

### Mediciones de la característica de radiación periférica de los altavoces con ARTA

#### Preparación para la medición



Además de la respuesta de frecuencia sobre ejes, para la valoración de altavoces individuales y de sistemas de altavoces resulta también significativa la característica de radiación fuera del eje. Estos apuntes de aplicación tratan de la determinación de la característica de radiación periférica de los altavoces y también de los medios necesarios o útiles para ello.

Para la determinación de la característica de radiación periférica se medirán diversas respuestas de frecuencia aisladas con ángulos de radiación preestablecidos. Para ello, se coloca normalmente el altavoz sobre una base giratoria con escala angular (véase Imagen 1).

A continuación habrá que posicionar el micrófono de medición de tal forma que a 0° señale el centro exacto (p.ej. casquete de protección contra el polvo) del chasis o cualquier otro punto de referencia elegido (véase Imagen 2).

Es preciso tener cuidado de que el punto de referencia elegido no cambie al girar el soporte. Esto se consigue cuando, p.ej., se posiciona el medio de la pantalla acústica directamente sobre el centro de rotación del soporte giratorio (véase Imagen 2a).

Imagen 1: Altavoz sobre una base giratoria

Si no se tiene en consideración esto, entonces se convertirá en un trabajo suplementario, cuando menos, engorroso. El posicionamiento no céntrico de la fuente sonora o, mejor, del lugar de origen del sonido, tiene como consecuencia que la distancia de medición cambia según el ángulo de rotación (véase Imagen 2b) y, con ello, se determinarán diferentes niveles en cada caso. Con lo cual estaríamos otra vez obligados a un trabajo suplementario. En este caso habría que escalar individualmente cada medición aislada, p.ej. a un metro de distancia.

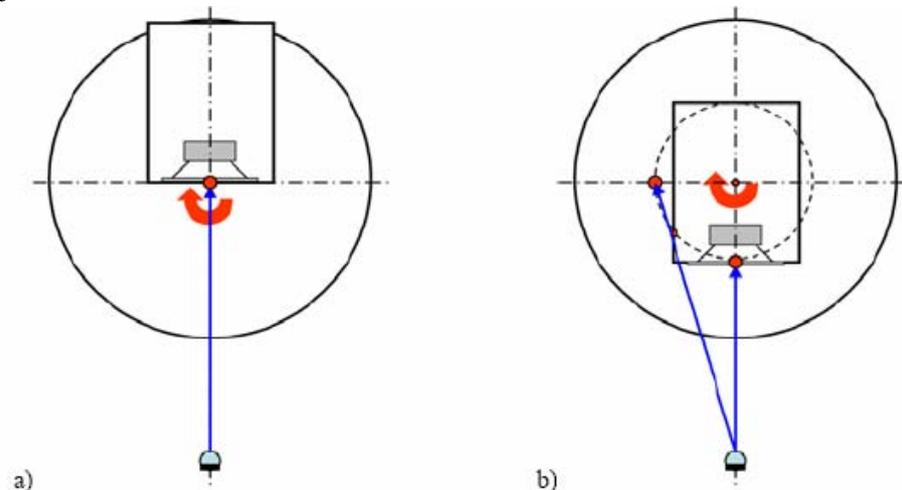


Imagen 2: Disposición del altavoz sobre la base giratoria (vista desde arriba)

Además de lo mencionado anteriormente, tienen validez todas las normas existentes para la realización

de mediciones en un entorno reflectante. Habrá que fijarse en que se posiciona el altavoz dentro del espacio de medición de tal forma, que queda lo más alejado posible de paredes reflectantes u otros objetos.

### Realización de la medición

Las mediciones con ARTA transcurren de la forma ya conocida. Para obtener un cuadro acertado sobre la característica de radiación, la distancia del ángulo a medir no debería ser demasiado grande. Lo más habitual es medir distancias a 5° o 10°. En cuanto a la amplitud, a 72 o 36. Cuando la disposición de la fuente es simétrica, es suficiente si se mide una mitad, bien a la izquierda, bien a la derecha del eje de radiación principal. Entonces se reduce el número de mediciones respectivamente a 18 y/o 36.

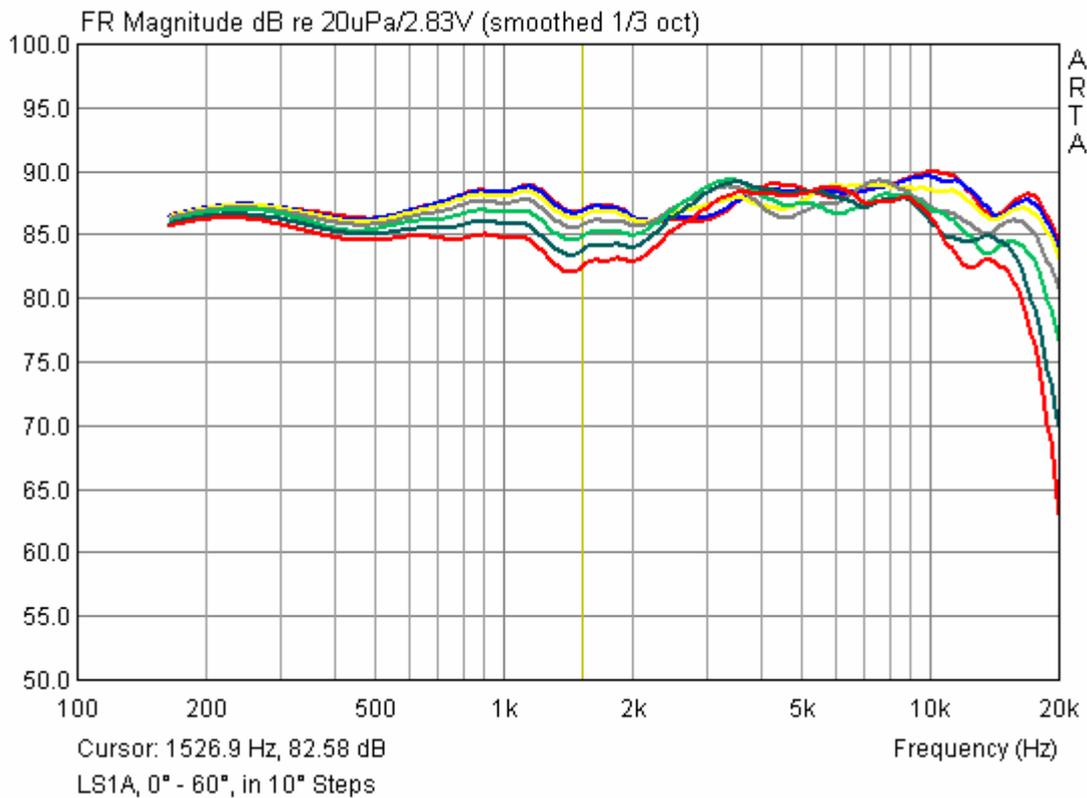
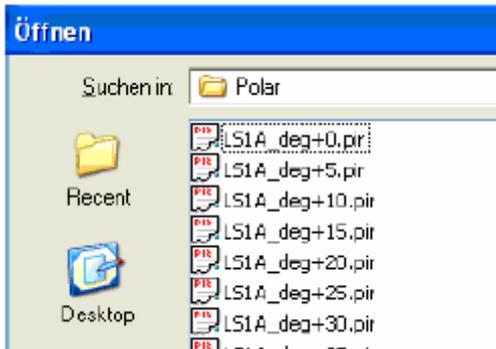


Imagen 3: Respuestas de frecuencia aisladas de una caja acústica de 0° a 60° en pasos de 10°.

Como puede observar, la determinación de la característica de radiación no es cosa de 5 minutos, debe tardar algo más de tiempo. Si quisiera hacer este tipo de mediciones más frecuentemente, sería recomendable montar una base giratoria para cada ocasión. En el Anexo encontrará algunas recomendaciones para ello.

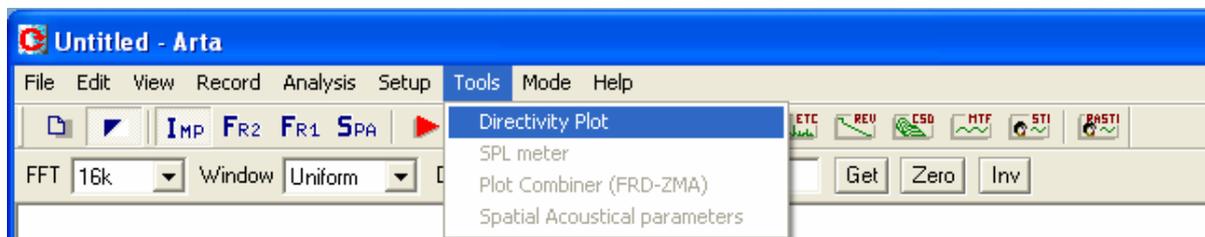


En la medición debe tener en consideración una particularidad. Al almacenar los datos de medición debe reparar en una nomenclatura específica para el nombre del archivo. Se compone de la siguiente forma:

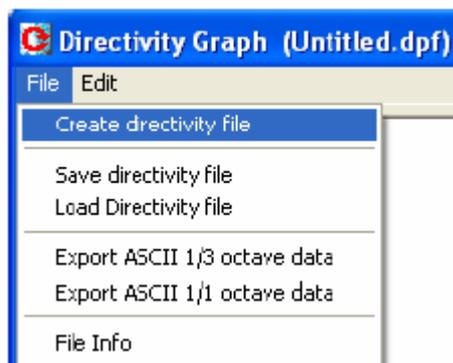
**Nombre\_degSignoÁngulo.pir**

### Análisis de los resultados de la medición

Una vez realizadas todas las mediciones, llega el momento de su análisis. Abra el menú “Directivity Plot” desde la pestaña ”Tools“.



Entonces aparecerá la pantalla “**Directivity Graph**” con el File-Handling-Menu. Si desea analizar una base de datos por primera vez, entonces seleccione “**Create directivity file**”.



Aparecerá la pantalla “**Directivity data definition**”, en la que puede introducir los datos de medición con “**Load Files**”(véase Imagen 4a).

Además puede almacenar o cargar bases de datos ya elaboradas como dpf- File (Directivity Pattern File). Así se conservan todos los ajustes seleccionados. Para trabajar o seguir utilizando los datos en otros programas, dispone de dos opciones de exportación. Los datos serán exportados en 1/3 y/o 1/1 de octava como ASCII.

Volvamos al análisis de los datos de medición por primera vez. En la Imagen 4a podemos ver que ARTA clasifica los datos de forma ascendente según el ángulo. Evidentemente, esto funciona sólo si nos limitamos rigurosamente a la nomenclatura anteriormente facilitada.

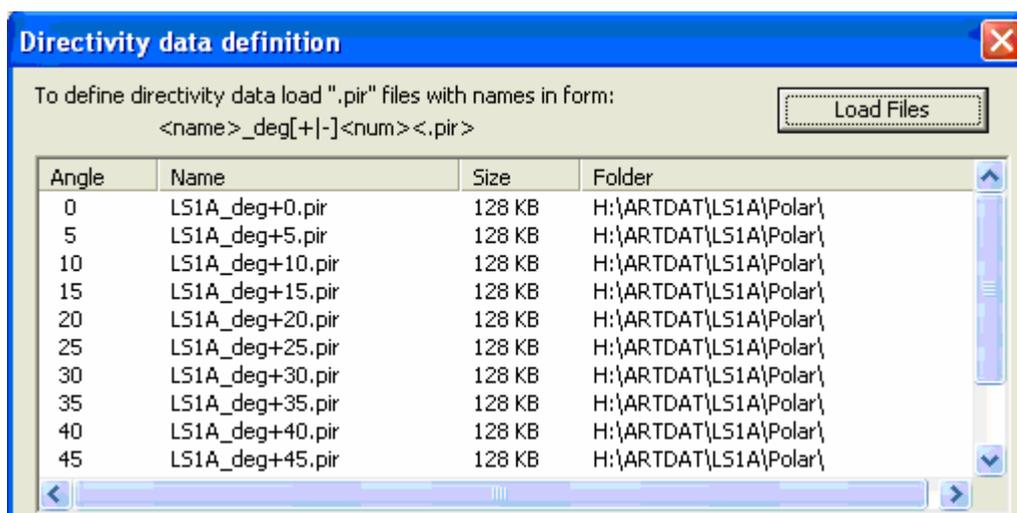


Imagen 4a: Pantalla “Directivity data definition”

En la parte baja de la pantalla se definen los parámetros y/o condiciones para el análisis de los datos de medición (véase Imagen 4b).

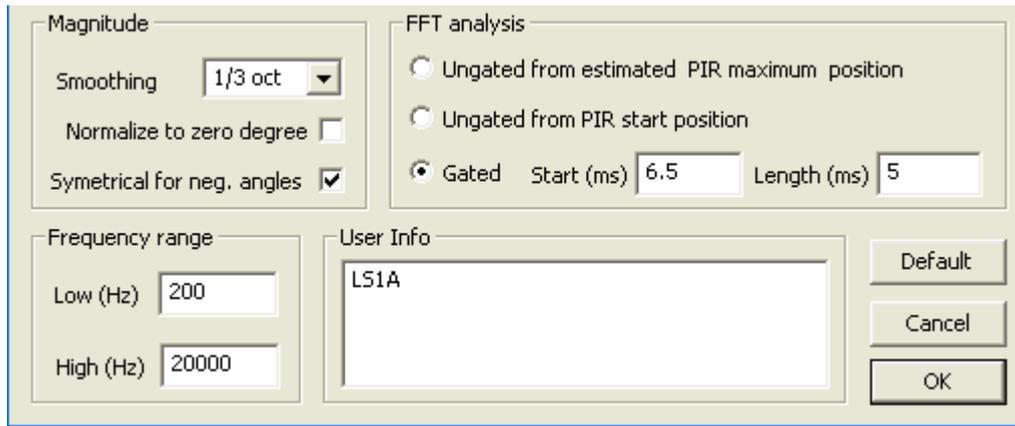


Imagen 4b: Pantalla “Directivity data definition”

En el campo de definición “**Magnitude**” se determina:

- el grado de suavizado (1/3 hasta 1/12 de octava)
- si se deben normalizar todos los datos a la medición 0°
- si se deben reflejar los datos en el campo de ángulos de medición negativos

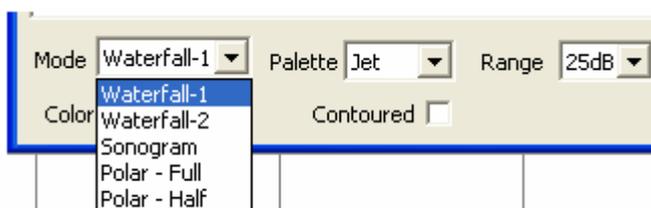
El campo de definición “**Frequency Range**” se explica por sí mismo. Aunque aquí es preciso fijarse que se selecciona principalmente el límite de frecuencia inferior.

En el campo de definición “**FFT Analysis**” puede configurar cómo serán analizados los datos de medición. Se ofrecen tres posibilidades:

- el análisis en el primer pico determinado automáticamente en el diagrama de impulsos
- el análisis comienza con la posición Start del diagrama de impulsos
- el análisis contempla una ventana o Gate, de la que es necesario determinar la posición Start y la longitud de la ventana. En este caso existe la posibilidad de ocultar el espacio y así elaborar las condiciones de campo abierto.

El cálculo de la ventana libre de reflexión desde el dispositivo medidor aparece descrito en las Notas de Aplicación nº 4. Con una altura de techo estándar de 2,50 m., una altura de medición de 0,5 y una distancia de medición de un metro aprox., la ventana es de aprox. 4,5 ms.

El análisis de los datos se inicia con el botón ”OK”. Aparece la pantalla “**Directivity Graph**” con la siguiente opción en el borde inferior izquierdo de la pantalla:



Con **Mode** puede seleccionar el modo de representación. Las posibilidades que ofrece son el análisis clásico, el diagrama polar, dos diagramas en cascada y el sonograma.

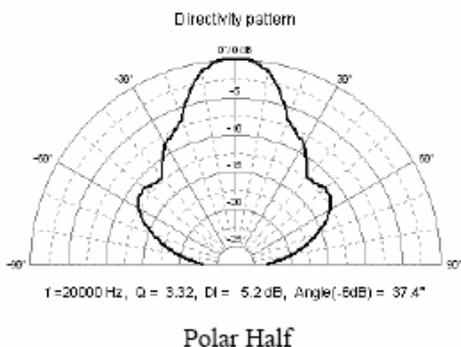
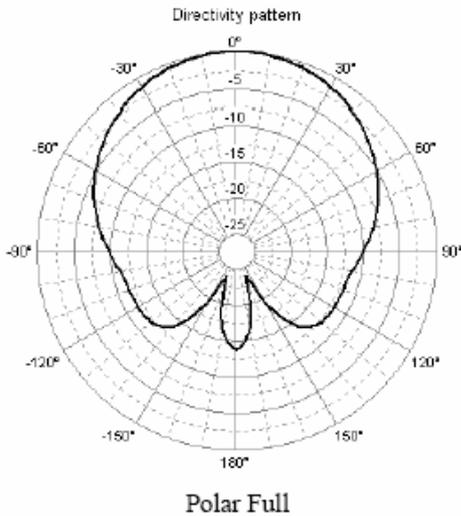
Con **Palette** se puede modificar la configuración del color del diagrama y con **Range**, la resolución en dB. Más abajo se ofrecen ejemplos sobre la repercusión de los parámetros seleccionados.

Seleccionando la casilla **Colored** puede elegir si el diagrama debe ser mostrado en color o en blanco y negro. **Contoured** activa el tránsito escalonado de colores entre los grupos de nivel, el diagrama adquiere el aspecto de un diagrama de isobaras.

### Los modos de representación

#### Polar

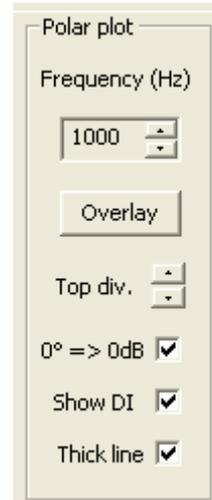
Analicemos en detalle las posibilidades de representación que ofrece ARTA en el Directivity Mode y comencemos con el modo de representación clásico, el diagrama polar.



Para ello seleccione bien el modo de representación “**Polar Full**” o bien el “**Polar Half**”. A continuación verá la representación izquierda en el modo “Polar Full” para una frecuencia en cada caso.

La elección de la frecuencia se efectúa en el panel de control Polar Plot, modificando la “**Frequency**” en pasos de 1/3 de octava.

Con “**Top div**” puede manipular el eje del nivel.



La casilla “**0° -> 0dB**” determina si se realiza la normalización al nivel 0° o no.

Con la casilla “**Show DI**” establece si se deben mostrar los índices de directividad del objeto de medición.

Estando activados, por debajo del diagrama polar aparecen la frecuencia, el factor de directividad Q, el índice de directividad DI y el ángulo al que el nivel ha bajado a 6 dB. El factor de directividad relaciona los valores de medición actuales con una fuente omnidireccional. El índice se calcula así:  
 $DI = 10 \log (Q)$ .

Con **Overlay** se pueden congelar cada una de las curvas activas.



Presionando “**Overlay**” aparecerá “**Polar Overlay Manager**” (véase Imagen 5), con el que cada una de las frecuencias representadas como Overlay puede ser abierta o cerrada, eliminada o agregada de forma individual. Por medio de **Color** se puede modificar el color de las curvas con la paleta de colores que se ofrece.

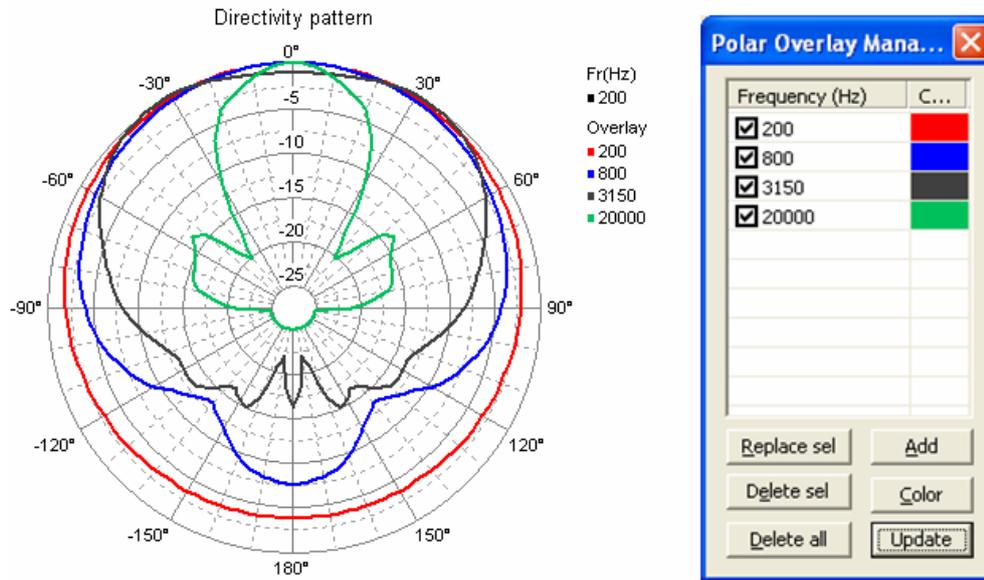
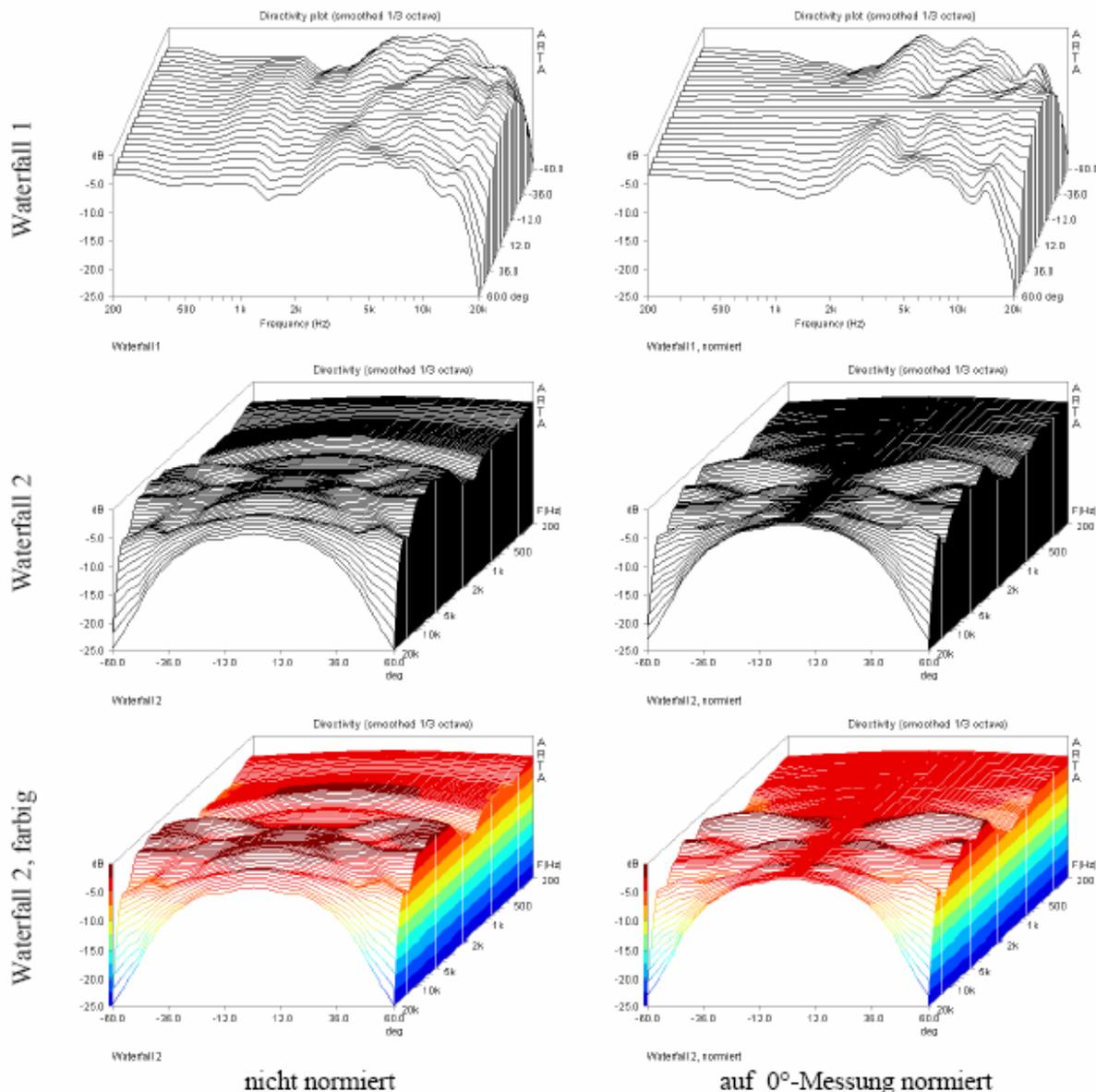


Imagen 5: La función Overlay



Los otros modos de representación ofrecidos deben ser deducidos del siguiente cuadro. Se muestran tanto las posibilidades básicas como indicaciones en forma de ejemplos sobre las particularidades de cada una de las representaciones. Además se verifica la influencia de la variación de los parámetros en base a diversos ejemplos prácticos.

### Cascada



[Cascada 1 / Cascada 2 / Cascada 2, color]  
no normalizado

normalizado a medición 0°

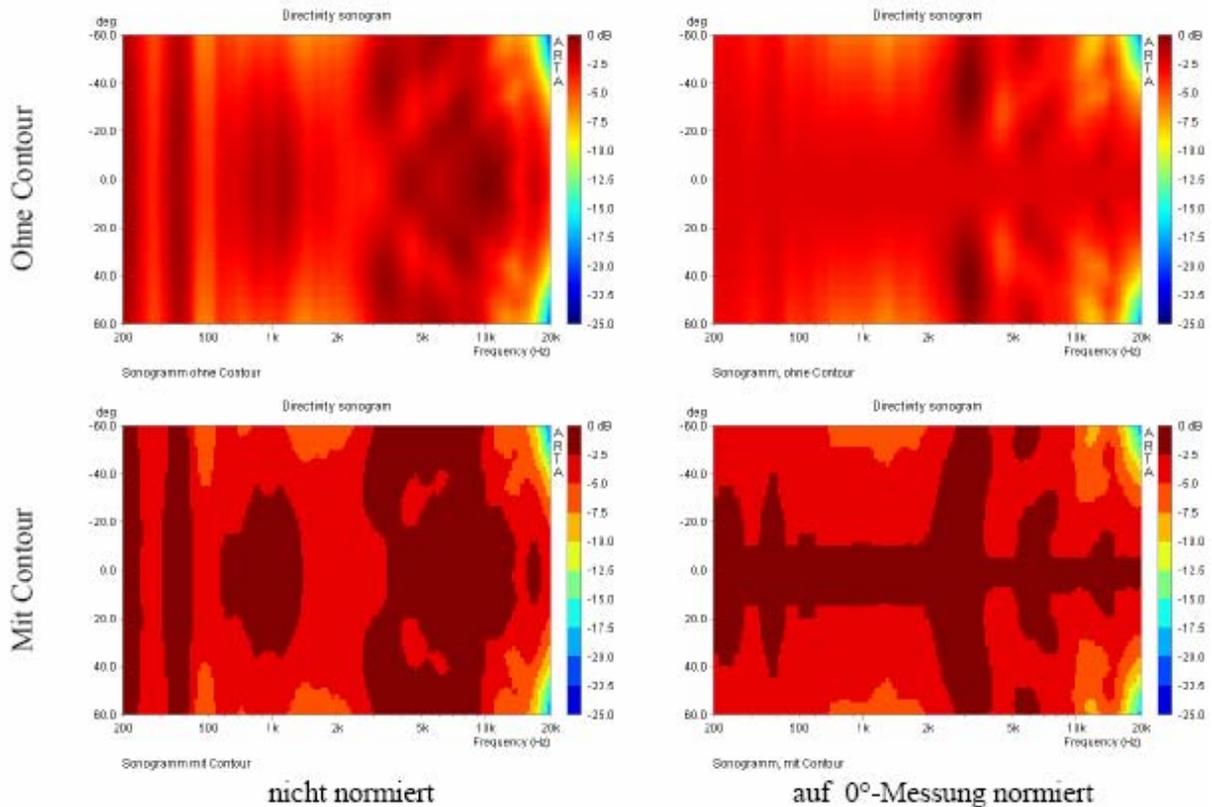
Imagen 6: Representación en cascada

El diagrama en cascada es una forma de representación en la que las respuestas de frecuencia de todas las mediciones angulares se enfilan en forma de pequeñas capas. Se ofrece en dos variantes.

La Cascada 1 representa las curvas de medición desde la vista de los ejes de frecuencia (vista lateral) y la Cascada 2 desde la vista de los ángulos (vista frontal). Esto tiene la simple explicación de que las particularidades de la medición pueden ser mejor identificadas desde diferentes ángulos de visión. El diagrama en cascada también se puede mostrar en color, aportando así los colores distinta información sobre el nivel.

Como comprobación adicional está pensada la normalización a la respuesta de frecuencia axial (medición 0°). Por favor tenga en cuenta que aquí se muestran sólo diferencias relativas a la medición 0°.

### Sonograma



[Sin Contour / Con Contour]

no normalizado

normalizado a medición 0°

Imagen 7: Representación del sonograma

Una forma de representación bastante gráfica es el sonograma. Aquí se expresa el plano de nivel a través de las diferencias de color.

Los colores se pueden modificar en el menú “Palette“ entre la oferta existente. En la configuración estándar “Jet“ los tonos rojizos corresponden a zonas de nivel alto y los tonos azules a zonas de nivel bajo.

Activando la casilla “Contour“ se puede seleccionar si se deben representar tránsitos escalonados de colores o tránsitos duros, con fuertes contrastes. La representación rica en contrastes es normalmente más sencilla de interpretar.

También aquí existe la posibilidad de normalización 0°. En la mitad derecha de la Imagen 7 aparece esto representado. Entienda que en esta gráfica se representa a través de la normalización una constancia de nivel, que no se da. Para su interpretación recomendamos que utilice paralelamente ambas formas de representación. Compare para ello también los ejemplos de las Imágenes 10 a 13.

### Elección de la resolución

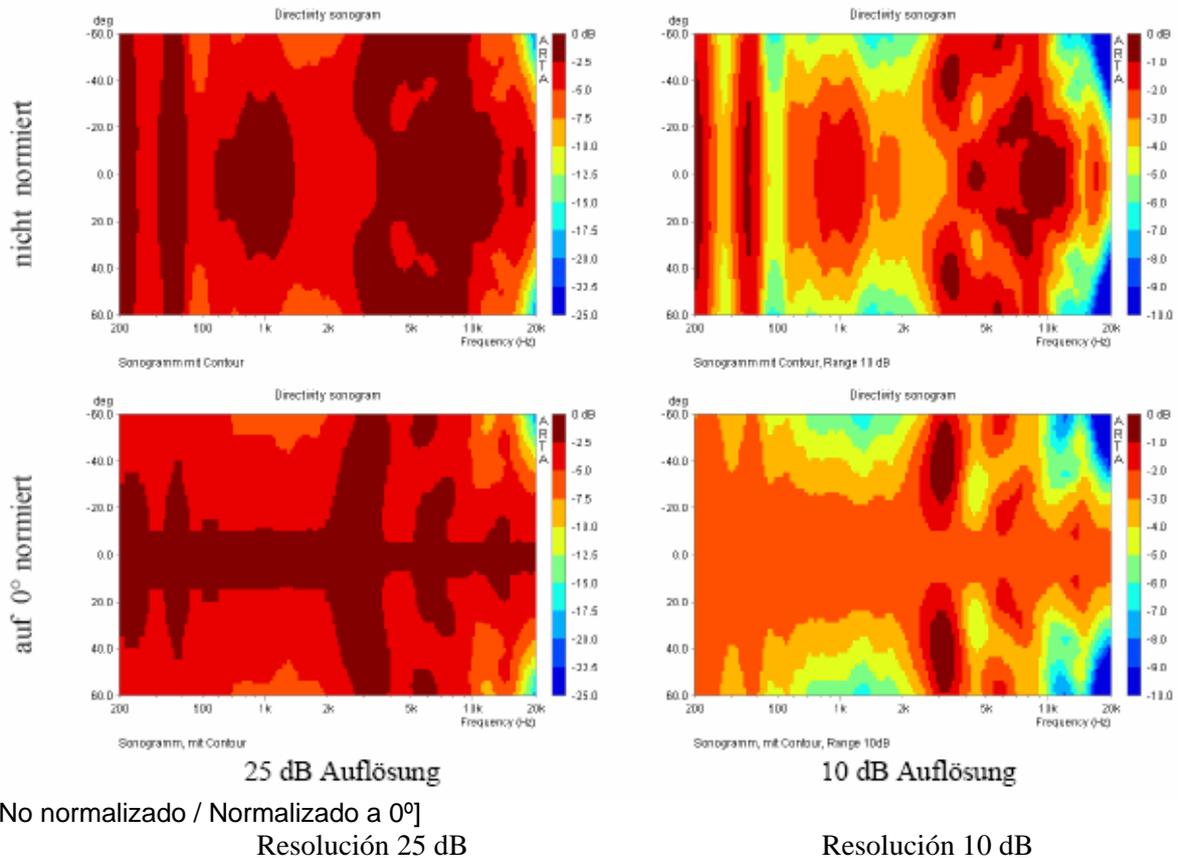
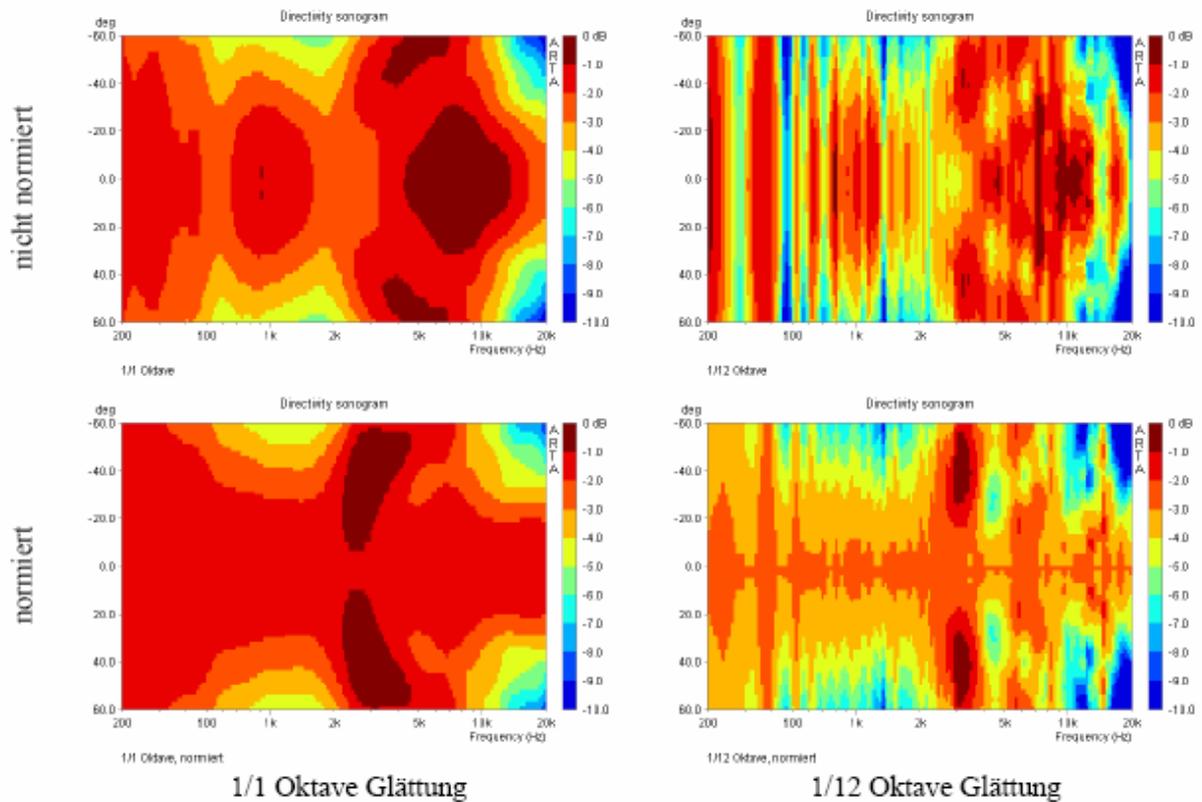


Imagen 8: Influencia de la resolución de nivel

Con la elección de la resolución de nivel se influye fuertemente sobre el aspecto del diagrama. En la Imagen 8 se muestran dos ejemplos, uno con 25 dB y otro con 10 dB de resolución axial. A primera vista parece como si los diagramas de la mitad izquierda no tuvieran nada que ver con los diagramas de la mitad derecha.

Recomendamos – especialmente cuando se trabaje por primera vez con este tema – que se juegue un poco con los parámetros.

### Suavizado



[No normalizado / Normalizado]

Suavizado de 1/1 octava

Suavizado de 1/12 octava

Imagen 9: Influencia del grado de suavizado

La elección del suavizado tiene una influencia clara sobre la claridad de la representación.

La Imagen 9 muestra valoraciones con el grado de suavizado seleccionable más bajo y más alto. Un grado de suavizado demasiado alto lo allana todo; uno demasiado bajo dificulta la interpretación.

De nuevo recomendamos que se juegue un poco con los parámetros.

### Ejemplos prácticos

A continuación se muestran algunos ejemplos prácticos medidos para trabajar. Deben servir como ejercicio de observación y como material práctico.

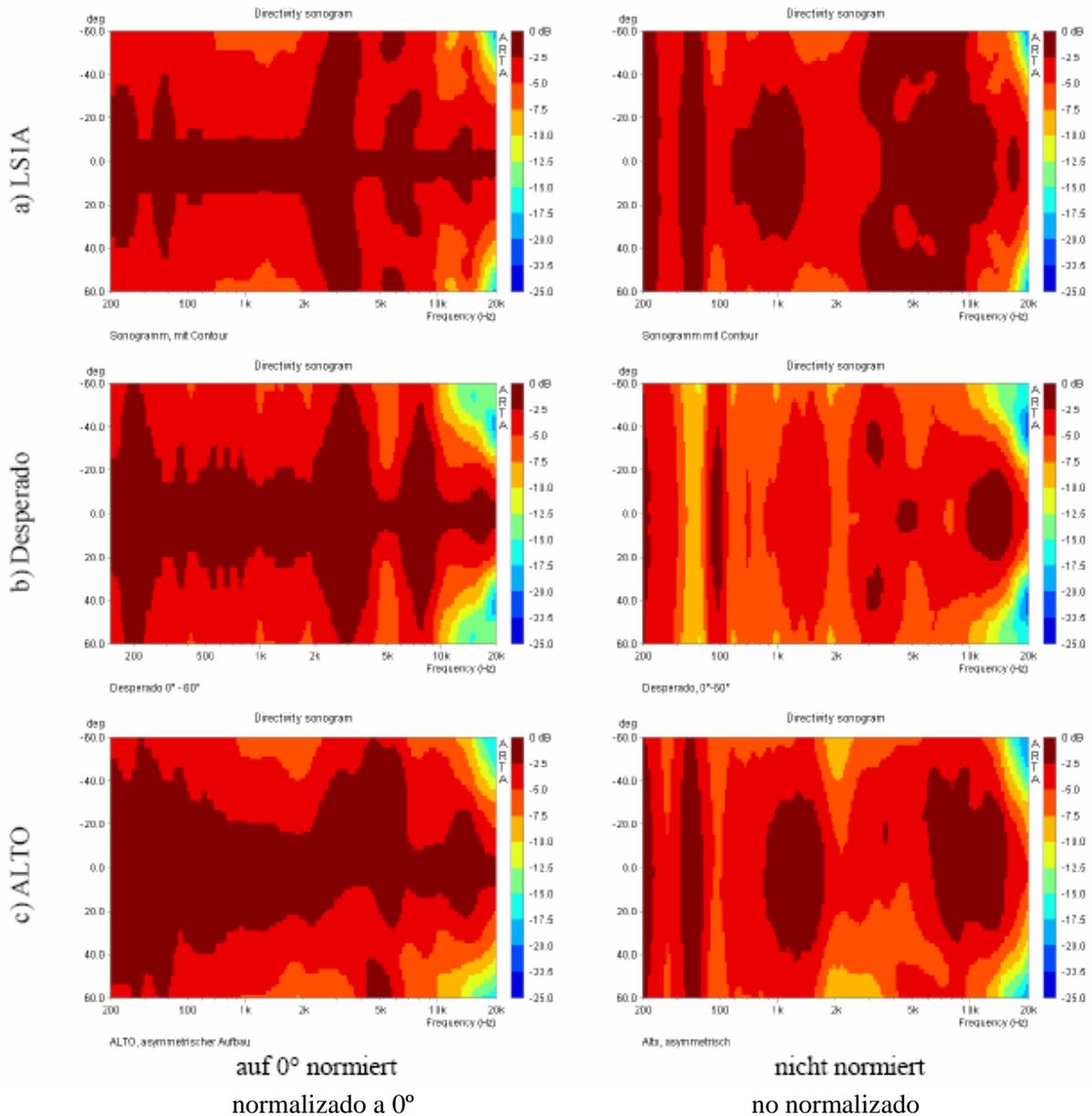


Imagen 10: Ejemplos prácticos (cajas acústicas de dos vías)

- a) y b) con estructura de simetría axial
- c) con estructura asimétrica

En la Imagen 10 se muestran tres cajas acústicas diferentes de dos vías. En la Imagen 10c se puede apreciar muy claramente la estructura asimétrica de la caja. Este tipo de efectos se destacan bien con la normalización a 0°.

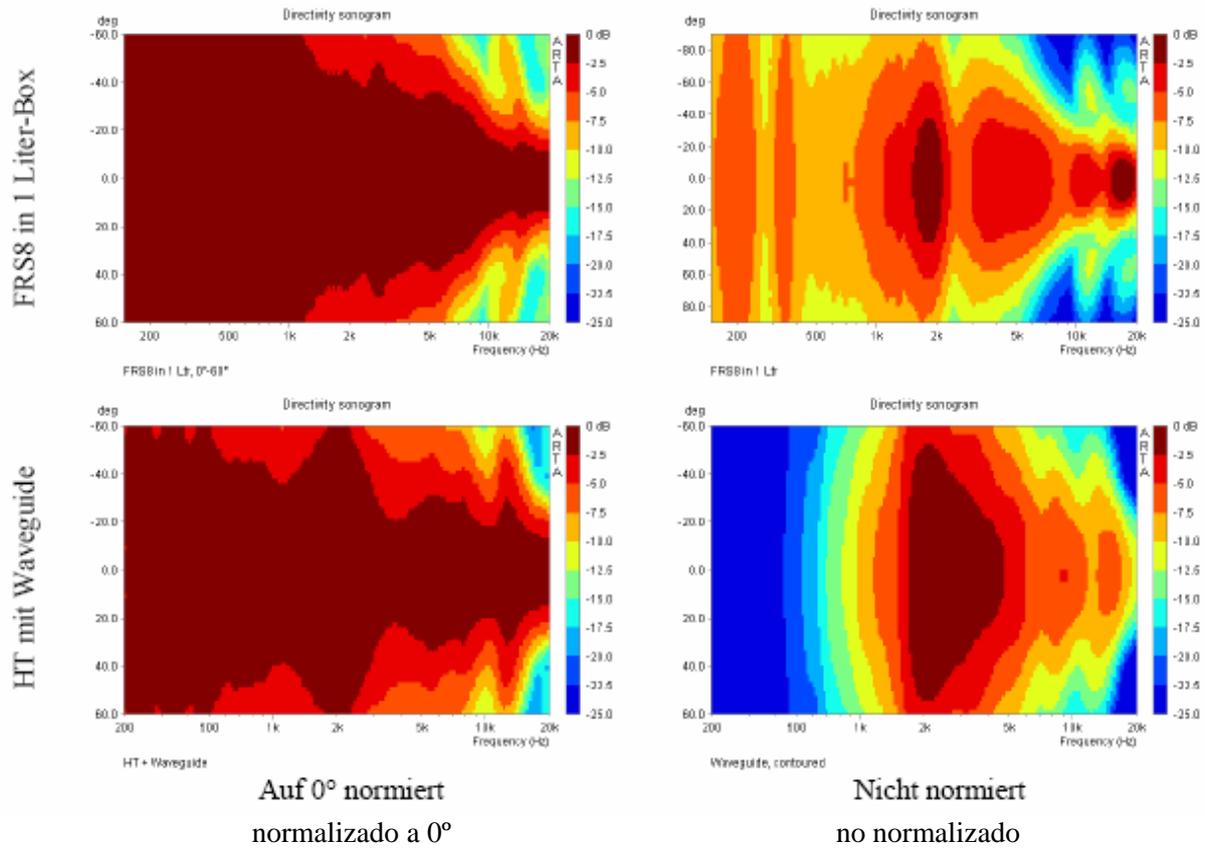


Imagen 11: Chasis de banda ancha y altavoz de agudos con guía de onda

La Imagen 11 muestra la medición de dos altavoces individuales muy diferentes, de un chasis de banda ancha de 8 cm. en una pequeña caja de un litro y de un altavoz de agudos con guía de onda. Aquí resulta especialmente evidente que la representación normalizada sin más información puede llevar a conclusiones erróneas.

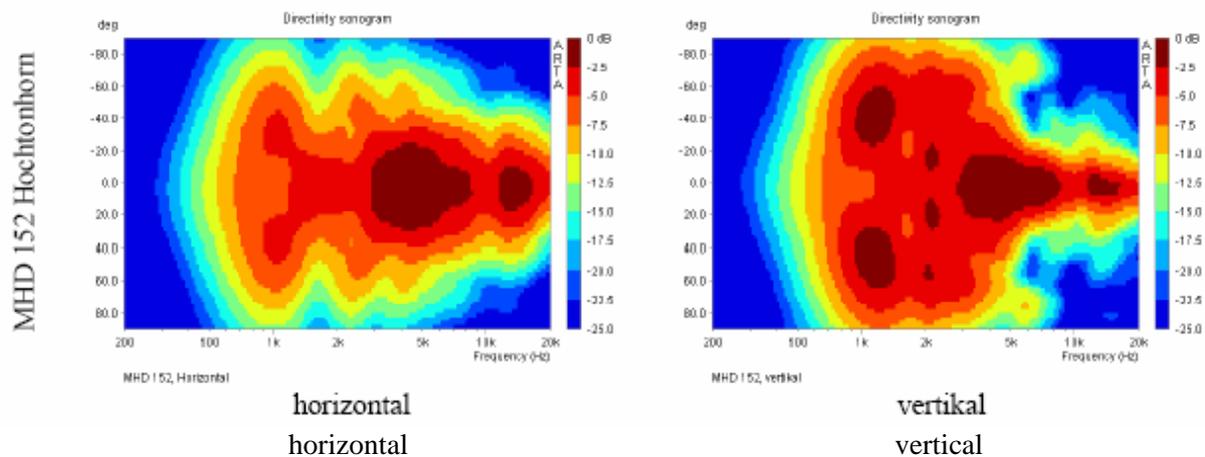


Imagen 12: Bocina de altavoz medida horizontal y verticalmente

La Imagen 12 muestra la valoración de mediciones en una bocina de altavoz en un margen angular de +/- 90° horizontal y verticalmente.

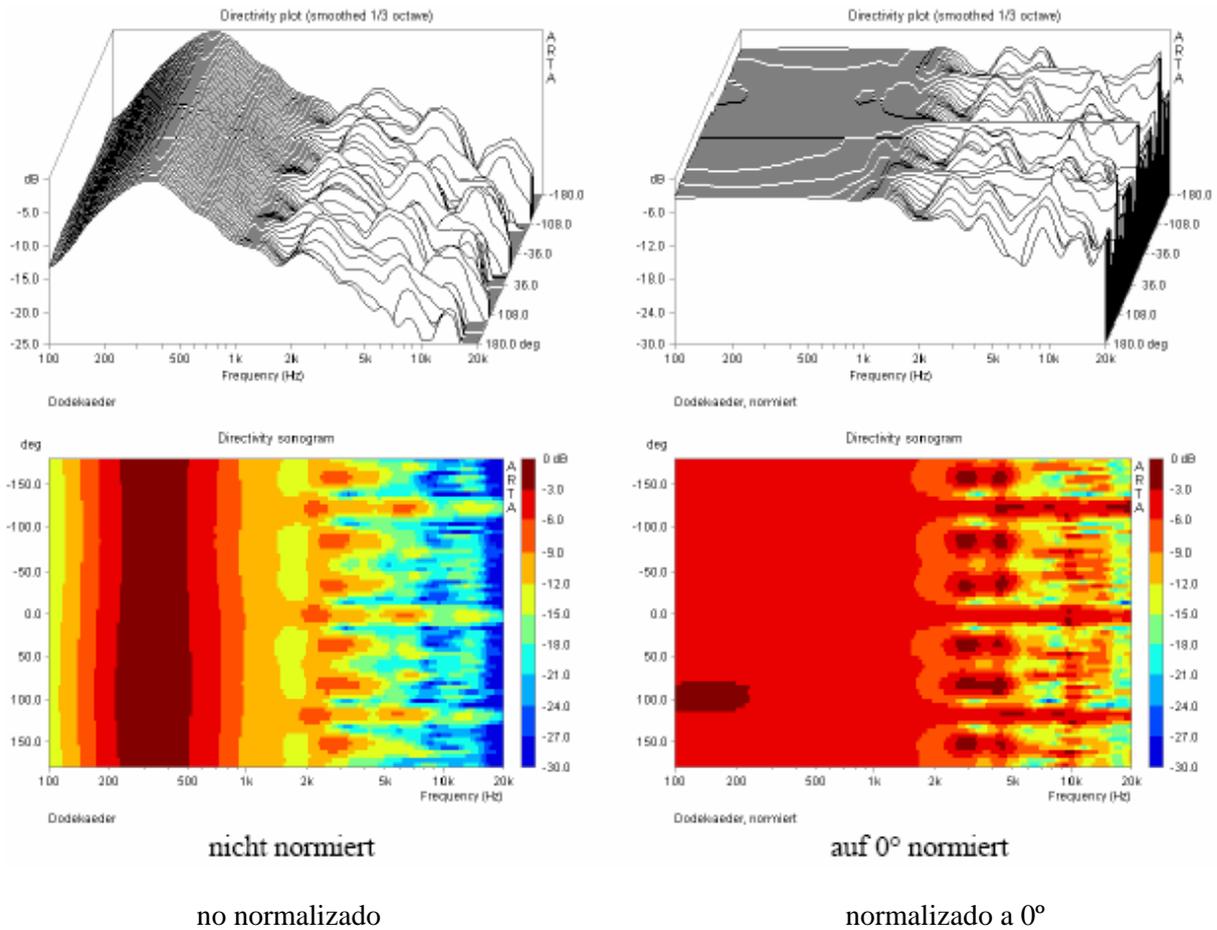


Imagen 13: Dodecaedro

La Imagen 13 y la Imagen 14 muestran las valoraciones de mediciones en un dodecaedro. En todos los modos de representación se reconoce fácilmente el carácter omnidireccional de esta fuente.

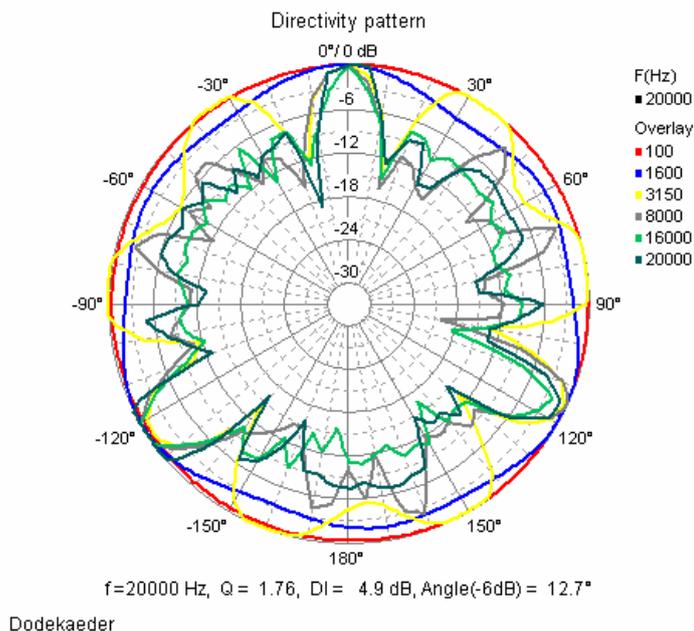


Imagen 14: Dodecaedro, diagrama polar.

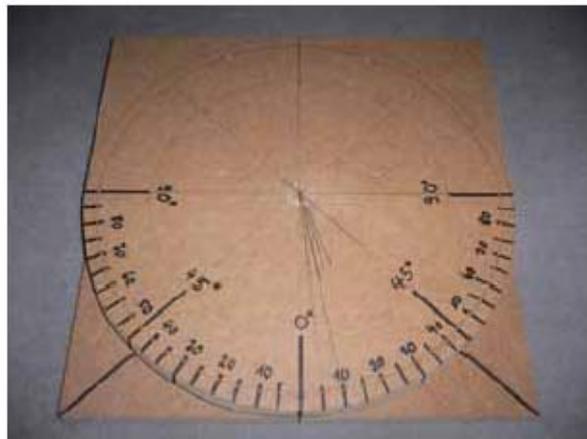
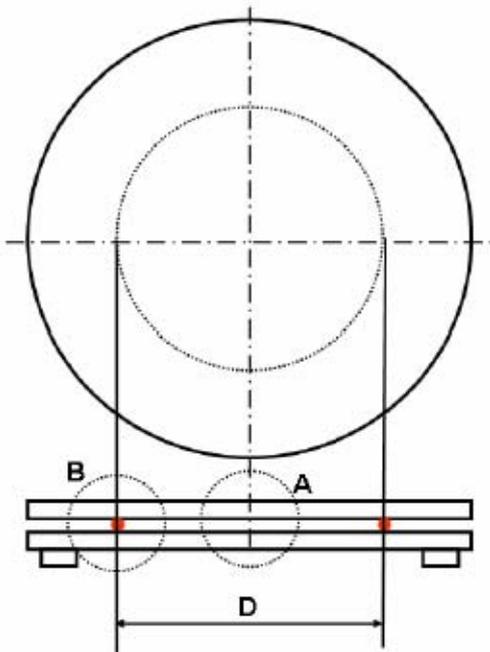
### Anexo

#### Construcción de una plataforma giratoria para la medición de la radiación de los altavoces

Para la construcción según modelo de una plataforma giratoria, necesitaremos dos platos de 19 mm de MDF, bolas de acero o guías con rodamiento para cajones, un trozo de madera redonda de haya de 25 mm y un tornillo de cabeza avellanada con arandela de chapa.

Si elegimos la “variante del rodamiento de bolas“, necesitaremos una fresa; si no, nos llega con una sierra de puntas y un taladro.

Para la “variante del rodamiento de bolas“ primero fresaremos una hendidura en ambos platos de MDF. La profundidad necesaria depende del diámetro de las bolas de acero que vamos a utilizar. Su medida debe ser tal que la bola quede hundida aprox. 0,6 de radio.

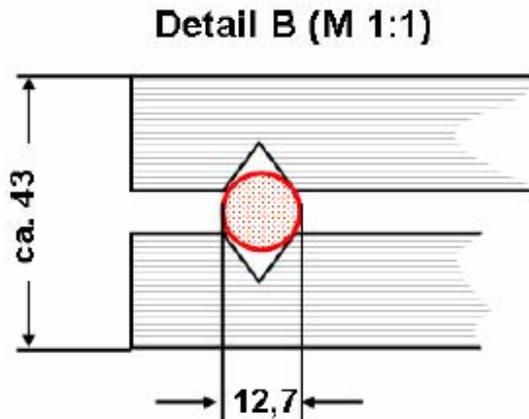


Anzahl Kugeln	D [mm]
40	161,7
50	202,1
60	242,6
70	283,0
80	323,4
90	363,8
100	404,3

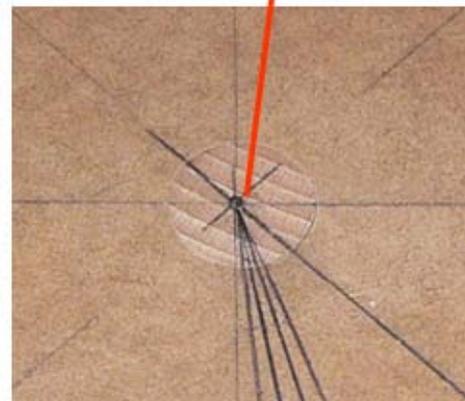
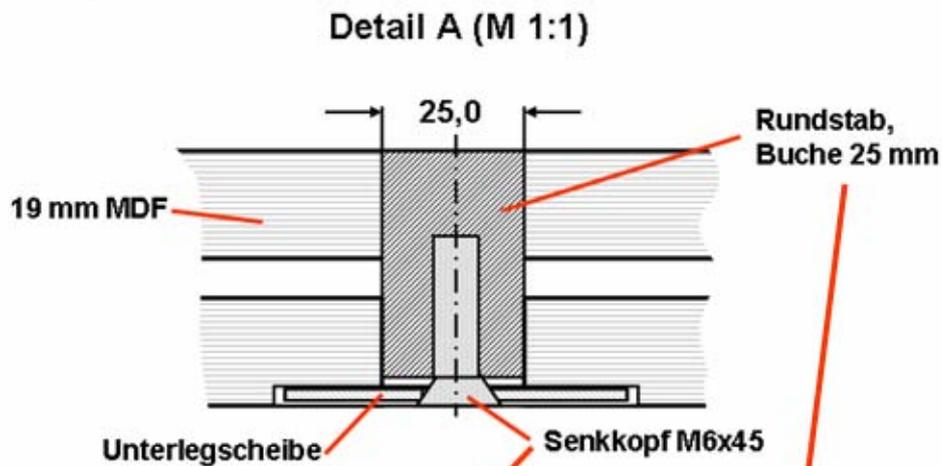
[\*Número de bolas]

El diámetro de la hendidura debe ascender a aprox. 2/3 del diámetro del plato elegido. Si se escoge uno demasiado pequeño, la estabilidad de la base giratoria puede debilitarse con las cargas más pesadas.

Además es preciso tener en cuenta que el diámetro de la hendidura debe ser tal que las bolas la cubran lo más posible, sin huecos. La tabla de arriba ofrece, para las bolas de 12,7 mm de diámetro utilizadas aquí en el ejemplo, un determinado número de bolas y el diámetro D de la hendidura correspondiente.



De gran importancia es conseguir un centrado estable. Para ello encolamos un trozo de madera redonda de haya de 25 mm al plato de MDF superior. En el inferior hacemos un agujero de 25 mm a modo de guía. Este agujero en el plato inferior, que aparece representado en el dibujo de abajo, no es estrictamente necesario si, p.ej., coloca unos tacos de goma debajo para mantener una distancia suficiente con respecto al suelo.



[Detalle A (M 1:1) / Varilla cilíndrica, haya 25 mm / Plato inferior / Cabeza avellanada M6x45]

Como ya mencionamos anteriormente, en lugar de las bolas de acero también puede elegir en el mercado unas pequeñas guías con rodamiento sencillas para cajones (véase foto). Para conseguir la estabilidad necesaria, debe colocar como mínimo 6-8 guías en el perímetro. Para que puedan rodar

libremente deberá hacer un agujero de un tamaño tal, que los tornillos de sujeción todavía encuentren material y que las ruedas tengan buena movilidad. Tenga en cuenta al montarlas que las ruedas deben ser colocadas correctamente en el sentido de la marcha.



A continuación simplemente queda colocar la escala angular (véase foto). Práctica es una con escalonamiento de  $5^\circ$ , con algunos ángulos importantes marcados, p.ej.  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ .

Muchas gracias a Matthias por las innumerables mediciones. Espero que ya se haya repuesto.

Que se diviertan con las construcciones y las mediciones.

HWe, 02.02.2007, Rev.1.0