



Manual de Usuario

SMartin - Audio Measurement Suite (v5.2)

1. Introducción, alcance y fundamentos de medición

1.1 Propósito del software

SMartin es una suite de medición electroacústica orientada a tareas de **análisis en tiempo real, ajuste de sistemas, verificación de recintos, control de niveles y monitoreo de programa**. El objetivo del software es convertir señales de audio (medición y referencia) en **indicadores cuantitativos y gráficos interpretables** para tomar decisiones técnicas informadas: correcciones tonales, alineación temporal, evaluación de comportamiento de sala, verificación de objetivos (targets) y control de loudness/peak.

En términos metodológicos, **SMartin** trabaja en dos dominios complementarios:

- **Dominio frecuencial** (p. ej., espectro/RTA, respuesta en frecuencia).
- **Dominio temporal** (p. ej., historia de niveles, promedios, mediciones por integración/ventana).

La herramienta está organizada como un conjunto de módulos (pestañas) que cubren estos dominios y flujos de trabajo típicos. En la interfaz se observan pestañas como **RTA + Spectrogram, Transfer function, Generator**, y módulos de verificación y sala (Room parameters, Acoustic graphs, Level history, Wizards), además de **Studio monitor (Loopback)** para monitoreo de audio de escritorio.

El uso de este software de manera gratuita está limitado a estudiantes de áreas afines al audio. Para su uso profesional deberá solicitar permiso al desarrollador. También puede contribuir con un aporte simbólico a la Fundación FIAPLI que tiene como objetivo el desarrollo de tecnologías de inclusión para personas con discapacidad.

1.2 Organización por módulos

SMartin adopta una arquitectura modular (pestañas), donde cada módulo implementa una tarea específica dentro de un flujo de medición. La estructura visible incluye, entre otros, los siguientes módulos principales: **RTA + Spectrogram, Transfer function, Generator**,

Studio monitor (Loopback), Room parameters, Acoustic graphs, Level history y Wizards.

A nivel de reporte (export/diagnóstico), se evidencia que el sistema contempla salidas organizadas por bloques como **QA/Summary**, **Wizards Summary**, **Room Acoustic Parameters**, **Acoustic Graphs** y **Level History (SPL)**, coherentes con el enfoque “medición → interpretación → verificación”. Cada gráfico es exportable como imagen o dato, y existe una herramienta de captura de imagen y texto global que imprime los diagnósticos y capturas de pantalla en formato pdf.

Interpretación práctica de cada módulo (visión general):

- **RTA + Spectrogram:** análisis espectral para identificar balance tonal, resonancias, ruido de fondo, acumulación por bandas y comportamiento de promedios/retenciones. Herramientas útiles de interpretación complementaria a los gráficos (peak frequency, deltas, target curves, etc).
- **Transfer function:** análisis comparativo referencia/medición para estimar el comportamiento del sistema (respuesta en frecuencia y correlatos de fase/coherencia según implementación), orientado a alineación y ecualización con criterio. Capacidad de calcular y exportar respuesta al impulso.
- **Generator:** señal de estímulo (p. ej., ruido/tonos según configuración del sistema) para excitar el sistema bajo prueba de manera controlada.
- **Studio monitor (Loopback):** monitoreo del audio que reproduce la computadora (audio de escritorio) con herramientas típicas de estudio (RTA, goniometría, correlación, métricas de nivel/LUFS). Está soportado en la mayoría de los sistemas operativos actuales.
- **Room parameters / Acoustic graphs:** parámetros de sala y representaciones útiles para evaluación acústica, derivadas de la función de transferencia.
- **Level history:** monitoreo temporal/estadístico de niveles (SPL / dBFS según calibración y modo). Capacidad de exportación para pericias.
- **Wizards:** asistentes guiados para tareas recurrentes (p. ej., checklists y procedimientos estructurados, ajuste de sub graves, fills, etc.).

1.3 Conceptos esenciales y unidades de medida

Para operar el software con rigor, es imprescindible diferenciar **qué magnitud se está midiendo, en qué unidad, y con qué referencia**.

1.3.1 dBFS vs dB SPL

- **dBFS (decibeles Full Scale):** unidad digital relativa al máximo representable en el sistema (0 dBFS es el techo). Todo lo que excede 0 dBFS no es representable (clipping).

- **dB SPL (Sound Pressure Level):** nivel de presión sonora acústica (referido a 20 μPa). Para obtener SPL a partir de una cadena digital se requiere **calibración**: micrófono + preamplificador + conversión + ajuste de offset/ganancia.

Implicación operativa: sin calibración, SMartin entrega mediciones consistentes en términos relativos (dBFS), pero no puede garantizar equivalencia directa con dB SPL.

1.3.2 Señal de medición vs señal de referencia

En mediciones de sistemas, es frecuente trabajar con **dos señales**:

- **Referencia (Ref):** lo que “entra” al sistema (la señal que se envía).
- **Medición (Meas):** lo que “sale” del sistema (capturada por micrófono o punto de medición).

Este enfoque permite análisis comparativos robustos (p. ej., transfer function), siempre que:

- ambas señales estén correctamente ruteadas,
- exista sincronía temporal suficiente,
- no haya contaminación significativa entre canales (crosstalk),
- el sistema opere a un **sample rate** estable y consistente.

1.4 Fundamentos del análisis espectral en tiempo real

El núcleo de módulos como RTA y espectrograma se apoya en transformadas espectrales (típicamente FFT), donde una señal temporal ($x[n]$) se convierte en un conjunto de componentes por frecuencia.

1.4.1 Resolución frecuencial vs resolución temporal

En términos prácticos:

- A mayor **tamaño de FFT / ventana**, mejor resolución en frecuencia (bandas más “finas”), pero peor resolución temporal (más latencia de lectura y promedios más “lentos”).
- A menor FFT, la lectura reacciona más rápido, pero con menos detalle frecuencial.

Esto explica por qué un RTA “rápido” puede ser útil para eventos transitorios (golpes, consonantes) mientras que un RTA “fino” es más apropiado para balance tonal en estado estacionario (ruido rosa, música sostenida).

1.4.2 Ventaneado (windowing)

El ventaneado reduce efectos de discontinuidad en los bordes del bloque analizado y controla el compromiso entre:

- **leakage** (fugas espectrales),
- **ancho de lóbulo principal** (resolución),
- **comportamiento de lóbulos laterales** (contaminación entre bandas).

En términos de operación: elegir ventana y FFT no es un detalle “estético”; modifica la lectura y la estabilidad del espectro. Por default el sistema trabaja con una ventana Hann estable y precisa.

1.4.3 Integración, promedios y “holds”

En RTAs modernos se combinan:

- **Integración temporal** (cuánto “promedia” la lectura).
- **Peak hold** (retención de máximos).
- **Average hold** (retención/promedio de energía).
- **Smoothing** (suavizado por banda o fracción de octava).

La clave es interpretar el indicador correcto para cada tarea:

- Peak hold ayuda a “ver” resonancias que aparecen con eventos puntuales.
- Average hold ayuda a estimar energía típica del programa.

1.5 Preparación de una medición: recomendaciones técnicas

A continuación se presentan criterios prácticos para obtener resultados reproducibles.

1.5.1 Micrófono de medición: selección y colocación

Tipo recomendado: micrófono omnidireccional de medición, con respuesta conocida y preferentemente calibrable.

Ubicación (criterios generales):

- Evitar proximidad extrema a superficies reflectantes (paredes, mesas) que induzcan comb filter.
- Para “balance de sala”, elegir posiciones representativas (no sólo el punto más favorable).
- Para alineación o ajustes por vía (sub/top), ubicar el micrófono en una zona donde ambos aportes sean significativos y con buena relación señal/ruido.

Orientación: seguir el criterio de calibración del micrófono ($0^\circ/90^\circ$) según el archivo/curva de corrección si aplica.

1.5.2 Parlante/sistema bajo prueba y estímulo

Para medición controlada, utilizar un estímulo estable (por ejemplo, un ruido/tono desde Generator). El objetivo es:

- aumentar la repetibilidad,
- asegurar SNR suficiente,
- evitar sesgo del contenido musical (que es altamente variable).

Buenas prácticas:

- Trabajar a niveles suficientes para superar el ruido ambiente, pero sin entrar en compresión/limitación no deseada.
- Evitar que el procesamiento dinámico (limitadores, compresores) modifique la lectura mientras se ajusta respuesta tonal; si no es posible, al menos tenerlo bajo control y documentarlo.

1.5.3 Ganancia y “headroom” (cadena digital)

Para mantener integridad:

- Evitar clipping en cualquier punto.
- Mantener picos con margen (headroom) para transitorios.
- Ajustar ganancia de preamplificación del micrófono para que el sistema no “respiré” en el ruido de fondo pero tampoco saturé.

1.6 Interfaz general: menús y navegación

La aplicación se organiza con menús superiores típicos: **File**, **Audio I/O**, **View**, **Help** y **About**, coherentes con la necesidad de operar configuración de audio, visualización y ayuda/documentación.

El flujo lógico de uso suele ser:

1. Configurar audio en **Audio I/O** (dispositivos, canales, API).
2. Confirmar que hay señal válida (niveles razonables).
3. Abrir el módulo de interés (RTA, Transfer Function, Studio monitor, etc.).
4. Ajustar parámetros del análisis (resolución, integración, ventana, smoothing, etc.).
5. Interpretar con criterio (comparar posiciones, promedios, coherencia/estabilidad).

1.6.1 Controles

- **Clic izquierdo:** selección de parámetros.
- **Clic izquierdo sostenido:** zoom, desplazamiento en gráficos.
- **Clics izquierdos múltiples:** liberación de stress y ansiedad.
- **Clic derecho:** menú desplegable de export de gráficos.

1.6.2 Requerimientos

- **Sistema Operativo:** Windows 11 (la función Loop Back puede no funcionar correctamente en sistemas operativos anteriores).
- **Mínima RAM** recomendada: 8 GB.
- **Microprocesador:** Intel I5 en adelante.
- **Almacenamiento en disco:** 150 MB + espacio disponible para exports.
- **Motor de Audio:** WDM. Si bien soporta múltiples drivers, incluído motores ASIO, la forma más estable es derivar el ASIO u otro controlador al input y output del sistema operativo y seleccionar

1.7 Flujo de trabajo recomendado: “Quick Start” científico

Este procedimiento resume un arranque típico orientado a resultados confiables:

1. Defina el objetivo de medición

Ejemplos: balance tonal del sistema, verificación de subgraves, alineación, análisis de sala, monitoreo de loudness en estudio.

2. Estabilice el sistema

Fije sample rate, desactive cambios automáticos, verifique que el driver no está forzando conversiones.

3. Ruteo correcto de canales

Identifique inequívocamente:

- Canal de medición (micrófono o punto de captura).
- Canal de referencia (si aplica).

4. Ajuste ganancia y verifique integridad

Sin clipping, con SNR suficiente.

5. Seleccione el módulo apropiado

- RTA para espectro.
- Transfer function para comparación ref/meas.
- Studio monitor para audio de escritorio y métricas de programa.

6. Configure parámetros en función del fenómeno

- Ajuste integración/FFT/ventana según si busca transitorios o estado estacionario.
- Use smoothing con criterio (no “esconde” problemas con exceso de suavizado).

7. Repita y valide

Una medición aislada rara vez es concluyente: repita en posiciones relevantes y compare tendencias (promedios o multiposición) antes de ejecutar correcciones.

2. Columna derecha - Panel de control, referencia y estado

La **columna derecha** de SMartin concentra toda la información **instantánea, contextual y de estado** de la medición. Su función no es “analizar” (eso ocurre en los gráficos principales), sino **informar, validar y dar confianza operativa** al usuario mientras mide.

Puede leerse de **arriba hacia abajo** como una cadena lógica:

¿Está entrando señal? → ¿Desde dónde? → ¿A qué nivel? → ¿Es válida la medición? → ¿Estoy dentro de los límites? → ¿Está quedando registrado?

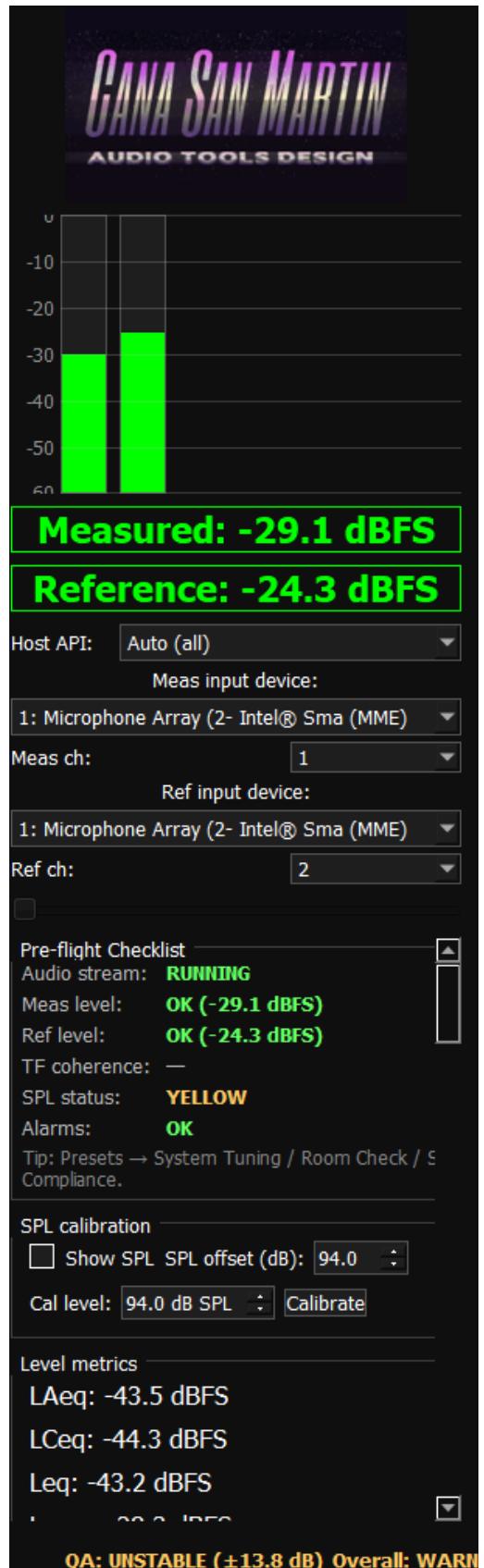
2.1. Medidores de entrada (Input Level Meters – VU vertical)

Dos barras verticales:

- **Measured:** nivel RMS de la señal de medición (micrófono / entrada principal).
- **Reference:** nivel RMS de la señal de referencia (loopback, consola, ref in).

Los valores se expresan en **dBFS** (decibelios relativos a full scale digital).

- Representan el **nivel energético promedio** de cada señal.
- Permiten verificar:
 - Presencia de señal.
 - Balance relativo entre medición y referencia.
 - Headroom disponible antes del clipping.
- Valores típicos de trabajo:
-60 a -30 dBFS (según micrófono, preamp y entorno).
- Diferencias grandes entre *Measured* y *Reference* suelen indicar:
 - Ruteo incorrecto.
 - Ganancias desbalanceadas.
 - Referencia contaminada o saturada.



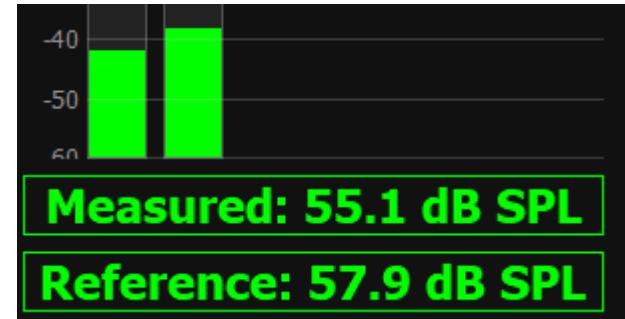
2.2. Lectura numérica Measured / Reference

Debajo de los VU se muestran los valores numéricos:

Measured: 55.1 dB SPL Reference: 57.9 dB SPL

Aporte frente al VU:

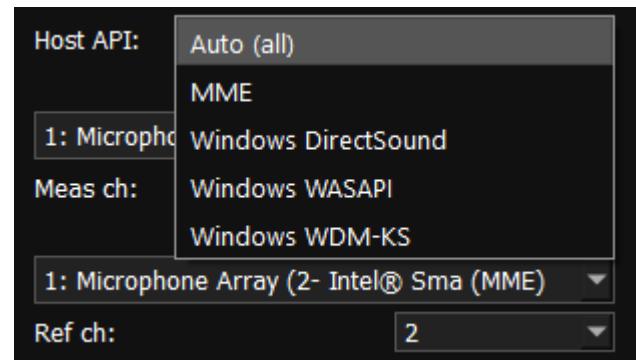
- Precisión absoluta.
- Posibilidad de repetir setups (comparar sesiones).
- Útil para calibraciones y documentación.



2.3. Selector de Host API

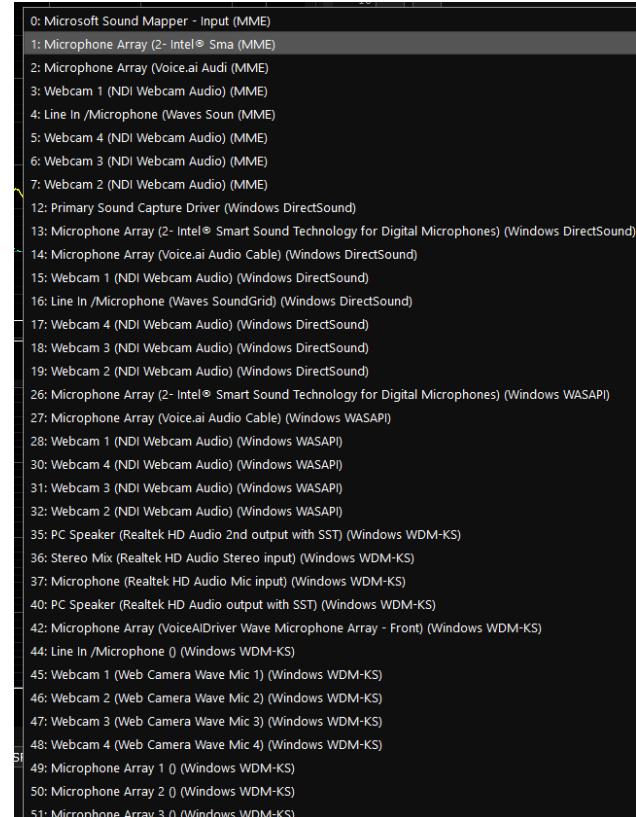
Desplegable con la API de audio activa:

- Auto (all)
- WASAPI
- WDM-KS
- ASIO (si el backend lo soporta)
- MME, etc.



Determina qué capa de PortAudio se utiliza para enumerar y abrir dispositivos.

- Afecta latencia, disponibilidad de canales y estabilidad.
- Es crítico en sistemas multicanal o mediciones de transferencia.



2.4. Selección de dispositivos y canales

Módulos

- **Meas input device**
- **Meas ch**
- **Ref input device**
- **Ref ch**

Permiten seleccionar explícitamente:

- **Dispositivo físico** (interfaz, micrófono integrado, cable virtual).
- **Canal específico** dentro de ese dispositivo.

SMartin trabaja siempre con **canales discretos**, no con pares forzados. Esto permite:

- Usar un solo canal de una interfaz multicanal.
- Medir L y R por separado.
- Configurar referencias internas sin duplicar hardware.

2.5. Pre-flight Checklist (Validación de medición)

Este bloque resume el **estado lógico de la medición**:

- **Audio stream:** RUNNING / STOPPED
- **Meas level:** OK / LOW / CLIP
- **Ref level:** OK / LOW / CLIP
- **TF coherence** (si aplica)
- **SPL status**
- **Alarms**

Pre-flight Checklist	
Audio stream:	RUNNING
Meas level:	OK (-43.0 dBFS)
Ref level:	OK (-37.6 dBFS)
TF coherence:	—
SPL status:	YELLOW
Alarms:	OK
Tip: Presets → System Tuning / Room Check / SPL Compliance.	

Es un **sistema experto de diagnóstico rápido** que permite detectar errores comunes **antes** de confiar en los gráficos, tales como:

- Micrófono desconectado.
- Referencia mal ruteada.
- Niveles inutilizables.
- Condiciones no válidas para TF o SPL.

2.6. Indicador de estado SPL (Traffic Light)

Un indicador visual tipo semáforo:

-  Verde: dentro de parámetros.
-  Amarillo: precaución.
-  Rojo: fuera de límites configurados.

Según configuración, sirve para evaluar:

- LAeq
- Lmax
- Umbrales normativos
- Alarmas activas

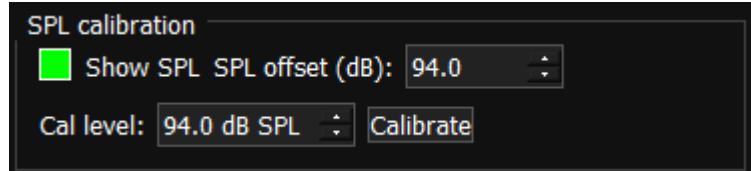
Uso típico

- Control de cumplimiento normativo.
- Monitoreo en tiempo real durante eventos.
- Evidencia para reportes.

2.7. Calibración SPL

Controles:

- **Show SPL**
- **SPL offset (dB)**
- **Cal level**
- **Calibrate**



El software mide amplitud digital en **dBFS** (decibeles respecto de Full Scale). Para estimar **dB SPL**, se usa una conversión muy simple basada en un offset:

$$SPL (dB) \approx dBFS \text{ medido} + Offset$$

Ese **Offset** absorbe todo: sensibilidad del micrófono, ganancia del preamp/interfaz, etc.

Procedimiento típico

1. **Elige el input correcto** (Measurement input device y su canal). Si el routing no está bien, la calibración no serviría porque se estaría calibrando otro canal.
2. **Conecta un calibrador acústico** al micrófono (lo ideal: 94 dB SPL @ 1 kHz o 114 dB SPL @ 1 kHz).
 - o Asegurate de que no haya AGC/compresor en la interfaz o en Windows.
 - o Ajusta el preamp para evitar clip (lo importante es señal limpia, no “alta”).
3. En **SMartin**, pon *Cal level* en el valor del calibrador (típico: **94 dB o 114 dB**).
4. Espera a que el nivel se estabilice (modo de integración estable ayuda).

5. Toca **Calibrate**.

- **SMartin** toma el nivel medido (dBFS) y setea el **Offset** para que coincida con el Cal level.

6. Activa Show SPL para que el software muestre lecturas en dB SPL (donde aplique).

Buenas prácticas

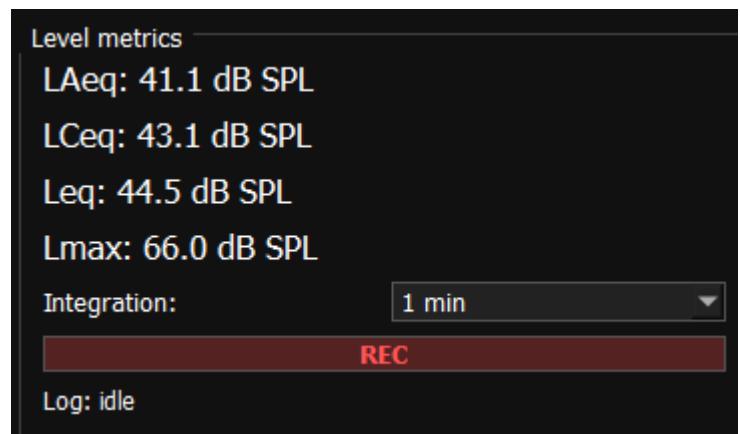
- Si cambias la ganancia del preamp, cambió tu “Offset”. Recalibra.
- La calibración SPL es “punto de anclaje” (normalmente 1 kHz). Si se desea precisión espectral, suma también calibración FR

2.8. Level Metrics (Estadísticas energéticas)

Métricas mostradas

- **LAeq** – Energía ponderada A (percepción humana).
- **LCeq** – Energía ponderada C (banda ancha).
- **Leq (Flat)** – Energía sin ponderación.
- **Lmax** – Pico máximo registrado.

Son **integrales temporales**, no valores instantáneos.

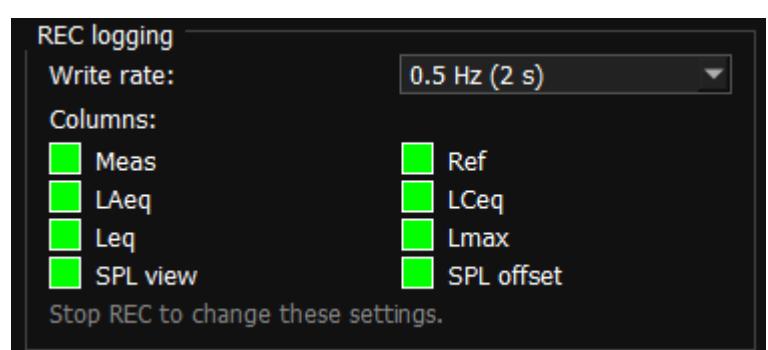


- Representan exposición sonora acumulada.
- Son la base de normativas, reportes y análisis de impacto.

2.9. Integración temporal y logging

Controles

- **Integration** (ej. 1 min)
- **REC**
- **Log status**
- **Write rate**
- **Column selection**



Qué hacen:

- Definen **cada cuánto** se calculan los valores.

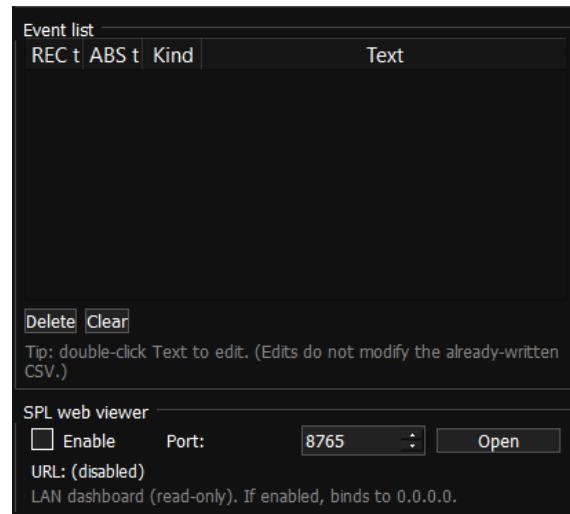
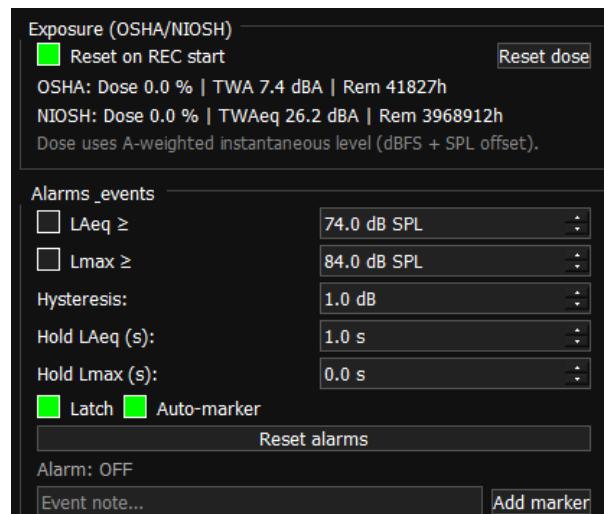
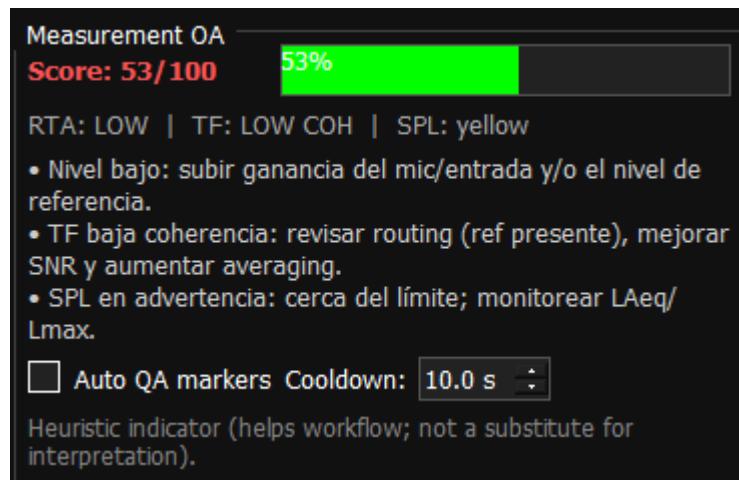
- Permiten **registrar datos en tiempo real**.
- Generan archivos trazables para informes.

2.10. Área de scroll y módulos extendidos

La parte inferior de la columna es **desplazable** y contiene:

- Alarmas avanzadas.
- Eventos y marcadores.
- Perfiles de I/O.
- Configuración normativa.
- Extensiones futuras.

Esto garantiza que **la columna no crezca indefinidamente**, manteniendo siempre visibles los módulos críticos.



La columna derecha no es “decorativa”: Es el **centro de control semántico** de SMartin:

- Los **gráficos muestran**.
- La **columna derecha valida, contextualiza y certifica**.

Si los gráficos son el “osciloscopio”, la columna derecha es el **panel de instrumentos del sistema de medición**.

2.11. Ventana “RTA Pro Utilities”

RTA Pro Utilities es el módulo “pro” para operar el RTA como herramienta de ajuste (estilo ingeniería de sistemas): **targets**, **tolerancias**, **comparación**, **traces** y **multi-RTA simultáneo**, más **calibración FR**.

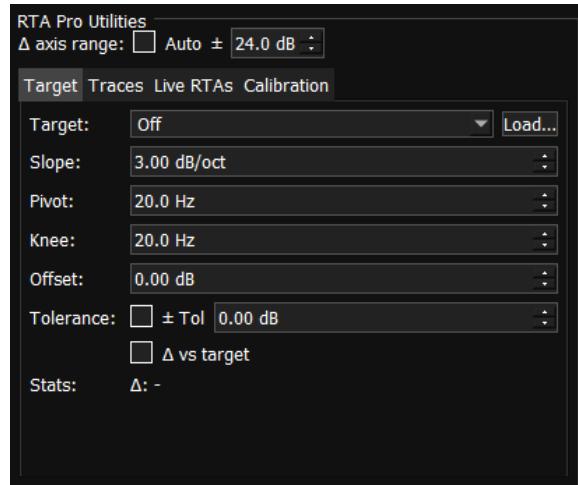
2.11.1 Control “ Δ axis range” (rango del eje Delta)

Arriba del tab hay un control:

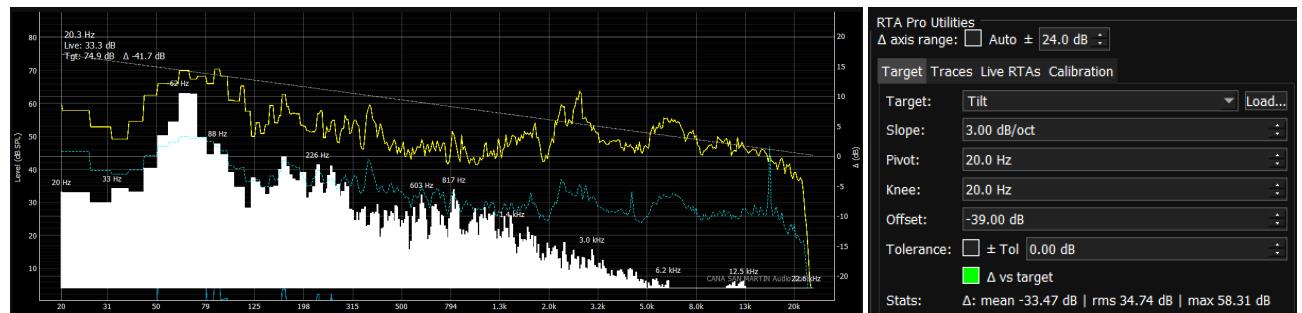
- Δ axis range:
- Auto
- \pm [valor] dB

Cuando activas deltas (por ejemplo **Δ vs target** o **Compare Δ (Live – Trace)**), **SMartin** dibuja una curva “delta” que representa diferencia en dB.

- El delta tiene sentido en un **eje Y secundario** (derecha), para que no dependa del rango grande del RTA.
- Auto: autoescala el eje delta según lo que se está viendo.
- \pm X dB: fija el rango (por ejemplo ± 6 dB, ± 12 dB, ± 24 dB). Esto sirve para tener lectura consistente (muy útil para comparar capturas en distintos momentos).



2.11.2 Tab “Target”



En **Target** define una “curva objetivo” para comparar el RTA.

Controles principales:

- Target: Off / Flat / Tilt / HF Tilt / Custom (+ botón Load...)
- Slope (dB/oct)
- Pivot (Hz)

- Knee (Hz)
- Offset (dB)
- Tolerance: checkbox \pm Tol + valor (dB)
- Δ vs target (muestra la delta Live – Target)
- Stats: (resumen de delta)

Tipos de target:

- **Off:** sin target.
- **Flat:** una referencia plana. Útil para mediciones de “linealidad” o para comparar con un nivel medio.
- **Tilt:** una recta con pendiente en escala logarítmica (dB por octava) alrededor de un **Pivot**.
Es lo típico para “house curve” conceptual (tendencia).
- **HF Tilt:** “tilt” sólo a partir de un **Knee** (por debajo queda plano).
Sirve para objetivos donde no se desea tocar graves/medios pero sí orientar agudos.
- **Custom:** target cargado desde archivo (CSV/TXT de 2 columnas: frecuencia y dB).

Parámetros

- **Slope (dB/oct):** cuántos dB cambia el target por cada octava.
En SMartin, un slope positivo corresponde al comportamiento típico: **a mayor frecuencia, menor nivel objetivo** (tilt descendente en HF).
- **Pivot (Hz):** frecuencia donde se “ancla” el tilt. Es el punto de referencia para la inclinación.
- **Knee (Hz):** a partir de esta frecuencia empieza el HF tilt (si el target es HF Tilt).
- **Offset (dB):** desplaza el target hacia arriba/abajo.

Tolerancia (\pm Tol)

- \pm Tol dibuja una banda alrededor del target (por ejemplo ± 3 dB).
Te permite leer “cumple/no cumple” visualmente sin tener que interpretar micro-variaciones.

Δ vs target

- Cuando activás Δ vs target, aparece una curva delta (Live – Target) y el panel “Stats” se actualiza.
- Ideal para ajuste: buscás que el delta quede “centrado” y dentro de tolerancia.

2.11.3 Tab “Traces”

Este tab sirve para **capturar** el espectro del RTA y **compararlo**.

En “Store / Show” hay una matriz de slots A–J:

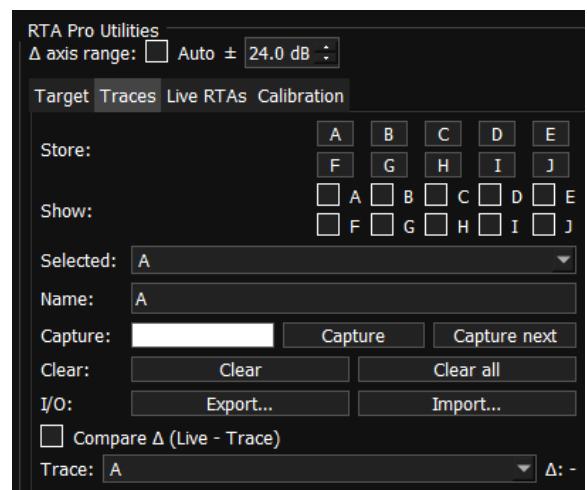
- **Store:** botones A..J (guardan el espectro actual)
- **Show:** checkboxes A..J (muestran/ocultan cada trace sobre el RTA)

Uso típico:

- Capturas “antes” en A, ajustes EQ, capturas “después” en B.
- Muestras A y B, y comparas.

En “Selected / Name / Color / Capture / Clear / I/O”

- **Selected:** elige qué slot estás editando (A..J)
- **Name:** nombre descriptivo (FOH, Balcony, Sub array, etc.)
- **Color...**: asigna color a ese trace (para que la superposición sea legible)
- **Capture / Capture next:** captura al slot elegido o al próximo libre
- **Clear / Clear all:** borra uno o todos
- **Export... / Import...:** guarda/carga traces a/desde archivo (para sesiones, reportes, comparativas)



Compare Δ (Live – Trace)

- **Compare Δ (Live – Trace):** activa delta contra el trace elegido.
- **Trace:** selector del trace a comparar
- **Δ:** stats (resumen de la diferencia)

Esto convierte el RTA en una herramienta de QA:

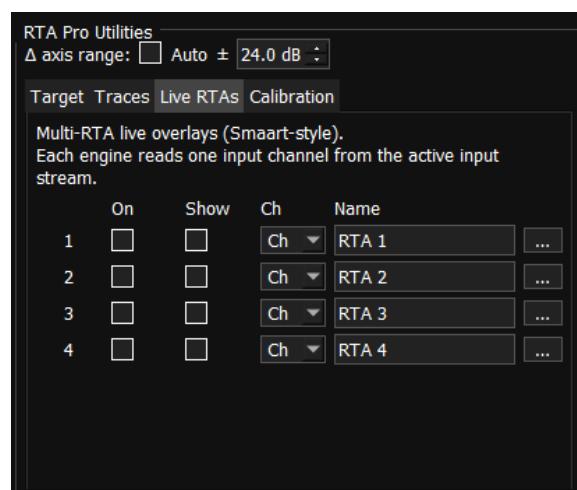
- “¿Cuánto cambió respecto a la referencia?”
- “¿Estoy dentro del margen?”

2.11.4 Tab “Live RTAs”

Esta parte implementa el concepto “multi-RTA simultáneo” (varios espectros en vivo superpuestos), útil si tenés interfaces multicanal.

Qué permite:

- Configurar hasta **4** espectros live adicionales (cada uno con):
 - **Enable**



- Show
- Channel
- Name
- Color

Uso típico:

- Comparar rápidamente varios micrófonos (**FOH vs side fill vs palco**).
- Ver diferencias espectrales entre puntos sin tener que “guardar trace”.

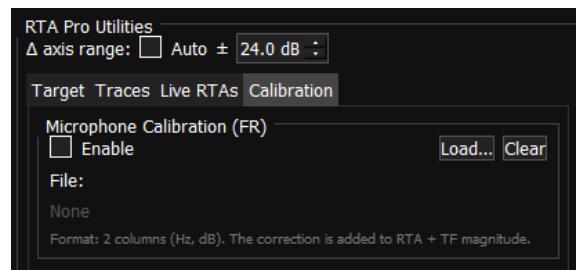
2.11.5 Tab “Calibration”

Los micrófonos (y la cadena) tienen errores de respuesta en frecuencia. La calibración FR es una curva:

- Columna 1: **Frecuencia (Hz)**
- Columna 2: **Corrección (dB)**

Que **SMartin** interpola y **suma** a:

- el **RTA** (en cada banda),
- y la **magnitud de TF** (en su grilla de frecuencias).



Esta calibración es útil para que el RTA/TF no “te mienta” por la firma del micrófono.

Formato del archivo (práctico)

- Dos columnas: freq_hz y corr_db
- Puede venir separado por espacios o por coma (CSV/TXT típico).
- El sentido correcto (conceptual) es:
 - si el micrófono mide “de más” en 10 kHz, la corrección suele ser negativa ahí;
 - si mide “de menos”, la corrección es positiva.

Procedimiento

1. Abrí **RTA Pro Utilities** → **Calibration**.
2. Click **Load...** y seleccioná el archivo de calibración.
3. Activá **Enable**.
4. Verificá que el nombre del archivo aparezca en el label.
5. Si querés volver a “sin calibración”, usá **Clear** (y/o desactivá **Enable**).

Cuándo conviene usarla

- Ajuste fino de “balance tonal” con RTA (PA, control rooms, etc.).
- Comparación contra targets (House/tilt/flat) con menos sesgo del micrófono.
- TF magnitud “más real”.

2.12. Ventana “Distortion / THD”

Este módulo es un medidor de distorsión basado en FFT, pensado **principalmente para medición con tono** (senoidal).

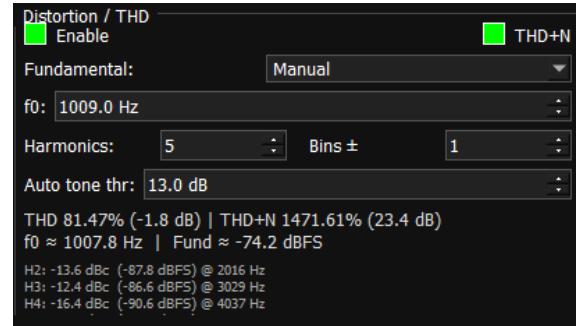
2.12.1 Conceptos: THD vs THD+N

- **THD (Total Harmonic Distortion)**: mide la energía de los **armónicos** ($2f_0, 3f_0, \dots$) respecto del fundamental f_0 .

$$THD = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots}}{V_1}$$

- **THD+N**: incluye además el **ruido** (todo lo que no es el fundamental), típicamente en banda 20 Hz–20 kHz.

En mediciones reales, THD+N suele ser “más grande” porque el ruido y la energía no armónica entran en la cuenta.



2.12.2 Controles del módulo (qué hace cada uno)

Enable: Activa el cálculo. Si está apagado, el panel muestra “THD: —”.

THD+N (checkbox): Cuando está activado, además del THD armónico, muestra THD+N.

Fundamental (selector)

- **Auto (FFT peak)**: detecta f_0 como el pico dominante del espectro (si es suficientemente tonal).
- **Generator sine**: toma f_0 de la frecuencia del generador si está generando sinusoides (lo más estable).
- **Manual**: f_0 lo define el usuario.

f0 (spinbox): Frecuencia del tono cuando el modo está en “Manual”.

Harmonics: Cantidad de armónicos a incluir (mínimo 2, máximo 10 en este panel).

- Si pones 5, se consideran $2f_0..5f_0$.
- Si el sistema ya está cerca del Nyquist o f_0 es alto, el sistema recorta armónicos que no entran en banda.

Bins \pm : Cada armónico se integra en una “ventana” de bins de FFT alrededor del bin principal.

- Bins ± 0 : un bin exacto (muy sensible a leakage)
- Bins ± 1 o ± 2 : más robusto (captura energía alrededor)

Auto tone thr: Solo para Auto: exige que el “pico tonal” esté al menos X dB por arriba del “contenido medio” del espectro, para evitar falsos positivos con ruido/música.

2.12.3 Qué muestra y cómo interpretarlo

El panel muestra:

- **THD %** y también en dB relativo (forma de visualizarlo como relación).
- Si THD+N está activo: también **THD+N %**.
- $f_0 \approx \dots$ Hz y $Fund \approx \dots$ dBFS (nivel del fundamental).

Además lista armónicos:

- H_2, H_3, \dots en dBc (relativo al fundamental) y dBFS.

2.12.4 Procedimiento de medición recomendado (práctico y realista)

1. Pon el generador en **sinusoides** (ej. 1 kHz) y alimenta el sistema/dispositivo a medir.
2. Seleccioná Fundamental: Generator sine para fijar el f_0 (evitas que Auto “salte”).
3. Ajusta el nivel para:
 - evitar clipping en salida y entrada,
 - y tener SNR suficiente.
4. Elige:
 - Harmonics: 5 suele ser buen punto de partida
 - Bins \pm : 1 o 2 para robustez
5. Observa:
 - armónicos dominantes (H_2/H_3 típicamente),
 - y THD+N si el entorno es ruidoso.

2.12.5 Limitaciones (importantes)

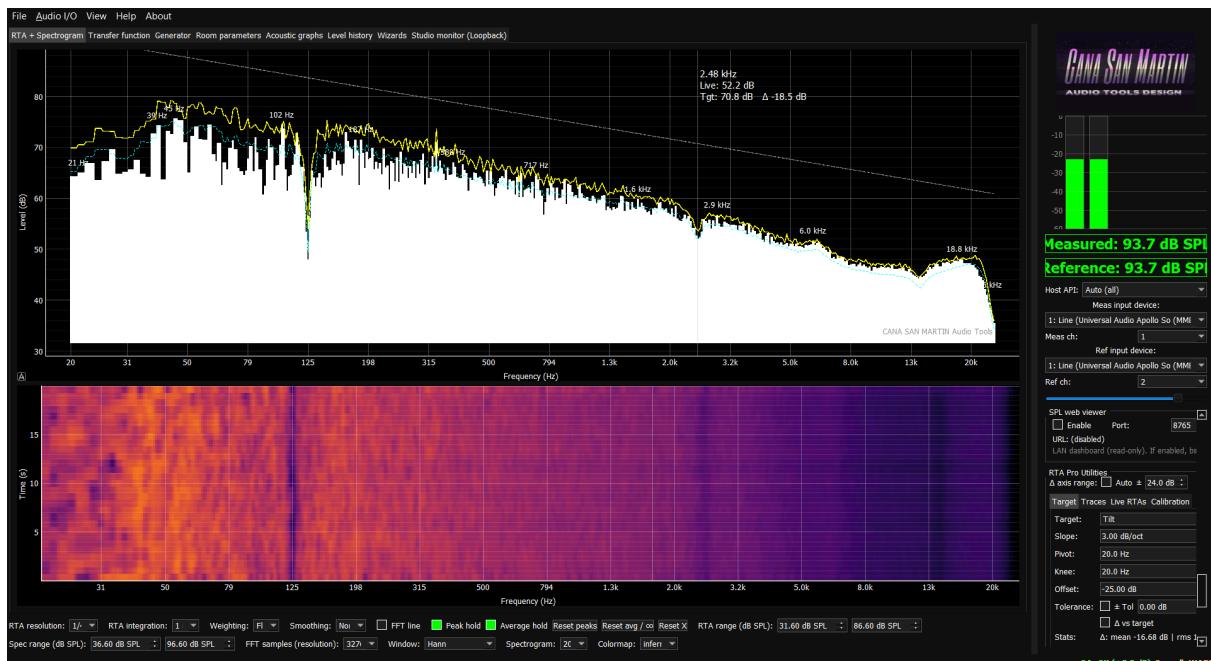
- THD por FFT es sensible a:
 - tamaño de FFT / resolución,
 - ventana,

- leakage,
 - ruido de fondo,
 - no linealidades dinámicas.
- Con música o señales complejas, **THD/THD+N deja de tener sentido** como métrica única; el panel está pensado para tonos.

3. Pestaña RTA + Spectrogram (análisis espectral en tiempo real)

Esta pestaña integra **dos visualizaciones complementarias** del contenido espectral de la señal:

1. **RTA (Real-Time Analyzer)**: un espectro “instantáneo” (o promediado) que muestra **nivel vs. frecuencia** en dB. El eje de frecuencia se presenta en **bandas** (fraccionales de octava) y puede incluir un **trazo tipo FFT** (línea) para ver detalle fino. La intención es que el RTA sea la lectura “clásica” para diagnóstico rápido y ajuste. A diferencia de otros RTA, al pasar el cursor por una banda de frecuencias muestra la intensidad y sus respectivos deltas, y por cada banda de octava muestra la banda de frecuencia más alta (10 frecuencias destacadas en total).
2. **Spectrogram**: un mapa tiempo-frecuencia (STFT) que muestra **cómo evoluciona el espectro con el tiempo**, usando un **código de color** para representar el nivel en dB. En **SMartin**, el spectrograma está rotulado con **Frecuencia (Hz)** en el eje inferior y **Tiempo (s)** en el eje izquierdo, y también muestra la frecuencia correspondiente al paso del cursor.



3.1 RTA: qué se ve y cómo interpretarlo

3.1.1 Qué representa físicamente

El RTA se basa en el análisis de Fourier en ventanas temporales (STFT): se toma un bloque de audio, se aplica una **ventana** (windowing), se calcula una **FFT**, se convierte el módulo a dB y luego (según configuración) se agrupa por **bandas fraccionales** y/o se dibuja una **línea FFT**.

- En el modo por bandas, el eje X se interpreta como **bandas fraccionales de octava** (1/3, 1/6, 1/12, 1/24, 1/48).

- En el modo “FFT line”, la gráfica puede mostrar un detalle de resolución mucho más fina (dependiente del tamaño de FFT), útil para resonancias angostas o tonos.

En el propio widget, el concepto está documentado así: “**x: band index labeled in Hz; y: dB; bar mode or FFT-style line**”.

3.1.2 Advertencia conceptual importante (para lectura “científica”)

Un RTA **no es una función de transferencia**. Lo que se muestra es el **contenido espectral de lo que entra** al analizador: incluye la suma de fuente + sistema + sala + ruido ambiente + respuesta del micrófono + ganancia.

Para aproximar una “respuesta” del sistema, se suele utilizar una excitación conocida (p. ej., **ruido rosa**) y condiciones controladas, o directamente una medición por **transfer function**.

3.2. Parámetros del RTA (controles)

Los controles principales del RTA están en la franja inferior (fila 1), e incluyen: **RTA resolution**, **RTA integration**, **Weighting**, **Smoothing**, **FFT line**, **Peak hold**, **Average hold**, botones de **Reset** y el ajuste de **RTA range (dBFS)**.



3.2.1 RTA resolution (resolución en fracción de octava)

En **SMartin**, el selector ofrece: **1/3, 1/6, 1/12, 1/24, 1/32 y 1/48**.

Teoría:

- Una banda **1/N de octava** divide cada octava en N bandas de igual razón logarítmica.
- Si f_c es la frecuencia central de la banda, sus bordes típicos se modelan como:

$$f_{low} = f_c \cdot 2^{-1/(2N)}, \quad f_{high} = f_c \cdot 2^{+1/(2N)}$$

- A mayor N (por ejemplo 1/48), las bandas son más angostas: ves más detalle, pero también más variación por interferencias (peines por reflexiones), ruido y micro-movimientos.

Práctica / elección recomendada:

- **1/3**: visión macro (tendencia general). Útil para “quick check” y tonal balance.
- **1/6 – 1/12**: muy usual en ajuste de sistemas (PA/monitores) porque balancea detalle y estabilidad.
- **1/24 – 1/48**: diagnóstico fino (modos, resonancias estrechas, problemas localizados), pero requiere más cuidado para no “sobre-interpretar” comb filtering.

3.2.2 RTA integration (integración temporal)

Opciones: **Inst., 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, ∞** .

- Es un **promedio temporal** (típicamente exponencial o por acumulación) que reduce varianza del estimador espectral.
- “Inst.” se comporta como lectura casi sin promedio: muy reactiva, pero más “nerviosa”.
- Valores de segundos equivalen a una constante de tiempo: el espectro converge más lento pero es más estable.
- “ ∞ ” representa un promedio acumulado “de larga duración” (hasta que se resetea).

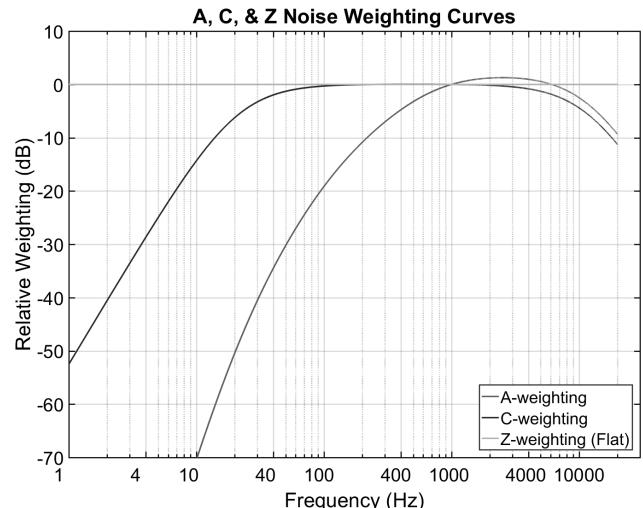
Práctico para:

- **búsqueda rápida** de picos o eventos: *Inst.* o 1 s.
- **medición estable** con ruido rosa: 2–10 s.
- **comparativas** (antes/después) con máxima estabilidad: ∞ , reseteando al cambiar condición.

3.2.3 Weighting (ponderación: Flat / A / C)

Opciones: **Flat, A, C.**

- Las ponderaciones A y C son curvas normalizadas (familia IEC) que aproximan sensibilidad auditiva en distintas condiciones.
- **A-weighting** atenúa graves y realza zona media-alta: se usa mucho en ruido ambiental, exposición, y medición “perceptual”.
- **C-weighting** es más plana (especialmente a niveles altos) y se usa cuando se quiere una medida menos sesgada en graves que A.



Utilización:

- **Flat:** preferido para diagnóstico técnico de respuesta y contenido espectral real.
- **A:** preferido si la pregunta es “cómo se percibe” o para entornos/reglamentación (según norma aplicable).
- **C:** útil en mediciones de alto nivel o cuando interesa preservar más información de graves que con A.

3.2.4 Smoothing (suavizado espectral)

Opciones: **None, 1/3, 1/6, 1/12, 1/24, 1/48.**

- El smoothing es un **post-proceso sobre el eje de frecuencia** (no temporal): reduce el “rizado” rápido y ayuda a visualizar tendencias.
- No es lo mismo que “RTA resolution”: uno define bandas, el otro suaviza la curva/valores presentados.

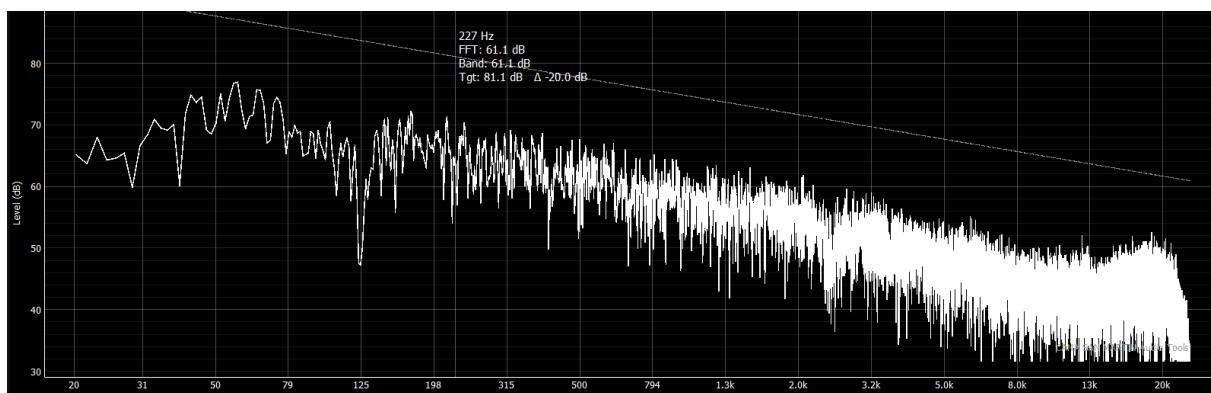
En la práctica:

- **None:** máxima fidelidad (y máxima sensibilidad a peines/reflexiones).
- **1/12 – 1/6:** muy útil para lectura interpretativa en salas (donde el comb filtering puede distraer).
- Evitar smoothing excesivo si se está buscando resonancias estrechas.

3.2.5 FFT line

Checkbox **FFT line** (activado por defecto)

- Habilita un trazo que representa el espectro con resolución de bin FFT (dependiente de N).
- Es útil para detectar tonos o picos muy angostos que pueden “promediarse” o “ocultarse” en bandas.
- Activarlo para **hum, whine, resonancias**.
- Desactivarlo si querés una lectura “por bandas” más limpia y comparable con estándares fraccionales.



3.2.6 Peak hold

Checkbox **Peak hold** (activado por defecto)

- Retiene, por frecuencia/banda, el **máximo** observado desde el último reset. Es un estimador de “peor caso” para eventos intermitentes.
- Excelente para capturar picos fugaces (golpes, “S” en voz, disparos de resonancia).

3.2.7 Average hold

Checkbox **Average hold** (activado por defecto)

- Mantiene un promedio (según implementación y según integración temporal) que permite ver una curva estable.
- Útil para comparar “tendencia” vs “picos”, especialmente con ruido rosa.

3.2.8 Botones Reset (peaks, average/ ∞ , X zoom)

- **Reset peaks** y **Reset avg / ∞** existen como botones dedicados.
- Internamente, el reset de picos llama al método de reset del widget y el reset de average limpia tanto el promedio normal como el infinito (si existe).
- **Reset X** devuelve el zoom del eje X a su estado inicial (se provee como “Reset X zoom”).
- Usar **Reset peaks** antes de una nueva toma para que el peak hold sea comparable.
- Usar **Reset avg / ∞** cuando cambias de posición del mic, cambias target, o cambias condición de excitación.
- Usar **Reset X** luego de inspecciones con zoom.

3.2.9 RTA range (dBFS) (rango vertical)

Se controla con dos valores (mínimo y máximo). Por defecto: **-90.0 a +10.0 dBFS**.

- Es una decisión de **visualización**: comprime o expande el eje Y.
- En dBFS, 0 dBFS representa el máximo digital (full scale). Valores más negativos son niveles menores.

Relación con SPL (cuando corresponda):

El propio código contempla que lo que ve el usuario puede ser dBFS o dB SPL aplicando un offset (calibración); internamente se reconvierte a “base dBFS” restando el offset antes de fijar el rango del plot.

- Para señales normales: un rango tipo **-90 a -20 dBFS** puede ser más informativo si se quiere ver detalle en material quieto.
- Para señales fuertes: ampliar hacia arriba.
- Si saturas (clipping), el rango no lo “arregla”; sólo lo oculta/visibiliza.

3.3. Spectrogram: qué muestra y cómo interpretarlo

3.3.1 Qué representa físicamente

El espectrograma es una STFT “en el tiempo”: para cada bloque temporal se calcula un espectro y se apila una historia. En **SMartin**, el panel está rotulado con:

- **Eje inferior:** Frequency (Hz)
- **Eje izquierdo:** Time (s)

Además, el espectrograma incluye un indicador de frecuencia bajo el cursor (lectura de “Hz” según posición del cursor).

- **Zonas horizontales persistentes** (a lo largo del tiempo) indican componentes tonales/estables a esa frecuencia.
- **Energía de banda ancha** se ve como “capa” coloreada más distribuida.
- **Transitorios** aparecen como cambios localizados en la dimensión tiempo.

3.4 Parámetros del Spectrogram (controles)

Los controles del espectrograma están en la franja inferior (fila 2): **Spec range**, **FFT samples**, **Window**, **Spectrogram (duración)** y **Colormap**.

3.4.1 Spec range (dBFS) (rango de color / contraste)

Por defecto: **-80.0 a -20.0 dBFS**.

- Define el mapeo: qué nivel se considera “mínimo” (color más oscuro) y qué nivel “máximo” (color más intenso).
- Es equivalente a seleccionar la **ventana dinámica** del heatmap. No cambia el cálculo, cambia la visibilidad.
- Si el espectrograma se ve “todo igual”, acotá el rango.
- Si todo se “satura” (muy brillante), subí el máximo o bajá ganancia.

Nota SPL:

También se contempla el mismo criterio de offset SPL: el rango visible puede estar en dBFS o con offset, pero se traduce a base dBFS al aplicar el rango real.

3.4.2 FFT samples (resolution) (tamaño de FFT)

Opciones: **2048, 4096, 8192, 16384**.

- Resolución en frecuencia:

$$\Delta f = \frac{f_s}{N}$$

donde f_s es samplerate y N el tamaño de FFT.

- Resolución temporal (grosso modo) viene dada por la duración de la ventana:

$$T \approx \frac{N}{f_s}$$

- Aumentar N:

- Mejora detalle en frecuencia (más fino).
- Empeora reactividad temporal (más “lento”).
- Incrementa costo computacional.

Ejemplo (a 48 kHz):

- $N=2048 \rightarrow \Delta f \approx 23.4 \text{ Hz}$; ventana $\approx 42.7 \text{ ms}$
- $N=8192 \rightarrow \Delta f \approx 5.86 \text{ Hz}$; ventana $\approx 170.7 \text{ ms}$
- $N=16384 \rightarrow \Delta f \approx 2.93 \text{ Hz}$; ventana $\approx 341 \text{ ms}$

En la práctica:

- Para **graves/modes** y tonos finos: FFT grande (8192–16384).
- Para **transitorios** o lectura rápida: FFT menor (2048–4096).

3.4.3 Window (ventana de análisis)

Opciones: **Hann, Hamming, Blackman, Rectangular**.

La ventana es el peso $w[n]$ aplicado al bloque temporal antes de la FFT para controlar:

- **Leakage** (fuga espectral, energía “derramada” a bins vecinos).
- **Ancho del lóbulo principal** (resolución efectiva).
- **Nivel de lóbulos laterales** (artefactos por fuga).

Comparativa típica:

- **Rectangular**: máxima resolución nominal, peor leakage (lóbulos laterales altos).
- **Hann**: excelente equilibrio; muy usada como default.
- **Hamming**: similar a Hann, con diferente compromiso en lóbulos.
- **Blackman**: lóbulos laterales más bajos (menos leakage), pero lóbulo principal más ancho (menos “sharpness”).

En la práctica:

- Default recomendado: **Hann** (robusta para uso general).
- Si tenés tonos fuertes y querés minimizar “colas”: **Blackman**.
- Evitar **Rectangular** salvo que sepas por qué lo necesitas (fuga puede confundir).

3.4.4 Spectrogram (duración / historia visible)

Opciones: **10 s, 20 s, 50 s**.

- Controla cuántos segundos de historia se visualizan y se mantienen en buffer.

- A mayor duración:
 - Más contexto (eventos lentos).
 - Menor “densidad” visual por segundo si el alto del panel es fijo.
 - Mayor uso de memoria/CPU (dependiendo de implementación).
- 10 s: diagnóstico rápido, transitorios.
- 20 s: equilibrio general.
- 50 s: evolución lenta (ruidos intermitentes, drift, cambios graduales).

3.4.5 Colormap (paleta de color)

Opciones: **inferno**, **magma**, **plasma**, **viridis**, **gray**.

- No cambia el dato; cambia la función de mapeo visual.
- Paletas “perceptualmente uniformes” (p. ej., viridis) ayudan a interpretar diferencias de nivel sin sesgo.
- **inferno/magma/plasma**: alto contraste en fondos oscuros.
- **viridis**: buena para legibilidad general y consistencia perceptual.
- **gray**: útil para impresión o documentación monocromática.

3.5) Recomendaciones prácticas (para medición acústica y diagnóstico)

1. Elegir primero la pregunta de medición

- “¿Qué está sonando?” → RTA + Spectrogram (material real).
- “¿Cómo responde el sistema?” → estímulo controlado + (idealmente) transfer function.

2. Para “respuesta” con RTA

- Excitación recomendada: **ruido rosa** (energía por octava constante).
- RTA resolution: 1/6–1/12
- Integration: 2–10 s (o ∞ con reset)
- Smoothing: None o 1/12 (según el objetivo)

3. Para problemas tonales (hum, silbidos, resonancias estrechas)

- FFT line ON
- FFT samples altos

- Window Hann/Blackman
- Spectrogram 20–50 s

4. Gestionar escalas (rango)

- Ajustar **RTA range** y **Spec range** para no “aplastar” el contraste.
- Resetear picos/promedios antes de comparar.

4.1 Pestaña Transfer Function

La pestaña **Transfer Function (TF)** está diseñada para **analizar la relación entre una señal de referencia y una señal medida** en el dominio de la frecuencia. Su finalidad principal es:

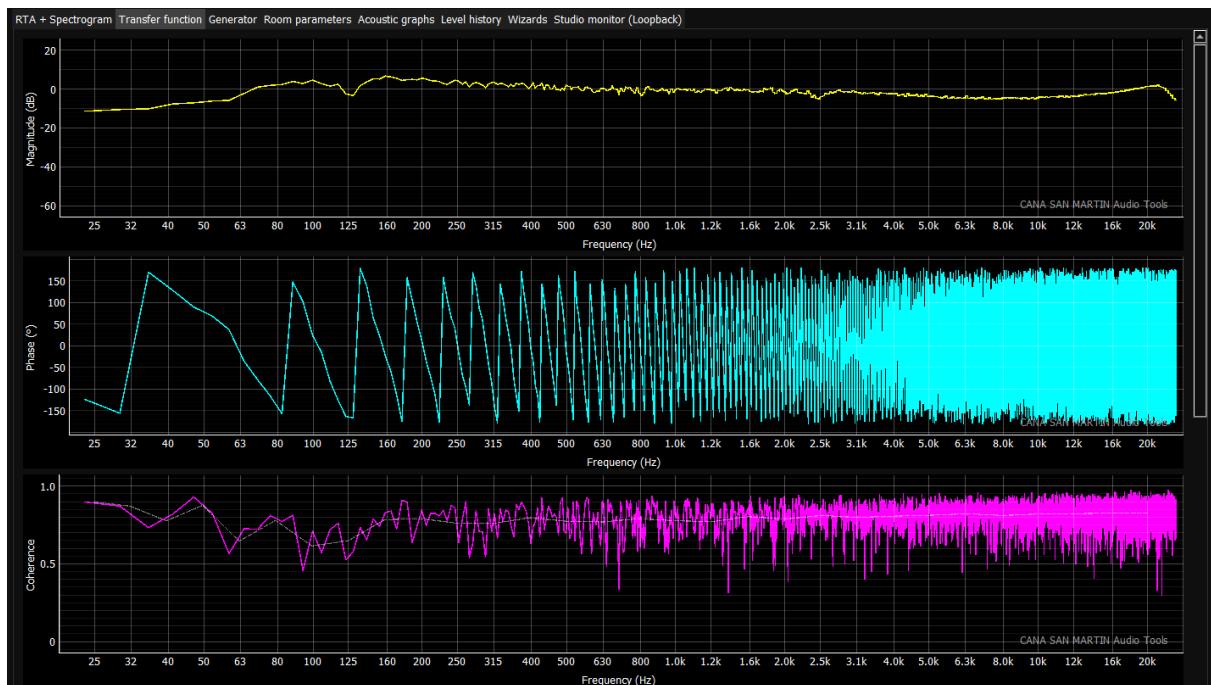
- Alinear sistemas (tiempo, fase y magnitud).
- Verificar respuesta en frecuencia real del sistema electroacústico.
- Evaluar coherencia y confiabilidad de la medición.
- Comparar sistemas, vías, fills, subs, delays o configuraciones distintas.

Desde el punto de vista matemático, la función de transferencia se define como:

$$H(f) = \frac{Y(f)}{X(f)}$$

donde:

- $X(f)$ es la FFT de la señal de **referencia**.
- $Y(f)$ es la FFT de la señal **medida**.
- $H(f)$ describe cómo el sistema modifica amplitud y fase en función de la frecuencia.



4.2. Arquitectura general de la pestaña

La pestaña se organiza en tres bloques conceptuales:

1. Gestión de motores TF (TF Engines / Channel Mapping)
2. Gráficos de análisis (Magnitud, Fase, Coherencia)
3. Controles y parámetros de procesamiento y visualización

Todo el análisis TF que se muestra depende **exclusivamente del motor TF activo**.

4.3. TF Engines / Channel Mapping

4.3.1 Qué es un TF Engine

Un **TF Engine** define qué **canales** se usan para:

- Señal medida (*Measurement channel*).
- Señal de referencia (*Reference channel* o referencia virtual).

Cada motor es **independiente**, permitiendo múltiples TF simultáneas. Los canales se cuentan desde 0 (0 = ch 1; 1 = ch 2).

4.3.2 Parámetros de cada engine

Para cada TF Engine se define:

- **Enabled**
Activa o desactiva el cálculo de ese motor.

- **Name**
Nombre lógico del motor (ej.: *Main*, *Subs*, *Frontfills*).
- **Meas ch**
Canal físico de entrada correspondiente al micrófono o punto medido.
- **Ref source**
 - *Input*: referencia tomada de otro canal de entrada.
 - *Generator*: referencia interna proveniente del generador.
- **Ref ch**
Canal de referencia (típicamente salida de consola o loopback).
- **Delay (s)**
Retardo aplicado **solo a la referencia** para alineación temporal fina.
- **Overlay**
Permite superponer la TF de ese engine sobre la TF principal.
- **Color**
Color asignado para identificar visualmente ese motor.

4.3.3 Uso práctico

- Motor **Main**: medición principal PA.
- Motor **Subs**: micrófono dedicado a subgraves.
- Motor **Fill**: medición de frontfills o delays.
- Comparación directa entre sistemas sin cambiar ruteos.

4.4. Gráfico de Magnitud (Magnitude)

4.4.1 Qué muestra

El gráfico de **Magnitud** representa:

$$|H(f)| \text{ en } dB$$

Es decir, **cómo el sistema amplifica o atenúa cada frecuencia** respecto de la referencia.

4.4.2 Interpretación

- Pendientes → balance tonal del sistema.
- Valles pronunciados → cancelaciones (acústicas o eléctricas).
- Picos estrechos → resonancias.
- Diferencias entre engines → diferencias de cobertura o alineación.

4.4.3 Target Curves (curvas objetivo)

La magnitud puede superponerse con **curvas objetivo**, usadas como referencia de ajuste.

Tipos disponibles:

- **Off**: sin curva.
- **Flat**: respuesta plana.
- **HF Tilt**: inclinación progresiva en altas frecuencias.
- **House / House curve**: curva típica de sistema para refuerzo sonoro.
- **Custom CSV**: curva importada desde archivo externo.

Parámetros asociados:

- **Slope (dB/oct)**
Inclinación de la curva.
- **Pivot (Hz)**
Frecuencia de referencia donde la curva cruza 0 dB.
- **Knee (Hz)**
Punto donde cambia la pendiente (curvas más realistas).
- **Offset (dB)**
Desplazamiento vertical de la curva.
- **Tolerance (dB)**
Banda de tolerancia alrededor del target.
- **Show tolerance**
Muestra límites superior e inferior.
- **Delta**
Muestra la diferencia entre medición y target.

Uso típico:

Ajustar el sistema para que la TF real quede **dentro de la tolerancia** del target.

4.5. Gráfico de Fase (Phase)

4.5.1 Qué muestra

La **fase** representa el ángulo de $H(f)$ en grados:

$$\angle H(f)$$

Describe **el retardo relativo por frecuencia** entre referencia y medición.

4.5.2 Interpretación

- Fase lineal → sistema coherente y bien alineado.
- Pendiente constante → retardo fijo.
- Cambios abruptos → filtros, cruces, reflexiones.
- Fase errática → medición poco confiable (ver coherencia).

4.5.3 Uso práctico

- Alineación entre subs y tops.
- Ajuste fino de delays.
- Verificación de polaridad.
- Evaluación de filtros FIR / IIR.

4.6. Gráfico de Coherencia (Coherence)

4.6.1 Qué es la coherencia

La coherencia ($\gamma^2(f)$) mide **qué tan correlacionadas** están referencia y medición:

$$0 \leq \gamma^2(f) \leq 1$$

- 1 → medición altamente confiable.
- 0 → medición dominada por ruido o señales no relacionadas.

4.6.2 Interpretación

Valores bajos pueden deberse a:

- Ruido ambiente.
- Saturación.
- Mala relación SNR.
- Reflexiones tardías.
- Error de ruteo.

4.6.3 Coherence Band Overlay

SMartin permite definir una **banda de coherencia por fracción de octava**, que suaviza la lectura y ayuda a evaluar zonas confiables de forma más musical.

Parámetro:

- **Coherence band fraction** (ej. 1/3, 1/6, 1/12 oct)

4.7. Controles de procesamiento

4.7.1 Smoothing (suavizado)

Aplica suavizado espectral a Magnitud y Fase.

- Fracciones de octava (ej. 1/48 por defecto).
- Reduce ruido visual sin alterar el cálculo base.
- Fundamental para lectura musical de TF.

4.7.2 Averaging / Integration

Promediado temporal de FFTs:

- Estabiliza la TF.
- Reduce variabilidad instantánea.
- Mejora coherencia visual.

4.8. Zoom y navegación

- **Zoom eje X**

Permite enfocar rangos específicos de frecuencia sin alterar eje Y.

- **Reset X zoom**

Vuelve al rango completo audible.

- **Scroll vertical (si aplica)**

Facilita trabajar con gráficos de mayor altura.

- **Hover interactivo**

Al pasar el cursor se muestran:

- Frecuencia exacta.
- Magnitud / fase / coherencia puntual.

4.9. Multi-engine overlays

Cuando varios TF Engines están activos con *Overlay*:

- Se superponen múltiples TF en los gráficos.
- Cada engine conserva su color.
- Permite comparación directa sin cambiar medición.

Uso típico:

- Comparar PA vs frontfills.
- Comparar posiciones de micrófono.
- Evaluar uniformidad de cobertura.

4.10. Relación con otras pestañas

- **Room Parameters**
La TF activa puede almacenarse para cálculos acústicos.
- **Acoustic Graphs**
Se pueden generar gráficos derivados de la TF (EDC, ETC).
- **Wizards**
Los asistentes de alineación utilizan directamente los datos de TF.

4.11. Buenas prácticas de medición TF

- Asegurar **referencia limpia y directa**.
- Ver coherencia antes de interpretar magnitud/fase.
- No “corregir” zonas de baja coherencia.
- Alinear primero en tiempo, luego en fase, luego en magnitud.
- Usar targets como **guía**, no como dogma.

5. Pestaña Generator

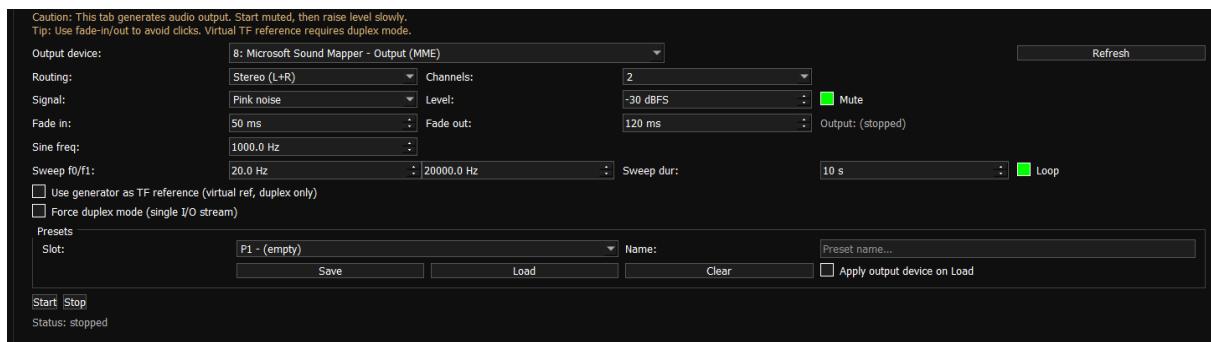
Generador de señales de prueba para medición acústica y electroacústica

La pestaña **Generator** provee un generador de señales internas diseñado específicamente para **medición, alineación, calibración y verificación de sistemas de audio**. Su objetivo no es artístico ni creativo, sino **metrológico**: generar señales controladas, repetibles y calibrables.

Estas señales pueden ser utilizadas para:

- Medición de **Transfer Function**
- Ajuste de **RTA**
- Alineación temporal (delays)

- Verificación de polaridad
- Ajuste de filtros y ecualización
- Medición de respuesta de salas y sistemas



5.1. Output Device (Dispositivo de salida)

Selector del **dispositivo de audio de salida** utilizado por el generador.

Define **por qué placa/interface** se emite la señal de prueba.

- En sistemas de medición profesional, debe coincidir con la **salida física** que alimenta el sistema bajo prueba (PA, monitor, amplificador, procesador).
- En estudios, puede rutearse hacia monitores, buses de consola o salidas virtuales.

Consideraciones técnicas

- El generador trabaja en **dBFS**, por lo que el nivel real dependerá de la calibración posterior del sistema.
- La frecuencia de muestreo del dispositivo impacta directamente en la resolución de barridos y tonos.

5.2. Output Channel / Routing (Canal de salida)

Selector del **canal físico o lógico** del dispositivo de salida.

Permite enviar la señal a:

- Canal izquierdo (L)
- Canal derecho (R)
- Ambos canales (L+R)
- Canales específicos en interfaces multicanal

Uso práctico

- **Alineación de subs:** enviar señal sólo al canal que alimenta subs.

- **Comparación de vías:** excitar una vía por vez.
- **Mediciones mono:** evitar excitación estéreo innecesaria.

5.3. Generator Type / Signal Type (Tipo de señal)

El generador ofrece distintos tipos de señal, cada uno con un propósito específico.

5.3.1 Sine (Tono senoidal)

Señal pura de una sola frecuencia.

Uso principal

- Verificación de polaridad
- Alineación de delays
- Identificación de resonancias
- Ajustes finos de fase

Ventajas

- Máxima precisión en tiempo y fase.
- Ideal para observación en Transfer Function.

5.3.2 Pink Noise (Ruido rosa)

Ruido con **energía constante por octava**.

Uso principal

- Ajuste de ecualización
- Medición con RTA
- Ajuste de balance tonal

Ventajas

- Representa mejor cómo percibimos el sonido.
- Estándar en acústica y sonorización.

5.3.3 White Noise (Ruido blanco)

Ruido con **energía constante por Hz**.

Uso principal

- Análisis de sistemas de alta resolución

- Pruebas técnicas de DSP

Advertencia

Puede resultar **muy agresivo** acústicamente. Usar con precaución.

5.3.4 Sweep / Chirp (Barrido de frecuencia)

Señal que recorre un rango de frecuencias en el tiempo.

Uso principal

- Medición de respuesta impulsional
- Análisis de sala
- Cálculo de parámetros acústicos

5.4. Frequency (para tonos)

Frecuencia fundamental del tono senoidal, en Hz.

Uso típico

- 1 kHz: referencia estándar
- 60–80 Hz: alineación de subs
- 100–250 Hz: región crítica de cruce
- 1–4 kHz: sensibilidad auditiva máxima

5.5. Level (Nivel de salida, dBFS)

Nivel digital del generador, expresado en **dBFS**. Controla la **amplitud de la señal digital**, antes de cualquier conversión DA.

Uso correcto

- Iniciar siempre en niveles bajos (ej. -30 dBFS).
- Subir progresivamente observando VU, SPL y coherencia.
- Evitar clipping digital y saturación analógica.

Relación con calibración

Este nivel se convierte en **dB SPL reales** únicamente luego de:

- Calibrar el sistema
- Conocer la ganancia total de la cadena

5.6. Mute / Start / Stop

Control de activación del generador.

- **Start:** inicia emisión continua.
- **Stop / Mute:** silencia la salida sin alterar parámetros.

Buenas prácticas

- Mutear siempre antes de cambiar routing o dispositivo.
- Evitar activación accidental a niveles altos.

5.7. Generator Integration con otras pestañas

El generador está diseñado para trabajar **en conjunto** con:

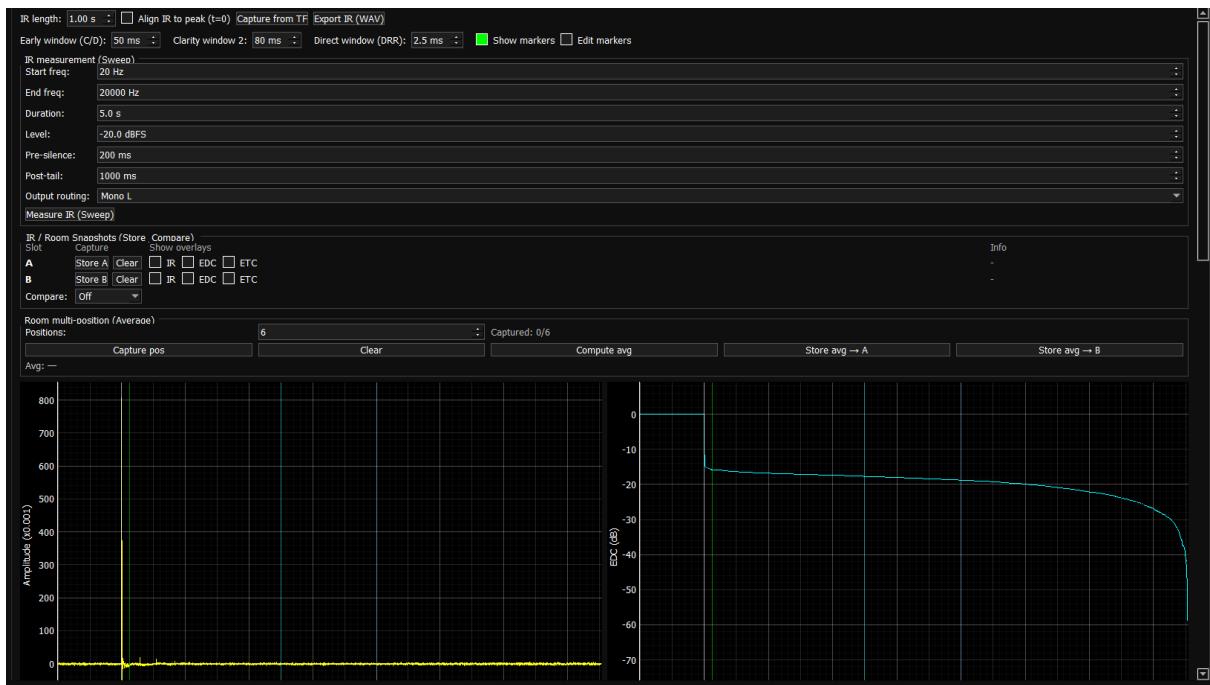
- **Transfer Function:** excitación coherente para medición de magnitud, fase y coherencia.
- **RTA:** excitación continua para análisis espectral.
- **Room Parameters:** generación de señales para respuesta impulsional.
- **Studio Monitor:** verificación de cadena digital completa.

5.8 Consideraciones profesionales

- El generador de **SMartin** no sustituye una fuente externa de laboratorio, pero está optimizado para **medición en campo y tuning de sistemas**.
- La prioridad es **estabilidad, repetibilidad y control**, no creatividad.
- Todo el diseño del generador asume un flujo de trabajo profesional: **medir → ajustar → verificar**.

6. Pestaña Room Parameters

La pestaña **ROOM PARAMETERS** está diseñada para caracterizar acústicamente una sala a partir de una **respuesta al impulso (IR)**, mostrando sus representaciones temporales (IR, ETC, EDC/Schroeder) y calculando parámetros clásicos (EDT, RT por tramos, claridad, definición, Ts, DRR, ITDG) con herramientas prácticas de **comparación (snapshots A/B)**, **promedio multiposición** y **exportación**.



Obtiene una **IR** de dos maneras:

- Capturando** la IR “actual” desde la pestaña **Transfer Function** (botón *Capture from TF*), o
 - Midiendo** una IR con un **sweep logarítmico + deconvolución** (grupo *Measure IR (Sweep)*).
- Visualiza:
 - **Impulse response (IR)**
 - **EDC (Energy Decay Curve)** por integración de Schroeder
 - **ETC (Energy Time Curve)**
 - Calcula y reporta parámetros **banda ancha** (broadband): **EDT, T10/T15/T20/T30, Clarity (C50/C80), Definition (D50), Ts, DRR, ITDG + QA** (indicadores de confiabilidad).
 - Opcionalmente realiza **análisis por bandas** (1/1 u 1/3 de octava) con gráficos y exportación a CSV.
 - Permite **Store & Compare** con **snapshots A/B** (overlays y diferencias) y un flujo de **multi-position average** (promedio de varias capturas).

6.2 Cómo se obtiene la IR (input del módulo)

6.2.1 Captura desde Transfer Function (“Capture from TF”)

- El programa dispara un handler específico cuando presionás *Capture from TF*, que invoca `room_widget.capture_from_transfer_function()` para traer la IR desde Transfer Function y usarla como base de cálculo en Room Parameters.

- Si no hay IR disponible, funciones como exportación lo informan explícitamente (“Capture from TF first”).

Uso típico: cuando ya estás midiendo TF (magnitud/fase) y querés derivar “room stats” desde esa misma medición sin correr un sweep separado.

ADVERTENCIA: En este tipo de metodologías, si los niveles de ruido no son óptimos los resultados suelen ser erróneos. Es importante que el semáforo de aviso esté en verde para la veracidad de este tipo de análisis, sin excepción.

```
Room parameters (broadband)
EDT (0–10 dB): - s
RT60 (T10, -5–15): 0.03 s
RT60 (T15, -5–20): 1.71 s
RT60 (T20, -5–25): 1.16 s
RT60 (T30, -5–35): 0.84 s
C50: 16.9 dB
C80: 17.8 dB
D50: 98.0 %
Ts: 0.002 s
DRR (2.5 ms): 15.2 dB
ITDG: 0.1 ms
Dynamic range: 44.2 dB
EDC tail (noise est.): -29.2 dB
Fit R2: EDT = -, T20=0.892, T30=0.785

Room QA: 45/100 (POOR)
Recommendations: High noise floor (EDC tail): reduce ambient noise or increase excitation level.
```

6.2.2 Medición con sweep (grupo Measure IR (Sweep))

Controles del sweep

En la UI se exponen parámetros del sweep y del playback/captura:

- **Start (Hz) / End (Hz)**: límites de frecuencia del barrido.
- **Duration (s)**: duración del sweep.
- **Level (dBFS)**: nivel de salida del sweep en dBFS (nivel digital).
- **Pre-silence (s)**: tiempo de silencio antes del sweep.
- **Post-tail (s)**: cola de captura luego del sweep para registrar decaimiento tardío.
- **Output**: ruteo de salida (canal/dispositivo según la enumeración interna).
- Botón **Measure IR (Sweep)** + etiqueta de estado (“**Idle**” / progreso).

Teoría/criterio de ajuste (por qué existen esos parámetros)

- **Start/End (Hz)** define el contenido espectral excitado. Si el objetivo es RT/claridad en banda ancha, conviene cubrir el rango de interés del sistema.

- **Duration (s)** controla SNR y robustez en bajas frecuencias: barridos más largos suelen mejorar el SNR efectivo (a costa de tiempo y posible sensibilidad a cambios).
- **Pre-silence** y **Post-tail** son críticos para:
 - estimar ruido de fondo antes de la excitación, y
 - capturar suficientemente la cola para RT y parámetros que dependen del decaimiento.
- **Level (dBFS)** es el “drive” digital. En la práctica se ajusta para lograr buen SNR **sin clip** en ninguna etapa (D/A, amplificación, altavoz, A/D).

Qué hace internamente:

El flujo del sweep incluye generación del barrido y posterior obtención de IR mediante **deconvolución en el dominio de la frecuencia** (FFT, división espectral por el sweep, IFFT para volver a IR). Esto está explícito en el código del worker del sweep, incluyendo el armado de la IR por operación espectral y retorno al dominio temporal.

6.3. Controles de ventana temporal, alineación y marcadores

Estos controles definen **cómo se “recorta” y referencia temporalmente** la IR, y por lo tanto impactan directamente en claridad/definición/DRR/ITDG y (en menor medida) en los ajustes de RT si el recorte es agresivo.

6.3.1 IR length (s)

- Control: **IR length (s)** (spin).
- the_smallest_rta_v5_2_147
- Define la longitud del segmento de IR considerado (la “ventana” de análisis principal).

Interpretación práctica:

- Muy corta: podés truncar decaimiento → RT/EDT y métricas asociadas quedan sesgadas.
- Muy larga: incorporás más ruido de fondo (cola dominada por noise floor) → los ajustes de RT se vuelven menos confiables y el QA empeora.

Valor por defecto (restauración): 4.0 s.

6.3.2 Align to peak

- Control: checkbox **Align to peak**.
- Concepto: alinear t=0 al **pico principal** (normalmente el arribo directo), para que “Early/Clarity/DRR” midan desde una referencia consistente.

Cuándo conviene: prácticamente siempre que quieras comparar mediciones o extraer parámetros “early” (clarity, D50, DRR, ITDG).

Valor por defecto (restauración): activado (True).

6.3.3 Ventanas temporales “early” y “direct”

En la UI aparecen tres tiempos clave (en milisegundos):

- **Early (ms):** límite de integración “temprana” para claridad y definición (p.ej. C50/D50 si Early=50 ms).
- **Clarity2 (ms):** segundo límite para la claridad alternativa (típicamente 80 ms si se usa como “C80”).
- **DRR (ms):** ventana “directa” usada para calcular DRR (energía directa vs resto).

Valores por defecto (restauración):

- Early = 50.0 ms
- Clarity2 = 80.0 ms
- DRR = 10.0 ms

6.3.4 “Show markers” / “Edit markers”

- Checkboxes:
 - **Show markers**
 - **Edit markers**

Qué significan:

- **Show markers** habilita la visualización de marcadores (líneas verticales/indicadores) asociados a eventos/ventanas de la IR y, en particular, puede agregar marcadores de reflexiones sobre el ETC.
- **Edit markers** habilita el ajuste manual de esos marcadores (útil cuando el “direct sound” o las reflexiones principales no quedan bien detectadas por defecto, o cuando querés fijar una ventana “directa” diferente por razones de criterio).

Valores por defecto (restauración): ambos desactivados (False).

6.4. Visualizaciones (qué muestra cada gráfico)

En esta pestaña hay tres plots principales, todos con grilla, clipping y navegación horizontal, y con una altura mínima establecida para lectura cómoda.

6.4.1 Impulse response (IR)

- Plot: `ir_plot` (respuesta al impulso).

Qué mirar:

- Pico principal (arriba directo).
- Reflexiones tempranas (paquetes de energía posteriores).
- Posibles saturaciones (forma “aplanada”) o ruido excesivo.

6.4.2 EDC (Energy Decay Curve)

- Plot: `edc_plot`, etiquetado como **EDC (dB)**, con rango vertical típico **-80 a +5 dB**.
- La EDC se obtiene por integración acumulada inversa de la energía (Schroeder) sobre la IR al cuadrado. En términos prácticos, permite estimar tiempos de reverberación a partir de pendientes (regresiones lineales en dB).

6.4.3 ETC (Energy Time Curve)

- Plot: `etc_plot`, etiquetado como **ETC (dB)**, con rango vertical **-80 a +5 dB**.
- Muestra la energía relativa en el tiempo (directo + reflexiones), ideal para diagnosticar:
 - reflexiones tempranas fuertes,
 - “clusters” de reflexiones,
 - ventanas relevantes para DRR e ITDG.

6.4.4 Tabla Early reflections (ETC)

- Se incluye un módulo “Early reflections (ETC)” con una tabla de 3 columnas: **#**, **Time (ms)**, **Level (dB)**.

Qué aporta:

- Lista reflexiones detectadas (hasta un top-N) y permite cuantificar sus tiempos relativos y niveles.

6.5 Métricas de sala (banda ancha)

El bloque de métricas expone etiquetas explícitas para:

- **EDT, RT10, RT15, RT20, RT30**
- **Clarity** (dos lecturas), **Definition, Ts, DRR, ITDG**
- **Dynamic range, Noise tail, Fit R², Room QA y Warnings.**

Nota operativa: las etiquetas de claridad y definición se renderizan dinámicamente como **C{Early}**, **C{Clarity2}**, **D{Early}**, usando los valores de los spinners (Early ms y Clarity2 ms).

6.5.1 EDT y RT por tramos (T10/T15/T20/T30 → RT60)

- **EDT** (Early Decay Time): estima el decaimiento inicial; es muy sensible a reflexiones tempranas y al “carácter” del inicio del decaimiento.
- **T10/T15/T20/T30**: estimaciones de tiempo de reverberación usando distintos tramos del decaimiento en la EDC (en la práctica, distintas ventanas dB y regresión).
- **RT60**: extrapolación a 60 dB (cuando corresponde) a partir de los tramos medidos.

Lectura práctica:

- EDT vs T20/T30: diferencias grandes suelen indicar que el decaimiento no es “monoexponencial” (sala con múltiples regímenes, ruido alto, energía tardía irregular, etc.).
- Usar el QA y el Fit R² como indicador de confiabilidad de la regresión.

6.5.2 Clarity: C{Early} y C{Clarity2}

En el sistema se calculan dos métricas de claridad:

- **C_early** (asociada a **Early (ms)**, por defecto 50 ms → C50)
- **C_2** (asociada a **Clarity2 (ms)**, por defecto 80 ms → C80)

Definición (la que implementa el software):

- Se calcula energía temprana E_{early} integrando ir^2 desde 0 hasta $early_s$.
- Energía tardía $E_{late} = E_{total} - E_{early}$.
- **Clarity:**

$$C = 10 \log_{10} \left(\frac{E_{early}}{E_{late}} \right)$$

Esto está explícito en el cálculo de c_{early} y c_2 .

Interpretación práctica:

- Clarity alta: mayor proporción de energía temprana (percepción de mayor definición/“seco”).
- Clarity baja: más energía tardía (más “ambiente”/cola).

6.5.3 Definition: D{Early} (típicamente D50)

Definición (implementada):

$$D = 100 \cdot \frac{E_{early}}{E_{total}}$$

donde E_{early} usa el mismo Early (ms) que Clarity early. Está implementado como D_{early} .

Interpretación práctica:

- Se expresa en porcentaje.
- Es otra forma (más “energética”) de cuantificar cuánta energía llega temprano.

6.5.4 Ts (Center Time)

Definición (implementada):

$$T_s = 1000 \cdot \frac{\sum t \cdot ir(t)^2}{\sum ir(t)^2}$$

(Se expresa en ms). Implementado como Ts_ms (center time).

Interpretación práctica:

- Valores menores: energía concentrada más temprano.
- Valores mayores: mayor peso relativo de energía tardía (cola/reverberación).

6.5.5 DRR (Direct-to-Reverberant Ratio)

El DRR se calcula a partir de una ventana “directa” y el resto de la energía:

- Ventana directa: desde 0 hasta dr_{rr_s} (definida por **DRR (ms)**).
- Energía directa E_{direct} .
- Energía restante $E_{rest} = E_{total} - E_{direct}$.
- Definición (implementada):

$$DRR = 10 \log_{10} \left(\frac{E_{direct}}{E_{rest}} \right)$$

Implementado como DRR_db .

Interpretación práctica:

- Un DRR mayor implica mayor predominio del directo respecto del campo reverberante, lo cual suele correlacionar con mayor “control”/claridad en posición de escucha (dependiendo del contexto).

6.5.6 ITDG (Initial Time Delay Gap) y reflexiones tempranas

En el software, el ITDG se define como la **reflexión significativa más temprana** luego del directo.

Algoritmo implementado:

- Se buscan máximos locales en el ETC luego del pico principal (directo), en una ventana temporal, con umbral (por ejemplo `thr_db = -20 dB`).
- Se forma una lista `ref1 = [(dt_ms, lvl_db), ...]`, se ordena y se toma un top-N.
- **ITDG** se toma como el mínimo `dt_ms` encontrado en esas reflexiones.

Output asociado:

- La tabla “Early reflections (ETC)” se actualiza con esas reflexiones (tiempo y nivel), y opcionalmente el sistema coloca marcadores verticales en el ETC cuando “Show markers” está activado.

Interpretación práctica:

- ITDG pequeño: reflexiones tempranas muy próximas al directo (potencialmente más coloración/comb filtering si son fuertes).
- ITDG mayor: “gap” mayor antes de la primera reflexión significativa.

6.5.7 Indicadores de confiabilidad: Dynamic range, Noise tail, Fit R², QA, Warnings

Además de los parámetros acústicos, el módulo muestra:

- **Dynamic range**
- **Noise tail**
- **Fit R²**
- **Room QA**
- **Warnings**

Y en exportación por bandas se incluyen explícitamente campos como `dyn_range_db`, `noise_tail_db`, `fit_r2` y `warnings` junto con los parámetros acústicos (esto es útil para reportes y para validar calidad de medición).

- **Fit R²** bajo o **Noise tail** alto suelen indicar que el tramo de decaimiento está contaminado por ruido o que el decaimiento no es lineal en dB (múltiples pendientes).
- **Warnings** concentra observaciones automáticas para prevenir interpretaciones erróneas (p.ej., cola demasiado ruidosa, rango dinámico insuficiente).

6.6) Band parameters: análisis en 1/1 y 1/3 de octava

6.6.1 Controles

- **Band mode** (combo): off, 1/1 octave, 1/3 octave
- Botón **Compute bands**
- Botón **Export bands CSV**

6.6.2 Qué muestran los gráficos por banda

El módulo de bandas incluye visualizaciones dedicadas, por ejemplo:

- **Decay times (per band)**: curvas/series de **EDT**, **T10**, **T15**, **T20**, **T30** en función de f_c (Hz)
- **Clarity/DRR (per band)**: curvas de **C50**, **C80**, **DRR**, **Ts (ms)** vs f_c (Hz)
- **Definition (per band)**: **D50 (%)** vs f_c (Hz)

6.6.3 Teoría: por qué por bandas

El comportamiento acústico de una sala **no es uniforme en frecuencia**: en graves predominan modos/tiempos largos; en medios-agudos, absorción y difusión suelen reducir RT.

El análisis por 1/1 u 1/3 de octava permite ver:

- resonancias y colas excesivas en bandas específicas,
- desequilibrios de “claridad” o “definición” por banda,
- coherencia con objetivos de diseño/uso (control room, sala de grabación, etc.).

6.6.4 Exportación por bandas (CSV)

El export incluye una cabecera con parámetros por banda (ej.: f_c _hz, EDT_s, T10_s, T15_s, T20_s, T30_s, RT60_s, C50_dB, C80_dB, D50_pct, Ts_ms, DRR_dB, ITDG_ms, dyn_range_db, noise_tail_db, fit_r2, warnings).

Band parameters (from TF)										
Bands: 1/3 octa										
Compute bands Export bands (CSV)										
Band (Hz)	EDT (s)	T10 (s)	T15 (s)	T20 (s)	T30 (s)	C50 (dB)	C80 (dB)	D50 (%)	Ts (s)	DRR 2.5ms (dB)
198	3.88	0.06	0.05	0.05	0.05	0.3	0.6	51.6	0.080	-8.8
250	4.39	0.04	0.04	0.04	0.04	-1.0	-0.8	44.2	0.091	-8.0
315	5.36	0.03	0.03	0.03	0.03	0.3	0.5	51.8	0.081	-6.7
397	6.71	0.02	0.02	0.02	0.02	-0.1	0.0	49.5	0.084	-5.6
500	7.43	0.02	0.02	0.02	0.02	0.3	0.5	51.8	0.081	-4.5

6.7 Room snapshots: Store & Compare (A/B)

Permite “congelar” estados de medición para comparar condiciones (tratamiento antes/después, micrófono/posición, parlante, ajustes de ventana, etc.).

6.7.1 Controles visibles

En el grupo **Room snapshots (Store & Compare)**:

- Botones: **Store A**, **Store B**, **Clear**
- Overlays: **Show IR**, **Show EDC**, **Show ETC**
- Selector de modo de comparación:
 - **A vs B**
 - **A only**
 - **B only**
- Área de texto/resultado: `snap_compare_label` (resumen comparativo).

6.7.2 Uso recomendado

- **A**: condición de referencia (baseline).
- **B**: condición modificada.
- Activar overlays (IR/EDC/ETC) para ver cambios estructurales (pico directo, reflexiones, pendiente del EDC, etc.) junto con el resumen cuantitativo.

6.8 Multi-position average (promedio multiposición)

6.8.1 Qué es y por qué existe

El objetivo es obtener métricas **representativas** de una zona (p.ej., área de escucha) en lugar de depender de un solo punto. El promedio multiposición reduce el sesgo espacial típico de salas pequeñas (nodos/antinodos en graves, variaciones por pequeños desplazamientos, etc.). El módulo lo declara explícitamente como una función del tab (captura y cómputo de promedio).

6.8.2 Controles

En el grupo **Multi-position average**:

- **Target positions** (spin)
- Botones: **Capture position**, **Clear**, **Compute avg**
- Botones: **Store avg → A**, **Store avg → B**
- Indicadores: **Captured: n** y un label **Avg:** (estado del promedio).

Valores por defecto (restauración): Target positions = 5.

6.8.3 Práctica recomendada

- Definir una grilla pequeña alrededor del punto de escucha (o puntos representativos del área).
- Capturar posiciones con condiciones coherentes (mismo parlante, mismo nivel, misma ventana IR).
- Calcular el promedio y, si el objetivo es comparación, almacenar ese promedio en A o B y comparar contra otra condición.

6.9 Exportaciones (para reportes y reutilización)

6.9.1 Export IR (WAV)

- Botón: **Export IR (WAV)**
- Requisito operativo: debe existir una IR capturada/cargada; caso contrario se reporta “No impulse response to export. Capture from TF first.”

Uso típico:

- Archivar mediciones,
- trabajar offline en otro entorno,
- documentar “antes/después” con IR exportable.

6.9.2 Export bands CSV

- Botón: **Export bands CSV**
- Incluye parámetros de banda y QA en columnas (ver cabecera).

6.10 Guía rápida de uso (procedimiento recomendado)

1. Preparación

- Elegir el **parlante** a medir (L/R/mono), desactivar procesamientos no deseados (limiters, automix, etc.).
- Colocar el **micrófono** en la posición objetivo (ej.: punto de escucha). Idealmente micrófono de medición y orientación consistente.

2. Obtener IR

- Opción A: medir Transfer Function y luego **Capture from TF**.

- Opción B: medir con **Measure IR (Sweep)** ajustando Start/End, Duration, Level, Pre-silence, Post-tail y Output.

3. Ajustar referencias y ventanas

- Verificar **Align to peak** y ajustar **IR length** para incluir decaimiento útil sin “comerse” demasiado noise floor.

- Definir Early/Clarity2/DRR según el tipo de análisis (habla/música/control room, etc.).

4. Interpretar plots

- Usar **ETC** para reflexiones tempranas/ITDG y tabla de reflexiones.

- Usar **EDC** para consistencia del decaimiento y RT.

5. Comparación / promedio

- Guardar **A/B** y comparar overlays y resumen.

- Si se necesita representatividad espacial, usar **Multi-position average** con target y compute avg.

6. Bandas y export

- Activar 1/1 o 1/3 octava y **Compute bands** si necesitás diagnóstico espectral del decaimiento.

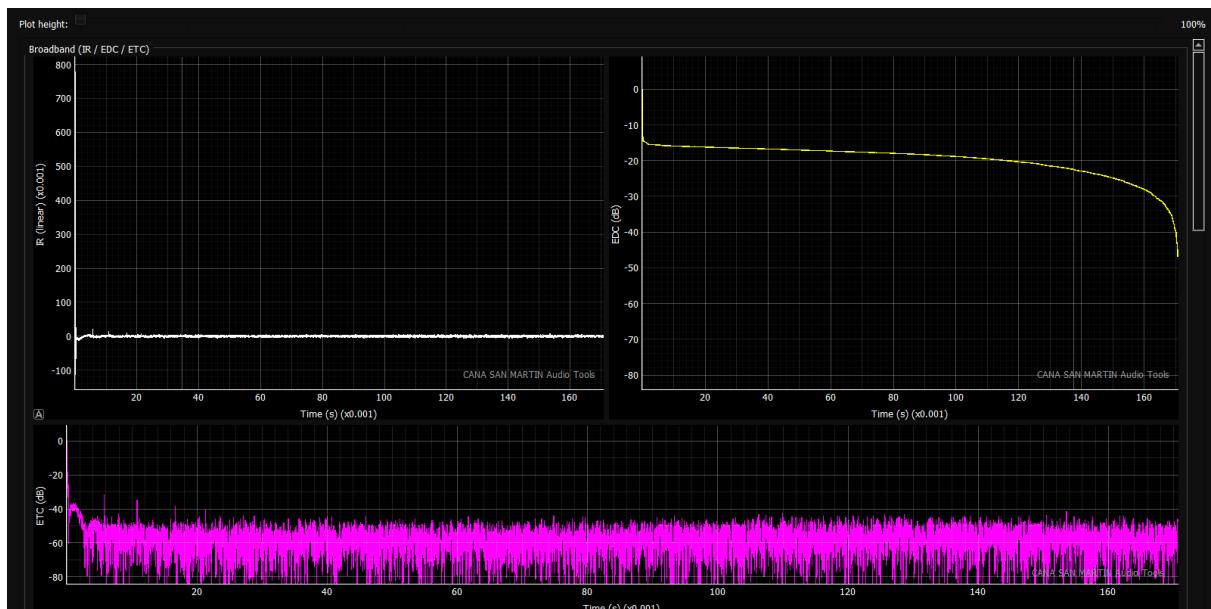
- Exportar CSV o IR WAV para reportes.

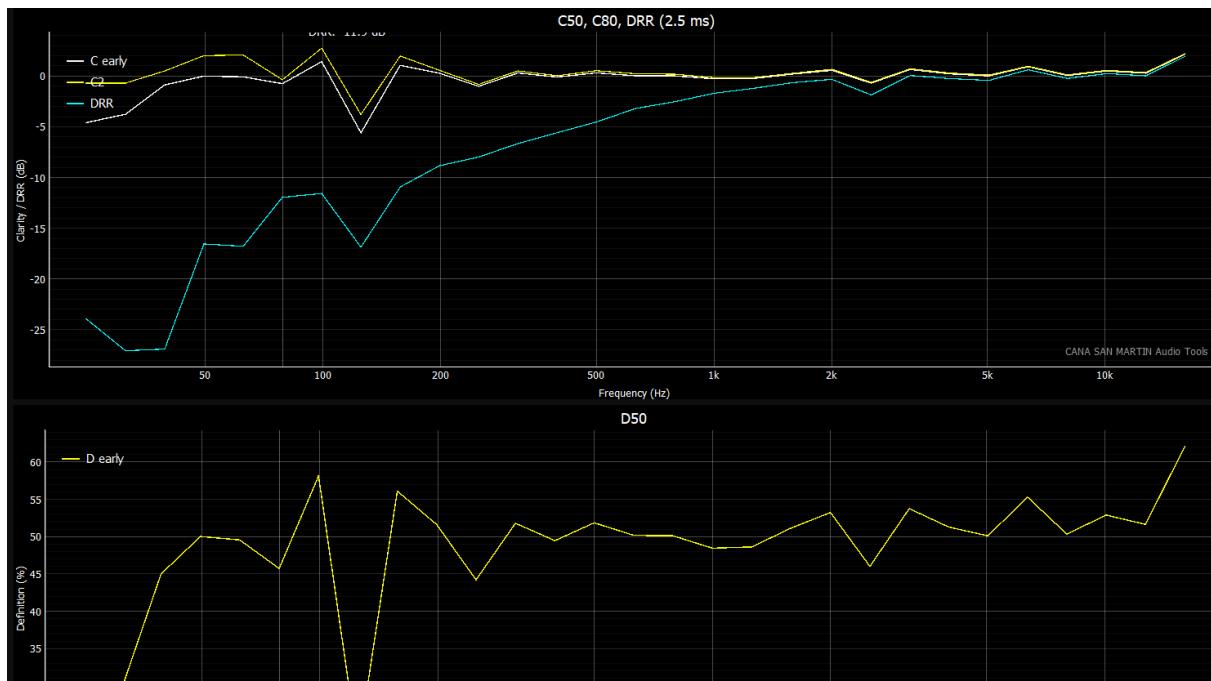
7. Pestaña Acoustic Graphs

La pestaña **Acoustic graphs** está pensada para visualizar, **en función de la frecuencia**, los parámetros acústicos clásicos de sala (tiempos de decaimiento, claridad, definición, etc.) derivados de la **respuesta al impulso (IR)** reconstruida a partir de la **función de transferencia (TF)**. En **SMartin**, el flujo base es:

1. se obtiene una **TF** (magnitud + fase),
2. se reconstruye una **IR** por **IFFT**, con opción de **alinear el pico** del sonido directo a $t = 0$,
3. se calcula la **curva de decaimiento energético tipo Schroeder (EDC)**,
4. se extraen parámetros **banda ancha** y (opcionalmente) **por bandas** (1/1 o 1/3 de octava), que son justamente los que luego se grafican en **Acoustic graphs**.

Esto es parte explícita del diseño del módulo de parámetros de sala en el código base del proyecto.





7.1 Fundamento común: IR, energía y EDC (Schroeder)

7.1.1 Respuesta al impulso (IR)

La **IR** $h(t)$ es la “huella temporal” del sistema *parlante + sala + micrófono*:

- **Pico inicial:** sonido directo (y/o primera llegada).
- **Reflexiones tempranas:** primeras reflexiones relevantes (paredes, consola, piso/techo).
- **Cola reverberante:** campo difuso y decaimiento global.

En **SMartin**, para los cálculos de sala se trabaja con la **energía** instantánea:

$$E(t) = h^2(t)$$

El módulo también contempla **alineación del pico** para ubicar el directo en $t = 0$ (lo cual es crucial para métricas basadas en ventanas “temprano/tardío” como C50/D50/DRR).

7.1.2 Curva de decaimiento energético (EDC / Schroeder)

La **EDC** se obtiene por **integración inversa** de la energía:

$$EDC(t) = \int_t^{\infty} E(\tau) d\tau$$

En términos discretos, **SMartin** implementa esto como una suma acumulada “desde el final” (equivalente al método de Schroeder), y la expresa en dB relativa al inicio.

Qué significa físicamente:

La EDC describe cuánta **energía acústica remanente** queda en la sala a partir de cada instante. Si la sala es aproximadamente difusa en un rango, la EDC tiende a ser **casi lineal** cuando se grafica en dB vs tiempo.

7.1.3 Ruido, rango dinámico y confiabilidad del decaimiento

Las métricas de RT (T20/T30, etc.) dependen fuertemente de que la EDC “tenga caída” suficiente **por encima del piso de ruido**. SMartin calcula:

- **Estimación de ruido** (por ejemplo, a partir de la cola final de la EDC).
- **EDC mínimo y rango dinámico** del decaimiento (aprox. cuántos dB cae la EDC antes de pegar en el ruido).

Y emite advertencias cuando la EDC no alcanza los rangos necesarios (por ejemplo, para estimar T30 hace falta llegar cerca de -35 dB).

Por qué esto importa: Si el ruido “corta” la cola, el ajuste lineal puede sesgar el resultado (típicamente **sobre-estimar RT**), porque la EDC deja de caer y se “aplana”.

7.2 Parámetros acústicos que evalúa SMartin en esta familia (y que alimentan Acoustic graphs)

SMartin define explícitamente el set principal de parámetros “Room acoustic parameters” y también la opción de cálculo por bandas (octavas/tercios), que es lo que **Acoustic graphs** suele representar como curvas vs frecuencia.

A continuación, la teoría, el cálculo y el uso de cada parámetro.

7.2.1 Tiempos de decaimiento: EDT y RT60 (T10/T15/T20/T30)

Idea general

Se toma la EDC en dB y se ajusta una recta:

$$EDC_{dB}(t) \approx a t + b$$

donde a es la pendiente en dB/s.

Si el decaimiento fuese perfectamente exponencial, esta recta sería muy estable.

Luego se extrapola a un decaimiento de 60 dB:

$$RT60 = \frac{-60}{a}$$

En **SMartin**, la conversión “pendiente → RT60” se hace exactamente así (-60/slope).

7.2.2 EDT (Early Decay Time)

Es un estimador del “tiempo de reverberación percibido” dominado por la primera parte del decaimiento (muy correlacionado con percepción de “vivo/seco”).

Cómo se calcula: Ajuste lineal sobre los **primeros 10 dB** de caída (0 a -10 dB) y extrapolación a 60 dB. **SMartin** usa un ajuste sobre ese rango:

- Rango típico: 0 → - 10 dB.
- Resultado final: $EDT = -60/a$.

Para qué sirve:

- Sensible a reflexiones tempranas y a cómo “arranca” la sala.
- Muy útil en salas pequeñas donde el campo no es difuso y T30 puede ser poco representativo.

7.2.3 T10 / T15 / T20 / T30 (familia RT60 por segmentos)

Son estimadores de RT60 basados en distintos tramos de la EDC (con distinta exigencia de rango dinámico).

Cómo se calculan en SMartin: Ajustes lineales en rangos estándar:

- **T10:** -5 a -15 dB
- **T15:** -5 a -20 dB
- **T20:** -5 a -25 dB
- **T30:** -5 a -35 dB
y luego extrapolación a 60 dB en todos los casos.

Para qué sirven:

- **T30** suele ser el más “clásico” para RT60 cuando hay rango dinámico suficiente.
- **T20** es un compromiso común cuando la medición no llega a -35 dB.
- **T10/T15** son útiles cuando la cola está limitada por ruido o cuando la sala es muy seca.

Criterio práctico de confiabilidad (muy importante):

Si la EDC no llega al final del segmento, el valor es poco confiable. SMartin lo detecta y lo marca (ej.: si el mínimo de EDC no llega a -35 dB, T30 es “not reliable”).

7.2.4 Calidad del ajuste (fit quality)

SMartin calcula una métrica de calidad del ajuste (R^2) en el segmento usado, en base al error cuadrático y la varianza del tramo:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}$$

Tal como aparece en la implementación del ajuste.

Cómo interpretarlo:

- **R² cercano a 1:** decaimiento aproximadamente exponencial en ese tramo → RT más confiable.
- **R² bajo:** decaimiento no lineal, ruido, reflexiones dominantes, o sala muy modal → interpretar con cautela.

7.2.5 Claridad: C50 y C80

La **claridad** compara energía temprana vs tardía:

$$C_x = 10 \log_{10} \left(\frac{\int_0^x E(t) dt}{\int_x^\infty E(t) dt} \right)$$

- **C50:** $x = 50$ ms (orientado a inteligibilidad de habla).
- **C80:** $x = 80$ ms (orientado a claridad musical).

Cómo lo calcula SMartin:

- Suma energía hasta un índice de tiempo **early_ms** y la compara con la energía posterior (late).
- Lo mismo para **clarity2_ms**.
En el código se ve explícitamente la suma temprana/tardía y el cálculo con log10.

Además, el label se construye como `C{early_ms}` y `C{clarity2_ms}`, confirmando que en **SMartin** son parámetros configurables (por defecto suelen ser 50 y 80 ms).

Para qué sirve:

- **C50:** predictor fuerte de inteligibilidad (más energía temprana respecto de la cola → mejor claridad del habla).
- **C80:** describe definición musical (ataques, separación de notas, articulación).

Lectura en Acoustic graphs:

Ver C50/C80 por banda ayuda a entender si la sala “embarra” por frecuencia (por ejemplo, baja claridad en graves por cola modal, o caída en medios por exceso de reflexiones).

7.2.6 Definición: D50

La **definición** es la fracción de energía temprana dentro de una ventana (clásicamente 50 ms):

$$D_{50} = 100 \cdot \frac{\int_0^{50ms} E(t) dt}{\int_0^{\infty} E(t) dt}$$

Cómo lo calcula SMartin:

Se calcula como porcentaje de energía temprana sobre la energía total (100×early/total).

Para qué sirve:

- Muy usado en evaluación de **habla** y salas donde importa “cuánta energía útil llega pronto”.
- En **Acoustic graphs**, D50 por frecuencia es extremadamente ilustrativo para diagnosticar pérdidas de definición en bandas específicas.

7.2.7 Tiempo central: Ts (Center Time)

El **tiempo central** es el “centro de masa temporal” de la energía:

$$T_s = \frac{\int_0^{\infty} t E(t) dt}{\int_0^{\infty} E(t) dt}$$

Cómo lo calcula SMartin:

Se implementa exactamente como suma ponderada por tiempo sobre energía total.

Interpretación:

- **Ts bajo** → energía concentrada temprano → sala más “directa” / más claridad.
- **Ts alto** → energía desplazada hacia la cola → más reverberación percibida y/o reflexiones tardías dominantes.

Para qué sirve:

- Complementa a C50/C80: donde claridad sube, Ts suele bajar.
- En **Acoustic graphs**, Ts por banda permite identificar bandas donde el sistema “retiene” energía (típico en graves).

7.2.8 DRR: Direct-to-Reverberant Ratio

El **DRR** (relación directo/reverberante) es:

$$DRR = 10 \log_{10} \left(\frac{E_{directo}}{E_{reverberante}} \right)$$

El desafío está en definir qué se considera “directo”. En SMartin se usa una ventana configurable **drr_ms**: energía desde 0 hasta ese límite se considera “directo”; lo posterior “reverberante”.

Cómo lo calcula SMartin:

Suma $E(t)$ hasta un índice **drr_ms** y lo compara con la energía restante, en dB.

Para qué sirve:

- Indicador fuerte de **distancia percibida** y “seco vs ambiente”.
- Muy útil para comparar posiciones: mover el micrófono 20–40 cm puede cambiar DRR y explicar cambios subjetivos.

Cuidado práctico:

- En salas pequeñas, reflexiones muy tempranas pueden “contaminar” el directo si la ventana es demasiado larga.
- En salas grandes, una ventana muy corta puede subestimar el directo.

7.2.9 ITDG y reflexiones tempranas (ETC / tabla de reflexiones)

Aunque no es estrictamente “un gráfico de banda”, SMartin también deriva y reporta información de **reflexiones tempranas**, incluyendo:

- **Tabla de reflexiones** con tiempos y niveles relativos,
- **ITDG (Initial Time Delay Gap)** como el tiempo entre el directo y la primera reflexión significativa.

En la implementación se observa que, tras detectar picos de reflexiones, el ITDG se toma como el mínimo Δt positivo posterior al directo (dt_ms) y se reporta en ms.

Qué significa ITDG:

- Un **gap mayor** tiende a favorecer sensación de “espacio” sin ensuciar la imagen, porque el cerebro separa directo de reflexiones (efecto Haas/precedencia).
- Un **gap muy corto** puede degradar localización e imagen estéreo (reflexiones demasiado cercanas al directo).

Para qué sirve en práctica:

- Diagnóstico fino de **primeras reflexiones** (consola, laterales, techo).
- Decidir ubicación y tipo de tratamiento (absorción/difusión) para controlar *timing* y nivel de esas reflexiones.

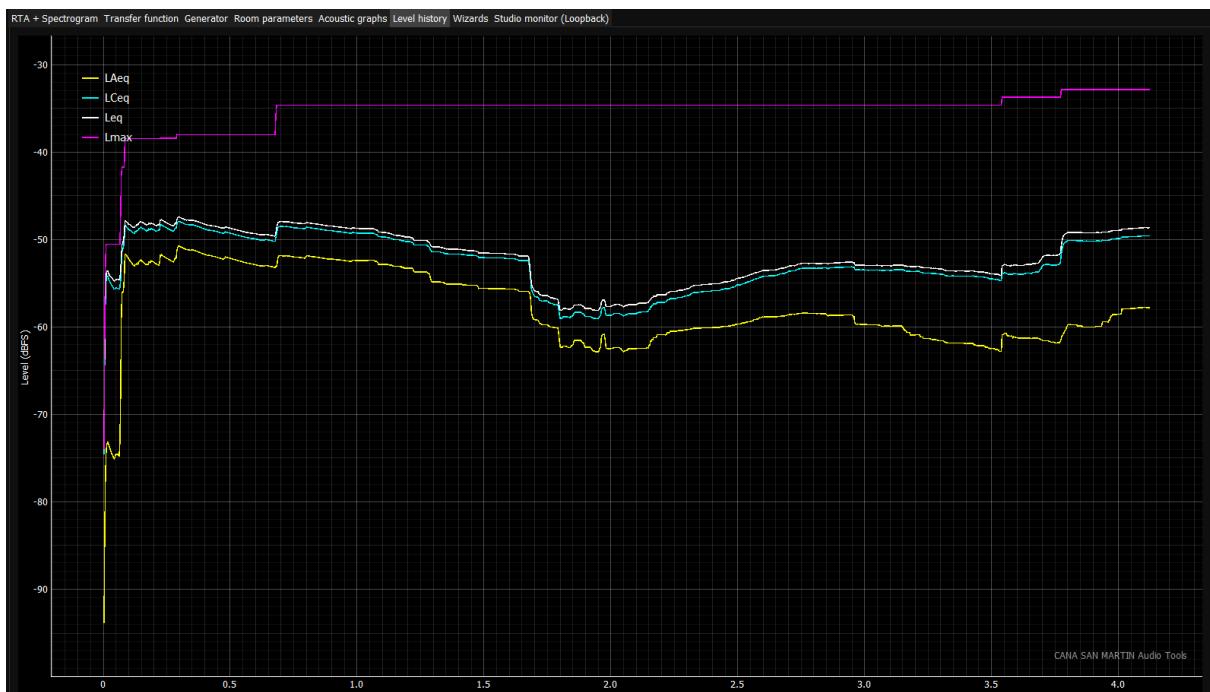
7.3 Cómo leer Acoustic graphs correctamente (criterios prácticos)

1. **No busques un único número “mágico”.**
Lo valioso es el **perfil en frecuencia**: cómo varían EDT/RT/C50/C80/D50/Ts/DRR en cada banda.
2. **RelacionA parámetros entre sí:**
 - RT alto en graves + Ts alto en graves suele indicar **ringing modal**.
 - C80 bajo + D50 bajo generalmente coincide con percepción de “embarrado”.
 - DRR bajo donde C80 también cae suele ser síntoma de mucha energía tardía y/o reflexiones dominantes.
3. **Chequeá siempre confiabilidad (ruido / rango dinámico / R²).**
Si SMartin te marca que T20/T30 no son confiables por falta de caída de EDC, usá EDT/T10/T15 y repetí medición mejorando SNR.

7.4 Recomendaciones de medición para que Acoustic graphs sea “científico” y repetible

- **SNR real**: elevar el nivel de excitación sin clip, y medir en silencio.
- **Alineación del directo**: si el directo no está bien identificado, C/D/DRR se deforman (por eso la opción de peak-align es importante).
- **Consistencia geométrica**: documentar posición de micrófono y parlante; pequeñas variaciones generan diferencias reales.
- **Multiposición (promedio)**: si buscás representar “la sala” y no un punto, promediar posiciones es más robusto (especialmente en LF).
- **Bandas**: para diagnóstico fino usar 1/3 oct; para lectura global usar octavas.

8. Pestaña Level History



8.1. Propósito general

La pestaña **Level History** está orientada al **registro temporal de niveles acústicos**, permitiendo:

- Monitoreo continuo.
- Cumplimiento normativo.
- Análisis de eventos.
- Generación de evidencia técnica.

Es una herramienta **fundamental en contextos legales, laborales y de espectáculos**.

8.2. Qué muestra el gráfico principal

8.2.1 Parámetros típicos trazados

- LAeq
- LCeq
- Leq (flat)
- Lmax
- (según configuración)

Cada parámetro se representa como una **curva independiente** a lo largo del tiempo.

8.2.2 Ejes

Eje X: Tiempo absoluto o relativo (hh:mm:ss).

Eje Y: Nivel en dBFS o dB SPL (según calibración).

8.3. Integración temporal

8.3.1 Fundamento teórico

El **nivel equivalente** se define como:

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$

Donde:

- T es el tiempo de integración.
- $p(t)$ la presión sonora instantánea.

8.3.2 Control de integración

El usuario puede seleccionar:

- 1 s
- 10 s
- 1 min
- Ventanas personalizadas

Impacto

- Integraciones cortas → mayor sensibilidad a eventos transitorios.
- Integraciones largas → mejor evaluación de exposición.

8.4. Logging (registro a archivo)

8.4.1 Funcionamiento

Durante una sesión de grabación:

- Los niveles se **registran automáticamente** a disco.

- El intervalo de escritura es configurable (ej. 0.5 Hz).

8.4.2 Archivos generados

- CSV u otro formato estructurado.
- Timestamp + valores por parámetro.
- Compatible con auditorías y reportes.

8.5. Marcadores y eventos

8.5.1 Marcadores manuales

Permiten:

- Señalar eventos relevantes (inicio de show, prueba, pico).
- Relacionar niveles con acciones concretas.

8.5.2 Visualización

Los marcadores aparecen como:

- Líneas verticales en el gráfico.
- Anotaciones textuales asociadas.

8.6. Cumplimiento normativo

8.6.1 Qué evalúa

El sistema compara:

- LAeq
- Lmax
- Duración

Contra umbrales configurados (según normativa local o internacional).

8.6.2 Indicadores visuales

- Estados OK / WARNING / ALARM.
- Latch de eventos.
- Alarmas persistentes.

8.7. Uso típico en campo

- **Eventos en vivo:** control de exposición del público.
- **Ambientes laborales:** higiene y seguridad.
- **Auditorías:** generación de evidencia trazable.
- **Estudios:** análisis dinámico de contenido.

8.8. Recomendaciones prácticas

- Calibrar siempre antes de registrar.
- Definir integración acorde a la normativa.
- Activar logging antes del evento.
- Usar marcadores para contextualizar datos.

9. Pestaña Wizards

La pestaña **Wizards** concentra **flujos de trabajo guiados** (task-oriented workflows) diseñados para **reducir errores humanos, acelerar tareas repetitivas y estandarizar procedimientos de medición** en situaciones reales de ajuste y verificación de sistemas de audio.

A diferencia de las pestañas “libres” (RTA, TF, etc.), los Wizards:

- imponen un **orden lógico de pasos**,
- aplican **criterios automáticos de validez**,
- y generan **evidencia objetiva** del resultado.

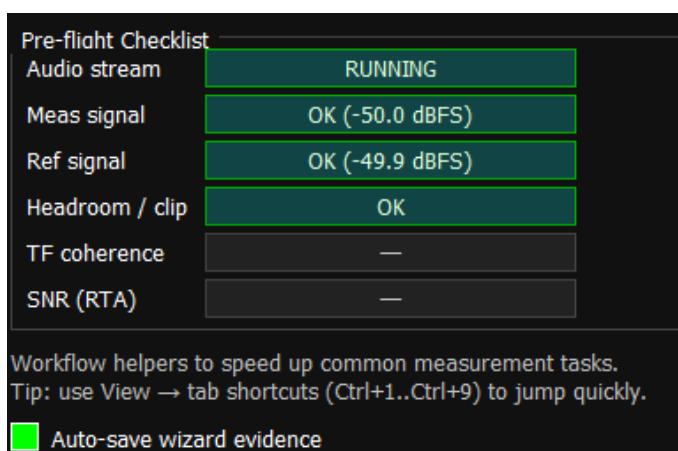
En **SMartin**, los Wizards están pensados como el **puente entre la medición pura y la toma de decisiones técnicas**.

Entre los Wizards disponibles se incluyen:

- Polarity Check
- Sub alignment (retardo de subs)
- Multi-position RTA average
- Fill alignment (delay + level + polarity)
- Multi-position TF average
- Quick capture (RTA + TF + reporte rápido)

Este bloque convierte a **SMartin** no solo en una herramienta de medición, sino en un **sistema de trabajo profesional**, alineado con prácticas reales de ingeniería de sonido.

9.1. Pre-flight Checklist



El **Pre-flight Checklist** es un **sistema de verificación continua de la cadena de medición**, visible en la columna derecha. No es un Wizard en sí, sino un **módulo de control de calidad (QA)** que informa, en tiempo real, si las condiciones actuales permiten **mediciones confiables**.

Funciona como un “semáforo técnico” previo a:

- correr Wizards,
- capturar trazas,
- exportar reportes,
- o tomar decisiones de ajuste.

Qué evalúa: El checklist analiza simultáneamente varios estados críticos:

1. **Audio stream**

- Verifica que el motor de audio esté activo y recibiendo bloques válidos.
- Detecta streams detenidos, errores de backend o bloqueos.

2. **Meas signal (nivel de medición)**

- Evalúa si la señal de medición tiene nivel suficiente.
- Detecta niveles demasiado bajos (ruido dominante) o inválidos.

3. **Ref signal (señal de referencia)**

- Confirma presencia y estabilidad de la referencia (TF).
- Fundamental para coherencia, polaridad y retardo.

4. **Headroom / Clip**

- Calcula margen dinámico disponible.
- Marca **FAIL** si hay clipping, **WARN** si el headroom es insuficiente.

5. **TF coherence**

- Usa métricas de coherencia promedio.
- Indica si una función de transferencia es físicamente interpretable.

6. **SNR (RTA / medición)**

- Relación señal-ruido estimada.
- Evita interpretar espectros dominados por ruido ambiente.

Cada ítem se muestra como:

- **OK** (verde)

- **WARN** (amarillo)
- **FAIL** (rojo)

y se actualiza automáticamente varias veces por segundo.

Uso práctico

El Pre-flight Checklist **no bloquea** acciones, pero:

- **advierte** cuándo una medición puede ser engañosa,
- **educa** al operador sobre qué está fallando,
- y sirve como **control de cumplimiento técnico** antes de documentar resultados.

9.2 Auto Save Wizard Evidence

La opción **Auto Save Wizard Evidence** (en la pestaña Wizards) habilita el **guardado automático de evidencia técnica** cada vez que se ejecuta un Wizard.

Cuando está activa, **SMartin**:

- guarda los resultados **sin intervención del usuario**,
- evita olvidar capturas críticas,
- y genera trazabilidad completa del proceso.

Según el Wizard, la evidencia puede incluir:

- archivos **JSON** con resultados numéricos y metadatos,
- **imágenes PNG** de gráficos (RTA, TF, goniometro, etc.),
- timestamps y etiquetas del Wizard ejecutado.

Los archivos se almacenan en la **estructura de archivos generados del proyecto**, de forma organizada por fecha y tipo de medición, y pueden abrirse directamente desde el botón **Open evidence folder**.

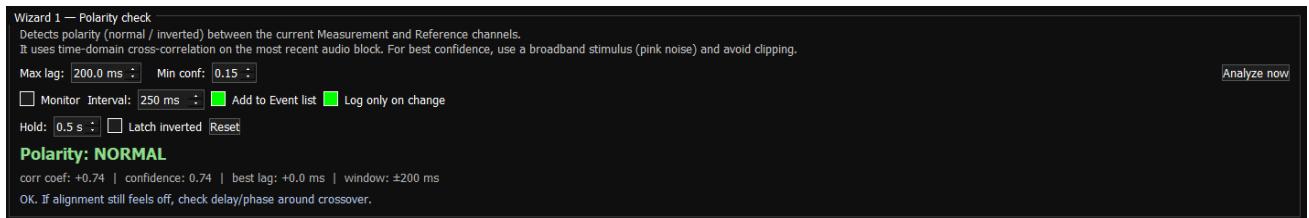
Es especialmente útil en:

- ajustes de sistemas profesionales,
- trabajos sujetos a auditoría,
- cumplimiento normativo,
- documentación post-show o post-instalación.

9.3 Wizard 1 – Polarity Check

El **Polarity Check** determina si la **polaridad acústica** entre la señal de medición y la señal de referencia es:

- **NORMAL** (en fase),
- **INVERTED** (180°),



- o **UNKNOWN** (insuficiente confianza)

La polaridad correcta es crítica para:

- suma coherente entre vías,
- alineación de subs,
- consistencia de imagen estéreo,
- y respuesta en baja frecuencia.

9.3.1 Fundamento teórico

El Wizard se basa en **correlación cruzada temporal** entre:

- el bloque de señal de medición,
- y el bloque de señal de referencia.

El procedimiento, simplificado, es:

1. Se eliminan componentes DC.
2. Se calcula la correlación cruzada completa.
3. Se busca el pico de correlación dentro de una **ventana de retardo máxima** (en ms).
4. Se normaliza el valor:
$$\rho = \frac{\max(|R_{xy}|)}{\|x\| \|y\|}$$
5. Si $|\rho|$ supera el umbral de confianza:
 - o signo positivo → **NORMAL**
 - o signo negativo → **INVERTED**

Si no, el resultado es **UNKNOWN**.

9.3.2 Controles del Wizard

El operador puede ajustar:

- **Max lag (ms)**
Ventana máxima de búsqueda del pico (útil en sistemas con retardo físico).
- **Confidence threshold**
Valor mínimo de correlación aceptable para declarar un resultado.
- **Hold time (s)**
Tiempo durante el cual el resultado debe permanecer estable antes de mostrarse.
- **Latch inverted**
Permite “enganchar” el estado INVERTED hasta que se resetee manualmente.
- **Monitor polarity**
Ejecuta el análisis de forma continua (no solo en un disparo).

9.3.3 Resultado e interpretación

El Wizard muestra:

- estado textual (NORMAL / INVERTED / UNKNOWN),
- coeficiente de correlación,
- retardo estimado,
- y una **acción sugerida** (por ejemplo, invertir polaridad eléctrica).

Esto transforma un concepto abstracto en una **decisión técnica clara y verificable**.

9.4 Wizard 2 — Sub Alignment

Qué hace (función del módulo)

El Wizard 2 calcula una **estimación de retardo relativo** entre dos mediciones de **Función de Transferencia (TF)** (trazas) alrededor de una **frecuencia de cruce** definida por el usuario. En el flujo previsto por **SMartin**, se recomienda **capturar el “Main” como traza A** y el **Sub como traza B**, y luego ejecutar el wizard. Adicionalmente, puede aplicar **ponderación por coherencia** para estabilizar el cálculo cuando la calidad de TF varía con la frecuencia.

En términos operativos, el wizard apunta a responder:

- “¿Cuántos milisegundos debo atrasar (o adelantar, si fuera posible) el SUB respecto del MAIN para que sumen correctamente en el cruce?”
- “¿La polaridad relativa está correcta o conviene invertir para maximizar la suma?”

Teoría (qué está midiendo y por qué)

La alineación Main/Sub se basa en el hecho de que, en la zona de crossover, el resultado acústico es la **suma vectorial** de ambas fuentes. Si en esa zona la **fase relativa** (o equivalentemente el **tiempo relativo**) no está alineada, se produce:

- **Cancelación parcial o total** en el crossover (notch/“hueco”).
- **Respuesta irregular** (peines de fase) y pérdida de impacto/definición.
- Peor translación al resto de posiciones.

La TF, conceptualmente, es una relación compleja entre una señal de referencia y la señal medida. Un **retardo** se manifiesta como una **pendiente lineal de fase** (fase proporcional a frecuencia). Por eso, estimar retardo relativo comparando dos TF es un enfoque robusto.

La “ponderación por coherencia” es importante porque el retardo estimado puede degradarse si hay:

- ruido ambiente alto,
- mala relación señal/ruido,
- reflexiones dominantes,
- saturación o headroom insuficiente,
- problemas de referencia (clocking, routing, etc.).

En esas condiciones, la coherencia ayuda a dar más peso a bins confiables.

9.4.2 Procedimiento completo (en un ajuste real)

A continuación, un procedimiento completo y operativo (estándar en PA) para usar el Wizard 2 correctamente:

1) Preparación del sistema

1. **Asegurar routing y muting:** tener control independiente (mute) de MAIN y SUB en el DSP/console.
2. **Verificar polaridades eléctricas:** que el cableado esté bien, y que no haya inversión accidental en uno de los caminos.
3. **Seleccionar estímulo:** ruido (idealmente **band-limited** alrededor del cruce) o un generador adecuado para elevar coherencia en la banda crítica.
4. **Ajustar niveles:** el SPL debe ser suficiente para dominar el ruido ambiente sin saturar entradas/salidas.

2) Selección del punto de medición (mic placement)

- Para **sub alignment**, el punto de medición debe estar donde:
 - MAIN y SUB estén **simultáneamente presentes** en nivel comparable alrededor del crossover,

- o no estés demasiado cerca de un sub (evitar near-field extremo),
- o sea representativo del área principal (una práctica común: posición cercana a FOH o un punto representativo del “promedio” del sistema).

Regla práctica: si se mide demasiado cerca de una fuente, el resultado se vuelve local y no generaliza.

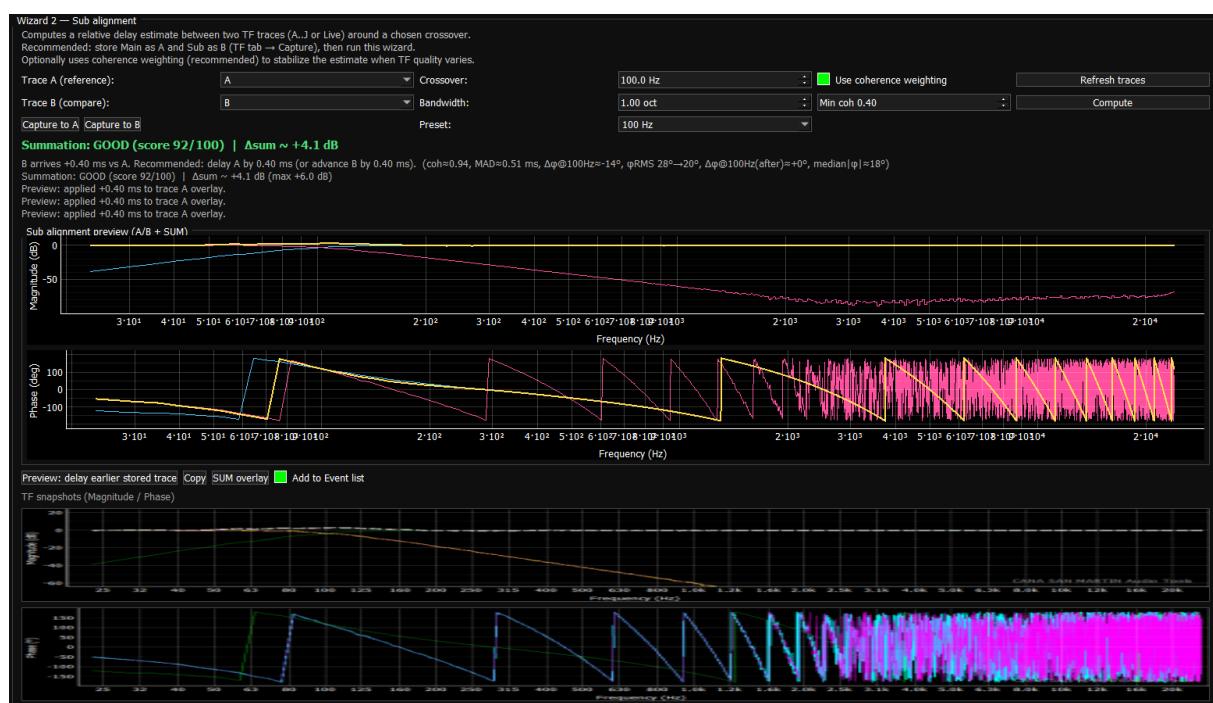
3) Captura de TF (trazas)

1. **Mute SUB**, dejar MAIN solo.
2. En la pestaña de TF, estabilizar y **capturar** la TF del MAIN como **Trace A**.
3. **Mute MAIN**, dejar SUB solo.
4. Capturar la TF del SUB como **Trace B**.

(SMartin incluso contempla helpers de captura “Capture to A / Capture to B” dentro del wizard, para no salir del flujo.)

4) Configuración del wizard y cálculo

1. Abrir **Wizard 2 — Sub alignment**.
2. Seleccionar **Trace A (reference)** = MAIN y **Trace B (compare)** = SUB.
3. Definir **Crossover** (frecuencia nominal del sistema o del preset DSP).
4. Activar **coherence weighting** si está disponible/recomendado (especialmente en venues ruidosos o con reflexiones fuertes).
5. Ejecutar el cálculo.



5) Aplicación de corrección

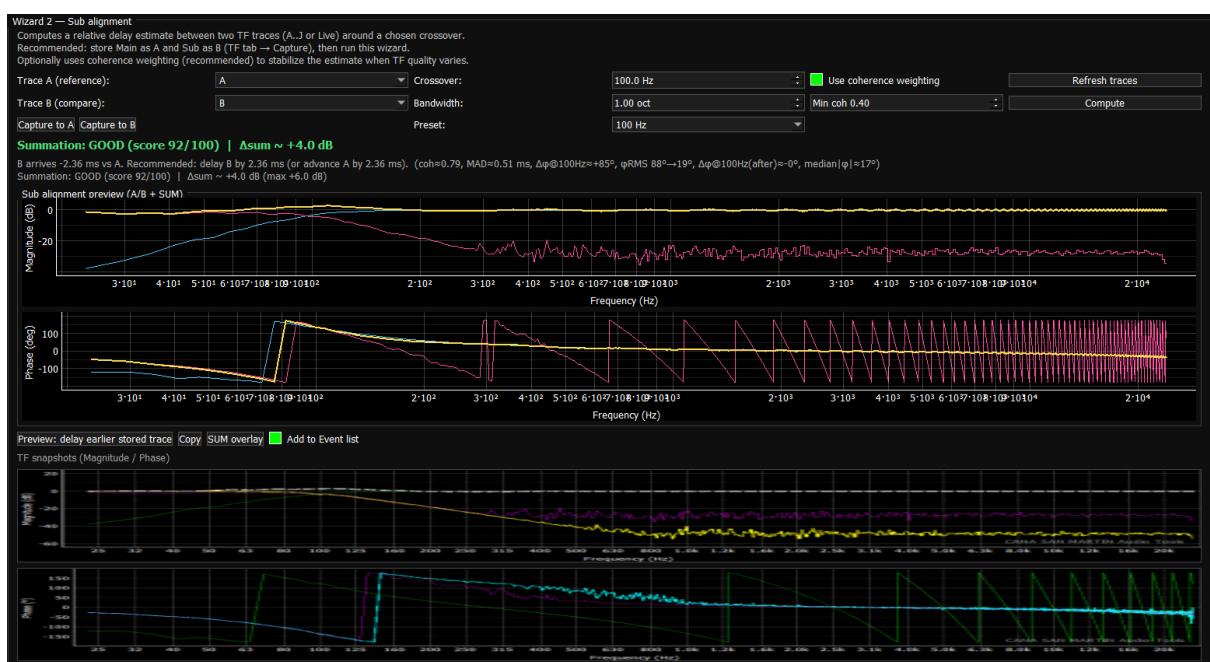
- **Aplicar el delay recomendado** en el camino correspondiente (típicamente en SUB, aunque depende del diseño del sistema).
- Si el wizard sugiere inversión de polaridad, **probar inversión** en SUB (o MAIN) y comparar.

6) Verificación (paso obligatorio)

1. **Unmute MAIN + SUB.**
2. Medir TF del **SUM**.
3. Confirmar:
 - **Magnitud** sin notch en el crossover.
 - **Fase** lo más alineada posible alrededor de la banda de cruce.
 - Coherencia razonable en la zona crítica.

7) Robustez espacial (no quedarse con un solo punto)

- Repetir la verificación en 2–4 posiciones relevantes:
 - cerca del centro,
 - un par de puntos laterales,
 - algún punto más cercano/lejos si el sistema lo amerita.
- Ajustar hacia una **solución de compromiso** (la alineación perfecta en un punto puede empeorar otro si la geometría es compleja).



9.5 Wizard 3 — Multi-position RTA average

Qué hace (función del módulo)

Este wizard permite capturar **N espectros RTA** en distintas posiciones y calcular un **promedio en potencia (power-average)**, almacenando el resultado como una traza RTA (A..J) para comparación.

En términos prácticos, responde:

- “¿Cuál es el espectro promedio de esta zona (varias butacas/posiciones), en vez de una única medición local?”
- “¿Cómo comparo rápidamente el ‘promedio de sala’ contra un target o contra otro sistema?”

Teoría (por qué se promedia en potencia)

Un error típico en ajuste de sistemas es “ecualizar para un punto”. El promedio multi-posición busca aproximar un comportamiento **espacialmente representativo**.

Para promediar espectros, hacerlo “a ojo” en dB es incorrecto. El motivo:

- dB es logarítmico.
- El promedio correcto de energía se hace en el dominio lineal (**potencia / amplitud**), y luego se vuelve a dB.

El wizard declara explícitamente “power-average”, lo cual es consistente con esta necesidad.

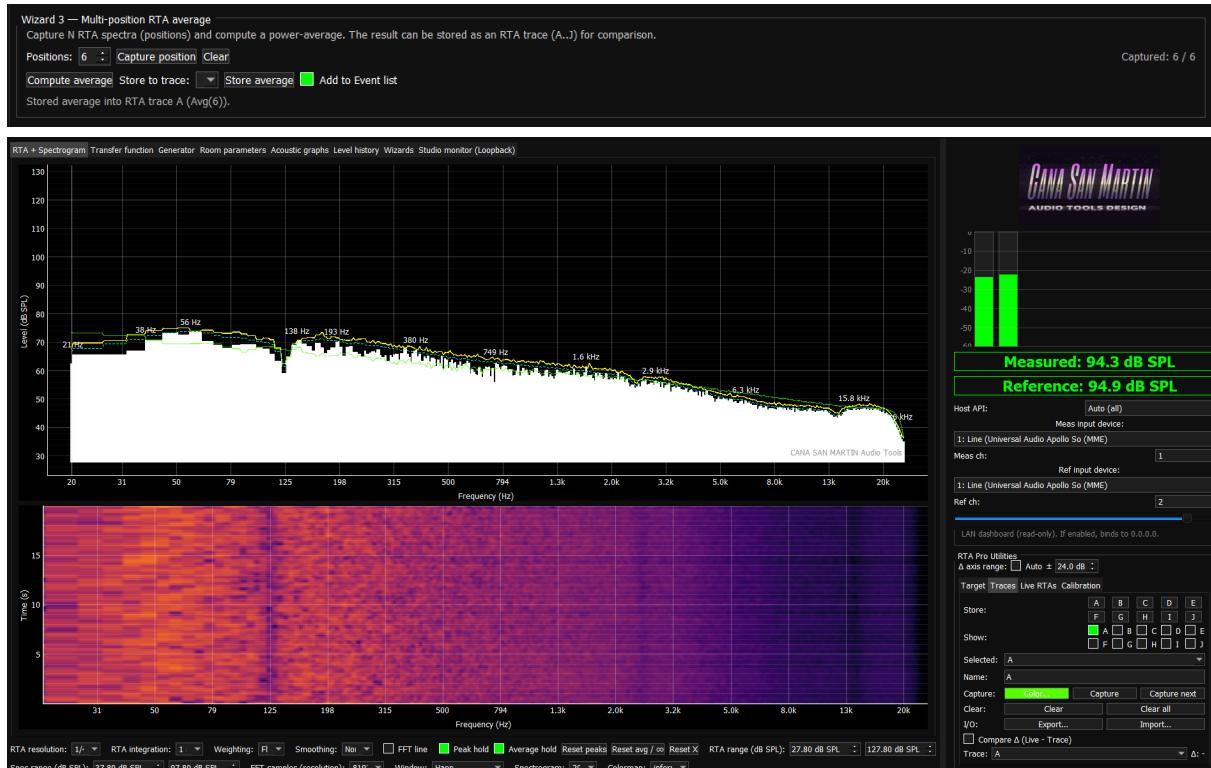
9.5.2 Procedimiento completo (en un ajuste real)

1. Definir la **zona objetivo**: FOH, platea central, sector VIP, etc.
2. Seleccionar 5 a 12 posiciones (según tiempo disponible):
 - cubrir centro y laterales,
 - incluir 1–2 posiciones críticas (por ejemplo, “primeras filas” y “zona de transición”).
3. En cada posición:
 - estabilizar lectura (tiempo de integración adecuado),
 - capturar espectro.
4. Ejecutar el wizard para generar el promedio.

5. Guardar el promedio como traza (A..J) y usarlo para:

- decisiones de EQ global,
- comparación contra targets,
- ver tendencias (exceso de LF, falta de HF, etc.) sin sesgo local.

Importante: el promedio RTA no reemplaza TF cuando se trata de alineación temporal; es complementario para balance espectral.



9.6 Wizard 4 — Fill alignment (frontfills / outfills)

Este wizard utiliza **TF (magnitud y fase)** alrededor de un crossover elegido para **recomendar delay y polaridad** entre un sistema principal y un fill. La guía operativa incluida indica:

- Medir en una posición donde ambos se escuchen (zona de overlap),
- aplicar el delay sugerido al canal del fill,
- verificar con la medición del SUM (overlay).

Los fills (frontfills/outfills, etc.) suelen cubrir zonas donde el sistema principal:

- no llega con nivel suficiente,
- pierde inteligibilidad por geometría,
- necesita refuerzo local.

Pero si fill y main se superponen sin alineación:

- aparece **comb filtering**,
- se degrada inteligibilidad (especialmente en 1–4 kHz),
- la imagen estéreo/ubicación percibida se vuelve inestable.

Alinear fills consiste en ajustar el **tiempo relativo** (delay) y, cuando corresponde, la **polaridad**, para maximizar suma coherente en la zona de transición.

9.6.2 Procedimiento

1) Definir “dónde” alinear (punto de decisión)

Para fills, el punto crítico no es FOH necesariamente. La práctica habitual es elegir:

- el **límite** del área de cobertura del fill (donde empieza a “mandar” el main), o
- una **zona de solapamiento** representativa.

Esto produce una transición más suave en el área real de uso.

2) Preparación

1. Asegurar que el fill tiene:

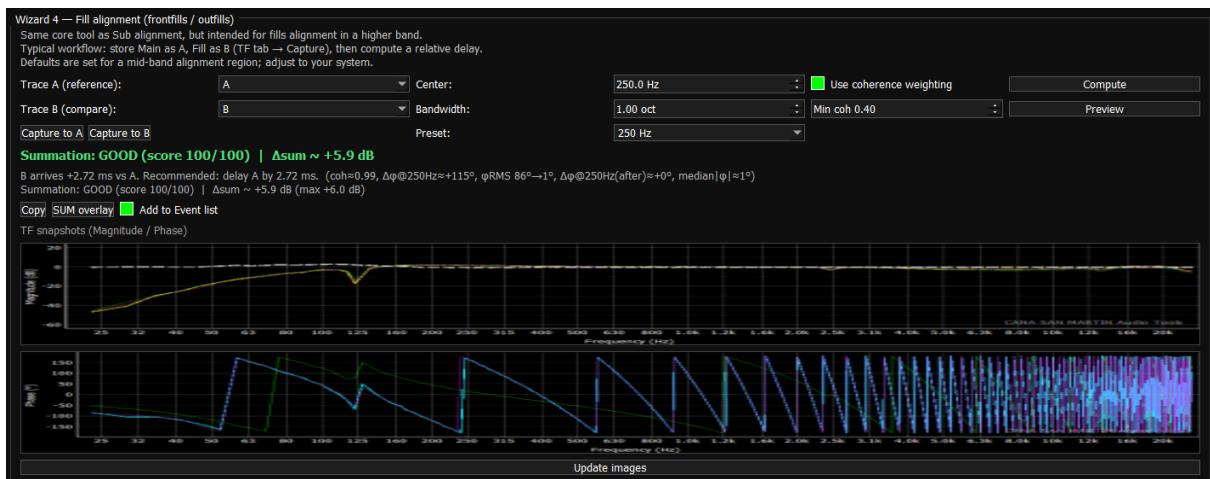
- nivel nominal razonable,
- filtros de protección y/o crossover correcto,
- routing y mute independiente.

2. Seleccionar estímulo:

- ruido band-limited en banda de interés (muy útil),
- o un generador equivalente que permita buena coherencia.

3) Capturar trazas TF

1. **Solo MAIN** → capturar TF (Trace A).
2. **Solo FILL** → capturar TF (Trace B).
3. Ejecutar wizard con la frecuencia/banda de cruce o transición.



4) Aplicar delay y polaridad (y respetar precedencia)

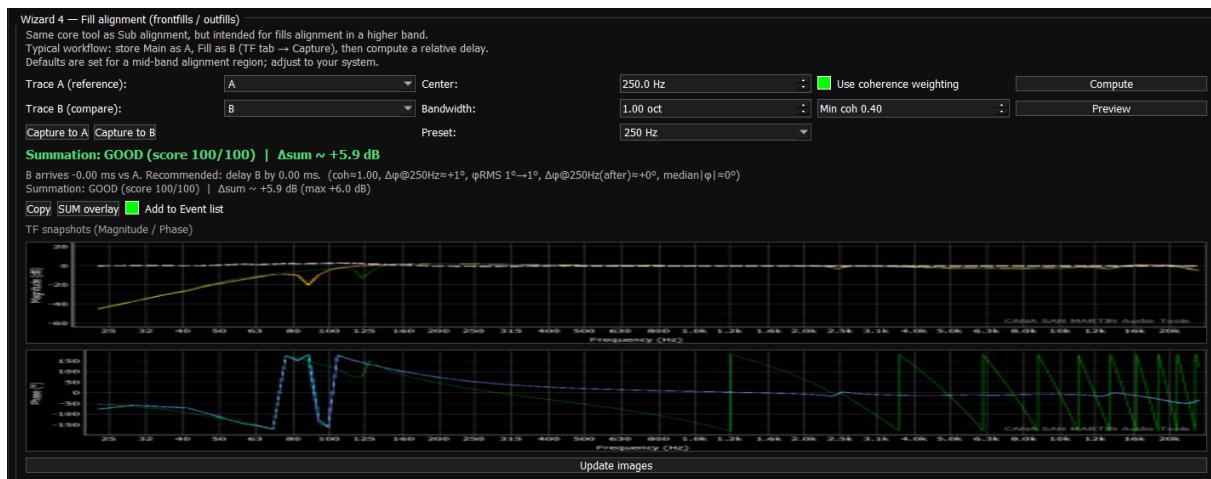
- Aplicar delay al **fill** para acercar su llegada temporal a la del main en el punto elegido.
- En fills, además del “máximo acople”, hay un criterio psicoacústico: **evitar que el fill tome la localización** si no se desea.
En muchos escenarios se busca que el main “mande” en percepción, lo cual implica no adelantar el fill (y típicamente retrasarlo lo suficiente para coherencia, sin provocar eco).

5) Verificación (SUM)

- Con MAIN+FILL activos:
 - revisar magnitud en banda de overlap,
 - revisar fase relativa si aplica,
 - escuchar material real (voz) para validar que la solución “medida” coincide con percepción.

6) Validación espacial

- Moverse 2-5 posiciones a lo largo del borde del overlap (izquierda/derecha y un poco adelante/atrás).
- Ajustar hacia un compromiso si aparece un “peine” muy marcado en un sector.



9.6.3 Flujo recomendado de trabajo en un ajuste (orden lógico)

Un procedimiento de campo robusto, usando estos wizards como herramientas, suele seguir este orden:

1. **Pre-flight:** routing, referencias, headroom, coherencia básica.
2. **Polarity check** (Wizard 1, si aplica) para asegurar que el sistema parte de una base correcta.
3. **Sub Alignment (Wizard 2):** alinear SUB con MAIN en el cruce.
4. **Fill alignment (Wizard 4 / “Fill Alignments”):** alinear frontfills/outfills contra el sistema principal, usando el punto de solapamiento correcto.
5. **Multi-position RTA average (Wizard 3):** obtener un espectro representativo y tomar decisiones de EQ global y/o target matching con menor sesgo.
6. Verificación final con material real + walk test.

9.7 Wizard 5: Multi-position TF magnitude average

Este wizard captura múltiples mediciones de **Transfer Function (TF)** en varias posiciones y calcula el **promedio espacial de la magnitud** (no de la fase, salvo que implementes un método específico de fase).

A nivel de cómputo, el promedio de magnitud se realiza así:

- Se define una **rejilla de referencia** (frecuencias de la primera captura).
- Cada captura se ordena por frecuencia y se interpola a la rejilla de referencia **en eje logarítmico** ($\log_{10}(f)$), que es lo correcto para datos de audio (espaciado perceptual/tercios/octavas).

- Se aplica **gating por coherencia**: sólo se promedian bins cuya coherencia supera un umbral `min_coh`.
- La magnitud en dB se convierte a lineal (amplitud) $10^{(dB/20)}$, se promedia, y se vuelve a dB con $20 \cdot \log_{10}$.

Además, puede conservar/acompañar un promedio de coherencia como referencia diagnóstica.

Finalmente, el resultado se almacena como una traza externa de TF (por ejemplo “TF AvgMag”) y el UI lo reporta como *Stored TF AvgMag -> slot*.

La TF (con referencia) tiende a separar mejor:

- respuesta del sistema,
- del contenido de la señal.

Por eso, el promedio multi-posición de TF suele ser **más “ajustable”** que un RTA (que es absolutamente válido, pero más dependiente del programa y del campo directo/reverberante).

El gating por coherencia evita que el promedio se contamine con:

- bajas coherencias por ruido, distorsión, viento, público, etc.,
- bandas donde la relación señal/ruido o la linealidad del sistema no permiten una TF fiable.

9.7.2 Procedimiento

1. **Armar TF correctamente** (ref y meas bien ruteados, sincronía, niveles).
2. Medir en una primera posición y verificar:
 - coherencia razonable en el rango de trabajo,
 - que el espectro de excitación cubra el ancho de banda,
 - que no haya clipping ni falta de headroom.
3. Definir Mínima Coherencia :
 - si estás en campo/ambiente difícil: un umbral más bajo puede permitir ver más rango, pero con más riesgo de contaminación;
 - si estás en condiciones controladas: un umbral más alto produce promedio más confiable.
4. Capturar las posiciones (misma lógica espacial que arriba).
5. Usar el promedio de magnitud para:
 - EQ tonal global,
 - ver tendencias por banda (p.ej., exceso 200–400 Hz consistente),

- evaluar consistencia de cobertura si comparás con trazos por posición.

9.8 Wizard 6 - Quick capture (RTA + TF)

Es un flujo “rápido” que captura **RTA y TF juntos** por posición y luego calcula ambos promedios. Al capturar un punto:

- Si todavía no hay datos de RTA, muestra un mensaje tipo “No RTA data yet...” (hay que iniciar audio y esperar espectro).
- Si todavía no hay datos de TF, muestra “No TF data yet...” (hay que iniciar medición TF).

Cada captura agrega:

- snapshot RTA (frecuencia + dB)
- snapshot TF (frecuencia + magnitud + fase + coherencia)

Luego, al computar promedios, aplica:

- promedio espacial del RTA en **potencia lineal** y retorno a dB.
- promedio espacial de la TF por **interpolación en log-f, umbral de coherencia** y promedio en amplitud lineal.

Y tiene una acción para **guardar ambos resultados** (RTA AvgPow y TF AvgMag) en sus “slots”/trazos correspondientes, usando:

- `store_external_trace(... kind="avgpow")` para RTA
- `store_external_mag_trace(...)` para TF

Quick capture no inventa una nueva teoría: simplemente empaqueta en un solo flujo:

- **promedio espacial de energía** (RTA),
- **promedio espacial de magnitud del sistema** (TF, con coherencia).

que es la forma correcta de promediar espectros:

1. Convierte dB → lineal:

$$P = 10^{\frac{dB}{10}}$$

2. Promedia en lineal:

$$P^- = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i$$

3. Vuelve a dB:

$$dB^- = 10 \log_{10}(P^-)$$

¿Por qué es correcto? Promediar “en dB directo” es matemáticamente incorrecto para energía. El promedio en potencia evita sesgos y representa mejor el “promedio acústico” por banda. Esto es útil cuando se desea un “resumen rápido” de cobertura/tonalidad de un área sin hacer dos procedimientos separados.

9.8.2 Procedimiento recomendado

- Utilizarlo cuando ya se tiene:
 - a. audio/ruteo operativo del RTA,
 - b. TF corriendo con coherencia decente.
- Definir **Positions** antes de empezar y mantener un patrón de recorrido (p.ej., serpenteo por filas, ideal de 6 a 20 posiciones).
- No capturar mientras se camina: detener 1–3 s (según integración) y hacer captura estable.
- Al final, guardar ambos promedios como trazos y compararlos contra:
 - target (si corresponde),
 - mediciones puntuales críticas (FOH, mix position, etc.).

9.8.3 TF min coh

- Rango: **0.00 a 1.00**
- Default típico: **0.40**
- Define un umbral de **coherencia mínima** para el promedio de TF.

Al promediar la **magnitud de TF**, el wizard **ignora** (no promedia) las frecuencias donde la coherencia está por debajo de ese valor. Esto evita que el promedio se “contamine” con bins donde la medición es poco confiable (bajo SNR, mala referencia, distorsión, etc.).

Uso recomendado:

- 0.30–0.50: buen compromiso para campo real.
- 0.60+: sólo si tenés medición muy estable (muy buen SNR).
- 0.00: si querés promediar todo sí o sí (no recomendado en vivo).

Controles

9.8.4 Clear

- Borra las capturas acumuladas (reinicia el set de posiciones).
- Útil si te equivocaste de lugar o cambiaste un parámetro importante y querés volver a empezar.

9.8.5 Compute averages

- Fuerza el cálculo del promedio en ese momento.
- Requiere mínimo **2 posiciones** capturadas.

9.8.6 Store RTA / Store TF + Store both

- Store RTA: elegir el slot (A–J) donde se guardará el **trace promedio** de RTA.
- Store TF: elegir el slot (A–J) donde se guardará el **trace promedio** de TF.
- Store both: guarda ambos resultados a la vez, con nombre tipo **QuickAvg(n)**.

9.8.7 Add to Event list

- Si está activo, al computar/guardar agrega un **evento/marcador** del tipo:
 - “Wizard: Quick averages computed (n pos)”
- Ese marcador aparece luego en el **Event List** y en **Level History** como referencia temporal (útil para reportes y trazabilidad).

9.8.8 Export PDF...

- Dispara la exportación de PDF del sistema.
- Recomendación práctica: usalo **después** de “Store both”, así el reporte incluye los promedios guardados y visibles como referencia.

9.8.9 Errores comunes y troubleshooting

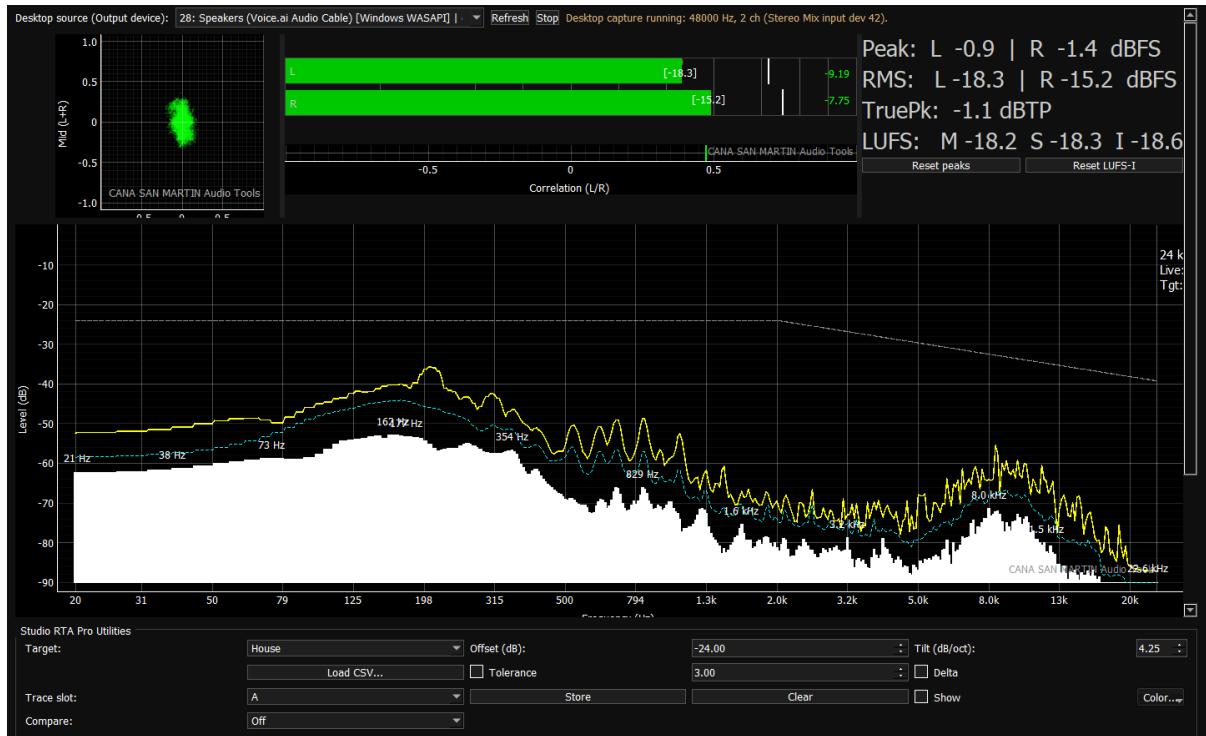
1. **“No RTA data yet”**
 - No arrancó audio o el RTA aún no recibió bloques suficientes.
2. **“Could not capture TF snapshot”**
 - TF no está produciendo arrays válidos en ese momento (medición inestable, motor detenido, no hay señal/ref).
3. **Promedio “raro” o inconsistente**
 - Estabas capturando con cambios de configuración entre posiciones (FFT size, smoothing, etc.)
 - Estabas moviendo el mic mientras capturabas.
 - Coherencia muy baja: subir SNR o bajar TF min coh temporalmente.

9.8.10 Recomendaciones prácticas (para que el Wizard 6 sea “de show”)

- Mantener **misma ganancia** y mismo routing durante toda la secuencia de capturas.
- Capturar posiciones **representativas**, no extremos (paredes/esquinas) salvo que sea el objetivo.
- Usar coherencia mínima razonable (0.4 es un excelente punto de partida).
- Guardar y nombrar el resultado: por ejemplo
 - QuickAvg(6) FOH
 - QuickAvg(6) Audience para que luego el PDF y las comparaciones tengan sentido.

10 - Pestaña Studio monitor (Loopback)

Esta pestaña está diseñada para **medir lo que reproduce la computadora** (audio de “escritorio”) **sin micrófono**, es decir, *en el dominio digital* y en tiempo real. El objetivo típico es “control de mezcla/master” (estudios) o verificación de entregables (streaming/broadcast), midiendo espectro, estéreo/fase y niveles/loudness sobre el mismo audio que sale por el dispositivo seleccionado.



10.1 Qué mide exactamente y por qué es útil

Se captura la **señal que llega al dispositivo de salida** elegido (parlantes/auriculares/virtual cable), **antes** de convertirse a señal acústica. En Windows, la intención es hacerlo con **WASAPI loopback** (captura del “render endpoint”). La propia pestaña lo declara como nota de operación: usa loopback y sugiere capturar 2ch aunque luego se mire 1 canal internamente.

- Permite analizar **lo que realmente está saliendo del sistema** (DAW, reproductor, navegador, etc.), sin errores por posicionamiento de micrófono, sala, etc.
- Es ideal para:
 - **Balance espectral (RTA)** sin influencia acústica.
 - **Compatibilidad mono / fase** (correlación y goniometría).
 - **Niveles (Peak/RMS/True Peak)** y **loudness (LUFS)** como control final de entrega.

Importante: al ser una captura digital, lo que se ve está expresado principalmente en **dBFS / dBTP / LUFS**. No es una medición SPL (dB SPL) “en el aire”.

10. 2 Captura “loopback”: teoría operativa y consideraciones

WASAPI Loopback (Windows)

En la implementación, la captura se realiza abriendo un `InputStream` con configuración WASAPI en modo loopback (cuando está disponible). Se verifica que el entorno sea Windows y que `sounddevice` exponga `WasapiSettings`, y se habilita `loopback=True`. Es por ello que en versiones previas a Windows 11 pueda no funcionar correctamente.

Implicancias prácticas:

- Debe seleccionarse como fuente el **mismo dispositivo de salida** por el que suena el audio.
- Si el flujo no inicia, puede ser por **incompatibilidad de canales, sample rate** o drivers. La pestaña sugiere explícitamente “probar otro dispositivo WASAPI o igualar sample rate” cuando no arranca.

10.3 Controles superiores: selección de fuente y arranque

En la parte superior de la pestaña se encuentra la fila de control principal:

- **Desktop source (Output device):** selector del dispositivo de salida a monitorear.
- **Refresh:** vuelve a enumerar dispositivos.
- **Start/Stop:** inicia/detiene la captura.
- **Status:** mensajes de estado/errores (avisos en color ámbar).

Recomendación de uso:

1. Elegir el dispositivo correcto (el mismo que está “sonando”).
2. Presionar **Start**.
3. Verificar que el **status** indique funcionamiento y que haya movimiento en medidores/gráficas.

10.4 Módulos de la pestaña: qué muestra cada uno y cómo interpretarlo

La pestaña integra un set de analizadores típicos de control de mezcla/master.

A) VU / PPM (medición de nivel dinámica)

Qué muestra

- Barras para el nivel de señal por canal (según el diseño, puede mostrar L/R).

- Combina conceptos de **RMS** (energía promedio) y **peak** (picos instantáneos), con su balística.
- **RMS** se correlaciona mejor con “sensación de volumen” (energía sostenida).
- **Peak** indica picos rápidos relevantes para clipping y headroom.

B) Estadísticas (Peak/RMS/True Peak/LUFS)

El cuadro superior derecho muestra:

- Valores numéricos de nivel y loudness (p. ej. Peak, RMS, True Peak y LUFS en sus variantes).
- Botones de reset para “limpiar” máximos o integraciones, según versión/configuración.
- **True Peak (dBTP)**: estima picos *inter-sample* (picos que pueden aparecer al reconstruir la señal analógica).
- **LUFS**: loudness perceptual normalizado (según ventanas/tiempos: momentary, short-term, integrated, etc., dependiendo del módulo).

C) Goniometer (vector scope / analizador estéreo)

Medido de nube/trazo XY que describe la relación entre canales. Puede operar en **L/R** o en **M/S** según selector.

Interpretación esencial:

- **Mono coherente (L≈R, en fase)**: tiende a una **línea vertical** (máxima correlación positiva).
- **Señal muy “wide” con contenido Side fuerte**: nube más “abierta” horizontalmente.
- **Problemas de fase / cancelaciones**: correlación baja o negativa, nube tendiendo a horizontal o patrones extraños.

Modo M/S

- Mid y Side son combinaciones lineales:
 - $M = (L + R) / 2$
 - $S = (L - R) / 2$
- Es muy útil para diagnosticar si el estéreo proviene de contenido realmente “side” o de desfases problemáticos.

D) Correlation meter (grado de correlación L/R)

Indicador (de -1 a +1 pi radianes) que cuantifica cuán similares son L y R.

Interpretación

- **+1**: L y R idénticos (mono perfecto).
- **0**: no correlacionados (puede ser estéreo muy decorrelacionado o ruido independiente).
- **-1**: inversión total (alto riesgo de cancelación al sumar a mono).

Este módulo es el “termómetro” rápido de compatibilidad mono.

E) RTA (Real-Time Analyzer) del loopback

El RTA de esta pestaña es **exclusivo** para el audio capturado del escritorio. Expone:

- Espectro en tiempo real (magnitud vs frecuencia), útil para:
 - balance tonal,
 - resonancias,
 - exceso/defecto de bandas (subgraves, presencia, aire),
 - comparación contra targets y trazas (cuando están habilitados).

Parámetros principales del RTA (controles)

La pestaña incluye un conjunto de controles configurables, dentro de un área scrollable, para permitir crecer sin romper layout. Entre los controles se encuentran:

- **Studio RTA res (fracción de octava)**: 1/1, 1/3, ... 1/48.
- **Integration**: ventana temporal de integración (125 ms...2 s).
- **Weight (ponderación)**: Flat/A/C.
- **Smooth (suavizado)**: None, 1/24, 1/12, 1/6.
- **RTA ch**: Mid/Left/Right/Side.
- **Gain (dB)**: ganancia de visualización.
- **Range (dBFS)**: mínimo/máximo del eje vertical.

FFT size y Window (parámetros “DSP” críticos)

Para parametrizar el análisis espectral, el Studio monitor incorpora controles de:

- **FFT size (512...16384)**
- **Window** (Hann, Hamming, Blackman, Rectangular)

Estos parámetros afectan directamente:

- **Resolución en frecuencia** (FFT grande = más resolución, más latencia temporal).
- **Leakage espectral** (la ventana controla cómo “se fuga” energía entre bins; Rectangular tiene más leakage; Blackman reduce leakage pero ensancha lóbulo principal, etc.).

Cuando el usuario cambia FFT/ventana, el sistema **recrea el núcleo DSP** con la nueva configuración y actualiza bandas/centros si aplica.

10.5 “Studio RTA Pro Utilities”: Targets y comparación

La pestaña incluye utilidades para comparar lo medido contra objetivos (“targets”) y habilitar herramientas de tolerancia/delta:

- **Target:** Off / Flat / Tilt / House / Custom CSV.
- Parámetros de target:
 - **Offset (dB)**
 - **Tilt (dB/oct)**
- **Load CSV...** para cargar una curva objetivo externa.
- **Tolerance y Delta** para visualizar margen y/o diferencia.

En términos prácticos, esto transforma el loopback RTA en una herramienta de referencia comparable a un “target curve” típico de ajuste tonal.

10.6 Procedimiento recomendado (workflow de estudio) para usar Loopback

1. **Configurar el sistema de audio**
 - Seleccionar el dispositivo correcto en “Desktop source”.
 - Confirmar que el audio que querés medir efectivamente sale por ese endpoint.
2. **Iniciar captura**
 - Click **Start**.
 - Confirmar status “running” y movimiento en medidores.
3. **Verificar integridad estéreo**
 - Revisar **Correlation**: idealmente cercano a +1 para material mono o con alta compatibilidad.

- Revisar **Goniometer**: mono debería concentrarse vertical; material estéreo correcto debería formar nube coherente sin patrones de inversión.

4. Analizar espectro

- Ajustar **Studio RTA res, Integration, Smooth** según el objetivo:
 - diagnóstico rápido: integración corta + smoothing moderado.
 - evaluación tonal fina: integración mayor + res alta (p. ej. 1/24–1/48) + FFT grande.

5. Comparar contra target

- Activar **House/Tilt** o cargar CSV si se busca una referencia definida.

6. Control de niveles

- Monitorear Peak/RMS/True Peak y LUFS para coherencia de entrega (y usar resets cuando corresponda).

10.7 Limitaciones y advertencias importantes

- **No reemplaza medición acústica**: es una medición “en digital”. Para evaluar sala, SPL, respuesta de sistema en el espacio, etc., se requiere micrófono y las otras pestañas (RTA/TF/Room Parameters, etc.).
- Puede capturar **todo lo que suene por el sistema**, incluyendo notificaciones, etc., si comparten el mismo dispositivo de salida.
- Si el stream no inicia, el propio módulo indica que se pruebe otro dispositivo WASAPI o se iguale sample rate.