



Requerimientos básicos de audio en sistemas digitales a través de PC

Manuel Siguero Guerra.
Instituto de Acústica (CSIC)
Serrano, 144, Madrid

Introducción

El tratamiento que se ha dado a las señales de audio en los ordenadores personales (en adelante PC) ha ido evolucionando más lentamente que el dado a las señales de vídeo e imagen en general. Sin embargo hoy ya podemos disponer de tarjetas de sonido que incluyan alguna de las prestaciones más actuales: Sonido envolvente, 3D, Dolby Digital, AC3, etc., que acercan las posibilidades de grabación y reproducción, vía PC, a cotas profesionales.

El desarrollo de los sistemas de reproducción audiovisual ha ido mejorando de manera importante el segmento sonoro en las producciones cinematográficas. Esto ha hecho que evolucionaran también los sistemas audiovisuales domésticos y donde más se aprecia, hasta ahora, es en la mejora de la calidad sonora (Dolby Surround, Dolby Digital, THX, etc.) en formato vídeo y más lentamente en TV.

El incremento exponencial de la WEB y su, hasta ahora profetizada, confluencia con la televisión a través de los proyectos que intentan integrar, simplificando su uso, el PC y la TV mediante un nuevo tipo de conexiones Web - TV, animan el aumento de la calidad sonora en el PC contando con la futura demanda de juegos, sofisticadas aplicaciones y reclamos publicitarios.

Tampoco debemos olvidar desarrollos tecnológicos tan importantes como los satélites de difusión directa y la TV de alta definición, sobre todo desde su implicación clara en los procesos digitales. Y desde luego la próxima generación de discos compactos, los DVD (Digital Video Disc), con suficiente capacidad de almacenamiento - hasta 17 Gbytes - como para poder incluir una película completa y, lo que a nosotros más nos interesa, la posibilidad de cinco canales de audio de calidad apreciable.

Hasta ahora no había una normativa clara respecto a las características que debían reunir estos sistemas y por ello los fabricantes han ido mejorando la calidad de las tarjetas digitalizadoras no en función de parámetros normalizados, sino según la evolución de la tecnología, pero sobre todo según la demanda de unos usuarios poco exigentes con el audio.

Los intentos de normalizar los requerimientos básicos del sistema de grabación y reproducción sonora en el PC están empezando a dar sus frutos en forma de documento escrito. Comprende una serie de recomendaciones para los fabricantes que, más adelante, podrían constituirse en norma básica. Un grupo de empresas importantes: Microsoft, Intel, Crystal Semiconductors, así como la SPA (Asociación de Editores de Software) y grupos de trabajo de otras empresas afines, están trabajando en ello.

El documento "PC97" en su primera versión puede encontrarse fácilmente en la Web (1) como documento abierto y abarca todas las partes del PC, incluido el audio que es lo que tratamos de analizar en este trabajo, desde la perspectiva de la medida de características técnicas y el concepto de calidad sonora.

De la variedad de parámetros que aparecen en las normas publicadas de audio profesional (DIN-45500 y complementarias, IEC-268 y complementarias, AES-17 para audio digital y complementarias, etc.) tres son los que, de manera simplificada, pueden esbozar el concepto de calidad sonora. Sobre ellos va a inci-

dir la recomendación PC97, en su versión primera, a saber:
Respuesta y frecuencia. Relación señal-ruido. Distorsión armónica total.

Más adelante pasaremos a definir cada una de estas características según los límites que marca la PC97. Ahora me gustaría resaltar las connotaciones de estos parámetros con las partes fundamentales del proceso de digitalización de una señal de audio (o video). La respuesta en frecuencia se verá condicionada por la frecuencia de muestreo (doble de la frecuencia más alta según el criterio de Nyquist). La relación señal-ruido dependerá de los niveles de cuantificación que empleemos en el proceso (16 bits = 65.536 niveles). La distorsión puede depender de cualquiera de las etapas pero sobre todo del proceso de codificación-decodificación empleado.

Audio PC97

En esta recomendación se definen los diferentes parámetros que deben cumplir los sistemas PC hasta considerar que ofrecen al usuario la calidad sonora suficiente y que puede ser comparable, como veremos, a sistemas semi-profesionales.

El organismo que se encarga de definir los parámetros técnicos es el WHQL (Windows Hardware Quality Labs)(2) y editan cada tres meses lo que denominan CT (Compatibility test). El AudioCT medirá las características de los equipos industriales y permitirá al fabricante incluir el logotipo de "Windows" en su carátula.

Los laboratorios encargados de llevar a cabo los test son ajenos a la organización Microsoft y basan sus procedimientos en tres documentos internacionales:

- La norma AES-17 (Audio Engineering Society) que define un método de medida para sistemas digitales de audio y sus complementarias para instrumental y conexiones.(3)
- Métodos de medida de la reconocida empresa AudioPrecision, fabricante de "System One", que es ya un clásico de la instrumentación virtual.(4)
- CP-307: El método de medida para sistemas basados en CD de la EIAJ (Electronics Industries Association of Japan).(5)

Parámetros generales:

Respuesta en frecuencia, relación señal-ruido y distorsión armónica total, los márgenes de tolerancia de estos parámetros aumentarán cuando se trate de lo que la norma define como: Sistemas avanzados de audio.

Los parámetros mínimos, tanto para grabación como para reproducción son:

- 1- Respuesta y frecuencia 20 Hz-20 kHz (Filtro A) (*)
- 2- Relación señal-ruido: 75 dB.
- 3- Distorsión armónica total : 0,02 %.

Salvo que se especifiquen otros parámetros, para la medida se utiliza un ancho de banda de 20 Hz - 20 kHz, la frecuencia de referencia es 1 kHz, la frecuencia de muestreo es de 44,1 kHz, los atenuadores a cero salvo el del canal de medida y la entrada en corto cuando se trata de obtener la relación señal-ruido.

(*) Se discute el uso de la Curva A, la CCIR-468 o la CCIR-RMS.

El filtro definido por la Curva A es profusamente utilizado en medidas de ruido y está normalizado para sonómetros y dosímetros. Como alternativa se propone el filtro definido por la norma CCIR-468 que se utiliza en la industria de radio-televisión y que se corresponde con el filtro Psofométrico de la norma DIN 45.405; además de una modificación propuesta por la AES - CCIR-RMS - para medidas de ruido en banda ancha.

Frecuencia(Hz)	Curva A(dB)	CCIR-468(dB)	CCIR-RMS(dB)
20	-50,5	-35	-40
100	-19,1	-20	-25
500	-3,2	-5	-10
1 k	0	0	-5
2 k	+1,2	+5	0
5 k	+0,5	+12	+7
10 k	-2,5	+5	0
16 k	-6,5	-7	-9

20 k -9,3 -20 -25

Salvo esta posible variación de la curva A, los parámetros generales no tienen mayor importancia que su inclusión como normas para PC, siendo sobradamente conocidos y utilizados para medidas convencionales. La PC97 incluye también otros parámetros relacionados de manera específica con el sistema de audio del PC. Guardan relación con el Bus Serie de Alta velocidad y aparecen expresados en la norma IEEE-1394 (6).

Ancho de banda del sistema. Ruido del sistema. Precisión del sintetizador de frecuencia. Calidad de los transductores.

Ancho de banda del sistema. Cuando el ancho de banda del bus de datos no es suficiente para mantener un flujo continuo de 1,4 Mbps -correspondiente a 44,1 kHz de frecuencia de muestreo, 16 bit de cuantificación y dos canales estereofónicos- se producen distorsiones en forma de "cliks" motivados por ausencias instantáneas de señal.

En caso de procesados de señal audio-visual en el PC, cuando se da el caso de un ancho de banda limitado, el sistema automáticamente da prioridad al audio. Se sabe que una ausencia de cuadros en la visualización de imágenes secuenciales molesta menos al usuario que la presencia de "cliks" en la banda sonora.

Ruido del sistema. Las señales de audio analógicas de bajo nivel, son poco resistentes en un entorno tan hostil como es el del PC. Las señales de reloj y los paquetes de datos, aunque de frecuencias superiores a 10 MHz inducen ruidos audibles. Los filtros de los codificadores A/D y D/A son sensibles a interferencias de alta frecuencia. Ciertos movimientos de ratón, los de lectura y grabación del disco duro e incluso los de refresco de la tarjeta gráfica también inducen ruido.

Además del ruido de ventiladores: en la fuente de alimentación y en el disipador de la CPU.

Los soportes de música grabada son, en su mayor parte discos compactos con la calidad que todos conocemos. Si un CD-Audio se oye notoriamente peor en un PC que en un reproductor Hi-Fi se debe a que la conexión entre el CD y la tarjeta de sonido se realiza, en la mayor parte de los sistemas, mediante cables de par trenzado en vez de los adecuados cables coaxiales.

Con las conexiones adecuadas y las masas pertinentes, puede llegar a obtenerse una relación señal-ruido ≥ 78 dB. No obstante se está estudiando la posibilidad de que los equipos que vayan a trabajar específicamente en audio puedan disponer de los convertidores A/D - D/A en el exterior de la caja de la unidad PC, además de que incluyan los nuevos bus con interfaz digital como el recogido en la norma IEEE-1394.

Precisión del sintetizador de frecuencia. El grupo de usuarios más interesado en una mayor calidad del audio en sistemas PC es el de los músicos profesionales.

La precisión en la digitalización de frecuencias es alta al estar basada en cristales de cuarzo. Sin embargo al reproducir un fichero .wav, por ejemplo, puede darse una deriva de los 44.1 kHz a otra frecuencia muy próxima: 44.05 kHz. La mayoría de los usuarios no percibe tal variación de tono, sin embargo para un músico resulta intolerable.

El uso cada vez más profesional de las tarjetas de sonido está imponiendo la modificación de los procesos de síntesis de sonidos musicales. Del procesado de frecuencias en FM se ha evolucionado a otro de mayor calidad como es la síntesis de tablas de ondas. Aunque es difícil, al ser una cuestión subjetiva, distinguir entre tablas de ondas de distintos fabricantes, es sencillo reconocer la mejor calidad de éstas frente a la síntesis FM.

Las nuevas tarjetas de sonido están empezando a incluir procesadores digitales de señal (CS4610; DSP de Crystal Semiconductor) con opción de frecuencias de muestreo hasta 48 kHz.

Calidad de los transductores. Nos referiremos a dos tipos de transductor presentes en el PC: micrófonos y altavoces. La tendencia de los fabricantes, más motivados por los deseos de los usuarios que por razones de calidad, es la de instalar de dichos elementos, junto con la cámara de video, en la carátula frontal del monitor. La recomendación fundamental es la de aislar cuidadosamente ambos tipos de transductor cuando se integren en lugares próximos. Así se reduciría la influencia de la inducción magnética de los imanes sobre el tubo de rayos catódicos y sobre los micrófonos.

Respecto a la calidad de los altavoces es importante considerar la posibilidad de complementar el sistema

con un conjunto de mayores prestaciones que las que pueden ofrecer los altavoces integrados. La posibilidad de amplificar la salida de línea de la tarjeta de sonido con una unidad independiente o utilizar conjuntos autoamplificados incidirá netamente en la calidad sonora del conjunto. Con las unidades de graves separadas de las de medios-agudos no sólo reducimos la distorsión de intermodulación sino que nos permite orientar los altavoces más directivos. De este modo también separaremos del monitor de video y del micrófono los woofers con mayores núcleos magnéticos.

Los programas de software aumentan cada día sus prestaciones y la tendencia es la de incluir sonido 3D (con el DVD hasta 5 canales codificados). Las técnicas de posicionamiento 3D que aparecen ya en bastantes aplicaciones, imitan los retardos temporales y variaciones de frecuencia inducidas por la cabeza y el pabellón auditivo. Estos efectos denominados genéricamente HRTF (Head response transfer functions) resultan de una gran efectividad para la mayor parte de los usuarios. Algunas tarjetas de sonido incluyen ya tales funciones para auriculares y grupos de dos o más altavoces.

Para finalizar debemos reconocer, como profesionales del medio sonoro, que no es un paso importante para la electroacústica pero sí es un gran paso para el medio informático. El simple hecho de quedar integrado en una norma el conjunto de características básicas de audio que deben reunir los sistemas basados en PC era necesario y, a partir de 1998, será mejorable.

Referencias

1. www.microsoft.com/hwdev/pc97.htm
2. www.microsoft.com/hwtest/outtest.htm
3. www.aes.org (Norma AES-17)
4. Audio Measurement Handbook, Audio Precision Inc.
5. www.eiaj.org (Norma CP-307)
6. www.firewire.org/ (Norma IEEE-1394)