

SONIDO: Nociones básicas 0.1 ("cero punto uno")

Supongamos ahora que ya hemos repasado concienzudamente los temas de Matemáticas, Análisis Matemático y Física de los que "hablé" (... en todo caso, *escribí*) en la edición anterior. Entonces observemos el tema que nos convoca, Sonido, desde un punto de vista macroscópico: el sonido, por sí solo, es una entidad física reconocible por nuestro sentido de la audición, analizable dentro de nuestra fisiología y psicología mediante la Psicoacústica y fuera de ellas por la Física; pero en realidad lo que pretendemos interpretar *objetivamente* para poder luego predecir resultados, es el *sistema* físico donde está involucrado el sonido (esto significa que todavía los resultados de los procesos son, en cierto grado, *incierto* psicoacústicamente hablando, debido a que son *subjetivos*).

Un sistema es un dispositivo capaz de procesar información. Esto involucra directamente el concepto de conversión de la energía y su respectiva eficiencia de conversión:

$$\eta = E_{out}/E_{in}$$

Donde E_{in} es la energía entrante o disponible y E_{out} es la energía saliente o aprovechable. **Nunca** serán iguales magnitudes, por lo que *todo sistema posee pérdidas*, las cuales terminan siendo la conversión de la energía de entrada en energía *térmica* (calor) - una meta es tratar de convertir en energía útil la mayor cantidad de energía disponible, minimizando las pérdidas, proceso que en el caso de los parlantes reduce la calidad de su transducción -.

Los sistemas desempeñan su labor en distintos *dominios*, y en lo que respecta al *sistema sonoro* los mismos son el **físico** (energías potencial, cinética, térmica y acústica, intensidad de campo magnético, etc.) y el **eléctrico** (energía eléctrica).

La gran "cadena del sonido" es entonces la concatenación de sistemas físicos, electrónicos y electromecánicos (transductores, necesarios para la conversión de dominios de las energías).

Dentro del *sistema de Audio* (aquella porción del sistema que funciona total o parcialmente dentro del dominio eléctrico), podemos dar algunas afirmaciones sobre las *señales* y los *sistemas* en materia de *ingeniería de sonido*:

- Todo sistema (y sub-sistema) posee una *transferencia*, la cual expresa el comportamiento de la señal de salida según la señal de entrada al mismo, en un dominio.
- Todos los sistemas *electrónicos* introducen *ruido* blanco (también llamado ruido térmico) debido a no trabajar los mismos a 0°K (cero grado Kelvin = -273°C). Esto es producto de la energía cinética que adquieren las *partículas* debido a la *temperatura* (y al valor de *resistencia* asociado), lo que las hace chocar entre sí y generar de esta forma, este tipo de señal. También introducen otros tipos de ruidos.
- Todos los sistemas activos introducen distorsión (todo aquel agregado a la señal de entrada, que no sea el ruido de fondo ni el procesamiento esperado del dispositivo), o sea no son lineales. Algunos componentes pasivos (inductores con núcleo ferromagnético - no *ferrite* - , capacitores, *contactos oxidados*, etc.) introducen distorsión pero sólo bajo ciertas condiciones (en general extremas). Existen varios tipos de distorsión (THD, IMD, TIM, etc.)
- Todo sistema electrónico controla su distorsión mediante la realimentación negativa, control que merma según se incrementa la frecuencia de la señal de entrada.
- Toda *frecuencia de corte* (f_c) de un *filtro* analógico o digital del tipo IIR (*Infinite Impulse Response*) genera un *desfasaje* (alteración de la fase original) en la señal alrededor de la misma (de la f_c), por lo que se puede afirmar que introducen "distorsión de fase".
- Todos los sistemas son un *filtro pasa bajos*, y según un colega a quien respeto muchísimo, "de segundo orden".
- Las señales involucradas en el Audio son de tipo estocásticas (aleatorias), pudiéndose las mismas representar en el dominio de las frecuencias (visualizándose así su *espectro*) gracias a la Transformada de Fourier (análisis matemático).
- La sola inspección del espectro (en frecuencias) de una *señal de salida de un sistema*, poco dice sobre el mismo, tan poco que es insuficiente su análisis para mediciones profesionales íntegras (*caracterización de dispositivos*).
- Las señales denominadas técnicamente como *ruido* son por definición *aleatorias*, pero con un valor *determinístico*, el de su *energía* en función de las *frecuencias*. Este es el caso del *ruido blanco*, el cual es de energía constante para cada ciclo (o frecuencia) dentro de todo el rango espectral (20Hz a 20KHz) y el ruido rosa, cuya energía evidencia una pendiente de -3dB por octava en función de las frecuencias, por lo tanto contiene igual energía para cada octava (o partes de ella).

Indudablemente existe la interconexión de sistemas (en serie y en paralelo) y la misma se realiza a través de cables, siendo estos nuevas fuente de ruido y receptores de interferencias. El ruido en este caso no será blanco o Gaussiano, sino relativo a la red de canalización de energía (220VCA) y sus armónicas – demás está decir que la señal de 220VCA está *muy lejos* de ser una senoide perfecta y que los conductores *no* poseen impedancia nula -.

El objetivo principal de las *interfases* entre sistemas es el de entregar *máxima tensión* desde la salida hacia la entrada, por lo que el Teorema de *máxima transferencia de potencia* no es aplicable en este caso. Esto explica el concepto de adaptación de impedancias para la entrega del 90% (como mínimo) de la señal hacia la etapa próxima, o sea baja impedancia de salida (100Ω a $1K\Omega$) y mediana impedancia de entrada ($10K\Omega$ a $100K\Omega$).

Por lo tanto tendremos un sistema cuyo *ruido* nunca será menor que aquel ruido introducido por su componente más ruidoso (idem para el concepto de distorsión), y una vez que la señal quedó contaminada con ruido (o distorsión), es esencialmente imposible remover el mismo *sin alterar la señal original*.

Los *términos* utilizados en el precedente texto pertenecen al estudio formal de esta disciplina. Es imposible explicar cada uno porque nos tomarían *años*, pero por lo menos son una guía muy simplificada para aquel que pretenda profundizar en el tema.

Ing. Alejandro Bidondo
www.ingeneriadesonido.com