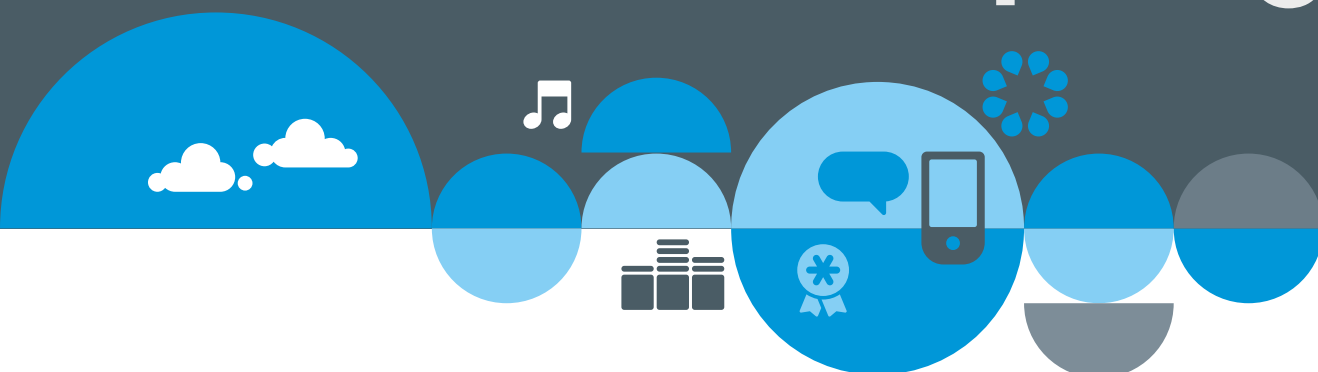


Sonic Spotlight



Procesamiento variable del habla – SVP: brinda un sonido natural y claridad del habla

Los procesadores de la señal digital (DSP por su sigla en inglés) de hoy se basan casi exclusivamente en algún tipo de compresión o control automático de la ganancia. Sin embargo, las implementaciones en los instrumentos auditivos sufren grandes variaciones dependiendo del fabricante o, incluso, de la familia de audífonos, desde los dispositivos de alta gama hasta las categorías básicas.

Los primeros procesadores de la señal digital en los instrumentos auditivos proporcionaban una cantidad pequeña de canales para moldear las curvas de ganancia y permitir diferentes ratios de compresión en distintas frecuencias. Hoy en día, algunos sistemas parten la señal entrante en más de veinte canales antes de promediar la totalidad de la señal sobre un segmento de tiempo. Si bien algunas plataformas de DSP pueden resultar demasiado simplistas, los sistemas altamente complejos pueden llegar a introducir algunos elementos, por ej. desfasajes no deseados de tiempo o segregación espectral, no solo para las consonantes, sino también para la identificación de las vocales (Souza, et al. 2012).

En cambio, la estrategia del Procesamiento variable del habla SVP de Sonic aborda de manera eficaz y eficiente la necesidad de contar con una resolución temporal y de frecuencia que resulte óptima para brindar una claridad del habla excepcional y un sonido natural. Este documento describe los beneficios de este enfoque y explica los conceptos básicos de su diseño.

El amplificador coclear

Antes de describir el funcionamiento del Procesamiento variable del habla SVP, es importante entender el papel de la cóclea en nuestro proceso auditivo. Cuando la cóclea es saludable, las células ciliadas externas amplifican los sonidos suaves y controlan los sonidos muy fuertes. Este proceso se conoce como el "amplificador coclear". Esta teoría fue promovida por Gold en el año 1948 y se ha sometido a grandes cantidades de investigaciones desde entonces. En la actualidad se entiende que el proceso es el resultado de "(...) una respuesta mecánica activa en la cóclea que amplifica los movimientos basilares de nivel bajo y comprime los de nivel alto" (Canlon, 2010).

El daño a las células ciliadas externas afecta la capacidad del amplificador coclear de amplificar adecuadamente los sonidos, lo que da lugar a una pérdida auditiva neurosensorial. Los síntomas clínicos de una pérdida auditiva neurosensorial incluyen una pérdida significativa de los sonidos de intensidad baja, algo de pérdida auditiva de los sonidos de intensidad moderada y una percepción casi normal de los sonidos de intensidad alta. En otras palabras, la pérdida auditiva neurosensorial se manifiesta de manera no lineal ya que la cantidad de pérdida no es igual en todos los niveles de sonidos.

La introducción de la compresión de rango dinámico amplio (WDRC por su sigla en inglés) que amplifica los sonidos de intensidad baja más que los sonidos de intensidad alta, fue un gran salto ante el enfoque de la pérdida auditiva neurosensorial. En términos básicos, WDRC busca replicar el modelo del amplificador coclear. Sin embargo, WDRC en sí no toma en cuenta otros aspectos del procesamiento del sonido por parte de la cóclea.

Por ejemplo, inmediatamente al recibir el sonido la cóclea funciona como un analizador de la señal que opera en regiones estrechas de frecuencias específicas. Este proceso fisiológico instantáneo en la membrana basilar, cuyo ordenamiento es tonotópico, tiene como resultado una intensa selectividad de frecuencias (Fettiplace, 2010). Para replicar esta funcionalidad de una manera que suene natural, el sistema de procesamiento debe ser capaz de muy rápidamente analizar los sonidos entrantes, procesar el contenido específico de la frecuencia y proporcionar una salida con un nivel apropiado para la pérdida con la menor cantidad de desfasaje posible. Si bien el proceso sinérgico del amplificador coclear no se comprende totalmente, ha sido la musa de inspiración de la amplificación digital.

La mecánica del Procesamiento variable del habla SVP

El Procesamiento variable del habla SVP es un sistema WDRC de muy rápida actuación diseñado para replicar el modelo del amplificador coclear a modo de mantener los sonidos naturales y la claridad del habla. Si bien se pueden describir muchos procesos de manera similar, los detalles específicos de la implementación del Procesamiento variable del habla SVP hacen que sea un sistema verdaderamente superior.

La velocidad es la clave de la precisión – La habilidad de la cóclea de analizar rápidamente el sonido y realizar los ajustes internos para su amplificación es impresionante y también es la clave de nuestra percepción natural del sonido y su calidad. Brownell (2010) explica que los potenciales de acción del amplificador coclear son los responsables de codificar la precisión temporal de los sonidos ambientales. El sistema del procesamiento digital de SVP busca preservar esta valiosa información temporal. La velocidad se puede estudiar desde distintas perspectivas.

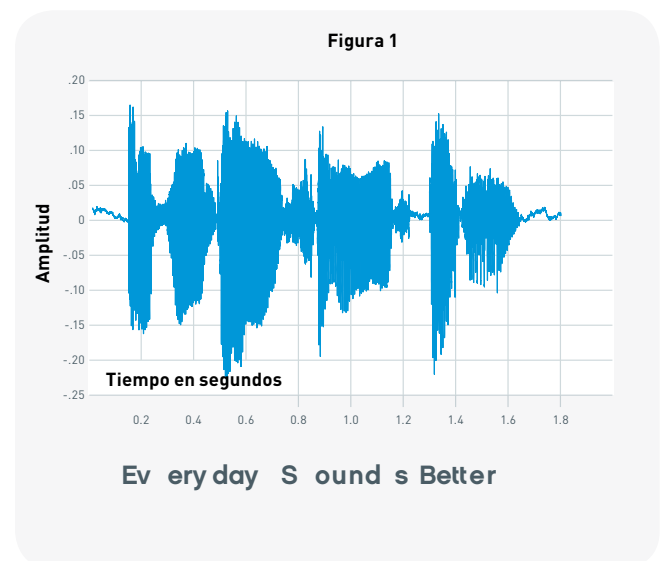


Figura 1: diferencias en el nivel de presión sonora sobre el tiempo para "Everyday Sounds Better" como señal entrante.

Primero, es de suma importancia poder medir con rapidez y precisión el nivel de entrada de la señal entrante. Los niveles de entrada generalmente no son estáticos, sino que varían rápidamente (Figura 1). Esto es especialmente cierto para el habla, donde los fonemas individuales ocurren un promedio de diez veces por segundo. Los fonemas pueden exhibir diferencias drásticas en cuanto a la intensidad por lo que deben medirse correctamente y adecuadamente, de lo contrario no se amplificarán correctamente (Figura 2). Segundo, cuando ya se conoce el nivel de la entrada, se debe aplicar la cantidad de amplificación requerida. Aquí también la velocidad es muy importante, ya que el sistema debe poder aplicar la cantidad correcta de amplificación, durante la cantidad adecuada de tiempo, en la frecuencia apropiada. Si un sistema no puede aplicar la cantidad correcta de ganancia lo suficientemente rápido, la amplificación carecerá de la resolución necesaria para que el sonido sea natural y el habla suene claro.

El Procesamiento variable del habla SVP analiza la señal entrante y ajusta la ganancia miles de veces por segundo. Este notable grado de potencial computacional permite un procesamiento de la señal que sigue rápidamente los cambios en el nivel de presión sonora, lo que realza la inteligibilidad del habla y crea un sonido natural. El enfoque particular de este DSP le permite procesar el audio sin las restricciones de períodos de tiempo más lentos inherentes a otros sistemas de procesamiento de la señal. Al eliminar la lentitud de los períodos de tiempo segmentados, SVP puede adaptar la ganancia fluidamente y continuamente sin perturbar la señal original. Esta es la única manera de reaccionar sin retrasos, exactamente en el punto del tiempo en que surge el sonido. Además, es la única manera de seguir los cambios al nivel de presión sonora durante un enunciado, que puede presentar diferencias de hasta 30 dB entre las vocales y las consonantes. Debido a que cada señal entrante recibe rápidamente la cantidad requerida de amplificación (Figura 3), el proceso también ayuda a realzar las consonantes que generalmente causan confusión entre las personas con dificultades auditivas.

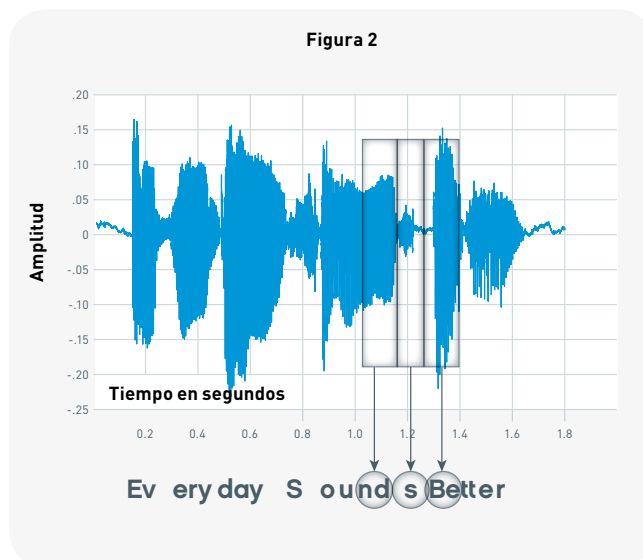


Figura 2: los niveles de intensidad entre los fonemas /nd/, /s/, y /B/ son muy distintos. Las características únicas de la resolución temporal del Procesamiento variable del habla SVP logran capturar y amplificar cada fonema de manera precisa, inclusive las partes más suaves del habla.

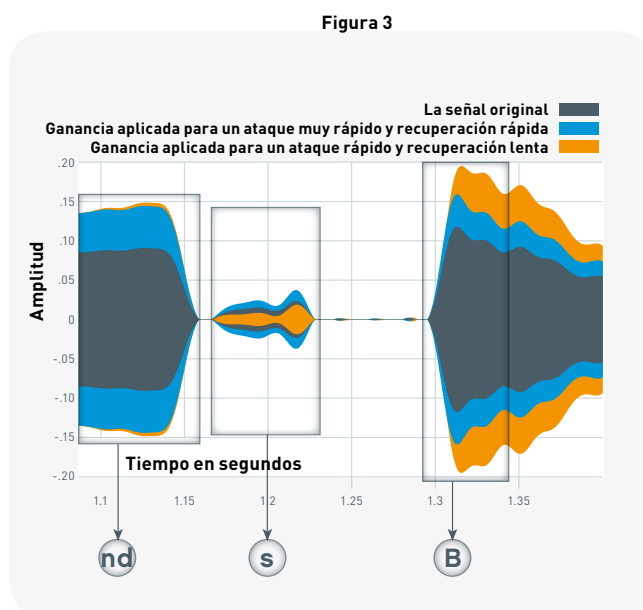


Figura 3: los sistemas con tiempos rápidos de ataque y de recuperación lenta (color naranja) generalmente aplican mucha o poca ganancia debido a que no reaccionan lo suficientemente rápido para realizar los cambios en los niveles de presión sonora. Con sus tiempos muy rápidos de ataque y recuperación, el Procesamiento variable de habla SVP (color azul) logra medir con exactitud y compensar por los cambios súbitos en los niveles de presión sonora.

La importancia del contraste de frecuencia para la claridad del habla

– Si la velocidad es la clave de la precisión, entonces el contraste de frecuencia es la clave de la claridad. El contraste de frecuencia es la diferencia en la intensidad a lo largo de las frecuencias de un sonido entrante. La identificación correcta de los contrastes de frecuencia juega un papel importante en la claridad del habla ya que el contraste de frecuencia entre los fonemas individuales brinda información para que los oyentes distingan entre los fonemas diferentes.

En una cóclea saludable, el sonido se amplifica de manera que se conservan las diferencias naturales de nivel entre las distintas frecuencias. La pérdida auditiva neurosensorial conlleva a una disminución en la capacidad para amplificar correctamente en diferentes frecuencias lo que resulta en una pérdida del contraste de frecuencia. El sistema de procesamiento debe preservar el contraste inherente de la señal entrante. De este modo, se conserva la información que es de utilidad para mejorar la identificación del habla y también su claridad.

La mayoría de los sistemas de compresión multicanal: (1) dividen la señal acústica en bandas de frecuencias separadas; (2) miden la señal a niveles separados para cada banda; y (3) comprimen cada banda según su medición individual y la configuración de ganancia prescrita. Al hacerlo, estos sistemas achatan el espectro de los sonidos que procesan y pierden el contraste de frecuencia durante el proceso.

El Procesamiento variable del habla SVP supera esta pérdida de contraste de frecuencia al medir y aplicar ganancia a la señal acústica de banda ancha. Debido a que el sistema no mide ni se ajusta según las diferentes regiones de frecuencias separadas, se evita el efecto sumatorio dañino de aplicar ganancia en bandas múltiples por lo que se conserva el contraste inherente a la señal original (Figura 4). Esto es de gran importancia al preservar el ratio pico a valle que resulta muy importante para las personas con dificultades auditivas. Se ha demostrado que en los sistemas tradicionales de compresión multicanal se achata el detalle espectral de las formantes de las vocales a medida que aumenta el número de canales, lo que disminuye significativamente la identificación de vocales para ciertos tipos de pérdidas (Souza, 2012; Bor et al, 2008).

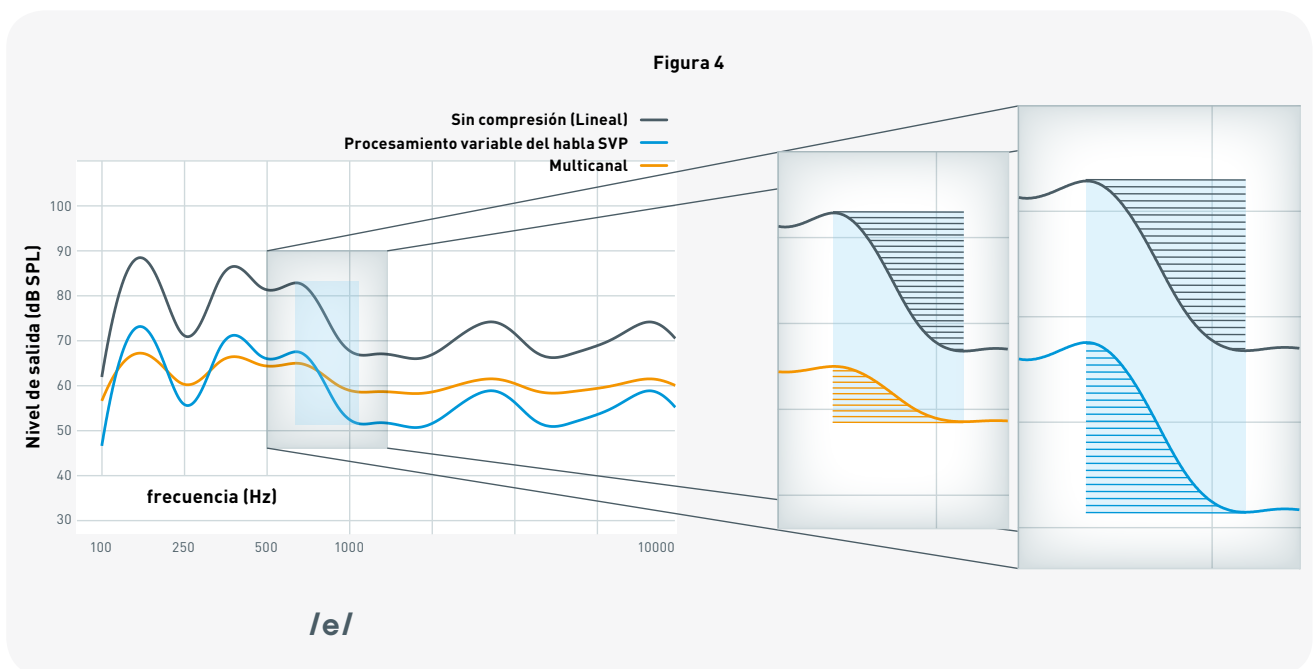


Figura 4: ilustración del contraste de frecuencia para la vocal /e/. El Procesamiento variable del habla SVP conserva la relación pico-valle de la señal de entrada. Esta señal es de gran importancia para conservar el contraste de frecuencia del habla.

Procesamiento variable del habla SVP - Construir sobre el legado de Sonic

La fortaleza de SVP es que cumple con el requerimiento de tiempo y también de la resolución de frecuencia. Ambos elementos son necesarios para un procesamiento superior del sonido. Brinda suficiente resolución de tiempo al actuar de inmediato ante los cambios en los niveles de presión sonora tanto cuando aumentan los niveles repentinamente, como cuando caen súbitamente. También conserva el contraste de frecuencia del habla al retener los ratios pico a valles de la señal entrante.

Sonic siempre ha sido de la opinión que el mejor procesamiento de la señal se logra al inspirarse en el amplificador coclear. El Procesamiento variable del habla SVP es el próximo paso en la evolución de los sistemas de procesamiento Sonic diseñados para que los sonidos sean audibles, naturales y claros.

- La precisión temporal se logra con velocidades muy rápidas de procesamiento
- La claridad del habla se realza al usar estrategias que conservan el contraste de frecuencia

Para ver una demostración o para conocer más, por favor contacte a su proveedor Sonic.

Referencias

Bor, S., Souza, P. y Wright, R. (2008). Multichannel compression: Effects of reduced spectral contrast on vowel identification. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51, 1315-1327.

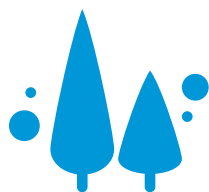
Brownell, W. (2010). The remarkable cochlear amplifier. *Hearing Research* 266, 1-17; Section: "Membrane-based amplification in hearing."

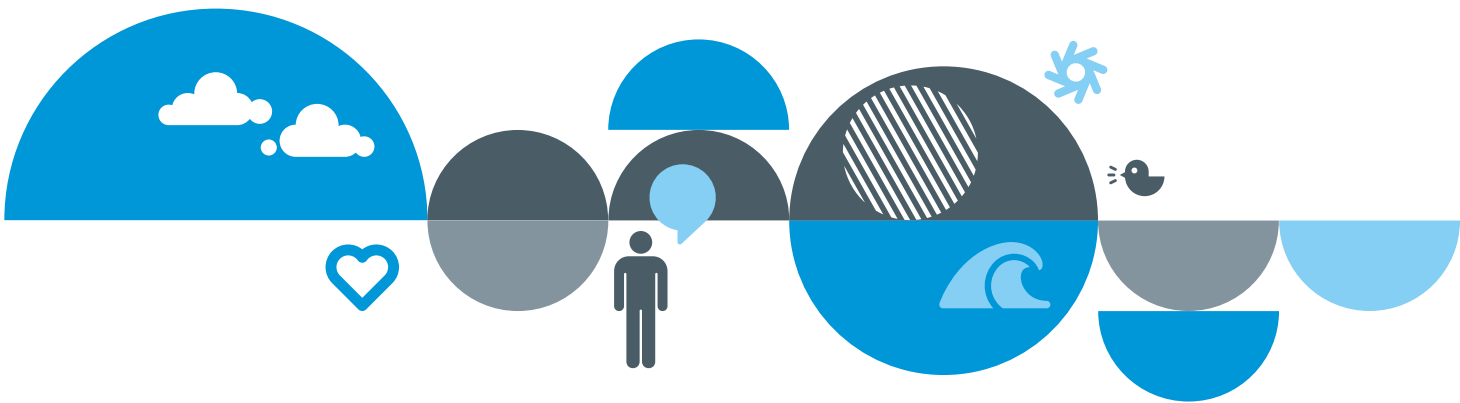
Canlon, B. (2010). The remarkable cochlear amplifier. *Hearing Research* 266, 1-17; Section: "Introduction."

Fettiplace, R., Hackney, C. (2010). The remarkable cochlear amplifier. *Hearing Research* 266, 1-17; Section: "The origin of the cochlear amplifier."

Gold, T. (1948). Hearing II. The physical basis of the action of the cochlea. *Proc. Royal Soc Lond. Biol Sci* 135, 492-498.

Souza, P., Wright, R., Bor, S. (2012). Consequences of Broad Auditory Filters for Identification of Multichannel-Compressed Vowels. *Journal of Speech, Language, Hearing Research*; 55; 474-486.





Sonic Innovations, Inc.
2501 Cottontail Lane
Somerset, NJ 08873 USA
+1 888 423 7834

Sonic AG
Morgenstrasse 131B
3018 Bern, Switzerland
+41 31 560 21 21