesis*, ofrecen unas posibilidades asombrosas a la hora de crear nuevos instrumentos, ya sean imitativos o no, y permiten incluso sintetizar sonidos híbridos que incorporan propiedades de diversos sonidos (es posible crear por ejemplo, instrumentos "parlantes" interpolando sonidos instrumentales con fragmentos hablados o cantados). Estos procesos son los equivalentes sonoros de los *morphs* en el terreno de la imagen digital). Ninguna de estas técnicas ha sido totalmente implementada todavía en tiempo real.

La creciente potencia de los procesadores actuales (Pentium, etc.) va a cambiar en breve este panorama, con la implantación de métodos de síntesis por software en tiempo real.

Actualmente, existen ya en el mercado varios programas para PC¹², que emulan por software (y por una décima parte de su precio en hardware) las prestaciones de sintetizadores profesionales y que, lo único que requieren es el conversor D/A que se encuentra en cualquier tarjeta de sonido de 16 bits. La misma ya mencionada AWE64, implementadas por software algunas de sus nuevas prestaciones (el modelo físico). El futuro está al caer.

¹¹ Como el Yamaha VL1 o el Korg Prophecy.

¹² Como el *Virtual Sound Canvas VSC-550W* de Roland, o *Soft Synth* de Yamaha.