

# Medidas del tiempo de reverberación: de los registradores de nivel analógicos a los sistemas portátiles de adquisición de datos en tiempo real

Gregorio Herranz Sánchez  
Ingeniero Técnico de Telecomunicación

Silvia Ortiz Benito  
Ingeniero Técnico de Telecomunicación

Uno de los parámetros más importantes a la hora de evaluar cómo decae la energía sonora en un recinto cerrado es el **tiempo de reverberación**. Dicho parámetro ha sido estudiado y analizado, desde Sabine que introdujo el concepto de reverberación cuantificándolo, a principios del siglo XX, pasando por Eyring, Millington, Fitzroy, Kuttruff, hasta Arau a comienzos del siglo XXI. Todos ellos realizaron medidas de tiempo de reverberación emitiendo con una fuente sonora en un determinado recinto y, en un instante dado, cesando la emisión de la fuente. Es entonces cuando el sonido decae en función de ciertos parámetros hasta que se llega al nivel de ruido propio del recinto en el que se realiza la medida.

Subjetivamente el tiempo de reverberación se interpreta como la persistencia del sonido en el recinto hasta hacerse inaudible. Todos hemos estado en locales donde se perciben sensaciones sonoras muy diferentes dependiendo por ejemplo del material del que están construidas las paredes. No es lo mismo dar una palmada y escucharla en un servicio (donde los azulejos que componen las paredes hacen que la palmada persista un determinado tiempo) que en un locutorio de radio (donde dicha palmada rápidamente dejará de oírse debido a los materiales absorbentes que revisten el locutorio).

Técnicamente se define el tiempo de reverberación como el intervalo de tiempo necesario para que el nivel de presión acústica disminuya 60 dB una vez que

cesa la emisión de la fuente. Este intervalo de tiempo es directamente proporcional al volumen de la sala e inversamente proporcional a la absorción de los cerramientos que componen la sala. (figura 1). Cortesía de Bruel & Kjaer

Numerosos estudios concluyen que el tiempo de reverberación ideal de un recinto es el llamado *tiempo óptimo de reverberación* es decir un valor (o valores) intermedios de tiempos de reverberación que dan la mejor calidad de sonido en función de: uso que se vaya a hacer del recinto, dimensiones del mismo, naturaleza de la fuente sonora a emitir en el recinto y frecuencias para analizar su caída energética.

No tendrá el mismo tiempo de reverberación óptimo un aula destinada a la

reproducción de voz que un taller mecánico. Igualmente una sala de biblioteca de 500 m<sup>3</sup> tendrá un tiempo de reverberación óptimo menor que otra sala de las mismas características pero con un volumen de 1500 m<sup>3</sup>. Un aula destinada a dar clase no tendrá el mismo tiempo de reverberación óptimo que una sala de cine donde la señal a emitir no es solo palabra sino música, efectos sonoros... Y por último, se comprueba también que la forma de decaimiento del sonido para frecuencias bajas no es la misma que para frecuencias altas (es decir el análisis del tiempo de reverberación se deberá hacer en función de la frecuencia).

Una vez definido el parámetro a medir podemos comprobar que a lo largo de los años ha habido una clara evolución

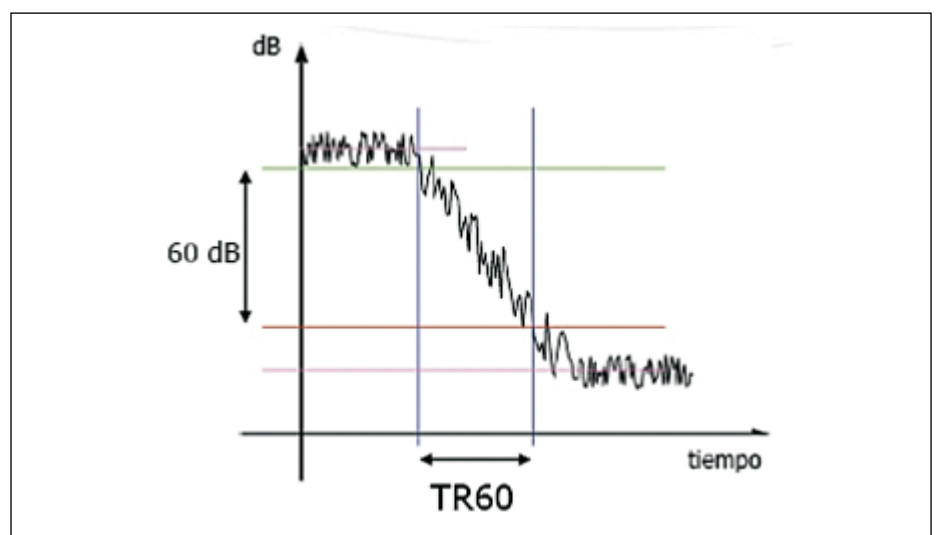


Figura 1

en los equipos que miden el tiempo de reverberación.

Las primeras configuraciones que nos encontramos para realizar medidas de este tipo (años 80) constaban de una fuente sonora de tamaño considerable (tamaño de 0,5 cm x 0,24 cm, capaces de emitir potencias de 40 a 100 dB), excitada por un generador de ruido filtrado (banda ancha de 100 hz a 10 KHz ó 7 bandas de octava de 125 hz a 8 KHz; pudiendo emitir ruido rosa y ruido blanco). En recepción se usaban sonómetros (a los que se añadían diferentes juegos de filtros para poder medir en bandas de frecuencia –no en tiempo real–) que captaban las caídas de señal y se imprimían en registradores de niveles “portátiles”. Con posterioridad en los propios sonómetros se integraron un juego de filtros y fueron capaces de emitir señal. (figura 2). Cortesía de Bruel & Kjaer

Otras configuraciones usadas fueron las que empleaban el conocido analizador acústico de edificios. Este equipo era capaz de interpretar las medidas procedentes del micrófono y presentaba en una pantalla LCD el resultado del tiempo de reverberación sin necesidad de plasmar en una gráfica la caída de la señal. Sin embargo si se quería obtener el tiempo de reverberación gráficamente, se podía, conectando el analizador al registrador de nivel, que mediante una plumilla iba dibujando la caída de la señal sobre un papel calibrado. Era sobre ese papel donde se realizaba el cálculo de la caída de señal ponderando cuánto tiempo había transcurrido en caer 60 dB (o 30 dB si la caída era lineal o el margen dinámico no era adecuado). La emisión de ruido a la sala a medir se realizaba con una fuente sonora autoamplificada, constituida por un generador de ruido, un amplificador de potencia y un altavoz (capaz de emitir una potencia de 118 dB en un margen frecuencial de 100 hz a 4 KHz). (figura 3) o/y (figura4) o/y (figura5).Cortesía de Bruel & Kjaer

Los sistemas de medida que nos encontramos hoy en día para la medida del tiempo de reverberación van de los sistemas de adquisición de datos en tiempo real a los equipos totalmente portátiles que interactúan con los ordenadores para el procesamiento de datos y creación de informes.

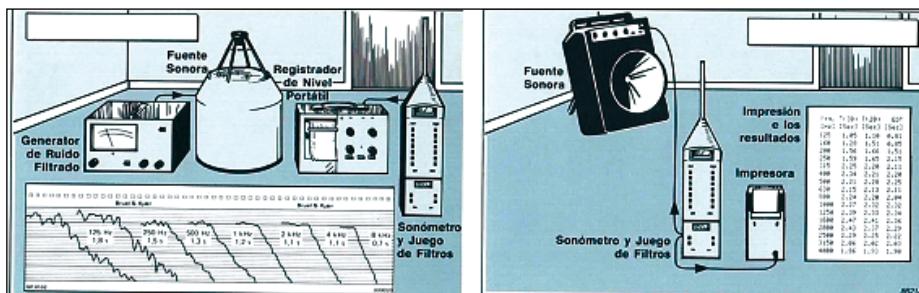


Figura 2

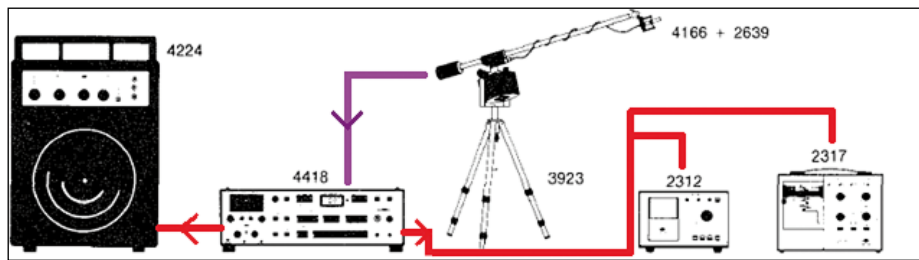


Figura 3

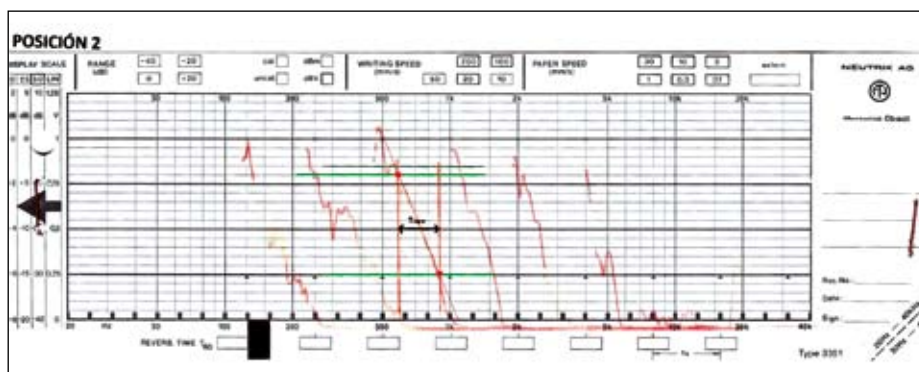


Figura 4

Los primeros consisten en un hardware al que le llegan los datos procedentes de uno (o varios) micrófonos, conectado a un ordenador portátil donde se encuentran instalados diferentes módulos de software, para calcular, analizar y procesar los tiempos de reverberación medidos (entre otros parámetros). La señal llega al equipo en tiempo real y se visualiza en la pantalla del PC. (figura 6). Cortesía de Álava Ingenieros

Los segundos consisten en equipos que integran un micrófono de medida que capta los datos y los integra en el software

del propio equipo capaz de mostrar en la pantalla los resultados de las medidas. Igualmente interactúan con un PC para el volcado y tratamiento de los datos. (figura 7 o 7b o 7c). Cortesía de Bruel & Kjaer

Hemos visto como las necesidades de portabilidad a la hora de realizar medidas de tiempo de reverberación (y de cualquier otro tipo) así como la versatilidad a la hora de comunicar los diferentes equipos y la mejora en el tratamiento de los datos, han hecho evolucionar los equipos “de laboratorio” hacia estos últimos que hemos comentado.

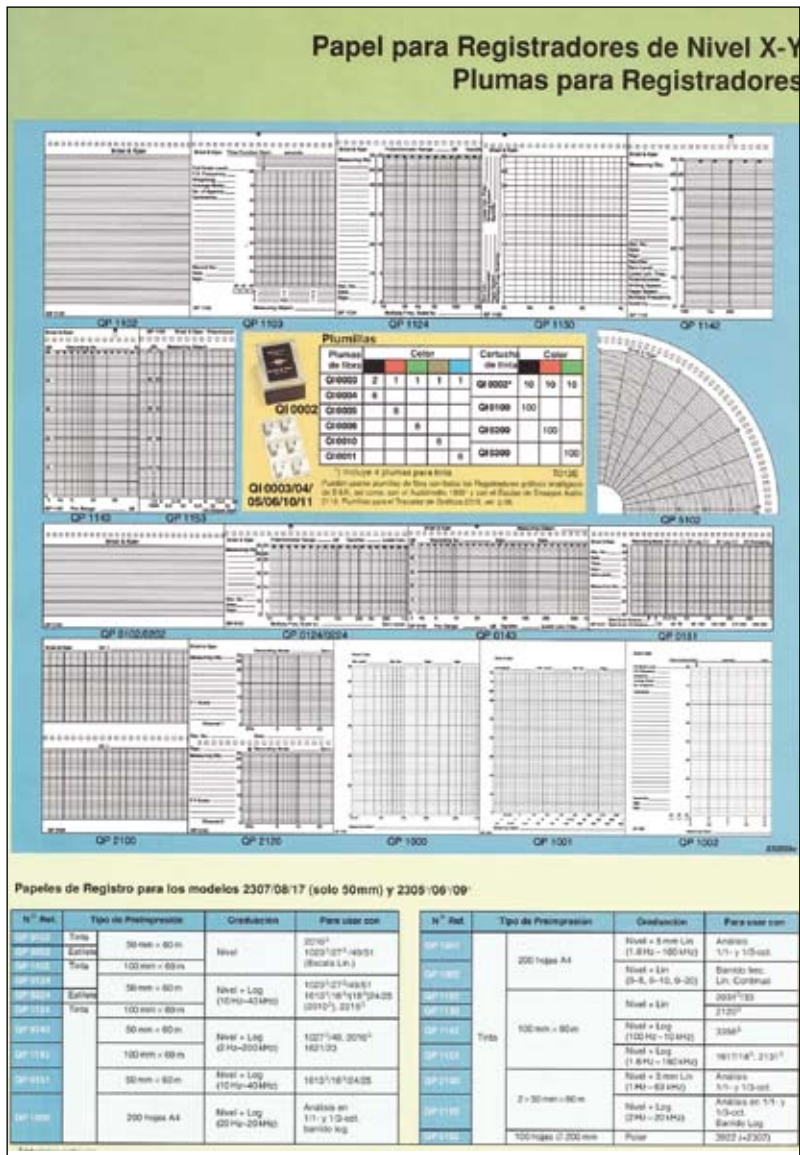


Figura 5



Figura 6

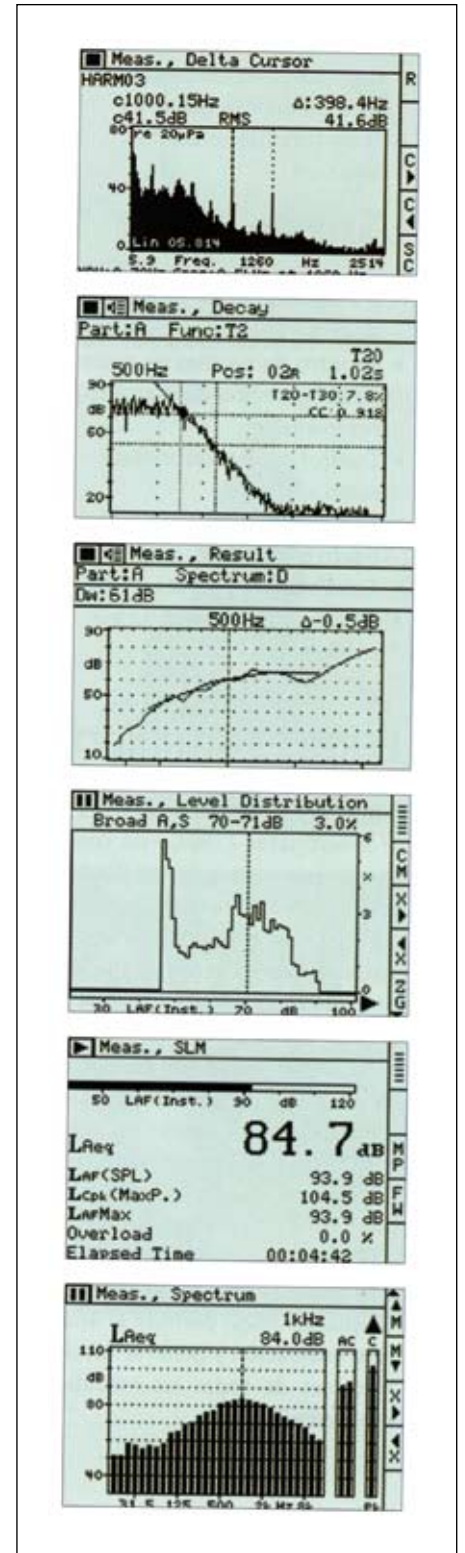


Figura 7c



Figura 7



Figura 7b