

# Empezando con SmaartLive: Procedimientos de Montaje y Mediciones Básicos



Paul D. Henderson (Traducción al Castellano por James Woods)

Este documento sirve como punto de partida en el aprendizaje de SIA SmaartLive® para mediciones básicas de sistemas de audio y de sus componentes. Aquí hablaremos de las capacidades de SmaartLive y del hardware necesario para poder realizar mediciones con éxito. Se presentarán varios ejemplos tutoriales que servirán como una introducción práctica de cómo hacer mediciones con el sistema.

## I. Las Funciones de Medición Principales de SmaartLive

Fundamentalmente, SmaartLive es un analizador de doble canal basado en un software, y es capaz de realizar un gran número de tareas de medición que son requeridas por el profesional de audio. SmaartLive no está destinado a reemplazar la audición crítica y la experiencia humana, sino que la aplicación inteligente de esta plataforma de medición a las tareas de configuración, en la búsqueda y solución de problemas, y en la optimización de sistemas, da al usuario varias ventajas significativas. La Tabla 1 muestra los modos de medición básicos de SmaartLive y una sinopsis de cada modo con los usos y aplicaciones más comunes.

Modo SmaartLive	Características Principales	Aplicaciones
Spectrum (Espectro)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis de espectro en tiempo real</li><li>• Muestra los datos en banda estrecha y en fracciones de octava</li><li>• Calibración a niveles de presión sonora reales con medición en SPL</li><li>• Funciones continuas espectrográficas y de registro de SPL</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguimiento del espectro de la fuente activa</li><li>• Seguimiento del SPL para actuaciones en directo</li><li>• Análisis de niveles de ruido</li><li>• Detección de acoples (realimentación)</li></ul>
Transfer Function (Función de Transferencia)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis de la función de transferencia en tiempo real</li><li>• Ventanas configurables de magnitud y fase</li><li>• Análisis en banda estrecha y puntos fijos por octava (FPPO)</li><li>• Muestra la coherencia en tiempo real</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mediciones de la función de transferencia de altavoces, ecualizadores, sistemas de audio</li><li>• Optimización en tiempo real de sistemas (incluyendo ecualizadores, filtros electrónicos, retardos, etc.)</li></ul>
Impulse (Impulso)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medición de la respuesta del impulso</li><li>• Muestra los datos en formato lineal, logarítmico y ETC</li><li>• Calcula automáticamente el tiempo de propagación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medición de la respuesta al impulso del sistema de sonido con la sala</li><li>• Configuración de retardos de altavoces, etc.</li></ul>

Tabla 1: Modos de Medición Básicos de SmaartLive.

Además de las características de la Tabla 1, SmaartLive contiene un generador de señal interno que simplifica el proceso de la realización de las mediciones creando las señales de prueba apropiadas para cada medición. Así, se elimina la necesidad de una fuente externa para producir las señales de prueba. SmaartLive también puede controlar equipos externos como procesadores para altavoces, ecualizadores, etc. Sin embargo, estas funciones útiles no serán comentadas en este documento.

SIA Software Company, Inc **no** se responsabiliza de los daños de su equipo que sean resultado del uso indebido de este producto. Asegúrese que entiende y observa los niveles apropiados de entrada y salida, impedancias, y las normas de cableado de todos los componentes del sistema, antes de intentar realizar las mediciones descritas en este documento.

## II. Los Componentes de un Montaje Básico de SmartLive

Para usar SmartLive eficazmente, debería tener a mano un juego básico de equipo de medida. La lista siguiente detalla los componentes necesarios para un montaje de SmartLive. En secciones posteriores se presentarán las formas de cómo ha de conectar su equipo.

Componente	Consejos
 Micrófono de Mediciones	Si piensa medir algo más que equipos electrónicos sencillos, necesitará un micrófono de mediciones para captar las señales acústicas. La función básica del micrófono es la de convertir la presión acústica de un punto en un voltaje, tan fielmente como sea posible. Así, que su micrófono debería ser <b>omnidireccional</b> y con una <b>respuesta de frecuencia plana</b> . La mayoría de los micrófonos de medida están basados en diseños de <i>condensador electret</i> , y necesitarán algún tipo de alimentación. Esta alimentación puede llegar desde su preamplificador en forma de <i>fantom</i> (entre 12 - 48VCC) o a través de una pila interna. Puede necesitar además un <b>calibrador de micrófono</b> para poder realizar mediciones de presión sonora con su calibración precisa.
 Preamplificador de Micrófono	Para conectar su micrófono a la computadora, necesitará un preamplificador de micrófono. El preamplificador debería tener un <b>nivel de ruido residual bajo</b> y la <b>ganancia suficiente</b> para usos generales. El preamplificador debería disponer de <b>alimentación fantom</b> , que usen la mayoría de los micrófonos de medición.  Notese que muchos usuarios pueden preferir usar un mezclador pequeño, matriz, o incluso una mesa de mezclas de P.A. en vez de un preamplificador. En estos casos, asegúrese de <b>deshabilitar todos los procesadores de los canales</b> usados (ecualización, procesadores dinámicos, etc.)
 Tarjeta de Sonido	SmartLive requiere una tarjeta de sonido compatible con al menos <b>dos entradas de nivel de línea independientes</b> (normalmente en la forma de una entrada estéreo) y una <b>salida a nivel de línea</b> . Algunas computadoras portátiles con tarjetas de sonido ofrecen solamente una entrada mono (un canal solo), así asegúrese que su sistema cumple con este requisito. Si no se dispone de una entrada estéreo, no será posible usar las <i>funciones de transferencia</i> ni de <i>impulso</i> .  Notese que hay soluciones de hardware externas, algunas de las cuales combinan conversores A/D y D/A con preamplificadores de micrófono. Estos dispositivos son muy útiles para usos portátiles y pueden disponer además de interfaces USB, PCMCIA, y Firewire. Independientemente del dispositivo elegido, debe usar un <b>driver de audio compatible con Windows®</b> . Otros drivers de dispositivos, incluyendo ASIO, no son soportados por SmartLive, en este momento.
 Computadora con SIA-SmartLive™	Para usar SmartLive, la computadora debe cumplir los requisitos mínimos. Estos están disponibles en el Guía de Usuario (User Guide) de SmartLive o a través de la página web de SIA Software en <a href="http://www.siasoft.com">http://www.siasoft.com</a> . Es conveniente usar una computadora portátil para usos portátiles.
 Cableado y conexiones	Debería tener a mano los cables apropiados para conectar su sistema de medición a los equipos que va a medir. Utilice solo cables profesionales. Evite el uso de adaptadores inferiores y conexiones de tipo consumidor. Si su tarjeta de sonido utiliza conectores de 1/8 de pulgada estéreo, puede obtener cables adaptadores que los convierte a conectores jack de 1/4 de pulgada o a conectores XLR.

### III. Introduciendo Señal a SmartLive

Ahora que ha ensamblado el equipo necesario para operar con SmartLive, hablaremos del proceso de montar el sistema para que reconozca el hardware y de los ajustes de los niveles de señal del sistema. Asegúrese de que su tarjeta de sonido funciona (si es externa, debería conectarla) y arranque SmartLive. Si utiliza un dispositivo externo, *no lo desconecte* mientras SmartLive esté funcionando. Para seleccionar la tarjeta de sonido apropiada, haga clic sobre el menú **Options? Devices**, o pulse **Alt+A**. Aparecerá la ventana de la Figura 1. Seleccione el dispositivo de entrada (tarjeta de sonido) del campo *Wave In*. Realice lo mismo para *Wave Out*. Si su dispositivo soporta resoluciones de entrada y/o salida de más de 16 bits, seleccione el valor apropiado en el campo *Bits Per Sample*. Ahora puede conectar los dispositivos a las entradas y salidas de su tarjeta de sonido.

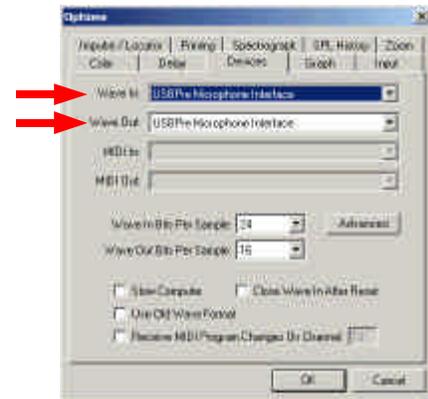


Figura 1: Seleccione su tarjeta de sonido como el dispositivo de entrada y de salida.

Muchas tarjetas de sonido tienen circuitos internos que mezclan varias señales de audio hacia la salida master, o seleccionan y/o mezclan las señales para las entradas de la tarjeta de sonido. Puede ser necesario configurar estas opciones de su tarjeta de sonido para habilitar la *entrada de línea* y la *salida de wave*. Estas opciones pueden ser ajustadas con la aplicación de mezclador de Windows®, visto en la Figura 2. Puede arrancar el programa pulsando en el teclado de SmartLive **Alt+V**. Vea la Guía de Usuario de SmartLive para información mas detallada.

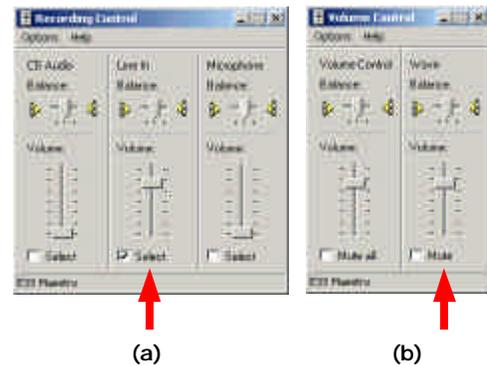


Figure 2: Configure los mezcladores de entrada (a) y de salida (b) de su dispositivo.

Una nota sobre los niveles. Se controla el nivel del generador de señal a través del ajuste en la página del generador. Por defecto, para el primer uso, este nivel está atenuado para evitar daños a equipos. Este nivel, en combinación con los niveles de salida y los ajustes del mezclador, varía la señal real de salida de la tarjeta de sonido. Para la mayoría de las mediciones que necesitan el generador, se debería ajustar la salida a un nivel lo suficientemente alto para evitar ruido en la medición, pero no tanto como para que éste pudiera causar daños o molestias.

Los niveles de entrada, sin embargo, deben ser ajustados cuidadosamente para evitar la saturación de los convertidores A/D de la tarjeta de sonido, y al mismo tiempo se mantenga un nivel lo suficientemente alto para minimizar ruidos foráneos. Cuando SmartLive esta activado, los medidores de entrada (Figura 3) indican el nivel de entrada de *pico* de los convertidores A/D de la tarjeta de sonido. Si los niveles están demasiado bajos (Figura 3a), ruidos de la tarjeta de sonido u otros dispositivos analógicos pueden comprometer la medición. Si los niveles son demasiado altos, los indicadores de clip se encienden (Figura 3c), y debe bajar el nivel de entrada para poder efectuar mediciones fiables. Para la mayoría de las mediciones, mantenga un nivel de entrada entre -12 y -6dB (Figura 3b).

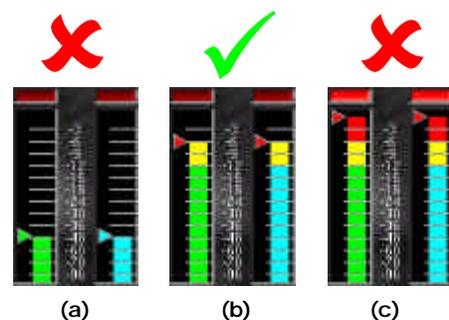


Figura 3: Asegúrese de que los niveles de entrada no están demasiado bajos (a) ni demasiado altos (c). Los niveles de entrada deberían estar entre -12 a -6dB para mediciones básicas (b).

## IV. Ejemplos de Medición

Ahora exploraremos algunos ejemplos de mediciones básicas utilizando SmartLive. Las siguientes páginas le introducirán en los fundamentos de como realizar mediciones de *Spectrum* (RTA), *Transfer Function*, e *Impulse Response* (Espectro, Función de Transferencia, y la Respuesta de Impulso). Los ejemplos que presentamos van por orden de complejidad, o sea, los ejemplos posteriores utilizan los conceptos presentados en las secciones previas. Recomendamos que siga estos ejercicios por orden. Cada ejemplo presentará su configuración básica del hardware, además de los resultados de la medición. Mantenga presente que sus datos pueden aparecer diferentes a los datos presentados aquí. Los resultados presentados son simplemente representativos de los que pudiera ver.

### Ejemplo de Aplicación 1

#### **SmartLive como un Analizador de Tiempo Real (RTA)**

La funcionalidad más básica de SmartLive está en el modo *Spectrum*, el cual habilita los dos canales para análisis en tiempo real. En este modo, SmartLive contiene funciones similares a un dispositivo de RTA dedicado, donde se descomponen las señales entrantes complejas en las frecuencias individuales y se muestran en pantalla dinámicamente. Por defecto, SmartLive muestra los dos canales como un gráfico de barras de *energía y frecuencia*. Cada barra representa una *banda* de energía de 1/12<sup>a</sup> de octava, aunque se puede seleccionar otras resoluciones.

#### **Conectando el Sistema**

Para usar este modo, conecte cualquier señal de audio compatible a, al menos, una entrada de su tarjeta de sonido. En el modo RTA se pueden visualizar los dos canales simultáneamente. Así, podría conectar, entre otras posibilidades, un micrófono de medición a un canal y la salida de la mesa de mezclas a la otra.

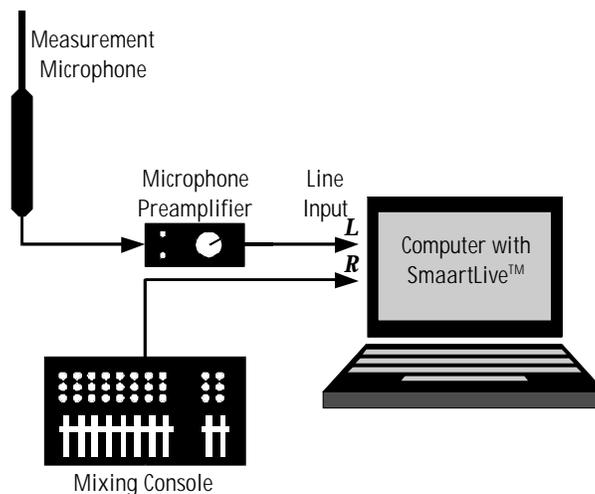


Figura 4: Ejemplo de configuración del hardware para mediciones en Tiempo Real (RTA).

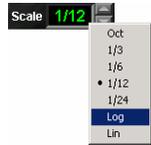
La Figura 4 muestra la configuración del hardware para este ejemplo. Se puede usar cualquier señal con nivel de línea como fuente de entrada, aunque es bastante educativo realizar esta medición inicial con un micrófono conectado a un preamplificador. Ahora arranque SmartLive, que por defecto abre en el modo *Spectrum*. Cuando quiera, puede cambiar el modo de medición actual haciendo clic sobre uno de los botones de modo. Pulse el botón **ON** para empezar las mediciones en tiempo real.



Botones de los Modos de Medición

Ahora debería ver el espectro de la señal de entrada, dividido por bandas, como en la Figura 5. Por defecto se ven los dos canales. Si esta usando un micrófono, la pantalla de espectro responderá a cualquier ruido de la sala. Si silba cerca del micrófono, las bandas cercanas a la frecuencia del silbido subirán.

Puede experimentar con distintas vistas de los datos entrantes seleccionando una escala diferente con el mando de *Scale* (escala). Los datos pueden ser presentados en bandas de 1/1, 1/3, 1/6, 1/12 y 1/24 de octava; o como el espectro de potencia de banda estrecha con escala de frecuencia



logarítmica o lineal. También son configurables los parámetros básicos de la Transforma Rápida de Fourier (FFT): los promedios y la ponderación. Se pueden usar los promedios para variar la rapidez de la respuesta de la pantalla, permitiéndole ver la respuesta instantánea de la señal o el contenido del espectro en el tiempo. Las opciones de configuración incluyen: *Slow* (lento), *Fast* (rápido), *Exp* (representa el comportamiento de caída exponencial), *Inf* (mantiene el promedio equilibrado de todos los datos desde su inicialización) y el promedio de las últimas *n* mediciones con valores numéricos entre 1 y 128. Puede reempezar los promedios cuando quiera, pulsando **V** en el teclado.

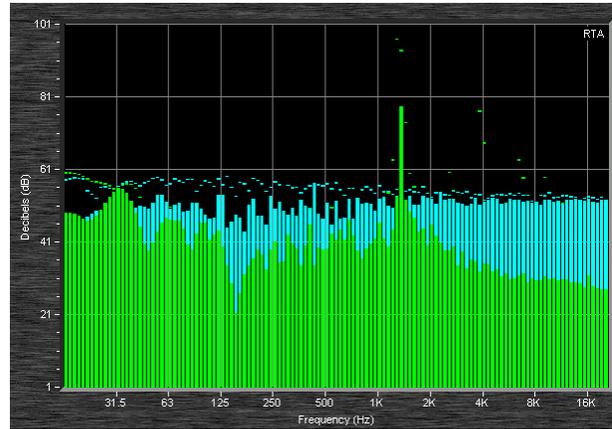
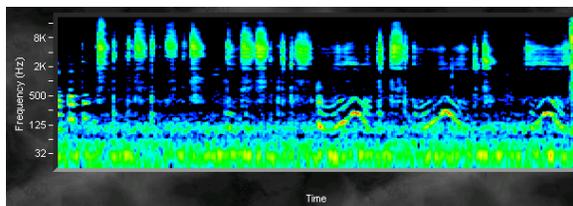


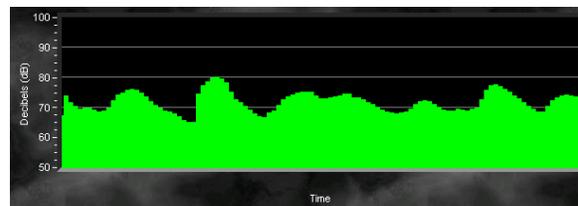
Figura 5: La pantalla de espectro RTA (1/12<sup>a</sup>-octave) por defecto

El modo espectro contiene otras características útiles, incluyendo la calibración absoluta, la medición de SPL y su registro integrado, y funciones en tiempo real de espectrógrafo (Figura 6). Note que estas funciones mostrarán datos solo para el canal de entrada activado. Se asigna el canal activado haciendo clic sobre su medidor de entrada. Por favor, vea la documentación incluida para más información sobre el uso de estas funciones avanzadas.

El modo *Spectrum* es muy útil para identificar las frecuencias de acoples, ver el ruido de la sala, estudiar el contenido espectral de música, entre otros usos. Históricamente, muchas personas han empleado los métodos del análisis en tiempo real (RTA) para medir la respuesta de frecuencia y realizar ecualización. *No recomendamos* esta técnica, porque la capacidad de medición de SmaartLive con su función de transferencia es mucho mas precisa y útil para esa tarea. El modo *Spectrum* no puede distinguir entre el sonido directo y el reflejado, ni discriminar entre la señal de prueba y ruido ajeno. Estas razones limitan su utilidad para las tareas de la optimización de la respuesta de los sistemas de sonido.



(a)



(b)



(c)

Figura 6: Muestras de mediciones avanzadas del modo Spectrum;  
(a) Espectrográfico, (b) Historia Temporal de SPL, (c) SPL calibrado en tiempo real.

## Ejemplo de Aplicación 2

### Midiendo un Ecuador Analógico

En este ejemplo le introduciremos al uso de la *Función de Transferencia* de SmaartLive para medir la respuesta de frecuencia de un ecualizador analógico. Para realizar este ejercicio, necesitará un ecualizador, un filtro activo u otro tipo de procesador con filtros de señal. Es mejor usar un dispositivo analógico para este ejemplo. Equipos digitales tienen un tiempo de propagación entre la entrada y salida que debe ser compensado usando el *retardo interno* (Delay) de SmaartLive (del cuál hablaremos en ejemplos posteriores).

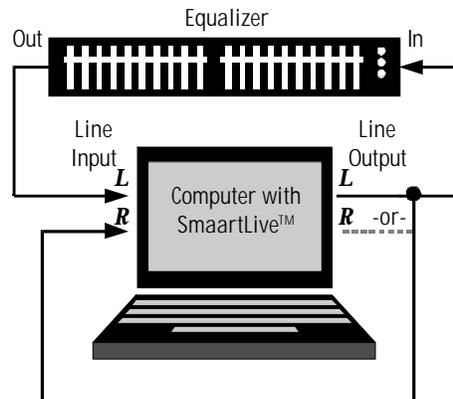


Figura 7: La configuración del hardware para medir un ecualizador.

### Conectando el Sistema

Conecte el sistema como se ve en la Figura 7. La salida de la tarjeta de sonido alimenta la entrada del ecualizador y la *entrada derecha* de la tarjeta de sonido (llamada entrada de *referencia*). La salida del ecualizador se conecta a la *entrada izquierda* (llamada entrada de *medición*). Se usará el generador de señal interno de SmaartLive para excitar el ecualizador y medir su respuesta. Usando este método de conexión, SmaartLive compara la representación exacta de la salida del generador con la señal que vuelve del ecualizador, cancelando eficazmente cualquier imperfección introducida por la tarjeta de sonido.

### Ajustando los Niveles de Señal

Encienda el generador de SmaartLive haciendo clic sobre el botón *Gen* y el sistema empezará a generar ruido rosa en la salida de la tarjeta de sonido. El generador empieza con un nivel bajo (por defecto -36dB). Puede usar el mando de nivel del generador para incrementar la salida a un nivel razonable. El nivel debería ser lo suficiente alto para poder usar adecuadamente el rango dinámico del sistema y del ecualizador. Como regla general, para optimizar el funcionamiento del generador interno, pruebe un nivel sobre -6dB.



Si el analizador no está activado, haga clic en **ON** para arrancarlo. Ahora, ajuste los controles de entrada para poner la señal de entrada a un nivel razonable (como en Figura 3). Si el ecualizador está en Bypass (no activado) o sus controles a 0dB, la línea de la pantalla de la función de transferencia debería estar aproximadamente plana. Si no fuera así, es probable que haya un error en la ganancia del sistema, o que el dispositivo en si mismo tenga un factor de ganancia o de atenuación.



Puede ajustar la ganancia del canal de *medición* independientemente para corregir esa diferencia o usar el mando de *dB +/-* para ajustar el nivel “zero” de la función de transferencia en pantalla.

### Realizando la Medición de la Función de Transferencia

El modo de *Función de Transferencia* de SmaartLive mide la respuesta de frecuencia del sistema comparando la señal de entrada con la señal de salida. Esta medida muestra la diferencia entre las dos señales en magnitud y fase, y representa el comportamiento de procesamiento del sistema como una función de la frecuencia. La ganancia o pérdida se ven como una desviación de la línea central de 0dB en el trazo de magnitud.

Si ajusta los controles del ecualizador, debería ver los cambios hechos en el dominio de frecuencia de la pantalla de SmaartLive. Si se ve la atenuación del ecualizador como un pico en la pantalla, es probable que haya invertido las señales de entrada. Puede cambiar los cables de entrada o pulsar el botón  para invertir las señales y obtener una visualización correcta.

Por defecto, SmaartLive usa el modo de la función de transferencia FPPO (*Fixed-Point per Octave* o Puntos Fijos por Octava). Este modo distribuye los puntos de medición de la función de transferencia homogéneamente en la escala logarítmica de frecuencia, variando la longitud del FFT a diferentes frecuencias. Puede querer experimentar con los distintos parámetros FFT de punto fijo, velocidades de muestreo y señales de excitación para ver el efecto de ellos sobre los resultados. También puede pulsar el botón  para ver la función de transferencia de la fase (además de la magnitud) como una función de la frecuencia. La Figura 8 muestra un ejemplo de una medición con un solo filtro paramétrico con su respuesta de fase.

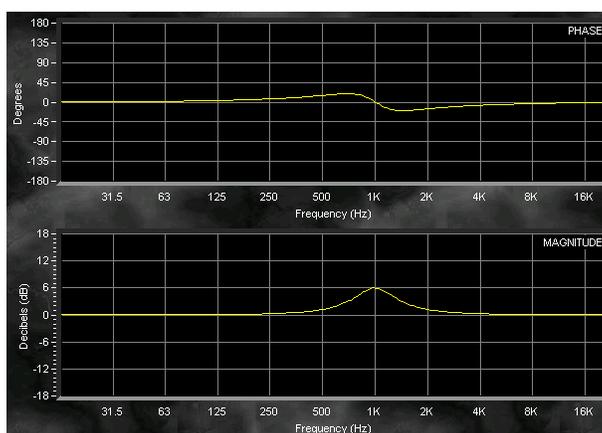


Figura 8: Un ejemplo de una medición de un filtro de un ecualizador paramétrico analógico.

Note que para esta medición, no hemos incluido ninguna compensación para el retardo a través del ecualizador. Esto es porque el retardo, como en casi cualquier ecualizador analógico, será insignificante respecto a la longitud de los FFT usados en los cálculos. Cuando se mide un dispositivo digital, altavoz, o casi cualquier sistema electroacústico, deberíamos medir primero el tiempo de propagación y usar el retardo interno de SmaartLive para alinear y compensar el retardo del sistema externo. Cubriremos esto en el Ejemplo 3, “Midiendo un Altavoz”.

## Ejemplo de Aplicación 3

### Midiendo un Altavoz

En este ejemplo, usaremos ambos modos de *Impulso* y *Función de Transferencia* de SmaartLive para medir el comportamiento de un altavoz en una sala. Para realizar este ejercicio, necesitará un altavoz y amplificador (o un altavoz auto-amplificado) además de su sistema de mediciones SmaartLive.

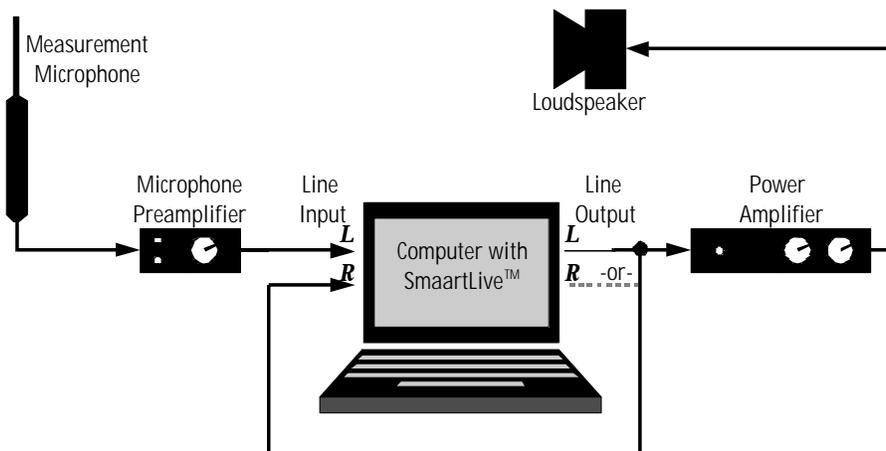


Figura 9: Configuración de hardware para medir un altavoz.

### Conectando el Sistema

Conecta el sistema como se ve en la Figura 9. La salida de la tarjeta de sonido alimenta el amplificador de potencia y el altavoz además de la entrada *derecha* (la señal de *referencia*) de la computadora, como el ejemplo anterior. Sin embargo, para esta medición se usa un micrófono de medición como la *señal de medición*, que se conecta a la entrada *izquierda* de la tarjeta de sonido a través de un previo de micrófono.

Debería posicionar el micrófono de medición a una distancia nominal del altavoz, por ejemplo a 1 metro. Mientras más lejos esté el micrófono del altavoz, más difícil será separar el sonido directo del altavoz de la influencia de las reflexiones de la sala.

### Ajustando los Niveles de Señal

Debemos ajustar ahora los niveles de señal para obtener una estructura de ganancia razonable a través del sistema. Entre en el modo *Spectrum* de SmaartLive haciendo clic sobre y encienda el analizador. Como antes, encienda el generador interno y ajuste su nivel hasta que el nivel de sonido del altavoz esté apreciablemente más alto que el ruido ambiental de la sala. Puede querer empezar con una ganancia baja en el amplificador de potencia e incrementarlo lentamente para evitar que lleguen a sus oídos señales altas inesperadas. Después, puede ajustar los niveles de entrada de la tarjeta de sonido y del preamplificador de micrófono para conseguir un nivel de entrada apropiado, siguiendo los consejos de la Figura 3. Para los mejores resultados, querrá igualar los niveles de las entradas de *referencia* y de *medición* tanto que sea posible. Para conseguirlo, puede ajustar la ganancia del preamplificador.

### Realizando e Interpretando una Medición de la Respuesta de Impulso

Ahora, realizaremos una medición de la respuesta de impulso básico de un altavoz en una sala. Haga clic sobre el botón para entrar en el modo *Impulse*; SmaartLive automáticamente medirá la respuesta de impulso del sistema y lo mostrará en la pantalla. Puede hacer otra medición, cuando quiera, pulsando el botón . La Figura 10 muestra un ejemplo de lo que pudiera ver.

La respuesta al impulso de la Figura 10 es muy típica de lo que se puede ver cuando se mide un altavoz en cualquier sala no anecoica (cualquier habitación con superficies reflectantes). La imagen de la respuesta al impulso muestra la historia de la energía que llega al micrófono en el tiempo, y es muy útil para entender exactamente lo que se está midiendo. La Figura 10 muestra la imagen de la magnitud *logarítmica*, e indica la magnitud de la respuesta del impulso en dB. SmaartLive también puede mostrar la respuesta al impulso en unidades *lineales* (que preserva la información de polaridad) y como un *ETC* (Energy-Time-Curve o Curva de Energía-Tiempo) (que extrae la envolvente de caída de la respuesta al impulso) y se muestra en dB. El pico grande al inicio del gráfico de la Figura 10 es debido al sonido directo procedente del altavoz, que en este caso, es el componente que nos interesa. SmaartLive automáticamente detecta el tiempo y magnitud de este pico, que en este caso, llega con un retardo en el tiempo de 2.29ms. Este retardo es debido al tiempo de propagación desde el altavoz hasta el micrófono atravesando el aire una distancia de aproximadamente de 2½ pies (0.76 metros). Usaremos el concepto de corregir el efecto del tiempo de propagación cuando efectuemos mediciones de función de transferencia. La otra energía visible en la respuesta al impulso es debida a reflexiones de la sala y a ruido en la medición. Se puede ver que el ruido de fondo tiene un nivel promediado constante. La precisión de sus mediciones depende de una relación *señal-ruido* adecuada entre el sonido directo y este nivel de ruido de fondo.

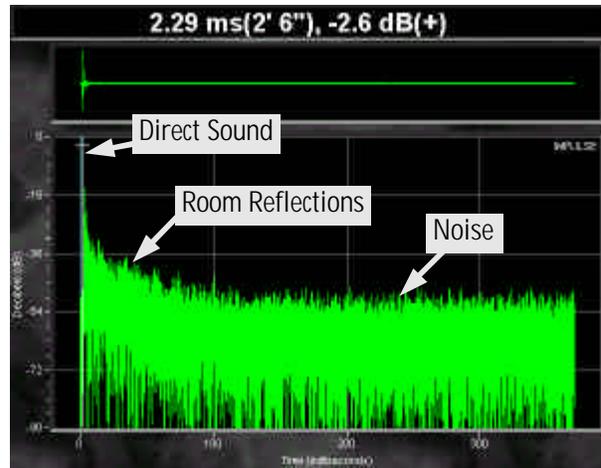
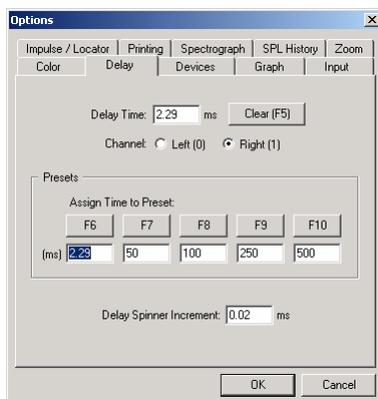


Figura 10: La repuesta de impulse de un altavoz pequeño en una sala.

### Realizando una Medición de la Función de Transferencia a un Altavoz

Ahora, mediremos la función de la respuesta de frecuencia de un altavoz utilizando el modo *Transfer Function* de SmaartLive. Haga clic en el botón para cambiar al modo de función de transferencia y asegúrese que el analizador esté funcionando. Tenemos que ajustar ahora el retardo interno de SmaartLive para compensar el tiempo de propagación entre el altavoz y el micrófono. Para hacer esto, haga clic sobre el botón ; SmaartLive efectuará una medición de impulsos y automáticamente medirá el tiempo de retardo. La ventana de diálogo “Delay Found” (Retardo Encontrado) aparecerá con el tiempo de retardo medido. Haga clic en “Insert Delay” (Inserte Retardo) para aceptar el tiempo mostrado, y compensar el tiempo de propagación durante las mediciones de la función de transferencia. Si el tiempo parece increíblemente largo, seguramente tendrá las entradas de *referencia* y *medición* intercambiadas. Cambie los cables e inténtelo de nuevo. Este proceso también puede ser realizado manualmente usando el modo *Impulse*, haciendo clic sobre el botón en el modo de respuesta de impulso, para ajustar el retardo de la función de transferencia al tiempo de llegada del pico.



Puede usar la característica *delay presets* para guardar varios tiempos de retardo y llamarlos rápidamente desde el teclado. Es útil si cambia entre micrófonos de distintos lugares o entre un micrófono de medición y un ecualizador. Para asignar el valor actual a un preset, haga clic en el botón encima del campo de lectura del retardo y luego haga clic sobre uno de los cinco botones **F6-F10** en la ventana de diálogo de opciones “Delay”. Puede llamar a estos retardos cuando quiera, pulsando la tecla de función correspondiente del teclado. Para este ejemplo, haga clic en el botón **F6** para guardar el tiempo de retardo en el primer preset. Pulse “OK” para salir de la ventana de diálogo.

Si el analizador está funcionando en el modo de función de transferencia, debería poder ver ahora la respuesta de frecuencia del altavoz (energía contra frecuencia) en la ventana, similar al ejemplo de la Figura 11. Puede encontrar que el trazado es irregular en la pantalla. Se puede estabilizar la función de transferencia incrementando el número de promedios usando el mando **Avg (R)** **16** Avg. Ajuste el número a 16 o más para ver un comportamiento mejorado.

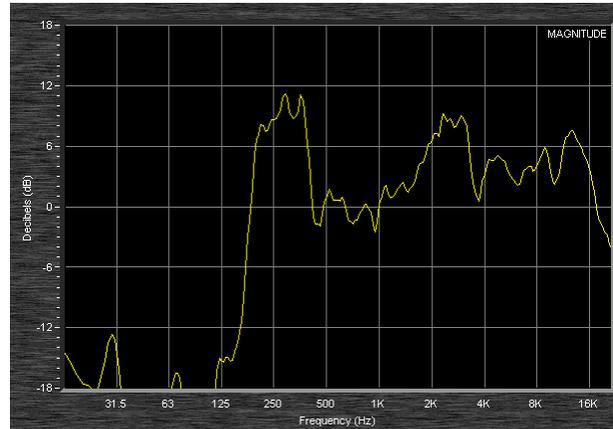


Figura 11: Un ejemplo de una medición de la función de transferencia de un altavoz pequeño.

### Guardando un Trazo de Medición Usando los Registros de Referencia

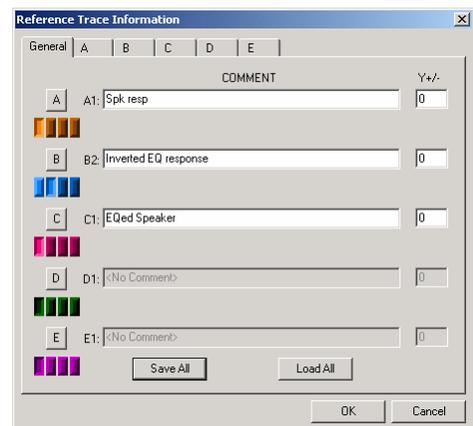
Los *Registros de Referencia* de SmaartLive son utilizados para capturar y guardar “fotos” del trazo o línea activa. Los *Registros de Referencia* están representados por cinco grupos de pequeños botones de color y etiquetados como A, B, C, D y E debajo del área de la ventana de ploteado del trazo.



Para el registro *A1*, haga clic sobre el primer botón del grupo A. Esto “activa” el registro, aunque el botón haya sido pulsado anteriormente.

Haga clic en el botón **Capt**, debajo del área de ploteado, para capturar y mostrar el trazado activo como otro trazado sobrepuesto en la ventana. Haga clic sobre el botón **A** para quitar el trazado sobrepuesto en la pantalla. Los datos del trazado capturado, llamado *Reference Trace* (Trazo de Referencia), quedarán guardados en el registro hasta que lo borre, o capture otro trazado en el mismo registro.

Para guardar permanentemente un *Trazo de Referencia* a un fichero en el disco, llamado *Reference File* (Fichero de Referencia), haga clic en el botón **Info**, a la derecha del botón de captura. Se abre la ventana de diálogo *Reference Trace Information* (Información de Trazos de Referencia). Esta ventana tiene seis subpáginas con “pestaña”. Haga clic sobre la pestaña “A” en la parte superior de la ventana de diálogo para traer al frente esa página.



Seleccione el registro que contiene el Trazo de Referencia que acaba de capturar (pulsando sobre el primer botón de color de la izquierda) y haga clic en el botón **Save** (Guardar). Se abre la ventana de diálogo de Windows para guardar y le pide seleccionar un nombre (con la extensión \*.ref). Se pueden llamar a los *Ficheros de Referencia* y mostrarlos como trazos seleccionando el registro en la misma ventana de diálogo y pulsando el botón **Load** (Cargar). También puede guardar y cargar el contenido de los 40 registros de referencia como ficheros de *Referente Group* (Grupo de Referencia), con la extensión \*.rpg usando los botones **Save All** (Guardar Todo) y **Load All** (Cargar Todo) en la página principal (General) de la ventana de diálogo.

Después de salvar un trazo de referencia a un fichero, haga clic en el botón “OK” para salir de la ventana de diálogo *Reference Trace Information*.

Note que cuando captura un trazo de referencia, el trazo guardado se muestra delante del trazo activo de la ventana. El color del texto en el campo de dB +/-, a la derecha de la ventana de plotado, cambia al mismo color que el trazo de referencia y cuando el seguimiento del cursor esté habilitado, el cursor del ratón sigue el trazo guardado en vez del trazo “vivo”. Puede volver a enfocar al trazado “vivo” de la función de transferencia haciendo clic en cualquier punto del medidor de entrada con el ratón.



## Ejemplo de Aplicación 4

### *Ecuando un Altavoz*

En este ejemplo, usaremos la medición de función de transferencia del Ejemplo 3 para optimizar con un ecualizador el comportamiento de un altavoz. Para realizar este ejercicio, necesitará el ecualizador, el altavoz y el amplificador de los ejemplos previos.

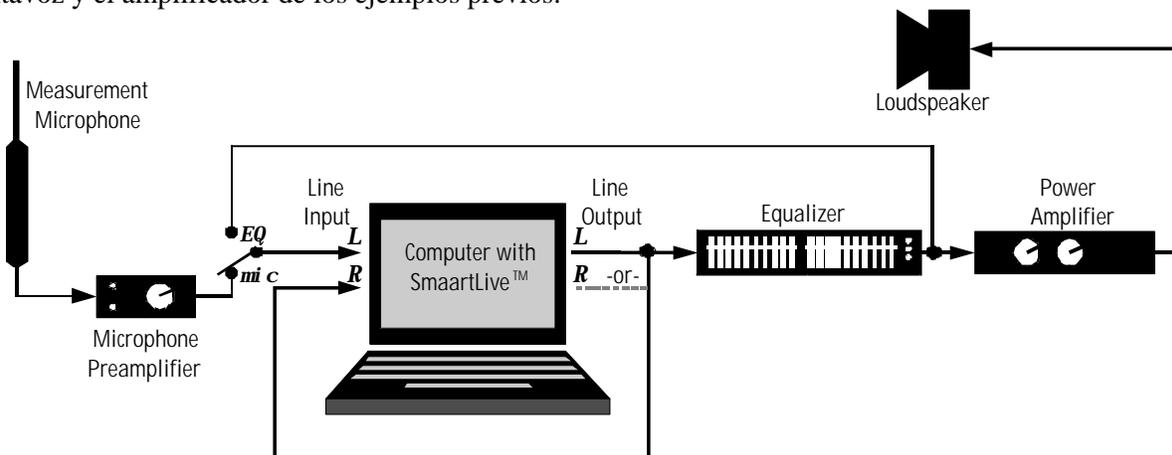


Figura 12: La configuración del hardware para ecualizar un altavoz.

### **Conectando el Sistema**

Conecte el sistema como se muestra en la Figura 12. Cuando compare este ejemplo con el anterior, verá que simplemente se ha insertado en esta configuración un ecualizador en la cadena de señal, entre la tarjeta de sonido y el amplificador. Se ha incluido una “línea de retorno”, que recibe la señal que esta presente después de ecualizador, y que le permite ajustar los filtros, en tiempo real, como en el Ejemplo 2. Se ve un conmutador en la entrada *izquierda* de la tarjeta de sonido que se usará para seleccionar entre el micrófono de medición y la señal procedente directamente de la salida del ecualizador. Se puede efectuar esta selección de distintas formas, incluyendo: un mezclador pequeño, un conmutador, o simplemente cambiando los cables físicamente.

### **Realizando Mediciones y Ajustando el Ecualizador**

Asumimos que ha realizado el ejercicio de medición de un altavoz descrito en el Ejemplo 3, que ha guardado en el registro de referencia A1 el trazo de la función de transferencia de esa medición, y que el tiempo de propagación está almacenado en el primer preset (que podrá ser llamado pulsando en el teclado **F6**). Si no fuera así, antes de seguir realice las mediciones descritas en el Ejemplo 3.

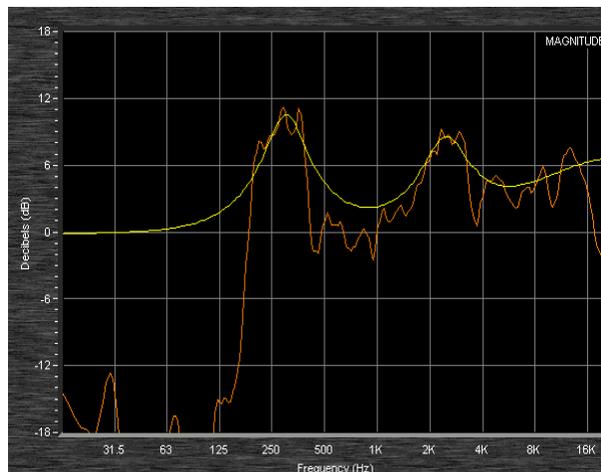
Ahora reconfigure las entradas para que la entrada *izquierda* (o entrada de *medición*) se tome desde la salida del ecualizador. Asegúrese que los niveles de entrada y salida son los apropiados y que no haya distorsión en ningún aparato.

Si usa un ecualizador analógico, pulse en el teclado **F5** para poner el retardo interno a 0ms. Si usa un ecualizador digital (y/o un mezclador digital), haga clic sobre el botón **Auto Sm** para medir e insertar a SmaartLive el tiempo de retardo apropiado.

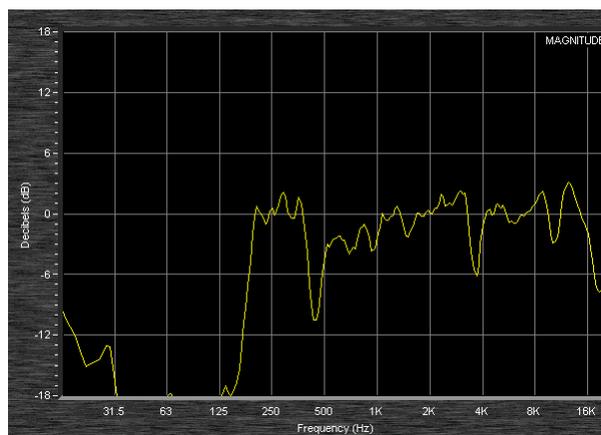
Para ecualizar el sistema, tendremos que calibrar el ecualizador para obtener una respuesta de frecuencia que sea la *inversa* del altavoz. En otras palabras, los picos de la respuesta del altavoz corresponderán a los valles de la respuesta del ecualizador, aplanando la curva de la respuesta de frecuencia. Usaremos el trazo de referencia guardado como una plantilla para el ajuste de los filtros del ecualizador.

Asegúrese que esté activa en la pantalla el trazo de referencia de la respuesta de frecuencia del altavoz (en este caso, *A1*) usando los botones de control de los trazos de referencia. Use el mando dB +/- para centrar la curva verticalmente cerca al punto de 0dB. Ahora haga clic en el botón **Swap** para *invertir* la respuesta de frecuencia medida del ecualizador. Cualquier filtro de *corte* será mostrado ahora como un *aumento* y viceversa. Esto nos permite optimizar la respuesta del ecualizador igualando visualmente la respuesta invertida del ecualizador a la función de transferencia medida del altavoz. Ahora puede ajustar el ecualizador para que la respuesta invertida iguale, lo mejor posible, la función de transferencia medida (Figura 13). Después de que se hayan optimizado los ajustes del ecualizador, puede realizar otra medición de la función de transferencia del sistema entero y ver el resultado (Figura 14). Para hacer esta medición, seleccione el micrófono de medición como la entrada de *medición*, y llame al preset de retardo apropiado, pulsando en el teclado **F6**.

Una nota práctica: para optimizar la respuesta de frecuencia de un sistema de sonido es mejor usar la mínima cantidad posible de filtros con refuerzo. El uso excesivo de filtros con refuerzo puede desestabilizar un sistema de sonido, reduciendo la ganancia antes del acople o “headroom”. Esto es debido a que los valles que observa en las mediciones pueden no estar presentes (siendo el resultado de filtros de peine, modos de sala, interferencia entre altavoces, etc.). Si necesita un gran número de filtros con refuerzo, o que el filtro requerido tenga un ancho de banda muy estrecho, el problema no podrá ser resuelto sólo con ecualización. Puede ser necesaria la corrección de las condiciones acústicas, ajustes en el filtro electrónico o en la posición de los altavoces. Típicamente, los fenómenos electroacústicos que producen picos anchos en la respuesta de frecuencia son los que se pueden tratar mejor con ecualización. Además, recomendamos el uso de ecualizadores *paramétricos* para una ecualización precisa (que permiten la selección apropiada para cada filtro, el ancho de banda y el centro de frecuencia).



**Figura 13:** Filtros de ecualización invertidos en tiempo real (amarillo) ajustados a la respuesta medida de un altavoz, en memoria. (naranja).



**Figura 14:** La respuesta ecualizada resultante después de aplicar los filtros de la Figura 12.