



OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TECH 3343

DIRECTRICES PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN CONFORME A LA EBU R 128

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA A LA EBU R 128

ESTADO: VERSIÓN 2.0

THIS INFORMAL TRANSLATION OF TECH 3343 INTO SPANISH HAS BEEN KINDLY PROVIDED BY MR NACHO LEGORBURO (SETSI). PLEASE NOTE THAT THE OFFICIAL AND DEFINITIVE VERSION OF TECH 3343 IS THE EBU ENGLISH VERSION. PLEASE REPORT ANY ERRORS YOU NOTICE IN THIS TRANSLATION TO TECH@EBU.CH

Ginebra
Agosto 2011

Anotación sobre Conformidad

Este documento contiene texto **normativo** y texto **informativo**.

Todo el texto es normativo excepto la Introducción y cualquier otro específicamente etiquetado como 'Informativo' o párrafos individuales que comiencen con 'Nota:'.

El texto **Normativo** describe elementos indispensables u obligatorios. Contiene las palabras clave que indican conformidad: 'debe', 'debería' o 'podrá' definidas de la siguiente manera:

'Tiene que' o 'No tiene que': Indica los requisitos que deben seguirse estrictamente y de los que no se permite desviarse con el fin de cumplir con el documento.

'Debería' o 'No debería': Indica que, entre varias posibilidades, se recomienda una como particularmente conveniente, sin mencionar ni excluir otras.

O, Indica que se prefiere realizar una determinada acción pero no se requiere necesariamente.

O, Indican que (en forma negativa) una cierta acción está en desuso pero no prohibida.

'Podrá' y 'No es necesario': Indica el curso de una acción permitida dentro de los límites del documento.

Por defecto se identifica con obligatorio (en frases que contienen 'debe') o con recomendado (en frases que contienen 'debería') de forma preestablecida. Dicho preestablecimiento puede, opcionalmente, ser sobrescrito por la acción del usuario o suplementado con otras opciones en aplicaciones avanzadas. Las obligaciones por defecto deben ser respetadas. Lo preferible es el respeto a las recomendaciones por defecto, pero no se requiere necesariamente.

El texto **Informativo** es potencialmente útil para el usuario, pero no es indispensable y puede ser eliminado, cambiado o añadido editorialmente sin afectar al texto normativo. El texto informativo no contiene palabras clave.

Una aplicación conforme es la que incluye todas las disposiciones obligatorias ('debe') y, si se aplican, todas las disposiciones recomendadas ('debería') como se describe. Una aplicación conforme no tiene necesidad de aplicar disposiciones opcionales ('podrá') y no es necesario ponerlas en práctica tal y como se describe.



Contenido

1. Introducción	7
2. EBU R 128, ITU-R BS.1770	9
2.1 Sonoridad del Programa	11
2.2 Rango de Sonoridad	12
2.3 Nivel de Pico Verdadero (TPL), Máximo TPL Permitido	13
2.4 Logotipo R128	15
3. Concepto General de Normalización de Sonoridad	15
3.1 Pico frente a Sonoridad	15
3.2 Normalización de la señal frente a Metadatos	16
3.3 Uso del parámetro 'Rango de Sonoridad'	18
3.4 'Ascendiendo' al Pico Verdadero	20
4. Estrategias para la Normalización por Sonoridad	20
4.1 Producción, Post-producción	20
4.2 Medición de la Sonoridad en Producción y Post-Producción	22
4.3 Preparados, listos (los niveles), ¡YA!	23
4.4 Rango de Sonoridad en Producción y Post-Producción	25
5. Qué medir en Producción y Post-Producción	27
5.1 Señal Independiente frente a Normalización basada en elemento de anclaje	27
5.2 Canal de Efectos de Baja Frecuencia (LFE)	29
6. Producción y Serialización basados en ficheros	29
6.1 Diagramas de Bloques	30
6.2 Estrategias Genéricas de nivelación por Sonoridad - Procesado	31
7. Metadatos	33
7.1 Metadatos de Sonoridad del Programa	34

7.2	Metadatos de Control del Rango Dinámico	34
7.3	Coefficientes de reducción de canales	36
8.	Calibración de señales a la luz de la Normalización por Sonoridad	37
8.1	Señal de Calibración y Nivel	37
8.2	Nivel de Escucha.....	38
9.	Implementación y migración.....	39
9.1	Migración genérica y Asesoramiento para la Implementación	39
9.2	10 puntos de acción para la Migración e Implementación.....	40
10.	Cuestiones específicas de género (televisivo/radiofónico).	40
10.1	Anuncios y Trailers.....	41
10.2	Música	42
11.	Referencias.....	43

Agradecimientos

Aunque este documento es el resultado de mucho trabajo de colaboración dentro del grupo PLOUD de la UER, es su sufrido presidente, Florian Camerer, quien ha recopilado, enriquecido y filtrado el texto en esta publicación durante muchos días, y muchas semanas de esfuerzo.

Dedicatoria

Este documento está dedicado a dos grandes ingenieros de sonido; Gerhard Stoll y Gerhard Steinke.

Directrices prácticas para la Producción e Implementación de acuerdo con la EBU R 128

Comité UER	Editado por primera vez	Revisado	Reeditado
Comité Técnico	2011	Ago 2011	

Palabras Clave: Audio, Sonoridad, normalización, producción, implementación.

1. Introducción

Este documento describe de forma práctica uno de los cambios más fundamentales en la historia del audio en la radiodifusión: el cambio del modelo de gestión de los niveles de audio, pasando de la normalización por pico a la **normalización por sonoridad**. No es posible resaltar suficientemente que la **medición de la sonoridad** y la **normalización por sonoridad** *significan* una **verdadera revolución en la gestión de los niveles de audio**. Este cambio es vital debido al problema que se ha convertido en una fuente importante de irritación para las audiencias de televisión y radio de todo el mundo: el salto en los niveles de audio en las pausas de los programas, entre programas y entre canales (*la nota al pie número 2 define el término ‘programa’*).

El modelo de gestión de los niveles de sonoridad afecta a todas las etapas por las que discurre una señal de audio para su radiodifusión, desde la producción a la distribución y transmisión. Por tanto, el objetivo final es armonizar los niveles de sonoridad del audio para conseguir un **nivel de sonoridad universal** para el beneficio último de la audiencia.



Debe resaltarse que lo hasta aquí expuesto **no** significa que el nivel de sonoridad deba ser constante y uniforme en *toda* la duración de un programa, ¡al contrario!, la normalización por sonoridad debe asegurar que el **promedio** de la sonoridad de un programa **completo** sea el mismo para todos los programas; durante la duración de un programa, el nivel de sonoridad puede, por supuesto, variar de acuerdo a necesidades artísticas o técnicas. Con un nuevo nivel de pico (verdadero) y un menor nivel de sonoridad promedio (para la mayoría de los casos), el margen dinámico posible (o *‘rango de sonoridad’*, ver 2.2) es en realidad mayor que con la actual normalización por pico de señal y con los métodos de mezcla actuales.

El concepto básico de normalización por sonoridad es una combinación de los documentos **EBU Technical Recommendation R 128 ‘Normalización de la Sonoridad y nivel máximo permitido de las señales de audio’** [1] y la **Recomendación ITU-R BS.1770 Algoritmos para medir la sonoridad de un programa de audio y el nivel de pico verdadero de la señal’** [2].

La EBU R128 y la ITU-R BS.1770 son los fundamentos. Además, la UER ha editado cuatro documentos técnicos que proporcionan los detalles.



Además del documento R 128, el grupo PLOUD de la UER ha publicado cuatro documentos adicionales:

- **EBU Tech Doc 3341** *‘Medición de la Sonoridad: Medición en ‘Modo EBU’ para complementar la normalización por sonoridad conforme a la EBU R 128’* [3].
- **EBU Tech Doc 3342** *‘Rango de Sonoridad: Parámetro que complementa la normalización por sonoridad conforme a la EBU R 128’* [4].
- **EBU Tech Doc 3343** *‘Directrices Prácticas para la Producción e Implementación conforme a la EBU R 128’* [este documento].
- **EBU Tech Doc 3344** *‘Directrices Prácticas para la Distribución de Programas conforme a la EBU R 128’* [5].

Los documentos técnicos acerca de la *‘Medición de Sonoridad’* y acerca del parámetro *‘Rango de sonoridad’* juegan además un papel crucial para la implementación práctica de la normalización por sonoridad. Estos conceptos se introducirán y definirán en las secciones pertinentes.

Las *‘Directrices de Distribución’* cierran el círculo, cubriendo así todos los aspectos de la normalización por sonoridad para la distribución de señales de audio y abordando el vínculo fundamental entre la producción y el destinatario final, el consumidor. Como este es un documento muy detallado en sí mismo, las directrices de distribución no se presentarán aquí a excepción de alguna referencia ocasional.

Al principio de estas *‘Directrices Prácticas’* se introducen los conceptos principales de las recomendaciones **EBU R 128** e **ITU-R BS.1770**, seguidos por los **conceptos generales** y la **filosofía de la normalización por sonoridad**. A continuación, el documento se ocupará de las **estrategias** para la normalización de la sonoridad en la **producción** y **post-producción** (adquisición, medida, mezcla, metadatos, etc), tareas basadas en **ficheros**, esto es, ingesta, reproducción y archivo (medición, normalización automatizada, metadatos, etc.)

En un capítulo aparte se tratarán con detalle los **Metadatos**. La **Calibración** de las señales de audio y los **niveles de escucha** en estudio serán también objeto de análisis y se proporcionará asesoramiento práctico para la transición a la producción mediante normalización por sonoridad (implementación y migración). En el último capítulo se expondrán ciertas cuestiones específicas de género televisivo o radiofónico acerca de los anuncios y trailers además de programas musicales.

Estas Directrices Prácticas están destinadas a ser un **‘documento vivo’**, donde con el tiempo se irán reflejando las experiencias de los radiodifusores, proporcionando información adicional y orientación a terceros para que se lleve a cabo este cambio fundamental de la forma en que se tratarán las señales de audio.

Téngase en cuenta que los documentos de muchas normas están sujetos a revisión cada cierto tiempo, incluido éste. Se recomienda encarecidamente comprobar las versiones más recientes.

2. EBU R 128, ITU-R BS.1770

La EBU R 128 establece un método predecible y bien definido para medir el nivel de sonoridad de programas deportivos, noticias, publicidad, dramáticos, música, promociones, películas, etc. a lo largo de toda la cadena de radiodifusión y de tal manera ayuda a los profesionales a crear unas especificaciones robustas para la ingesta, producción, reproducción y distribución a multitud de plataformas. La R 128 está basada en su totalidad en un estándar abierto que trata de armonizar la forma de producción y medición de audio internacionalmente.

La base de la R 128 es la recomendación ITU-R BS.1770, documento que es el resultado de un arduo trabajo de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones. El propósito de este estándar es establecer un algoritmo abierto y pactado para medir la sonoridad y el nivel de pico verdadero de los programas de audio. Es un estándar robusto cuyo principal beneficio es la simplicidad de su implementación. En resumen, define una curva de ponderación K ‘*K-weighting curve*’ (un filtro paso alto de segundo orden, modificado como muestra la figura 1) la cual hace coincidir una impresión inherentemente subjetiva con una medida objetiva.

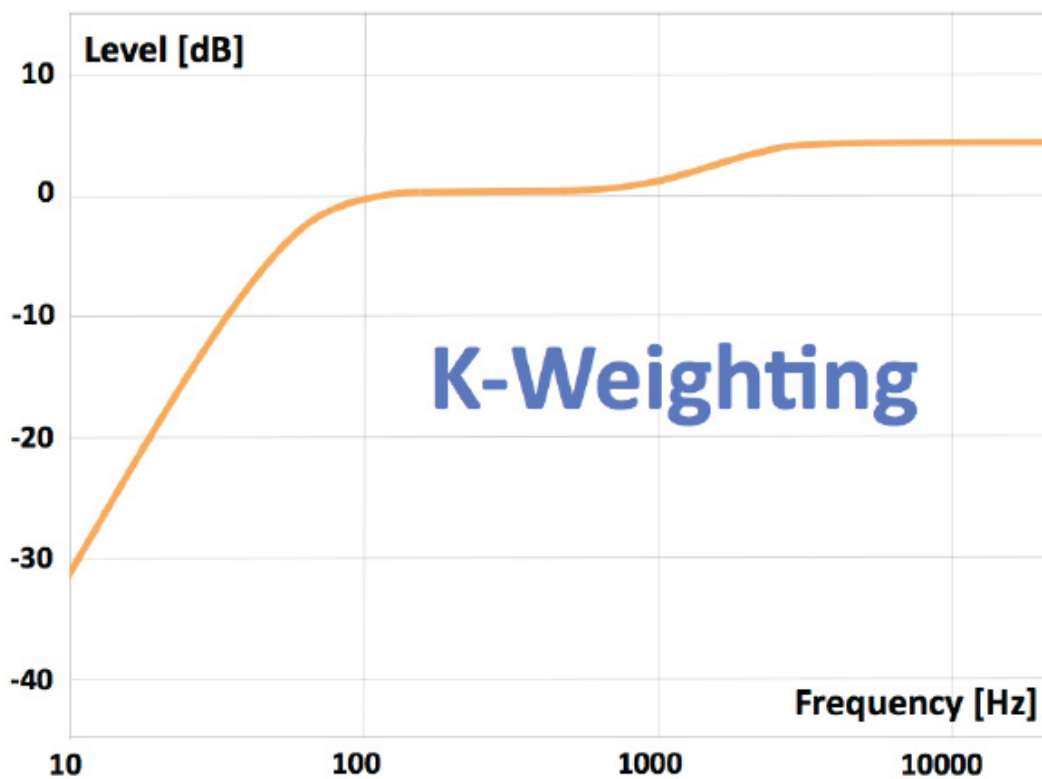


Figura 1: Curva de “Ponderación-K” para la medida de la sonoridad.

Esta curva de ponderación se aplica a todos los canales (excepto al canal de efectos de baja frecuencia - LFE - el cual se descarta en la medida; (ver más adelante), se calcula la energía cuadrática media total (con diferentes factores de ganancia para los canales frontales y envolventes como muestra la figura 2), y el resultado se expresa como “LKFS” o Sonoridad ponderada K referenciada a fondo de escala digital¹ (*Loudness, K-Weighting, referenced to digital Full Scale*). Para medidas relativas se utiliza la unidad LU (*Loudness Unit* - Unidad de sonoridad), siendo 1 LU equivalente a 1 dB.

La UER recomienda utilizar ‘LUFS’ (como se especifica en el Documento Técnico 3341). ‘LUFS’ es equivalente a ‘LKFS’ y supera una inconsistencia existente entre la ITU-R BS.1770 y la ITU-R BS.1771. ‘LUFS’ también cumple con el estándar de nombres ISO 80000-8 [6].

Canal de Efectos de Baja Frecuencia (LFE)

El canal de Efectos de Baja Frecuencia (el canal “.1” en “5.1”) de una señal de audio multicanal no se tiene en cuenta en el cálculo de la medida de la sonoridad de acuerdo a la ITU-R BS.1770. Esto puede llevar a abusar del canal LFE con altos niveles innecesarios de señal. Las investigaciones en curso tratan de evaluar el efecto subjetivo que el canal LFE tiene en la percepción de la sonoridad, así como la forma adecuada para incluirla en su medición objetiva.

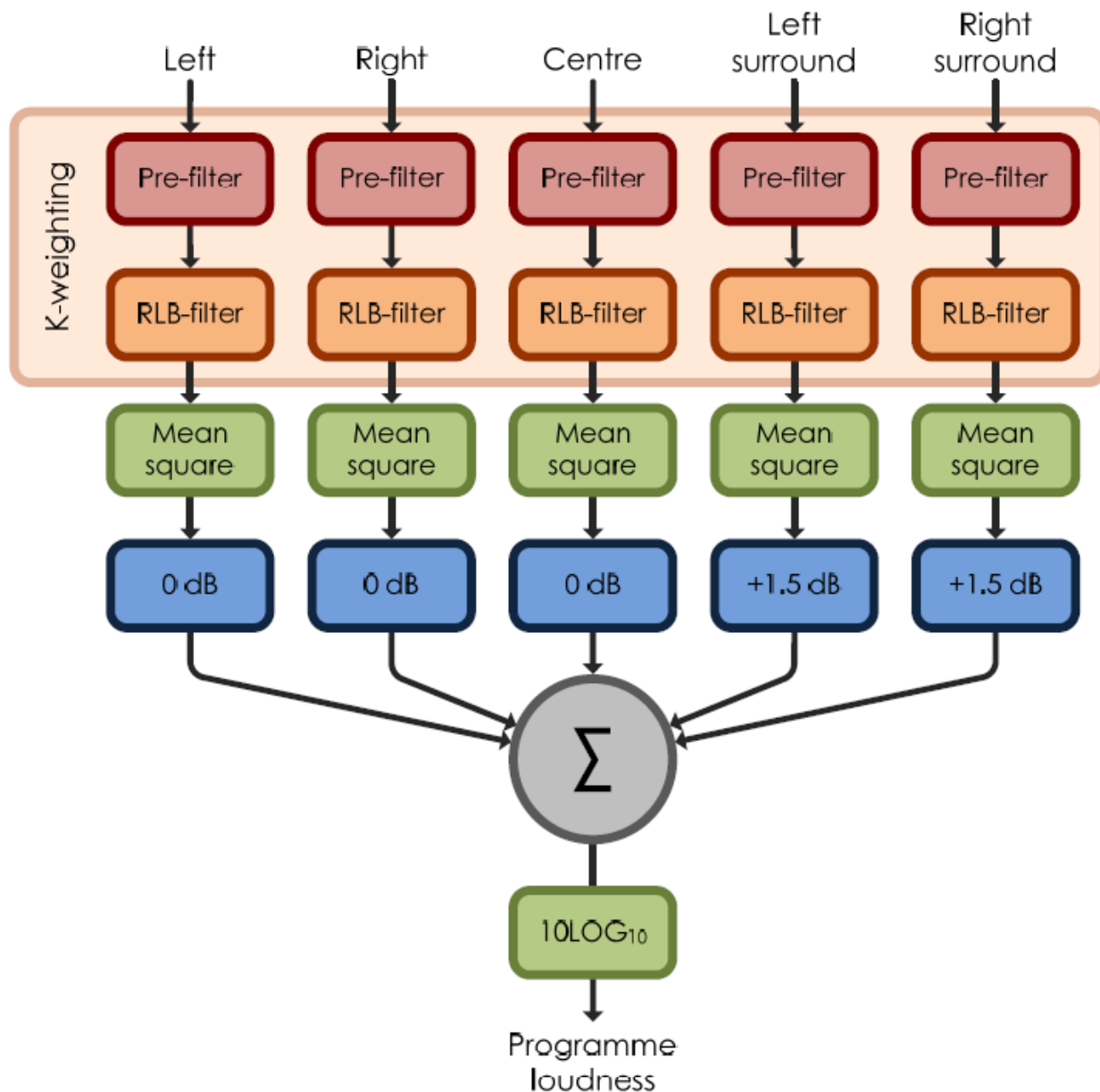


Figura 2: Procesado y suma en la ITU-R BS.1770

Mientras que la BS.1770 define el método de medida, la R 128 lo extiende a la realidad definiendo un 'Nivel destino' específico para la normalización por sonoridad así como un método de puerta (**gating**) para mejorar la coincidencia de sonoridad en programas que contengan largos períodos de silencio o expresiones aisladas. El desarrollo de la UER era necesario para satisfacer las necesidades de los realizadores de programas, con especial atención poder disponer de un medio para medir mezclas completas (en lugar de sólo uno de los componentes, como son la palabra o la música), y el rango de sonoridad del programa.

Para conseguir esto, la UER ha especificado tres nuevos parámetros:

- Sonoridad del Programa.
- Rango de Sonoridad.
- Nivel de Pico Verdadero.

2.1 Sonoridad del Programa

La sonoridad del programa describe la sonoridad **integral** en un plazo largo de tiempo sobre la duración del programa². El parámetro es un solo número (expresado en LUFS, con un decimal) el cual indica “cuanto de sonoro es el programa en promedio”. Esta medida se obtiene con un medidor que cumpla la recomendación ITU-R BS.1770 con el añadido de una función de **puerta** o ‘gating’. La función de puerta sirve para detener momentáneamente la medida de la sonoridad cuando la señal cae por debajo de un cierto umbral. Sin esta función de puerta, los programas con largos períodos de silencio o con sonidos de fondo de bajo nivel o ruido tendrán un nivel de sonoridad integral demasiado bajo. Estos programas podrían quedar demasiado sonoros después de la normalización.

Una vez realizadas una serie de pruebas, en la UER se llegó al acuerdo de establecer un umbral de puerta de **-8 LU** (Unidades de sonoridad; 1 LU \equiv 1 dB) con relación a la medida LUFS sin puerta (ver [7] para más detalles). Posteriormente, se envió a la ITU la sugerencia de la inclusión del método de gating relativo en el documento BS.1770. En el documento ITU-R BS.1770-2, la puerta de umbral relativo forma parte en la actualidad del algoritmo de medición de la sonoridad integrada, aunque con un umbral ligeramente inferior de **-10 LU**. La EBU R 128 y todos los documentos secundarios adoptan este nuevo umbral.

(Los detalles de la función de puerta (gating) sólo afectan a los fabricantes. Desde la perspectiva del los usuarios habrá poca diferencia, pero a los usuarios se les recomienda mantener todo su equipo actualizado para garantizar la coherencia de la medida)

Los test de escucha también confirmaron, junto con otras conclusiones, que la elección del **Target Level** en la que toda señal debe ser normalizada es:

-23.0 LUFS (-10 rel gate)

 **-23 LUFS es el nuevo centro del universo de la nivelación de audio !!!**

¿Por qué -23 LUFS?

Investigaciones y medidas del nivel de sonoridad de las emisoras actuales, indican un nivel medio de sonoridad de alrededor de -20 LUFS (con una gran cantidad de valores anómalos...). Otro factor a tener en cuenta en esta discusión proviene de la ITU en forma de documento ITU-R BS.1864 ‘Prácticas operativas para la sonoridad en el intercambio internacional de programas para

² El término **programa** incluye la publicidad, promociones, etc. Para mayor claridad, los anuncios y otros que se sitúan alrededor y dentro del tiempo de lo que generalmente se considera como un “programa” se consideran como programas en sí mismos, facilitando de esta forma su fácil integración. Evidentemente, los realizadores de cualquier tipo de programa puede que no tengan conocimiento del material que se sitúe con éste por tanto cada tipo tiene que ser considerado separadamente en este documento, el término **programa** se refiere al programa tal cual se realiza por la producción y no a todo lo que llegue al receptor en el tiempo de duración del programa.

televisión digital' [8]. En el documento BS.1864, se recomienda un Nivel Destino de -24 LUFS aunque sin definir ninguna función de *gating* o puerta. Pruebas no formales realizadas por miembros del grupo PLOUD de la UER mostraron que la diferencia en la medida de la sonoridad con y sin el umbral de puerta a -8 LU en programas con un rango de sonoridad pequeño a medio era de 0 - 1 LU. -23 LUFS con *gating* es, por tanto, en la mayoría de los casos equivalente a -24 LUFS sin la función *gating*. Se consideró que -23 LUFS (con *gating*) sería el *nivel de sonoridad de programa más bajo posible* sin hacer que la transición desde un nivel de -20 LUFS fuera muy difícil. Como se consideró que -20 LUFS no proporcionaría suficiente *headroom* para una buena dinámica, la decisión fue establecer el valor en -23.0 LUFS.

Una desviación de ± 1.0 LU es aceptable en programas donde la normalización a -23.0 LUFS no sea alcanzable en la práctica (como puede ser en el caso de programas en directo o programas con una duración excesivamente corta). En el caso en el que la señal individual de un programa es impredeciblemente larga o el caso de un programa que contenga sólo elementos de fondo (por ejemplo la música de fondo de un programa meteorológico), o programas que han sido mezclados muy bajo de forma deliberada, el valor de sonoridad del programa puede caer fuera de esta tolerancia. Estos casos deberían ser cada vez más raros.

Recientemente (Septiembre 2010), la UER ha presentado a la ITU la propuesta de incluir el método de *gating* relativo en la BS.1770. En la posterior reunión de la ITU, ésta propuesta fue aceptada aunque con un nivel umbral ligeramente inferior de -10 LU por debajo del nivel de sonoridad sin puerta. De acuerdo a las pruebas del grupo PLOUD, los resultados en relación con una puerta a -10 LU son sólo residualmente diferentes de -8 LU. Por tanto, una vez que la puerta a -10 LU se publique en la próxima revisión del documento ITU-R BS.1770, también se incorporará en el R 128 y en los documentos que lo acompañan, particularmente en el Documento Técnico EBU Tech Doc 3341.

Los detalles de la función de puerta (gating) sólo afectan a los fabricantes. Desde la perspectiva del los usuarios habrá poca diferencia, pero a los usuarios se les recomienda mantener todo su equipo actualizado para garantizar la coherencia de la medida.

2.2 Rango de Sonoridad

Otra consideración importante fue el rango de sonoridad que sería necesario para dar cabida a todos los programas (siempre que no excedan el rango de sonoridad tolerable para escucha doméstica). El parámetro **Rango de Sonoridad (LRA)** cuantifica (en LU) la variación de la medida de la sonoridad de un programa. Este parámetro está basado en la distribución estadística de la sonoridad en un programa, lo que excluye los extremos. Por tanto, por ejemplo, el sonido de un disparo no es capaz de alterar por sí sólo el resultado del cálculo del LRA. La recomendación R 128 no especifica un LRA máximo permitido, ya que depende de factores tales como la ventana de tolerancia del oyente medio, la distribución de géneros de la emisora, etc. la R 128, sin embargo, **recomienda encarecidamente el uso de LRA** para determinar si se necesita el tratamiento de la dinámica de la señal y hacerla coincidir con los requerimientos de una plataforma o canal de transmisión particular. En el documento técnico EBU Tech Doc 3342 se pueden encontrar más detalles acerca de LRA.



El rango de sonoridad es un parámetro genérico que ayuda a decidir si se necesita compresión de dinámica.

Las primeras experiencias en las emisoras sugieren un valor máximo para LRA de aproximadamente **20 LU** para material con gran dinámica tales como películas de acción o música clásica. La mayoría de la programación no tendrá que necesitar nunca un valor tan alto de LRA o, de hecho, ¡ser capaces de llegar a él!.

Para programas de muy corta duración (<30 s), como anuncios o trailers, el establecimiento de un límite para el **máximo** valor del nivel de sonoridad **Momentáneo** o **Short-term**³ proporcionará una forma mejor de controlar las propiedades dinámicas como si se tratara de una especie de ‘segunda línea de defensa’ (ver § 7, §10).

La figura 3 muestra la distribución de la sonoridad y el LRA de la película ‘The Matrix’; 25 LU es, probablemente, un reto para la mayoría de las salas de estar...

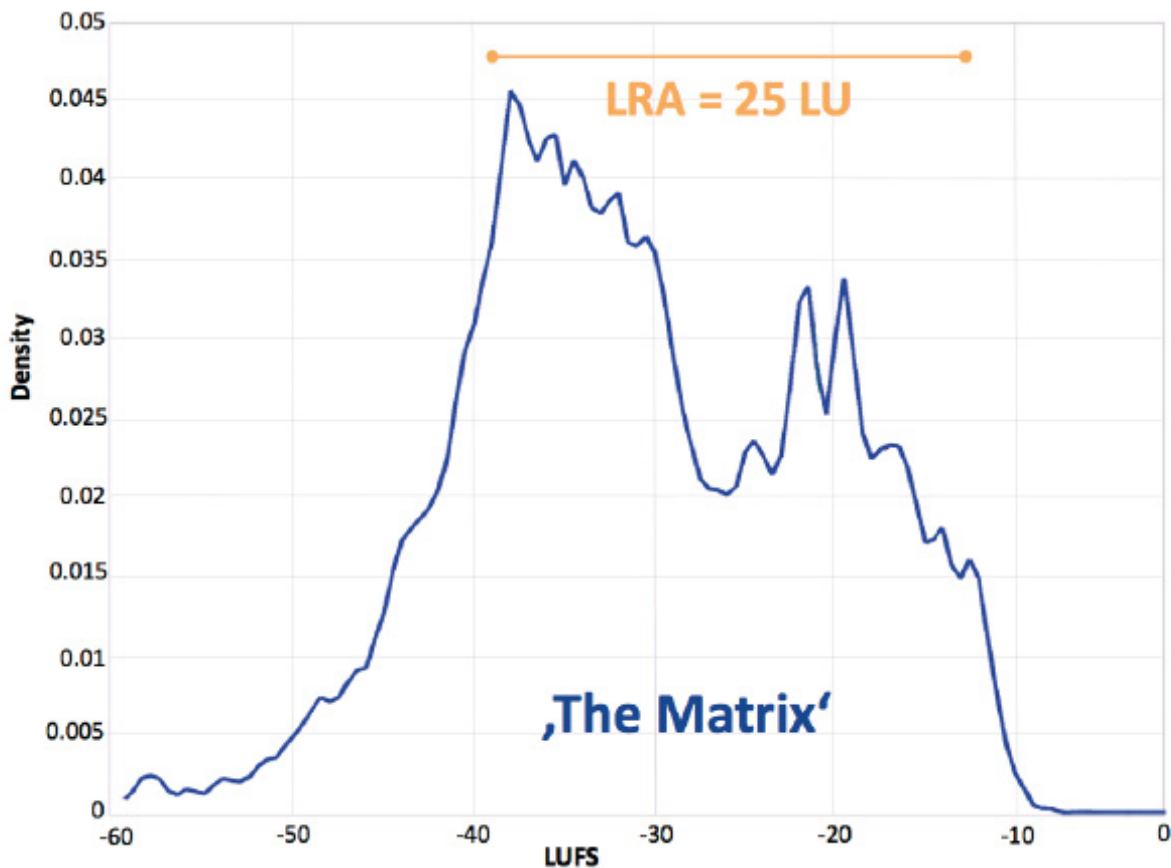


Figura 3: Rango de Sonoridad (LRA) como resultado de la distribución estadística de los niveles de sonoridad

2.3 Nivel de Pico Verdadero (TPL), Máximo TPL Permitido

En Europa, el dispositivo de medición más extendido era (y sigue siendo en gran medida) el medidor de Cuasi Pico de Programa (Quasi Peak Programme Meter - QPPM; tiempo de integración = 10 ms). Con la transición al procesado digital de la señal, aparecieron los **medidores de pico de muestra**. Mientras que por su propio diseño un QPPM no puede mostrar picos cortos (<<10 ms), una medida de pico de muestra no puede mostrar tampoco el nivel de pico real de una señal digital.

El procesamiento digital o codificación con pérdidas pueden causar **picos entre muestras** que

³ El **Nivel Máximo de Sonoridad Momentánea** (Max ML) es el valor más alto (en LUFS) del Nivel de Sonoridad Momentáneo de la señal de audio (tiempo de integración 400 ms). El **Nivel Máximo de Sonoridad Short-term** (Max SL) es el valor más alto (en LUFS) del Nivel de Sonoridad Short-term (tiempo de integración 3 s).

excedan el nivel indicado de dichas muestras. En radiodifusión es importante contar con un indicador del nivel fiable en todas las plataformas y a todas las frecuencias de muestreo. Este medidor debe indicar *clipping*, incluso cuando el pico se encuentra entre muestras, por lo que la **distorsión** que puede ocurrir en los convertidores de digital a analógico, convertidores de frecuencia de muestreo o en los códecs más comúnmente utilizados puedan ser **previstos y evitados**. Un medidor de pico de muestra no puede hacer esto por lo que es insuficiente para el uso en la radiodifusión moderna (ver *Lund, Th.: 'Stop counting samples' [9]*).

El **nivel de pico verdadero** indica el máximo valor (positivo o negativo) de la forma de onda de la señal en el dominio continuo del tiempo; este valor puede ser mayor que el mayor de los niveles de muestra en el dominio de 'tiempo muestreado' (después de la toma de muestras en el conversor A/D). Con un medidor de pico verdadero sobremuestreado que cumpla los requisitos de la recomendación ITU-R BS.1770, esos picos verdaderos (el símbolo de esta unidad de acuerdo a la ITU-R BS.1770: **dBTP** - deciBelios referenciados a fondo de escala digital medidos con un medidor de Pico Verdadero - True Peak) ya son detectables. La exactitud depende de la frecuencia de sobre-muestreo. Sólo es necesario dejar un headroom de 1 dB por debajo del nivel de fondo de escala (0 dBFS) para dar cabida a una precisión de lectura de más o menos 0,5 dB (para un medidor de pico verdadero con sobre-muestreo de 4x, a la frecuencia de muestreo básica de 48 kHz).



Los Medidores de Pico sobremuestreados proporcionan una buena estimación del pico verdadero de una señal de audio. Los medidores de pico de muestra, no.

El Nivel Máximo de Pico Verdadero Permitido recomendado en la R 128 es consecuentemente:

-1 dBTP

Esto es aplicable a la producción de señales de audio lineales genéricas. Hay que tener en cuenta que algunas partes de la cadena como los re-difusores analógicos y los usuarios de los comúnmente utilizados códecs de reducción de datos requieren un Nivel de Pico Verdadero menor. El documento '*Directrices de Distribución*', EBU Tech Doc 3344, proporciona una amplia cobertura del tema.

Resumen de EBU R 128

- Los parámetros '**Sonoridad de Programa**', '**Rango de Sonoridad**' y '**Nivel Máximo de Pico Verdadero**' caracterizan una señal de audio.
- El **Nivel de Sonoridad del Programa** se normaliza a **-23.0 LUFS**.
- La tolerancia es generalmente ± 1.0 LU para programas en los que no es posible, en la práctica, una normalización exacta.
- La medida debe ser realizada con un medidor que cumpla las recomendaciones dadas en los documentos ITU-R BS.1770-2 y EBU Tech Doc 3341 ('Modo EBU'. - Además define el método de puerta descrito en la BS.1770-2).
- Se debe utilizar el parámetro **Rango de Sonoridad** para decidir si es necesario aplicar compresión de dinámica (dependiendo del género, audiencia y plataforma de transmisión).
- El **Máximo Nivel de Pico Real Permitido** en producción es **-1 dBTP**.
- Los **Metadatos** de la sonoridad deben establecerse para indicar **-23 LUFS** (para los programas que se han normalizado a ese nivel, tal y como se recomienda); Los metadatos de la sonoridad deben indicar siempre el valor **correcto** de la sonoridad del programa, incluso si por cualquier razón, un programa no puede normalizarse a -23 LUFS.

2.4 Logotipo R128

La UER ha introducido el logotipo oficial de para la R 128, compuesta por los números 1, 2 y 8 - formando una feliz y sonriente cara:



El logo puede usarse por los fabricantes (con ciertos pre-requisitos) para indicar el cumplimiento del 'Modo EBU'.

3. Concepto General de Normalización de Sonoridad.

3.1 Pico frente a Sonoridad

El concepto, todavía muy extendido, de la *normalización por pico* con referencia a un nivel máximo permitido (PML; por ejemplo, -9 dBFS), ha llevado a conseguir niveles de pico uniformes en los programas, pero una gran cantidad de variación en los niveles de sonoridad. La variación real depende del grado de compresión de la dinámica de la señal. En contraste, **la normalización por sonoridad consigue una sonoridad promedio igual en los programas con los picos variando en dependencia del contenido así como de las necesidades técnicas y artísticas (ver figura 4).** Siempre que el rango de sonoridad de un programa esté dentro de la tolerancia permitida, **el oyente podrá disfrutar de un nivel medio de sonoridad uniforme en todos los programas, por lo tanto no tendrá que utilizar el mando a distancia tan frecuentemente para ajustar el volumen del receptor.**

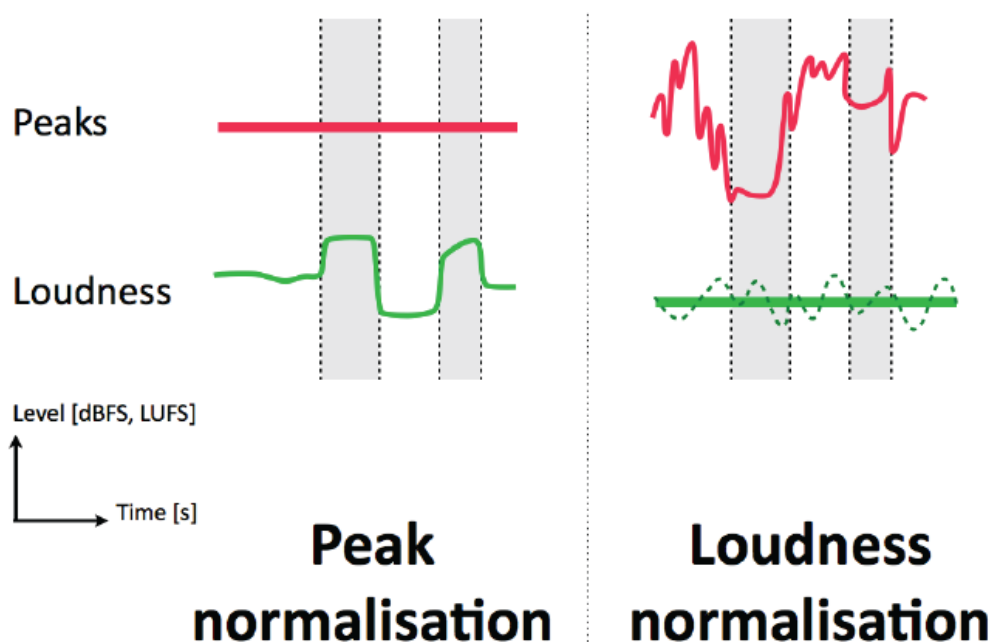


Figura 4: Normalización por nivel de pico frente a Normalización por nivel de sonoridad.

De nuevo, esto **NO** significa que en un programa el nivel de sonoridad tenga que ser constante, ¡al contrario!, Esto tampoco quiere decir que los *componentes individuales* de un programa (por ejemplo, premezclas o stems, una versión de música y efectos o una pista aislada de narración) han de estar ¡al mismo nivel de sonoridad!. La variación de la sonoridad es una herramienta artística, y el concepto de normalización por sonoridad de acuerdo al documento R 128 ¡anima a una mezcla mucho más dinámica!. Es el nivel promedio de la sonoridad integral del programa completo lo que es normalizado.

3.2 Normalización de la señal frente a Metadatos

Hay básicamente *dos maneras* de conseguir la normalización de la sonoridad para el consumidor: una es la **normalización de la señal de audio** en sí misma, de forma que los programas tengan igual nivel por diseño y el uso de los **metadatos de sonoridad** que describen cuánto de sonoro es un programa. En este último caso, los niveles de sonoridad promedio reales de un programa no necesitan modificarse a un valor normalizado y dicho valor puede variar muchísimo de unos programas a otros. En estos casos, si se cuenta con equipo actualizado, la normalización puede ser realizada en el lado del consumidor utilizando para ello los valores individuales de los metadatos de sonoridad para conseguir que los programas se reproduzcan al mismo nivel.



La igualdad de la sonoridad se puede conseguir normalizando la señal de audio o usando los metadatos de sonoridad.

El documento R 128 recomienda la primera solución, debido a las siguientes ventajas:

- Simplicidad, y
- Aumento de la calidad potencial en la fuente.

La segunda solución no se prohíbe (*ver también el documento EBU Tech Doc 3344 'Directrices de Distribución'*), pero contar con un único número (-23 LUFS) hace que el concepto de nivelación de sonoridad sea más fácil de difundir, de entender y de actuar en consecuencia. La normalización activa de la fuente "castiga" a las señales sobre-comprimidas y por lo tanto anima al personal de producción a pensar de otra manera, más dinámica y creativa para hacer que su programa adquiera más impacto. En otras palabras, el cambio del nivel de la fuente por los nuevos *medios técnicos* mediante la **normalización activa a -23 LUFS** tiene consecuencias directas en el proceso *artístico* de manera muy positiva. Así, el proceso productivo queda, por tanto, apartado de la "guerra de niveles" que se estaba produciendo desafortunadamente y estaba extendida como resultado de la normalización por pico de la señal.

Sin embargo, es preciso señalar que ambos métodos pueden complementarse entre sí y no deben ser vistos como la cara y cruz de la misma moneda. Ambos métodos son parte de la R 128, pero se recomienda la **normalización de la señal de audio** debido a las ventajas enumeradas con anterioridad.



Se recomienda realizar la Normalización por Sonoridad en la producción debido a la simplicidad y al aumento potencial de calidad.

El trabajo hacia un nivel de sonoridad común significa un **concepto totalmente nuevo** de la mezcla, toma de niveles, y en general, todo el trabajo con audio. Mientras que un limitador de picos configurado al nivel máximo permitido (normalmente -9 dBFS, medido con un QPPM) proporciona un cierto '*techo de seguridad*', en el que no importa cuánto nivel sea introducido, él (el limitador) asegurará siempre el nivel máximo 'correcto', el método de nivelación por sonoridad se asemeja a estar '*flotando en el espacio, con el cielo por encima*'. (ver figura 5).

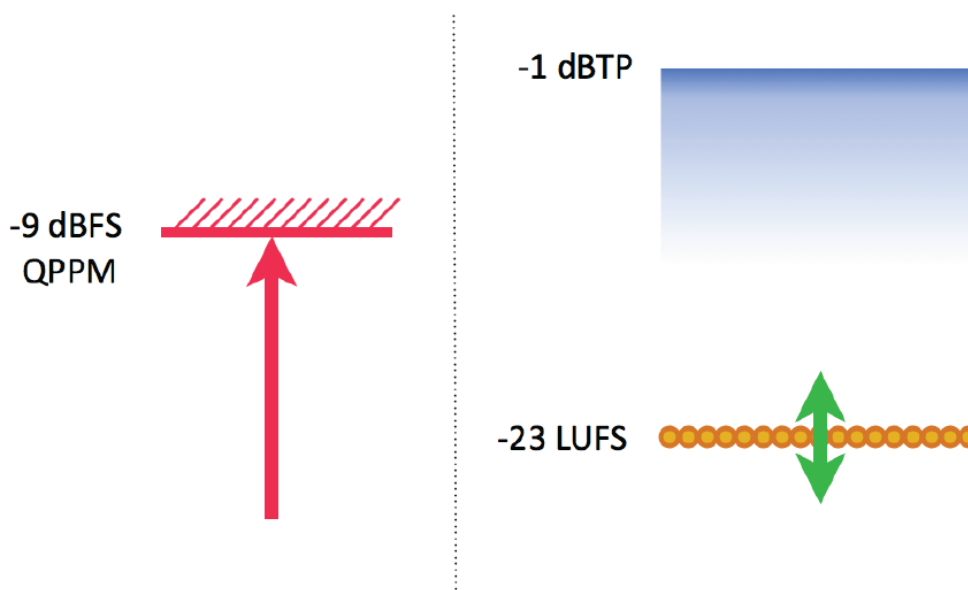


Figura 5: Normalización por pico de señal frente a normalización por nivel de sonoridad

Con la medición y normalización por sonoridad, el ‘techo de seguridad’ desaparece. Esto puede ser intimidante para algunos, como lo fue desde el punto de vista ‘confortable’ el no tener que preocuparse por el nivel ya que el limitador al final de la cadena aseguraba que el nivel siempre fuera el ‘correcto’. Pero el efecto secundario fue que los niveles de sonoridad subieron debido a que los procesadores, cada vez más sofisticados, producían menos artefactos por la compresión y limitación dinámica.

La nivelación por Sonoridad, por el contrario, fomenta el uso del que es, con mucho, el mejor dispositivo de medición: el **oído**. Esto implica mezclar de forma más atenta y fomentar la calidad del audio. La experiencia de varios miembros de la EBU ha demostrado que trabajar con sonoridad es **liberador** y satisfactorio. La lucha por ‘¿Quién es el que suena más alto?’ se ha acabado, los niveles generales disminuyen y esto en combinación con un límite máximo permitido para el nivel de pico verdadero (-1 dBTP) da como resultado unas **mezclas potencialmente más dinámicas** con una **mayor coherencia** dentro de un programa. La compresión es de nuevo una herramienta artística y no un arma de sonoridad y por tanto la **¡calidad del audio aumenta!**.

Volver a ‘**mezclar a oído**’ es un alivio muy bienvenido y largamente esperado. Se anima al técnico de sonido a mezclar solo de oído (otro efecto de la medición de sonoridad) tras haber establecido un nivel de escucha fijo (ver § 8).

Más allá de la producción, el radioteledifusor se enfrenta a la necesidad de normalizar el contenido originado en diferentes lugares. Especialmente durante el período de transición todavía habrá muchos programas que aún no tendrán normalizada su sonoridad. Se deben desarrollar ciertas estrategias para estos programas ‘no normalizados’, como pueden ser o bien la **normalización automática** inmediatamente después de su ingesta en un servidor de reproducción o la instalación de un dispositivo de seguridad de regulación de sonoridad en la salida principal de audio para controlar que la salida no supere el nivel objetivo de -23 LUFS.



La Nivelación de la Sonoridad anima a mezclar ‘solo con el oído’ – tras haber establecido los niveles y contar con un nivel de escucha fijo.

Cuestiones como éstas se expresarán con todos los detalles adicionales más adelante (§ 4.3, § 6).

3.3 Uso del parámetro ‘Rango de Sonoridad’

Ahora, por primera vez, es posible *cuantificar* la dinámica de un programa. En el pasado, tenían que ser las ‘conjeturas’ del personal experimentado de audio las que decidían si un programa se ajustaba a la ventana de tolerancia de sonoridad percibida por la audiencia. Utilizando el ‘Rango de Sonoridad’ - LRA -, las conjeturas se han acabado; al final del período de medición (por lo general todo el programa), un número único permite que el mezclador/operador decida si es necesario más tratamiento en la dinámica de la señal o no.

Es importante entender que es imposible definir un valor máximo para LRA para todas las emisoras y todos los programas. El valor **máximo individual de LRA** depende del género o géneros (los canales temáticos con contenidos muy uniformes, como por ejemplo las noticias, sin duda no tendrán un nivel máximo de LRA más alto que las cadenas públicas con una gran variedad de géneros de programas como, por ejemplo, un concierto de música clásica). Éste valor máximo de LRA es también distinto para diferentes plataformas como pueden ser la radiodifusión móvil o así como para diferentes entornos de reproducción (ver figura 6; la distancia entre las líneas amarillas

representan diferentes ejemplos de distintos valores de Rango de Sonoridad). El entorno de escucha promedio, la edad del público objetivo, ‘la zona de confort de escucha’ de los consumidores y otros parámetros influyen también en la elección de los máximos valores de LRA en una emisora para una programación específica. El método del **Control del Rango de Sonoridad** parte de un máximo genérico especificado del valor del Rango de Sonoridad de acuerdo a los principios descritos anteriormente y se adapta este valor de salida para cumplir con las necesidades técnicas de cada una de las plataformas individuales.

Es responsabilidad del técnico mezclador en la fase de producción del programa determinar el LRA; para lo cual se le aconseja respetar el método expuesto. En entornos donde el control y la intervención humana son imposibles, la medición del LRA puede conducir al uso de los presets disponibles de un procesador de dinámica que haya sido configurado para el género particular de la señal de audio. Sin embargo, es conveniente favorecer la situación en que el ingeniero de sonido pueda influir en el LRA de acuerdo a las especificaciones de la emisora, ya que esto aumenta potencialmente la calidad de audio.

Como resultado de la necesidad de que haya diferentes valores del Rango de Sonoridad, el documento **EBU R-128** no incluye un valor máximo permitido de LRA, sino que recomienda el uso del **parámetro de Rango de Sonoridad** para evaluar la necesidad potencial de procesamiento de margen dinámico de acuerdo con los criterios mencionados anteriormente.

El Rango de Sonoridad es además un indicador útil de los posibles *procesos de reducción de dinámica* en la cadena de la señal, realizada a propósito o accidentalmente. Si, por ejemplo, el valor del LRA de un programa después de que haya pasado por la cadena de procesado es menor de lo que era originalmente, esto quiere decir que se ha producido dicho proceso de reducción.

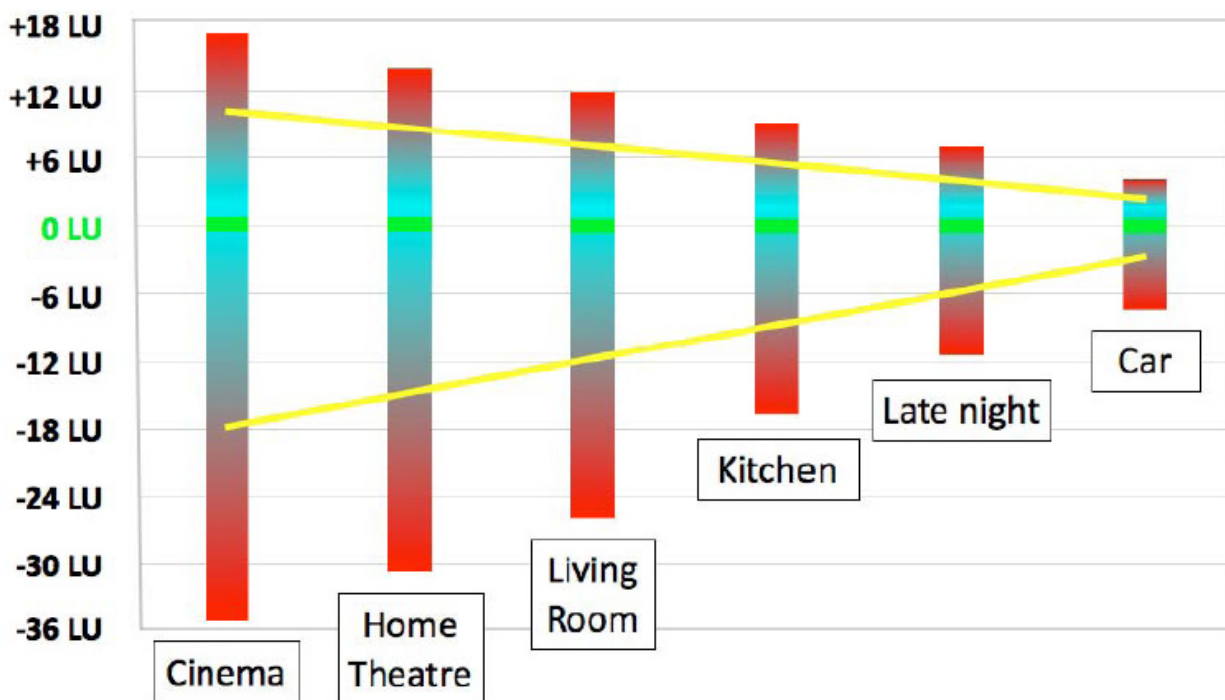


Figura 6: Diferentes ejemplos de Rango de Sonoridad en función del entorno de reproducción.

3.4 ‘Ascendiendo’ al Pico Verdadero

El tercer parámetro recomendado por la R 128 se refiere al **máximo nivel de pico verdadero** de la señal de audio. Habiendo abandonado el método de normalización por pico, sigue siendo, por supuesto, vital, **medir y controlar los picos de un programa**, y especialmente su máximo nivel de pico para evitar la sobrecarga y la distorsión.

Un medidor de sonoridad compatible con el modo ‘**Modo EBU**’ (ver el documento técnico EBU 3341), debe contar con la medición y visualización de los niveles máximos de pico verdadero de un programa. Los limitadores de seguridad deben ser capaces de trabajar en modo *pico-verdadero* para evitar la sobremodulación y deben poseer la capacidad de adaptarse al Máximo Nivel de Pico Verdadero permitido tanto en producción como en la salida de control central, en la cabecera de distribución y en la emisión. Junto con el Máximo Nivel de Pico Verdadero para señales PCM genéricas (-1 dBTP), en el Documento Técnico EBU Tech Doc 3344 (*‘Directrices para la Distribución’*), se pueden encontrar más sugerencias para diferentes aplicaciones.

4. Estrategias para la Normalización por Sonoridad

4.1 Producción, Post-producción

Acercarse a la normalización por sonoridad en estas áreas ofrece dos posibilidades: la primera es mantener las actuales prácticas de nivelación y realizar el cambio de nivel después, y la segunda es cambiar el método de nivelación para **controlar la sonoridad** y su **normalización** sin necesidad de cambios posteriores (figura 7).

El primer método es más relevante para las primeras etapas de transición y tal vez sea de utilidad para aquellos que trabajan con **programas en directo**. Se siguen utilizando los medidores existentes, los limitadores y las mismas prácticas de mezcla; el cambio de nivel se realiza a la salida de la consola de mezclas (después de los medidores de salida), para alcanzar el nivel de sonoridad **Destino** de **-23 LUFS**.

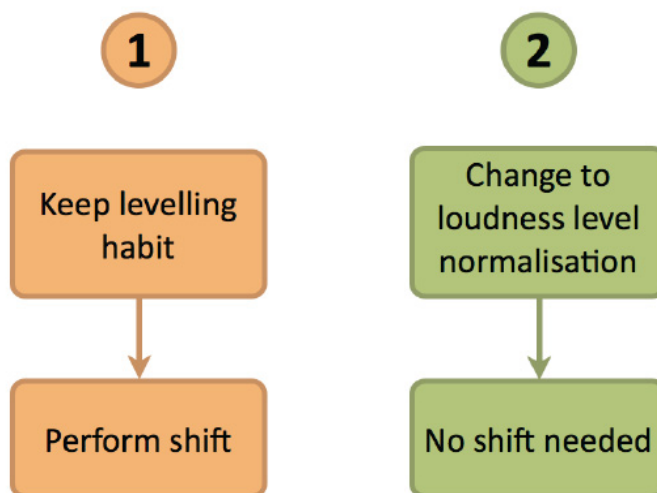


Figura7: Los dos principales métodos de trabajo para conseguir una sonoridad uniforme en producción y post-producción.

El medidor de sonoridad se sitúa después del cambio de nivel para informar a los ingenieros de la cantidad exacta de variación de sonoridad (la cual, inicialmente, tiene aún algo de conjetura). Es una buena idea, contar con un **medidor de sonoridad en paralelo** con el medidor de nivel actual, siendo ésta una buena forma de introducirse en la medición de sonoridad. Por otra parte, utilizar

un medidor de sonoridad en los programas realizados con anterioridad (sin medición de sonoridad), da una buena orientación de dónde han de situarse los niveles.

Para programas que están totalmente acabados, en **post-producción** el método 1 es mucho más fácil de aplicar para realizar el cambio de nivel. Con la medición del programa completo de una sola pasada se puede determinar el nivel exacto necesario del cambio de dicho nivel, y en el mundo informático actual basado en ficheros, el cálculo de ganancia es una operación rápida y sencilla.

Por supuesto, para **programas realizados en directo**, es difícil (si no es una cuestión de suerte), alcanzar exactamente el nivel destino. Por tanto, es aceptable una desviación de ± 1.0 LU para los programas en los que no es posible alcanzar en la práctica el nivel deseado de -23 LUFs (además de programas en vivo, por ejemplo, los que tienen una duración extremadamente corta). Recientes experiencias de la NDR (North-German Broadcasting), ORF (Austrian Broadcasting) y RTBF (Belgian Broadcasting - French Part) han mostrado que ciertamente es posible para mezclas en directo ése margen de ± 1.0 LU permitido por la R 128.



Se acepta una tolerancia de ± 1 LU entorno al nivel destino (-23 LUFs). Se prevén excepciones en casos especiales.

En casos donde los niveles de las señales individuales de un programa son en gran medida *impredecibles* o bien donde un programa deliberadamente consiste de únicamente elementos de fondo (por ejemplo, los colchones musicales de un programa meteorológico) o donde la intención dramática de un programa hace de la sonoridad particularmente más baja que el nivel destino deseable, esta tolerancia puede ser demasiado estricta. Por lo tanto se debe anticipar para estos casos que el nivel de sonoridad integral puede recaer fuera de la tolerancia especificada en la R 128.

Para el **método de trabajo 1** (manteniendo las actuales prácticas de nivelación), es probable que en casi todos los casos, el cambio de ganancia necesario sea *negativo* (atenuación). Por lo tanto, en general, no es necesario un paso adicional de reducción de rango dinámico y/o de limitación del nivel máximo de pico verdadero. La posible atenuación en la mayoría de los casos es también la razón por la que la solución de los metadatos descrita en § 3.2, no se aconseja para el método 1.

El **método de trabajo 2** (cambiar a normalización de sonoridad directamente), es el que se **recomienda** en estas directrices prácticas. Una vez más, después de una medición inicial y el período de prueba sobre los programas realizados anteriormente y la instalación de un medidor de sonoridad en paralelo con el medidor utilizado actualmente (por lo general un QPPM), las ventajas de la medición de la sonoridad hablan por sí mismas. Contar con el mayor rango dinámico posible es un plus añadido para el caso, por ejemplo, del sonido ambiental del público en programas deportivos, aumentando el impacto del juego para los espectadores y oyentes. Los estudios de doblaje cuyas grabaciones son con frecuencia comprimidas dinámicamente debido a razones artísticas (y por tanto la relación entre la sonoridad y el valor de pico será menor), corresponderán más con las grabaciones originales.

A continuación, se examinará el impacto de trabajar con un medidor de sonoridad en producción y post-producción.

4.2 Medición de la Sonoridad en Producción y Post-Producción

Un medidor de sonoridad que cuente con el ‘Modo EBU’ definido en el Documento Técnico EBU Tech Doc 3341, debe ofrecer tres escalas de tiempo distintas:

- Sonoridad **Momentánea** (abreviado ‘M’) - Ventana temporal: **400 ms.**
- Sonoridad **Short-term** (abreviado ‘S’) - Ventana temporal: **3 seg.**
- Sonoridad **Integral** (abreviado ‘I’) - Desde el ‘inicio’ hasta el ‘final’.

Las ventanas temporales M y S⁴ están diseñadas para ser utilizadas en mezcla y toma de niveles inmediata de las señales de audio. Con la medición Momentánea se puede establecer mejor el ajuste del nivel inicial, ajustando el nivel de los elementos de anclaje (tales como voz, música o efectos de sonido), de forma que su nivel se encuentre alrededor del Nivel Destino de **-23 LUFS**. Por supuesto, el técnico mezclador tiene que conocer en cada momento cuanto de sonora es la señal, y este es el principal propósito de las mediciones Momentánea y Short-term (ninguna de ellas está puertada).

Debido a una inconsistencia en la forma de nombrar entre la ITU-R BS.1770 y la ITU-R BS.1771, el Documento Técnico EBU Tech Doc 3341 sugiere una convención de nombres diferente que cumple con la norma ISO 80000-8:

- El símbolo para Nivel de Sonoridad deberá ser: ‘L_K’.
- El símbolo ‘LUFS’ indica el valor de L_K con referencia digital a fondo de escala.
- El símbolo ‘LU’ indica el L_K sin referencia absoluta y por tanto también indica las diferencias de nivel de sonoridad.

De forma intencionada, no se ha especificado un interfaz de usuario o interfaz gráfico de un medidor de sonoridad compatible con el Modo EBU; sin embargo, se han definido dos escalas: “Escala EBU +9” que debería de ser adecuada para la mayoría de los programas y “Escala EBU +18” que podría ser útil para programas con un amplio rango de sonoridad (LRA). Ambas escalas pueden mostrar el Nivel de Sonoridad relativa en LU o en los valores absolutos LUFS. ‘0 LU’ en ‘Modo EBU’ significa que nos encontramos en el nivel deseado de **-23 LUFS**. Los fabricantes de medidores que participan en el Grupo PLOUD se han puesto de acuerdo para implementar el conjunto de parámetros del ‘modo EBU’ para asegurarse de que las lecturas de sus medidores están alineadas.



En un medidor de sonoridad con ‘Modo EBU’, 0 LU es igual a -23 LUFS.

Muchos otros fabricantes han adoptado también el ‘Modo EBU’ o están en proceso de hacerlo. La Figura 8 muestra una representación esquemática de un medidor gráfico de barras con las dos escalas EBU; La Figura 9 muestra cómo podría ser un medidor software que emula un medidor de aguja.

⁴ ‘M’ y ‘S’ se utilizan normalmente en estereofonía para indicar ‘Mid’ y ‘Side’ (centro y lateral). Para distinguir los tiempos de integración ‘Momentary’ (Momentáneo) y ‘Short-Term’ (Corto Plazo), se pueden utilizar las nomenclaturas ‘ML_K’ y ‘SL_K’ (así como ‘IL_K’ - Integrated -). ‘L_K’ significa ‘Level, K-weighted’ (nivel, ponderación K), y cumple con la nomenclatura internacional estándar ISO 80000-8.

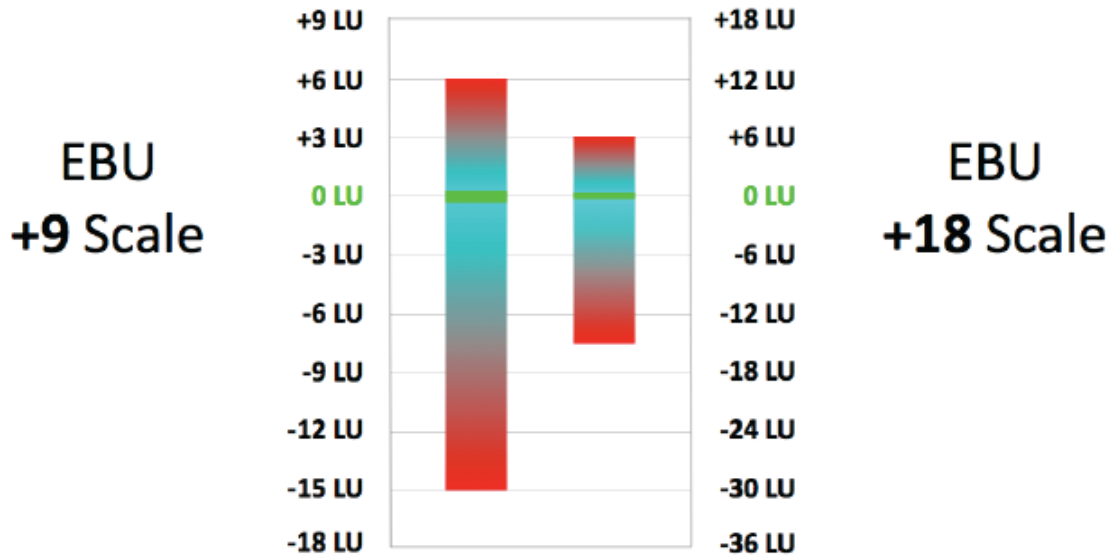


Figura 8: Representación esquemática de las dos escalas de sonoridad (aquí en LU) tal y como se describen en el EBU Tech Doc 3341.

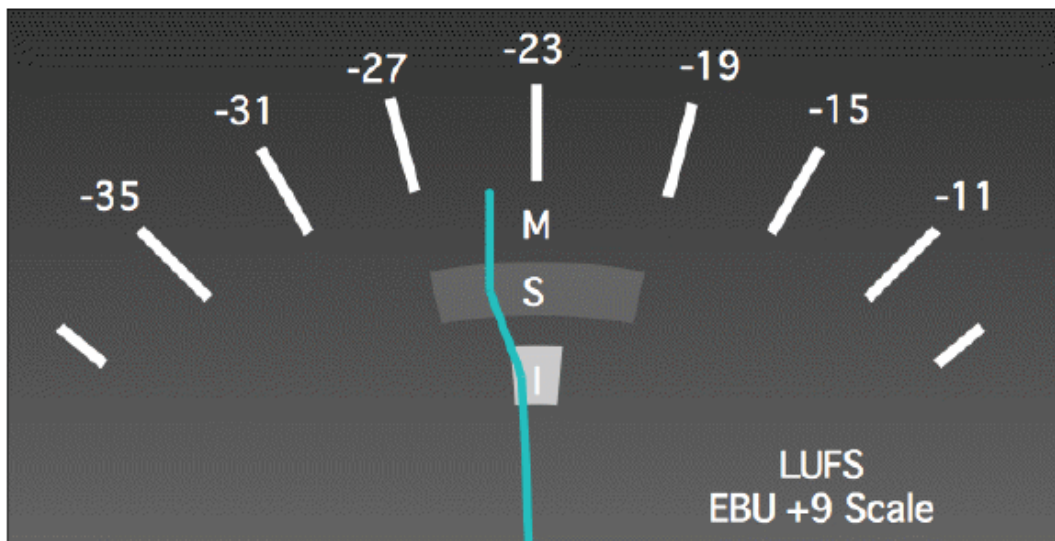


Figura 9: Representación esquemática de un medidor de sonoridad emulado por software del tipo "de aguja".

4.3 Preparados, listos (los niveles), ¡YA!

Al principio es recomendable **establecer los niveles** con un poco de **cuidado** ya que durante la mezcla es más fácil aumentar gradualmente el nivel de sonoridad integral que disminuirlo. La función de puerta (*gating*) también influye: se necesitan cambios de nivel más grandes para disminuir el nivel promedio que para aumentarlo. Por lo general, un aumento leve en el curso de un programa es dramáticamente más natural y también corresponde con una estrategia inicial "defensiva" que deja margen de maniobra al ingeniero de sala en caso de señales no esperadas e impredecibles.

Una vez establecidos los niveles de las señales individuales, y se ha fijado un nivel de escucha fijo (ver § 8), el ingeniero de audio puede mezclar tan sólo con el oído. Controlando el nivel Momentáneo o el nivel Short-term y echando un vistazo de vez en cuando al nivel Integral de la sonoridad, debería ser suficiente para confirmar que la mezcla está en el buen camino de cara a conseguir el nivel destino. Leyendo el valor numérico de la medición Integral con un punto decimal de precisión o bien una representación gráfica de resolución similar, se pueden anticipar las ‘tendencias’ y tomar las medidas pertinentes. Esto se debe realizar de forma suave, ya que los cambios demasiado bruscos pueden resultar artísticamente insatisfactorios.

Con el **Máximo Nivel de Pico Verdadero Permitido** situado en **-1 dBTP**, el fenómeno de “golpear la pared” (es decir, el limitador de seguridad funcionando a **-9 dBFS**) es ahora menos probable que ocurra. Usado razonablemente y con un claro objetivo, éste “abrir el puño”, junto con la normalización a **-23 LUFS**, resultan unas **mezclas más dinámicas**, con menos artefactos debidos a la compresión, como el efecto de “pumping” (bombeo), y por tanto un **aumento general de la calidad del audio**. Los productores de programas que estaban en el pasado a favor de las mezclas dinámicas, se ven ahora exentos de los posibles compromisos debido a que su programa sonaba más suave que los más comprimidos. Con la normalización de la sonoridad éste compromiso desaparece. ¡Por fin!

Volviendo a la medición, al final del programa hay dos escenarios posibles:

- Se ha conseguido exactamente el nivel deseado (**-23 LUFS**), o
- No se ha conseguido el nivel deseado por exceso o por defecto.

Los elementos más importantes de una mezcla de cara a formarse una impresión subjetiva de la sonoridad son los que se denominan sonidos de ‘primer plano’, -voces, música o efectos de sonido principales-. Los elementos sonoros individuales tienen una amplia variación en la diferencia entre su nivel de sonoridad y su nivel de pico. Por ejemplo, el ‘clink’ del choque de dos vasos tiene un alto nivel de pico, pero muy bajo nivel de sonoridad. Por otra parte, un riff de guitarra eléctrica de rock duro, muy comprimido, tiene un nivel de sonoridad casi igual que su nivel de pico!!. Si las dos señales se alinean de acuerdo con su nivel de pico, el riff de guitarra parecerá mucho más sonoro que el “clink” de los dos vasos. La intención de este ejemplo es ilustrar el concepto, ¡lo cual NO significa que estas dos señales deban mezclarse con la misma sonoridad!. El nivel de los elementos individuales y sus componentes (como premezclas, stems, sólo música o locución) en la mezcla es, por supuesto, una decisión artística, pero la medición de la sonoridad puede ayudar al técnico mezclador con una información visual que realmente muestra lo que él o ella escuchan.

Para producciones en directo, comprensiblemente, es más probable el segundo escenario. Si el nivel de sonoridad real se encuentra en la tolerancia aceptable de ± 1.0 LU, entonces no se necesita realizar ninguna acción más. Si el nivel se encuentra fuera de esta tolerancia debido a la particular naturaleza impredecible del programa o a la extraña concurrencia de elementos de primer plano, esto sigue siendo aceptable desde el punto de vista de la producción genérica (como se mencionó anteriormente). Se pueden tomar medidas a posteriori insertando **procesadores de sonoridad** que permitan ajustar de forma gradual el nivel de sonoridad integral de este tipo de programas de manera discreta y puede actuar como una especie de ‘red de seguridad de sonoridad’. Esto debe lograrse con un tiempo de reacción razonablemente lento, de forma que la dinámica propia de la producción no se vea perjudicada.

Debería ser posible *diferenciar* entre los programas en directo y los basados en ficheros en función del preset individual de dicho procesador de sonoridad o en qué parte de la cadena de la señal es instalada. El procesador sólo será necesario para programas en vivo si el flujo de trabajo para programas basados en ficheros cumple ya en su totalidad la R 128. Si un procesador de dinámica en una etapa posterior a la producción está situado en la salida principal del **Control Central**, éste debe poder ponerse en bypass para programas que cumplan la R 128. Esta situación de bypass se espera que sea la forma normal de trabajo ya que la mayoría de los programas cumplirán ‘el objetivo’, ya que la meta final propuesta es hacer frente y **normalizar la señal de audio en sí**.

En el área de **post-producción** es más probable que se consiga el nivel destino debido a la naturaleza del flujo de trabajo en el que hay más oportunidades de rehacer y cambiar la mezcla y por lo tanto los niveles de sonoridad. Además, por lo general hay suficiente tiempo para realizar una medida completa de la sonoridad integral de todo el programa una vez se ha terminado, así como para realizar una posterior **corrección de ganancia**. En un entorno de producción basado en ficheros esta corrección puede realizarse mucho más rápido que el tiempo real. Hay situaciones comunes en el área de post-producción en las que las mezclas se realizan ‘como en vivo’, esto es, por ejemplo, mezclar directamente a cinta con muy pocos o ningún error de locución (en el caso de un doblaje). También entraría en esta categoría un proceso de **copia directa (1:1)** a cinta en el que se ajusta la sonoridad ‘al vuelo’. Estas situaciones son similares a las producciones en directo y por tanto deben realizarse de la misma manera.

Especialmente en la **fase de transición** hacia la normalización por sonoridad estos procesadores mencionados anteriormente serán de mucha utilidad para los radioteledifusores para adaptarse al método de la gestión de los niveles de sonoridad y detectar los valores extremos posibles. El objetivo de la emisora debe ser (y también de los ingenieros de mezcla) tener estos procesadores trabajando el menor tiempo posible, que será por tanto, el tiempo que el nivel de sonoridad integral de los programas esté cada vez más cerca de encontrarse en la tolerancia de sonoridad aceptada. El escenario exacto de transición, tiempo empleado en ella y plan de implementación serán, por supuesto, diferentes para cada radioteledifusor (ver § 9). Si bien esto se prevé, en interés de los consumidores, el cambio a la normalización por debe realizarse a su debido tiempo porque el beneficio para el oyente es muy importante.

4.4 Rango de Sonoridad en Producción y Post-Producción

Trabajar con sonoridad normalizada también implica controlar el **Rango de Sonoridad (LRA)** ya que las posibilidades dinámicas aumentan. Esto es importante para asegurar una señal apropiada para la audiencia a la que va destinada y para la cadena de distribución. Mientras que en producción y post-producción se realiza una mezcla ‘*genérica*’ (con un valor relativamente alto de LRA y un Nivel Máximo Permitido de Pico Verdadero de -1 dBTP), las diferentes plataformas podrán necesitar un valor menor de LRA y un menor Nivel Máximo Permitido de Pico Verdadero (mientras se mantiene el Nivel de Sonoridad del Programa en -23 LUFS). **El sistema que cumpla R 128 valora este enfoque genérico cuando se procese la señal para acomodarla a cada entorno y plataforma individuales.**

Con el parámetro Rango de Sonoridad es posible por sistema determinar la medida apropiada de la *posible compresión dinámica* para que un programa se ajuste a la ventana de tolerancia de la audiencia o de la plataforma de distribución. En la práctica, la **compresión global de bajo nivel** conducirá a resultados satisfactorios (ver la Figura 10 como un ejemplo): Un umbral bajo (< -40 dBFS) y una moderada relación de compresión (1:1,2 - 1:1,5), junto con un tiempo de caída (*release*) (>0,5 s), aseguran una compresión uniforme en todo el rango de la señal.

Compresión LRA (ejemplo):



- Umbral bajo (< -40 dBFS)
- Relación baja (1:1,2 – 1:1,5)
- Ajustar ganancia de salida de forma adecuada.

Dependiendo del nivel de sonoridad original, puede realizarse un cambio de Nivel Destino a -23 LUFS de forma paralela, ajustando el nivel de ganancia de salida de forma adecuada.

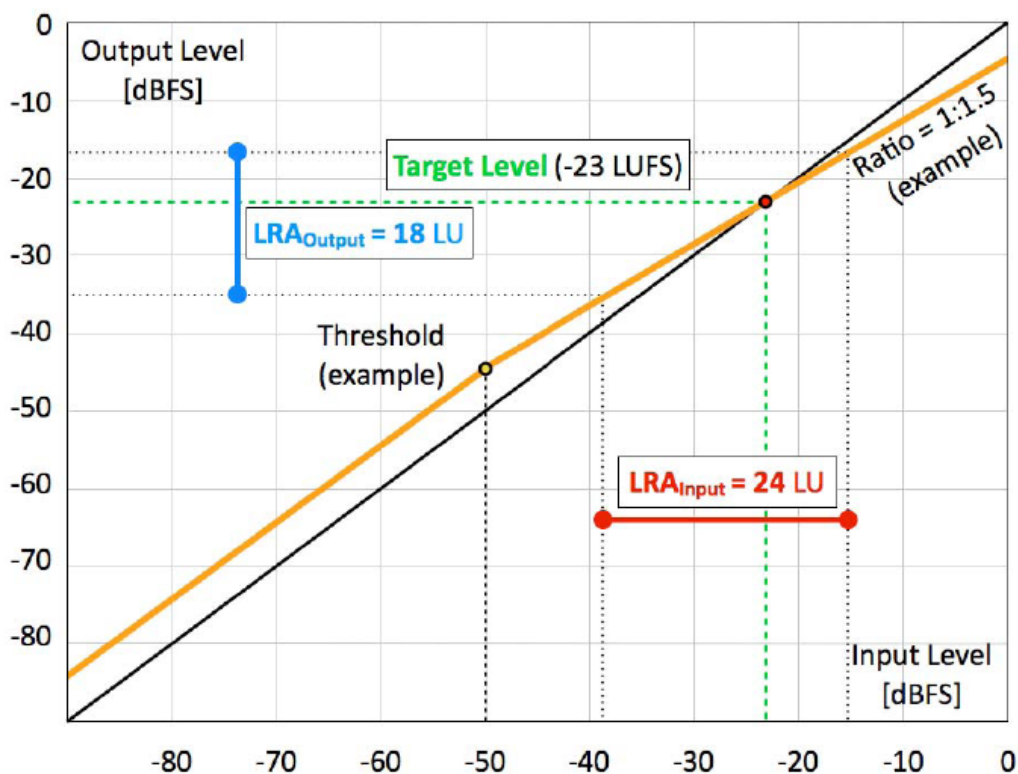


Figura 10: Ejemplo de procesamiento del Rango de Sonoridad (LRA) con un compresor con un umbral bajo (-50 LUFS) y una relación de compresión moderada (1:1,5).

5. Qué medir en Producción y Post-Producción

5.1 Señal Independiente frente a Normalización basada en elemento de anclaje

R 128 recomienda medir el **programa completo**, independientemente de los tipos de señales individuales como voz, música o efectos de sonido (ver figura 11). Esta es considerada la práctica más general, aplicable a la inmensa mayoría de los programas:

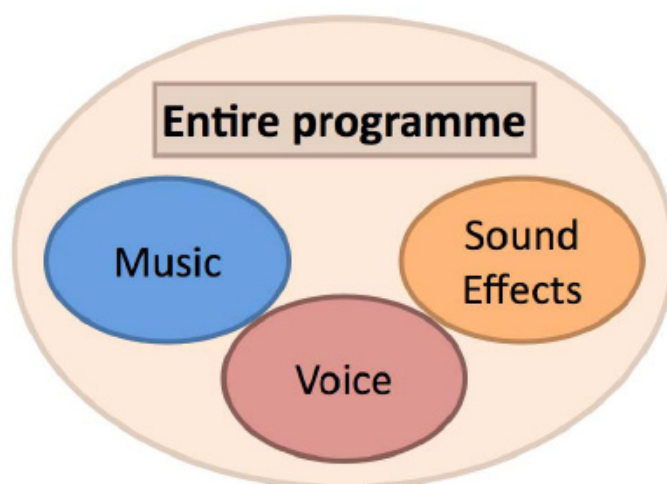


Figura 11: Elementos de un programa

Para la normalización por sonoridad de programas con un rango de sonoridad cada vez más amplio (> 12LU, aproximadamente) se puede utilizar, de forma opcional, lo que se denomina **elemento de anclaje**, proporcionando, por así decirlo, un método individual de gating. Esto es, utilizar una señal que el productor o el ingeniero quiera que sea representativa de la sonoridad promedio del programa como pueden ser una locución, una voz cantando, cierta parte de un programa musical en *mezzoforte*, una secuencia de efectos de sonido constante y dramáticamente importante, etc.

Hay que destacar, sin embargo, que la elección de un elemento de anclaje es un **proceso activo** que requiere la colaboración de un operador experimentado. Este método sólo debe considerarse después de que los operadores e ingenieros de sonido se encuentren cómodos trabajando con el concepto de normalización por sonoridad. Bien realizado, éste método puede ser útil para ajustar el rango de sonoridad de los programas de acuerdo al elemento de anclaje elegido.

También existe una medición automática de un elemento de anclaje específico en forma de '*Diálogo Inteligente*' (*Dialogue Intelligence*), un algoritmo propiedad de los Laboratorios Dolby, basado en que la voz es una señal común e importante en la radiodifusión. El algoritmo detecta si la voz está presente en un programa y, cuando está activado, sólo se mide la sonoridad durante los intervalos en que está presente dicha voz. Para programas con un rango de sonoridad estrecho, la diferencia entre la medida restringida a la voz y la medida realizada al programa completo es pequeño, normalmente <1 LU. Para los programas con un amplio rango de sonoridad, como las películas de acción, esta diferencia se hace posiblemente más grande, a veces de más de 4 LU. La detección automática de un elemento de anclaje está pensada para ayudar a identificar cual debe ser el Nivel Destino (*Target Level*). Al igual que cualquier algoritmo de detección de señales específicas de una mezcla completa y compleja, la discriminación de la voz puede ser engañosa - ya sea porque se trate de señales muy parecidas a los patrones espectrales de la voz (por ejemplo, los instrumentos de viento de madera o un violín solista) o porque se trate de señales de voz que queden alejadas del umbral de discriminación (por ejemplo, ciertos dialectos del idioma). Para los programas en los que estos elementos de anclaje están constantemente moviéndose alrededor del

umbral de discriminación, la medida de la sonoridad también puede variar significativamente si la medición se realiza en varias ocasiones.

Para programas de **corta** duración como los anuncios, espacios publicitarios, trailers y piezas promocionales, la normalización por voz (automática) puede dar resultados no satisfactorios a la luz del futuro aumento del rango de sonoridad y puedan presentar mayor dramatismo. En estos casos, la mayoría de las recomendaciones internacionales (esta también) están de acuerdo en la medición de **'todo'** por todos los medios.

En cualquier caso, las emisoras tienen que ser conscientes de que, especialmente en un entorno basado en ficheros, la mayoría del contenido del programa completo independientemente de tipo de señal (voz, música, efectos de sonido), se medirá automáticamente, pudiéndose haber determinado una estrategia diferente para el tratamiento de los programas la base de la normalización por elemento de anclaje.

Resumiendo:

Es debido a estas incertidumbres y el hecho de que la voz representa sólo una parte de todo el programa (aunque sea muy importante y común) que la R 128 recomienda medirlo **'todo'** - esto es, todo el programa, independientemente del tipo de señal (voz, música o efectos de sonido).

Esto es apoyado por las siguientes observaciones:

- La diferencia entre medirlo **'todo'** y medir un elemento de anclaje (voz, música o efectos de sonido) es pequeña para programas cuyo Rango de Sonoridad sea estrecho;
- La diferencia entre las medidas de **'todo'** y por **'anclaje'** depende en gran medida del contenido del programa, pero puede esperarse que sea más grande cuanto mayor sea el Rango de Sonoridad;
- La discriminación automática por elemento de anclaje puede funcionar bien para la mayoría de los programas, pero puede ser engañosa para señales similares o puede no funcionar del todo, por tanto no proporciona un 100% de resultados coherentes;
- Los entornos basados en ficheros necesitan un método que sea aplicable al 100% del contenido y que ofrezcan resultados **'suficientemente buenos'** para todos los programas;
- La identificación de un elemento de anclaje necesita la ayuda de un operador con experiencia o de un algoritmo de discriminación; dicho algoritmo puede estar sujeto a las posibles incertidumbres mencionadas con anterioridad.

La normalización por elemento de anclaje ofrecerá mejores resultados en material con un amplio LRA. Sin embargo, es una tarea que requiere experiencia, y, por tanto, tiempo y dinero, y si se utiliza discriminación automática, dicho algoritmo puede no ser fiable al 100%. Es necesario tomar medidas especiales cuando el contenido ajustado por elemento de anclaje se introduce en los sistemas de normalización de los servidores de ficheros y por tanto será necesario poner en bypass los procesos automáticos. **El mayor común denominador de la R 128 es recomendar que el programa completo se mida con todos sus elementos en lugar de utilizar elementos de anclaje, incluso si el material tiene un amplio LRA.**

5.2 Canal de Efectos de Baja Frecuencia (LFE)

Como se señala en la descripción de la ITU-R BS-1770 (ver § 2), actualmente el canal LFE es **excluido** actualmente de la medida. Una de las razones es la incertidumbre generalizada de los consumidores y los ingenieros de audio, así como las diferencias de implementación de los equipos con respecto a la alineación de este canal (+ 10 dB de ganancia en banda). La omisión del canal LFE durante la medida de la sonoridad podría causar su abuso. Se necesita experiencia práctica e investigaciones adicionales para decidir si y de qué manera podría incluirse la señal LFE. Una solución para evitar por completo todos los posibles problemas con la señal LFE es no utilizarlo en absoluto si no hay necesidad de un margen extra de headroom en la región de graves bajos.

6. Producción y Serialización basados en ficheros

Debido a que el mundo de la radiodifusión está cambiando a flujos de trabajo basados en ficheros, es vital que el concepto de normalización por sonoridad también se adecue a ello. El principio básico sigue siendo el mismo: se recomienda la **normalización por sonoridad y control dinámico de la señal de audio**, especialmente para los nuevos contenidos. Sin embargo, como los **Metadatos** son parte integrante de los sistemas basados en ficheros, las soluciones, que dependen de ellos, será, descritas también (§ 7).

El origen de un fichero que contiene las señales de audio puede ser, bien a través del proceso de ingesta, bien a través de un transfer desde un servidor externo o bien desde un archivo basado en ficheros.

Para los programas existentes (contenido del archivo) existen básicamente cuatro opciones para conseguir la normalización de la sonoridad:

- **Cambiar** realmente el nivel de sonoridad de **todos los ficheros de audio** para que estén ‘al nivel destino’.
- **Cambiar** el nivel de sonoridad sólo ‘**bajo demanda**’.
- Utilizando el resultado de la medida del nivel de sonoridad, **ajustar** el **nivel de serialización (layout)** sin cambiar el nivel de sonoridad original.
- **Enviar los Metadatos** de sonoridad **correctos** al consumidor y realizar en ese punto la normalización.

La solución elegida, depende, en realidad de factores tales como la infraestructura específica, flujos de trabajo, gestión de medios, la disponibilidad de equipo adecuado, los recursos financieros, tiempo, etc.

Las mediciones han de realizarse al comienzo de la vida de un fichero dentro de una instalación, proporcionando los valores de **Nivel de Sonoridad del Programa**, **Rango de Sonoridad** y **Nivel Máximo de Pico Verdadero** - las tres parámetros de audio definidos en la R 128 (El Nivel de Sonoridad Máximo Instantáneo y Máximo Short-term también se medirán y almacenarán cuando el contenido sea de corta duración (<30 s, ver § 7)). Dependiendo de los resultados de la medida y del subsiguiente método elegido para conseguir la normalización de la sonoridad y del cumplimiento del Rango de Sonoridad aceptable, se ejecutará un esquema de procesamiento consistente en ‘diagramas de bloques’ o ‘tareas fundamentales’. A continuación se examinará en detalle el flujo de trabajo con la ayuda de diagramas de flujo genéricos.

6.1 Diagramas de Bloques

Procesado del Nivel de Sonoridad del Programa (Figura 12)

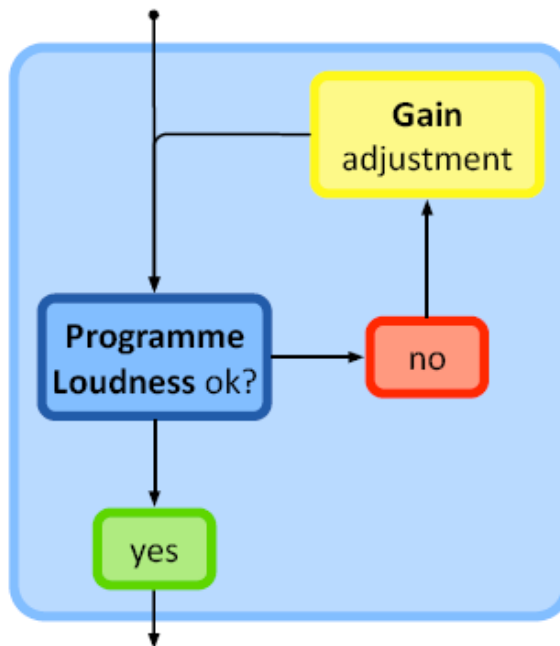


Figura 12: Bloque de procesamiento de la Sonoridad del Programa

Procesado del Rango de Sonoridad (Figura 13)

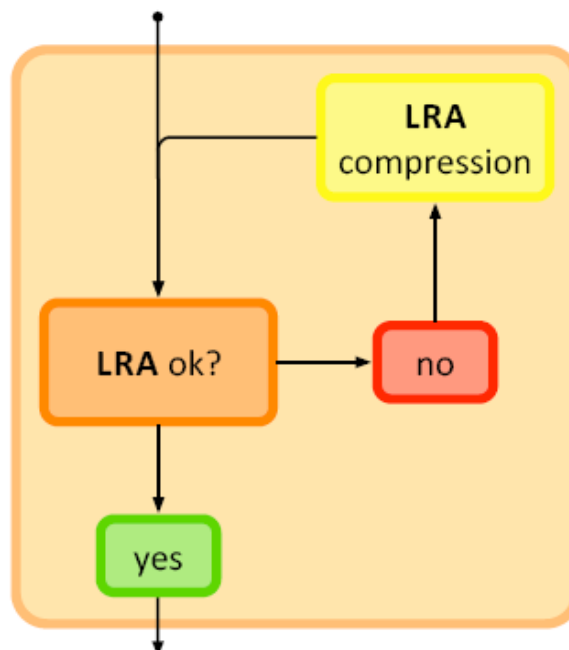


Figura 13: Bloque de procesamiento del Rango de Sonoridad

Procesado del Nivel Máximo de Pico Verdadero (Figura 14)

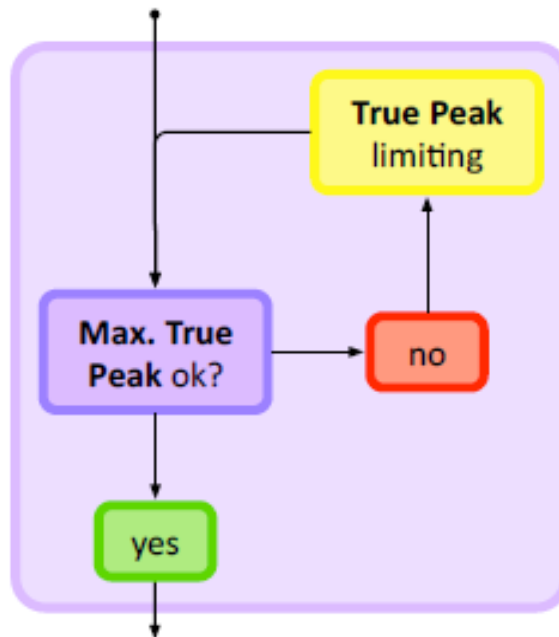


Figura 14: Bloque de procesado del Nivel Máximo de Pico Verdadero

6.2 Estrategias Genéricas de nivelación por Sonoridad - Procesado

Los tres diagramas de bloques básicos descritos anteriormente son el núcleo de cualquier proceso de control de calidad con respecto a los parámetros técnicos y su contenido de audio. Los tres parámetros, Nivel de Sonoridad del Programa (L_K), Rango de Sonoridad (LRA) y Nivel Máximo de Pico Verdadero (Max TP) han de medirse al inicio de cualquier posible procesado. El resultado de esta medida inicial determina los procesos subsiguientes.

Son posibles varios escenarios:

- a) Los tres parámetros están OK.



Este es obviamente el resultado ideal de la medición: El Nivel de Sonoridad del Programa es -23 LUFS, el Rango de Sonoridad se encuentra en los límites especificados por la emisora (dependiendo del género y/o la plataforma de distribución) y el Máximo Nivel de Pico Verdadero es igual o por debajo del valor máximo especificado para el sistema de distribución designado.

b) El Nivel de Sonoridad del Programa es más alto que -23 LUFS.



Una simple operación de ajuste de ganancia (reducción de nivel) lo resuelve:

$$\text{Ganancia (dB)} = L_k \text{ Destino} - L_k \text{ medido}$$

(Ejemplo: El valor medido de L_k es -19,4 LUFS; el Nivel Destino es -23 LUFS; el cambio de ganancia necesario es $[-23 - (-19,4)] = -3,6$ dB. El Max TP se reduce, naturalmente en la misma cantidad que L_k).

c) El Nivel de Sonoridad del Programa es más bajo que -23 LUFS.



Después de aplicar un aumento de ganancia, debe recalcularse el Máximo Nivel de Pico Verdadero (originalmente medido: $\text{Max TP} + \text{Aumento de ganancia} = \text{Max TP resultante}$) para que se ajuste a los límites permitidos. Si el nuevo Max TP excede el límite permitido, se ha de realizar una **Limitación de Pico Verdadero** de acuerdo con el diagrama de bloques de procesado de Pico Verdadero. Otra solución, que es aplicable si no es posible o deseable la Limitación de Pico Verdadero (o es probablemente muy severa) es dejar L_k en el valor original y aplicar la **configuración apropiada de los Metadatos de Sonoridad** (menor que -23, reflejando el nivel de sonoridad original). Esto requiere un sistema que soporte y transporte Metadatos (por ejemplo Dolby Digital o MPEG-4).

Para ambos escenarios b y c, se puede utilizar un simple **valor de ganancia** almacenada como Metadato con la siguiente posible limitación si Max TP es excesivo después de un cambio positivo de ganancia (escenario c). Este valor de ganancia puede controlar el nivel de emisión del fichero de forma que se alcancen los -23 LUFS.

d) El Nivel de Sonoridad del Programa es menor que -23 LUFS y el Rango de Sonoridad es más amplio que la tolerancia interna para el género o canal de distribución.



El Nivel de Sonoridad del Programa puede tratarse igual que en el escenario c. El Rango de Sonoridad debe procesarse (Diagrama de Bloques de LRA) lo que posiblemente reduzca el valor de Max TP. Aunque Max TP podría exceder el límite permitido al aplicar una ganancia positiva a L_k ,

procesar Max TP podría no ser necesario debido a la reducción de LRA. Por tanto, es necesario calcular el Max TP durante el proceso de reducción de LRA.

- e) El Rango de Sonoridad es más amplio que la tolerancia para el género o plataforma de distribución.



Como se mencionó en § 4.4, puede utilizarse un compresor con un umbral bajo y una relación de compresión moderada para estrechar LRA (Diagrama de Bloques del Rango de Sonoridad). Para ficheros, puede ser muy ventajoso contar con procesos que posean ‘LRA destino’. Alternativamente, el resultado de la medida de LRA podría activar un compresor de dinámica configurado con parámetros similares a los mostrados en § 4.4. El valor de Max TP solo puede ser más bajo, por lo que no hay posibilidad de cualquier Procesado del Pico Verdadero.

- f) Se ha excedido el Máximo Nivel de Pico Verdadero Permitido.



Excediendo el nivel Max TP del sistema de distribución se incurre en riesgo de **distorsión** cuanto más se avanza en la cadena (en un convertor D/A, convertor de frecuencia de muestreo o códec de reducción de tasa de bits, por ejemplo). Se ha de aplicar Limitación para disminuir el Max TP en el diagrama de bloques de Pico Verdadero. Habrá un cambio significativo en la Sonoridad del Programa en dependencia del número y tamaño de los picos que se vean afectados.

Cualquier otra combinación de resultados de la medición inicial de L_K , LRA y Max TP está cubierta con los procesos introducidos ya en los anteriores escenarios.

7. Metadatos

Como se ha descrito en § 3.2, la normalización de la sonoridad puede conseguirse mediante **normalización de la señal de audio** (el método recomendado) o **utilizando Metadatos** para almacenar el nivel de sonoridad real. En éste último caso, el cambio hacia el Nivel Destino (*Target Level*), puede realizarse o bien en la transferencia del fichero de audio al servidor de emisión, en la mesa de mezclas de audio de emisión, mediante la elección del preset de un compresor de dinámica o directamente en el lado del consumidor con el ajuste del nivel de reproducción.

Los Metadatos pueden, generalmente, ser *activos* (posibilitan el cambio de la señal de audio) o *descriptivos* (proporcionando información acerca de la señal como puede ser formato, copyright, etc). La consecuencia natural del trabajo del grupo PLOUD y de la publicación del documento R 128 y sus documentos anexos es que los tres parámetros: **Sonoridad del Programa**, **Rango de Sonoridad** y **Nivel Máximo de Pico Verdadero** deberían incluirse en los Metadatos de sonoridad de los archivos de audio. Se está trabajando para incluir estos parámetros en la cabecera (porción de la Broadcast Extensión (BEXT)) del formato de archivo Broadcast Wave (**BWF**) (*para una descripción detallada del formato BWF, ver [10], [11] y [12]*). Además, los valores del **Nivel de Sonoridad**

Momentánea Máxima así como el **Nivel de Sonoridad Short-term Máxima** deberán almacenarse también ya que estos parámetros son útiles para controlar la dinámica del contenido de corta duración (<30 s; ver también § 10). Los Metadatos de Sonoridad también están destinados a ser incluidos en el diccionario SMPTE con posibles redefiniciones como ‘Perfiles de Sonoridad’, para abordar, por ejemplo, diferentes preajustes de los procesadores de sonoridad.

Los parámetros de metadatos en los sistemas existentes que son de interés primordial sobre la sonoridad son:

- Sonoridad del programa
- Palabras de control del rango dinámico.
- Coeficientes de reducción

Por ejemplo, en el sistema de metadatos de Dolby AC-3, estos parámetros se llaman *Dialnorm* (normalización de diálogo), *dynrng* (rango dinámico) y *Nivel de Mezcla Central/Envolvente*. El parámetro *dialnorm* describe realmente la sonoridad de un programa completo con todos sus elementos, tales como voz, música o efectos de sonido (también un programa de sólo-música tiene un valor 'dialnorm'). Esto puede parecer confuso; la razón es que el enfoque del sistema de normalización de Dolby se realiza tomando el diálogo como elemento de anclaje.

7.1 Metadatos de Sonoridad del Programa

Tras el énfasis en la **normalización de la señal de audio** en producción a **-23 LUFS**, el correspondiente parámetro de los metadatos, deberá también ser establecido para que indique **-23 LUFS**, informando de que el programa se ha normalizado al Nivel Destino (Target Level). En consecuencia, después de la normalización generalizada de las señales de audio en el origen, el parámetro de los Metadatos que indica la Sonoridad del Programa, será **fijo**.

Excepciones en las que se puede utilizar un valor diferente a **-23** son:

- El programa no se ajusta a la ventana proporcionada por **-23 LUFS** y **-1 dBTP**. Esto puede ocurrir sobre todo con películas con mucha dinámica y con emisoras que desean transmitir estos programas con una gran relación sonoridad-pico;
- Programas antiguos procedentes de archivo histórico que no puede ajustarse a tiempo para cumplir con el sistema de niveles destino de la R 128.
- Programas externos realizados en directo que llegan con diferentes niveles de sonoridad y diferentes Metadatos.
- Un sistema plenamente funcional que proporciona y utiliza los metadatos en toda la cadena de señal y que ya está consolidado. Esto implica el transporte fiel de metadatos de sonoridad a los equipos del hogar del consumidor.

En todas estas circunstancias el valor **correcto** de los Metadatos de la Sonoridad del Programa, tendrá que ser establecido fehacientemente, medido con un medidor que cumpla el ‘Modo EBU’. Los sistemas de distribución así como los equipos de Cine en Casa serán los que se ocupen de esta situación (ver el EBU Tech Doc 3344).

7.2 Metadatos de Control del Rango Dinámico

Así como normalización por sonoridad se puede realizar en el origen de la señal de audio o a través de metadatos, lo mismo se aplica al procesamiento del rango dinámico. En el entorno de metadatos, la información sobre la compresión del rango dinámico se envía como parte del flujo de datos en forma de ‘*gain-words*’. En el Equipo de Home Cinema del consumidor, esta información se utiliza para reducir el rango dinámico de la señal, ya sea realizándose por defecto o activándose

por parte del usuario. El control del rango dinámico mediante el uso de metadatos no es comparable con un sofisticado procesador de dinámica, pero pone una "tiritita" en las situaciones en las que el consumidor desea un rango dinámico considerablemente menor.

Refiriéndonos de nuevo al sistema Dolby Digital, hay 6 *presets de compresión* que hacen que el codificador genere diferentes palabras de control que se envían en el flujo de bits al decodificador del consumidor: *Film Standard*, *Film Light*, *Music Standard*, *Music Light*, *Speech* y *None*. Estos presets causan una mayor o menor compresión centrada entorno al valor *dialnorm*, una razón más para establecer este parámetro de metadatos correctamente (ver la Figura 15 para observar las curvas de compresión alrededor de -23 LUFS).

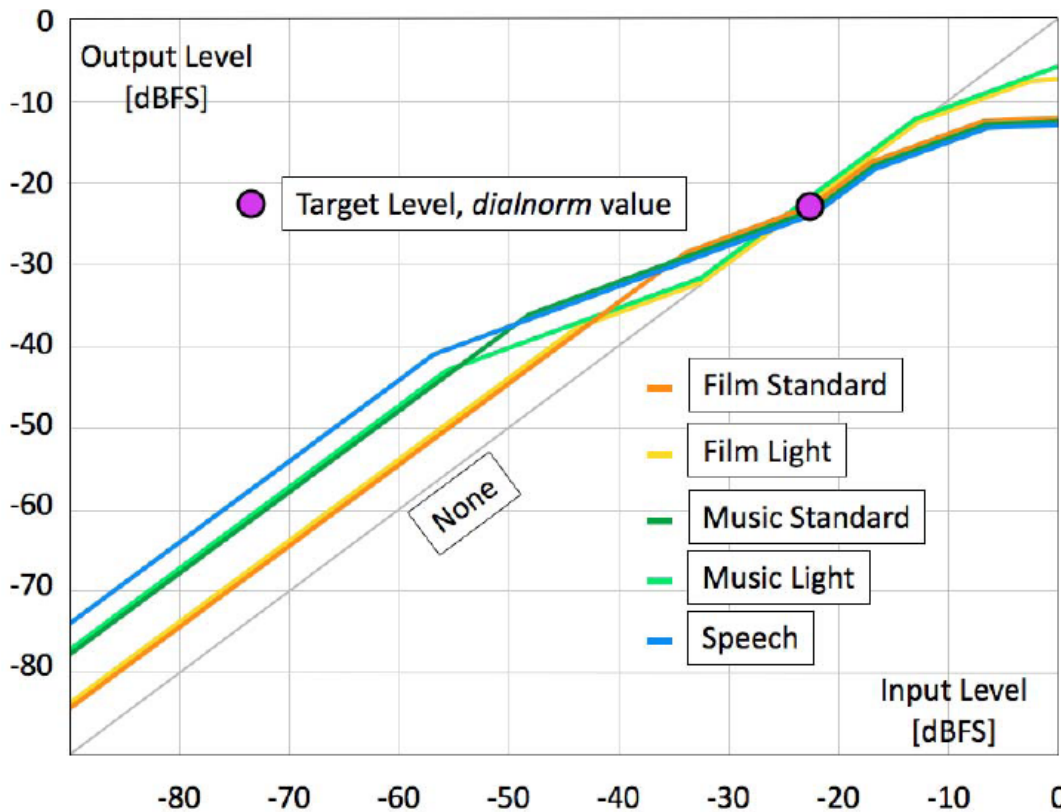


Figura 15: Curvas Genéricas de compresión de Rango Dinámico del sistema AC-3

Existen dos perfiles de compresión en Dolby Digital: '*Line Mode*' y '*RF Mode*'. Se puede elegir un preset de compresión para cada uno de ellos de forma independiente.

En el sistema de la R 128 y contando con los conceptos de normalización de la señal de audio a -23 LUFS y el uso del parámetro Rango de Sonoridad para determinar cualquier posible procesado, el preset del decodificador debe ser '*None*'. Esto puede aplicarse, en particular, para '*Line Mode*' y también por defecto en '*RF Mode*'.

Controlar el Rango de Sonoridad en transmisión mediante el procesado real de la señal de audio es, por lo general, desplazar el tema hacia el origen. Sin embargo, para programas específicos la emisora puede elegir un perfil *suave* para los sistemas '*RF-mode*' (para evitar demasiada protección activa contra la sobrecarga) sin dejar de elegir '*None*' para los sistemas '*Line-Mode*'. Las emisoras que requieren perfiles distintos a '*None*' para mantener su flujo de trabajo interno deben tener en cuenta que esta funcionalidad no siempre puede aplicarse de forma fiable en el equipo de sus oyentes. Se recomienda a los fabricantes y las empresas de distribución que se aseguren de que el equipo se fabrica de acuerdo con el Documento Técnico EBU Tech Doc 3344 ('*Directrices de distribución*').

7.3 Coeficientes de reducción de canales

Estos parámetros de metadatos (de nuevo, como ejemplo, Dolby Digital) son sólo aplicables, evidentemente, a las señales de sonido envolvente, controlando la ganancia (en dB) del canal central y los canales envolventes cuando se mezcla con frontal izquierdo y frontal derecho para obtener una señal de 2 canales estéreo. La sonoridad de una señal de 2 canales estéreo, que es el resultado de una reducción automática utilizando metadatos, depende de:

- Los coeficientes de reducción reales (+3/+1.5/0/-1.5/-3/-4.5/-6/∞).
- El contenido del programa en los canales central y envolventes, y
- Posible limitación de seguridad para evitar sobrecargas

En la señal reducida se debe tener cuidado y **evitar sobrecargas**. Esto se puede lograr con un procesador de dinámica. Se debe evitar utilizar una escala fija (reducción del nivel general), ya que introduce diferencias sistemáticas entre la sonoridad de la reducción a 2 canales estéreo y la sonoridad original de la señal de sonido envolvente. Utilizar una escala dinámica puede ser una solución.

Los coeficientes de reducción posibles en el sistema Dolby Digital están gobernados por dos perfiles de mezcla. Inicialmente, cuando sólo había un perfil, los parámetros eran más “gruesos”, siendo -3/-4.5/-6 dB para el canal Central y -3/-6/-∞ dB para los canales envolventes. Ahora, la Información Extendida de Flujo de Bits (*Extended Bitstream Information - Extended BSI*) proporciona pasos intermedios más “finos” que los expresados anteriormente (los coeficientes de mezcla de DVB TS 101 154 ofrecen la misma resolución que la Información Extendida de Dolby Digital). Los radioteledifusores deben ser conscientes del hecho de que no todos los equipos de reproducción son capaces de ofrecer la reducción de canales si se utiliza la Información Extendida, ya que los decodificadores antiguos pueden no ser capaces de extraer esta información y utilizarían los coeficientes menores y más “gruesos” del perfil 1.

En el caso de pérdida de los metadatos de reducción o que sean poco fiables, un buen punto de partida es contar con los coeficientes descritos en la ITU-R BS.775-2 [13]:

L, R frontal: **0 dB**

C, LS, RS: **-3 dB**

Hay que hacer notar, además, que los canales envolventes están ponderados con +1.5 dB⁵ durante la medida de la sonoridad de acuerdo con la ITU-R BS.1770. Después de una reducción de canales automática esta ponderación no se aplica; el resultado es una señal de 2 canales estéreo (Izquierdo y Derecho frontales). Los programas con una gran cantidad de contenido en los canales envolventes mostrarán posiblemente unas variaciones de sonoridad más grandes de la mezcla envolvente frente a la mezcla estéreo a dos canales que los programas más ‘conservadores’ en el uso de los canales envolventes.

⁵ El coeficiente de ponderación +1.5 dB para las señales envolventes en la medida de la sonoridad de acuerdo a la ITU-R BS.1770 no debe confundirse con la ganancia de +3dB para las señales envolventes en cine!. En cine, los dos canales envolventes individuales se alinean 3 dB por debajo de los canales frontales, de tal forma que su nivel combinado iguala un canal frontal. La razón de esto es la compatibilidad con películas Mono-Surround (La codificación matricial ‘Dolby Stereo’ tiene sólo una (limitada en banda) señal mono-surround) en las que los dos canales reproducen la misma señal. Para mezclas de audio multicanal discretas (‘5.1’, etc) las señales de los canales envolventes son, por tanto, 3 dB ‘más calientes’, ya que el ingeniero de mezcla compensa la bajada de 3 dB en la alineación de los canales envolventes. Si se emite una mezcla de cine, esa diferencia de 3 dB tiene que ser compensada (deban adaptarse también otros parámetros como el Rango de Sonoridad).

Mientras que la ganancia de +3dB para los canales envolventes es debido a razones técnicas, la ganancia de +1.5 dB para la medida de la sonoridad de los canales envolventes es debido a razones psicoacústicas. Los seres humanos percibimos los sonidos que proceden desde atrás más altos que los frontales a igualdad de presión sonora. Un dispositivo de medida no tiene cerebro y por tanto necesita este factor de ganancia.

En cualquier caso, no hay ninguna garantía de que los metadatos que se suministran con un fichero externo (u otros medios) sean correctos. Cuando el Metadato de Sonoridad de Programa indica -27 (el valor por defecto para *dialnorm* en el sistema Dolby Digital) o -31 (el valor más pequeño posible en el mismo sistema) es necesario prestar una especial atención, ya que lo más probable es que los metadatos, o no han sido respetados o han sido manipulados para que el programa parezca (mucho) más fuerte cuando se reproduce en el lado del consumidor.

Por tanto se recomienda **descartar los Metadatos de control de la sonoridad y del rango dinámico** para fuentes externas (excepto cuando la fuente sea de plena confianza). Los coeficientes de reducción se pueden pasar a través de un sistema de metadatos completamente funcional. Debe llevarse a cabo de nuevo un proceso de medición de los tres parámetros de audio principales. Sólo así será posible garantizar el correcto tratamiento posterior. Para fines internos, los metadatos pueden ser mejor controlados.

8. Calibración de señales a la luz de la Normalización por Sonoridad

8.1 Señal de Calibración y Nivel

Una **Señal de Calibración** en radiodifusión consiste en una señal sinusoidal de 1 kHz de frecuencia que se utiliza para alinear técnicamente una conexión de sonido. En los sistemas digitales el **nivel** de dicha Señal de Calibración es **18 dB** por debajo del máximo nivel de codificación, con independencia del número total de bits disponible (**-18 dBFS**). El cambio la normalización por sonoridad **NO** modifica este enfoque ya que la calibración no implica una relación obligatoria con la medida o medición de la sonoridad.

Por tanto, la calibración para intercambio de sonido puede realizarse como siempre, con una señal sinusoidal de 1 kHz a **-18 dBFS** de nivel.



El nivel de Calibración del audio no necesita cambiarse. Se utiliza una onda sinusoidal a **-18 dBFS como siempre.**

Esto se especifica en la recomendación EBU R68 [14]. En el mismo documento el “Máximo Valor Permitido” todavía se menciona al igual que se define en la recomendación ITU-R BS.645-2 [15]; Con el cambio a “Máximo Nivel Permitido de Pico Verdadero” (-1 dBTP para producciones PCM) que es diferente a -9 dBFS en la Recomendación ITU-R BS.645 (debido a que la utilización de QPPM se convierte en obsoleta), las secciones pertinentes de la EBU R 68 - 2000 y la ITU-R BS.645 (así como los documentos que se refieren a la definición de “Nivel Máximo Permitido”, dentro de estas recomendaciones) posiblemente deban ser revisadas.

El nivel de calibración de **-18 dBFS** (tono de 1 kHz) se leerá como **-18 LUFS** en un medidor de sonoridad con escala absoluta (o +5 LU en la escala relativa en Modo EBU), siempre que el tono de 1 kHz esté presente (en fase) tanto en el canal derecho como en el izquierdo de una señal estéreo o envolvente. Si el tono de 1 kHz se utiliza solo en un único canal frontal, el medidor de sonoridad deberá leer **-21 LUFS** (o +2 LU en la escala relativa).



Una señal sinusoidal estéreo a 1kHz y -18 dBFS se leerá como -18 LUFS absolutos (+5 LU relativos) en un medidor de sonoridad con Modo EBU.

8.2 Nivel de Escucha

Un tema diferente es el Nivel de Escucha en un sistema de reproducción de audio. En el documento pertinente, EBU Tech Doc 3276-E 'Condiciones de escucha para la evolución del material sonoro de un programa', (y el Suplemento 1, extendiéndolo la Sonido Multicanal), se utilizan las siguientes fórmulas para ajustar el nivel de un altavoz [16].

- (1) $L_{LISTref} = 85 - 10\log_2 \text{ dB}_A$ (para estéreo 2 canales)
- (2) $L_{LISTref} = 96 \text{ dB}_C$, referenciado a fondo de escala de señal digital (para audio multicanal hasta 5.1)

Para conseguir esto, debe utilizarse una señal consistente en ruido de igual energía por octava cubriendo todo el rango de frecuencias (ecuación (1)) o el rango de frecuencias de 500 Hz a 2 kHz (ecuación (2)). Las mediciones deben hacerse realmente a un nivel medio de la señal igual al nivel de calibración, la cual ha sido definida aquí como 18 dB por debajo del fondo de escala digital completa. En estas condiciones la ganancia del altavoz debe ajustarse para conseguir un Nivel de Referencia de Escucha ($L_{LISTref}$) de $85 - 3 = 82 \text{ dB}_A$ de Nivel de Presión Sonora (SPL) para cada altavoz y en sistemas estéreo de dos canales y $96 - 18 \text{ dB}_C$ SPL para sistemas multicanal. Las medidas deben realizarse en la posición de escucha utilizando un medidor de nivel de presión sonora de respuesta lenta y con ponderación A para el caso del estéreo y ponderado C para el caso del audio multicanal.

Esto es sin duda un poco confuso, números diferentes, diferentes señales de ruido y diferentes frecuencias del sonómetro. Pero estas diferencias en realidad se compensan de alguna manera y el resultado es un nivel de escucha similar tanto para 2 canales estéreo y sistemas multicanal.

Resumiendo:

Para 2 canales estéreo: $L_{LISTref} = 85 \text{ dB}_A$ SPL por altavoz (utilizando ruido de 20 Hz - 20 kHz con igual energía por octava a -18 dBFS rms)

Para 5.1 : $L_{LISTref} = 78 \text{ dB}_C$ SPL por altavoz (utilizando ruido de 500 Hz - 2 kHz con igual energía por octava a -18 dBFS rms)

Se prevé que el nivel promedio del sonido de los programas será *menor* una vez que se haya puesto en práctica la EBU R 128. La disminución del nivel podrá ser del orden de hasta 3 LU (en casos extremos incluso más). Esto hace que sea probable un **aumento** del nivel en el sistema de reproducción. Como se indicó anteriormente, el nivel de calibración no se tiene que cambiar en consecuencia, ya que el procedimiento de alineación sigue siendo válido para garantizar una estructura de ganancia razonable, así como una elevada relación señal-ruido en la cadena de reproducción. Si existe un acuerdo generalizado en el futuro en un mayor nivel de los monitores, debido al menor nivel promedio, los documentos pertinentes se revisarán de nuevo.



Como -23 LUFS es cerca de 3 LU más bajo que el actual nivel promedio de los programas, se podría considerar un aumento del nivel enviado a los monitores de acuerdo con ello.

9. Implementación y migración

Es evidente que un cambio tan fundamental en la forma de como las señales de audio se miden y se tratan, y que afecta a todas las etapas de producción de audio, distribución, archivo y transmisión, no se hace de la noche a la mañana con el simple accionamiento de un interruptor. Cada teleradiodifusor y cada instalación de audio debe encontrar su manera individual para llevar a cabo este cambio, para instalar el equipo apropiado, formar a su equipo y obtener el camino al ¡“paraíso de la sonoridad”!. Sin embargo, se pueden establecer una serie de puntos que serán de aplicación para todo el mundo. Estos puntos se presentan en las secciones siguientes.

9.1 Migración genérica y Asesoramiento para la Implementación

- Establecer un **grupo interno de sonoridad** para debatir las repercusiones de base y una establecer una estrategia para convencer a sus colegas, a la gerencia y a los responsables de los programas.
- **Empezar ahora** - no esperar hasta que todo esté establecido y todos los demás lo hayan hecho y no tratar de ser perfecto en el inicio.
- Antes de hacer algo, la gerencia tiene que aceptar este cambio y todas sus consecuencias. Obtener un **acuerdo por escrito** o una “llamada a la acción” del director general.
- Proporcionar **medidores de sonoridad** al personal de confianza de producción. Deje que jueguen con ellos, que saquen partido de las primeras experiencias y de aprender las ventajas y las liberaciones del método de sonoridad para que puedan ser líderes de opinión de sus colegas.
- **Sondee el mercado** de los medidores y de los gestores de sonoridad para determinar lo que mejor se adapte a su entorno de trabajo.
- Determinar las **áreas clave** en las que el trabajo de sonoridad debe comenzar. Los posibles candidatos son los siguientes: estudios de producción, salas de postproducción, unidades móviles, departamento de control de calidad.
- Tener en cuenta que se encontrará con obstáculos (“siempre ha sido así”, “nunca ha sido así”, “quién eres tú para decir que debe hacerse así”). La **paciencia** y la demostración con ejemplos prácticos valdrá la pena. Conviértase en el “Maestro Zen” de la normalización de sonoridad en su instalación (“calma - simplicidad - naturalidad”).
- **Dar tiempo** a que todo el mundo se adapte. Aunque la audiencia ha estado esperando una solución desde hace décadas, no cree más problemas al tratar de hacer demasiadas cosas demasiado rápido
- Las soluciones para **flujos de trabajo basados en ficheros** siguen siendo escasas (febrero 2011). Manténgase atento al mercado y las soluciones comerciales.
- Utilice este cambio fundamental como una oportunidad para una **discusión** general acerca de la **calidad del audio** y el desarrollo de un '**sonido corporativo**', que incluya, por ejemplo, la inteligibilidad del habla, el equilibrio de expresión frente a la música y, por supuesto, la normalización de la sonoridad de los programas.
- **¡Utilice y confíe en sus oídos!**. Son los mejores medidores de sonoridad. Sonría cuando vea a sus colegas de trabajo utilizando el método de la sonoridad como si nada hubiera existido antes.

9.2 10 puntos de acción para la Migración e Implementación

- VB Establecer un grupo interno de sonoridad.
- VB No esperar, empezar ya.
- VB Conseguir un escrito de conformidad de la dirección.
- VB Proporcionar medidores de sonoridad al personal de confianza.
- VB Buscar en el mercado equipamiento de sonoridad.
- VB Escoger las áreas clave para que sean las primeras en realizar el cambio.
- VB Puede haber obstáculos. Sea paciente, dé tiempo.
- VB Aproveche el momento para debatir acerca de la calidad del audio.
- VB Utilice y confíe en sus oídos.
- VB Conviértase en el Maestro Zen en sonoridad de su instalación.

10. Cuestiones específicas de género (televisivo/radiofónico).

El concepto de la R 128 se centra en la normalización por sonoridad de cada programa a un solo nivel Destino (-23 LUFS). Hay dos razones para que esta pueda no ser una solución perfecta:

- Ninguna medida objetiva de sonoridad puede ser perfecta.
- Siempre habrá preferencias individuales.

Por lo tanto, no es posible, **en general**, una solución perfecta, ya que varía de persona a persona. En el ámbito de la R 128 es vital entender que la intención no es lograr un equilibrio de sonoridad basada en el nivel de presión sonora real de una señal de audio específica, sino que es proporcionar una experiencia de escucha satisfactoria para una variada mezcla de géneros para la mayoría de los oyentes.

De esto resulta, por ejemplo, que un cuarteto de cuerdas de Schubert tenga un nivel de sonoridad integral igual que una sinfonía de Mahler, es decir, -23 LUFS. Si bien esto no refleja la realidad, esto hace que estos elementos encajen en una amplia variedad de programas adyacentes, y esta es la intención de **abogar por un solo número**.

Dado que este documento servirá como un conjunto de experiencias, se podría tener la tentación de considerar la redefinición de este método, una vez que la normalización de sonoridad se generalice. Sin embargo, los oyentes lo aceptan si el nivel de sonoridad de los programas se encuentra dentro de la llamado 'zona de confort' de alrededor 8-9 LU, teniendo en cuenta que la distribución es asimétrica (por ejemplo, +3LU/ -5 LU). En casos en que el algoritmo de sonoridad objetiva no siempre proporcione un resultado perfecto, el programa seguirá, sin duda, quedando aún dentro de esta zona de confort. Las emisoras también han de tener en cuenta que el público puede ajustar el nivel de sonoridad con su mando a distancia, para adaptarse a lo que les gusta y a lo que no.

La UER fomenta la **normalización a un único nivel destino** a pesar de un posible refinamiento para ciertos géneros individuales. Si se permiten demasiadas variaciones (o incluso sólo unas pocas) se puede llegar a impugnar el sistema de igual sonoridad promedio desde el principio. Naturalmente, el temor es que las variaciones serían hacia el lado más sonoro.

Mostrar un Nivel de Sonoridad de Programa **más bajo** que el Nivel Destino es un tema algo diferente. Como ‘caso aparte’ se han investigado dos géneros, que requieren un tratamiento específico (también para el nivel máximo de sonoridad) bajo ciertas circunstancias; **anuncios, trailers** y los programas musicales.

10.1 Anuncios y Trailers

Este tipo de programa es sin duda el más frecuentemente mencionado en lo que respecta a las **molestias de los oyentes**, y por lo tanto es el principal responsable de los problemas de sonoridad de hoy en día. En el Reino Unido (BCAP rules - Broadcast Committee of Advertising Practice) y en Estados Unidos (CALM Act - Commercial Advertisement Loudness Mitigation) e incluso la *legislación* se han puesto en marcha recientemente para tratar de “dominar” este género. Es ciertamente vital que el sistema de normalización de sonoridad basado en la **R 128** proporcione un conjunto de herramientas efectivas para esta tarea - previendo el abuso. Para controlar la dinámica de los anuncios en un mundo de sonoridad normalizada en el que existe el peligro de que haya repentinas diferencias elevadas de sonoridad (nivel demasiado fuerte después de un largo período de señales de bajo nivel justo por encima del umbral de puerta), el parámetro Rango de Sonoridad (LRA) no es el adecuado, ya que el cálculo se basa en los valores de sonoridad short-term (intervalo de 3 s). Por lo tanto, para programas muy cortos hay muy pocos puntos de toma de datos para obtener un número significativo de LRA. El parámetro Rango de Sonoridad no tiene la culpa de este hecho, ya que nunca fue pensado para este fin.



Debe utilizarse un límite para la Sonoridad Máxima Momentánea y Máxima Short-term para prevenir el abuso de los programas muy cortos (<30 s).

Una alternativa es la utilización del **Máximo Nivel de Sonoridad Momentánea (Max ML - 400 ms)** y/o el **Máximo Nivel de Sonoridad Short-term (Max SL - 3 s)**. Especialmente para programas muy cortos (<30 s), estos parámetros pueden utilizarse de forma efectiva para limitar los picos de sonoridad. Las primeras experiencias de los miembros de PLOUD han señalado un valor de alrededor de **+8 LU (-15 LUFS)** como una posible limitación para Max ML y **+3 LU (-20 LUFS)** para Max SL. En cualquier caso, ambos parámetros (Max ML y Max SL) forman parte de la ampliación sugerida de los Metadatos del formato de fichero Broadcast Wave (BWF). Los miembros de UER animan a utilizar los límites individuales de Max ML o Max SL para programas cortos e informar acerca de los resultados obtenidos.

Para programas de este género que consisten en tan sólo ruido de fondo o sonidos de bajo nivel buscado de forma creativa, se puede utilizar un nivel de sonoridad **menor** que el Nivel Destino. Esto está en consonancia con las prácticas pasadas y actuales para limitar el nivel pico máximo (en la actualidad: El nivel de sonoridad), pero no fuerza que todo el contenido se sitúe en ese máximo. El audio de bajo nivel deliberado proporciona **contraste**, y esta es una de las herramientas creativas más fundamentales de toda forma de arte. La corta duración de los anuncios o trailers que utilicen esta dramática herramienta de forma efectiva es probable que no causen influencia alguna en el nivel de sonoridad promedio diario de la emisora a largo plazo.

Los programas destinados a emitirse a un nivel inferior al Nivel Destino necesitan una atención especial para asegurarse de que pasen sin ser modificados por los procesos automáticos de normalización. Estos programas, realmente deberían ser la excepción y no la regla.

En última instancia, las decisiones y la responsabilidad de todos estos casos, recaen en el productor, director o cualquier otro personal creativo.

10.2 Música

La experiencia de los oyentes apasionados de la música sugiere que ciertos programas que contienen sobre todo música, ya sea con un amplio rango de sonoridad como la música clásica o con un mayor grado de compresión dinámica como cualidad artística como un concierto de rock, tienden a escucharse con un nivel de sonoridad más alto (hasta **+2-3 LU** de promedio) que los otros géneros. Las razones de esto son que en la realidad estos programas tienden a ser escuchados con un nivel de presión sonora elevado (fortísimo de una orquesta sinfónica, banda de rock con un potente sistema de amplificación) y el hecho de que en la música no existen "los sonidos de primer plano" frente a 'los sonidos de fondo' - todo está en primer plano.

Pero como se mencionó anteriormente, una posible separación del nivel objetivo de estos programas puede causar más daño ya que se abre una puerta trasera por la que volver a ser "más fuerte" que los demás en lugar de mejorar la situación de manera significativa. Basado en el mismo razonamiento que para los anuncios y trailers, la normalización a otro (= más alto) nivel objetivo **no es lo recomendado**. El público podrá usar su mando a distancia para ajustar (aumentar) el nivel de sonoridad a su gusto. Programas anexos como los anuncios o trailers también cambiarán su nivel consecuentemente. Se prevé que esto no debe colocar a este tipo de programas fuera de la zona de confort.

11. Referencias

- [1] Recomendación Técnica EBU R 128 - '*Normalización de Sonoridad y nivel máximo permitido de las señales de audio*'. (2010)
- [2] ITU-R BS.1770 - '*Algoritmos para medir la sonoridad de los programas de audio y el nivel de pico verdadero*'. (2006-2007)
- [3] EBU Tech Doc 3341 - '*Medición de la Sonoridad: Medición en 'Modo EBU' para complementar la normalización por sonoridad de acuerdo con EBU R 128*'. (2010).
- [4] EBU Tech Doc 3342 - '*Rango de Sonoridad: Un parámetro para complementar la normalización por sonoridad de acuerdo con EBU R 128*'. (2010).
- [5] EBU Tech Doc 3344 - '*Directrices Prácticas para los Sistemas de Distribución de acuerdo con EBU R 128*'. (2011).
- [6] ISO 80000-8: '*Cantidades y Unidades - Parte 8: Acústica*'.
- [7] Grimm E., Skovenborg E. & Spikofski G. '*Determining an Optimal Gated Loudness Measurement for TV Sound Normalisation*', AES Convention Paper N° 8154, 128th AES Convention, May 2010.
- [8] ITU-R BS.1864 '*Prácticas Operativas para la Sonoridad en el intercambio internacional de programas digitales de televisión*'. (2010).
- [9] Lund, Th. '*Stop counting samples*', AES paper N° 6972, 121st AES Convention, October 2006.
- [10] Recomendación Técnica EBU R 85: '*Utilización del Formato Broadcast Wave para el intercambio de Archivos de Datos de Audio*'. (2004).
- [11] Recomendación Técnica EBU R 111: '*Utilización multicanal de BWF, Formato de Archivos de Audio (MBWF)*'. (2007).
- [12] EBU Tech Doc 3306: '*MBWF/RF64: Un Formato de Fichero Extendido para Audio*'. (2009).
- [13] ITU-R BS.775-2 '*Sistema de Sonido estereofónico multicanal con y sin acompañamiento de imagen*'. (2006).
- [14] Recomendación Técnica EBU R 68: '*Nivel de Calibración en equipos de producción de audio digital y en grabadores de audio digitales*'. (revisión 2000).
- [15] ITU-R BS.645.2 '*Señales de test y medición para utilizarse en conexiones de programas de sonido internacionales*'. (1992).
- [16] EBU Tech Doc 3276-E (+ suplemento 1) '*Condiciones de escucha para la evaluación de material sonoro de programas*'. (1998, 2004 - suplemento 1).