

# **Voice-Acoustic User Guide**

## **Directional Subwoofer Configurations**

---

**Instrucciones e información útil**  
**Estado V1.0, Juli 2025**

---

# Guía de usuario de Voice-Acoustic

## Configuraciones del subwoofer direccional

### Introducción

Dado que las cajas de los subwoofers son considerablemente más pequeñas que la longitud de onda de su rango de reproducción (25 Hz a 100 Hz corresponde a una longitud de onda de aprox. 13,7 m a 3,4 m), los subwoofers tienen una directividad baja y emiten el sonido en un patrón casi esférico (omnidireccional). Por lo tanto, detrás de los subwoofers el sonido es casi tan fuerte como delante de ellos. En algunos casos se desea una directividad precisa, por ejemplo, para minimizar las emisiones de ruido. Se puede lograr una directividad significativa mediante determinadas configuraciones de matriz. Para facilitar la implementación, se han preconfigurado dos configuraciones de matriz cardioide diferentes en los amplificadores de potencia VADAS y HDSP para todos los subwoofers Voice-Acoustic.

El modo **CSAG** está optimizado para obtener la mejor directividad posible con la máxima atenuación trasera y corresponde a lo que se suele denominar «Cardioid Subwoofer Array» (CSA) o «Gradient Array». La suma y, por lo tanto, la presión acústica en la parte delantera es menor que en las configuraciones estándar, en las que todos los subwoofers irradian hacia delante.

El modo **CSAE** está optimizado para obtener la mejor calidad de reproducción frontal posible y tiene una direccionalidad menos pronunciada. El modo CSAE corresponde a lo que a menudo se denomina «End-Fire Array». Las matrices End-Fire se implementan a menudo utilizando varias filas de subwoofers en sucesión. Sin embargo, nuestras matrices preconfiguradas corresponden a la misma configuración que el modo CSAG mencionado anteriormente, con dos subwoofers orientados hacia delante y uno hacia atrás. La implementación de una matriz End-Fire en esta configuración también se denomina «matriz de pila invertida».

### Configuración

Todos los preajustes de altavoces preconfigurados para la matriz de subwoofers cardioides direccionales se basan en la misma configuración.

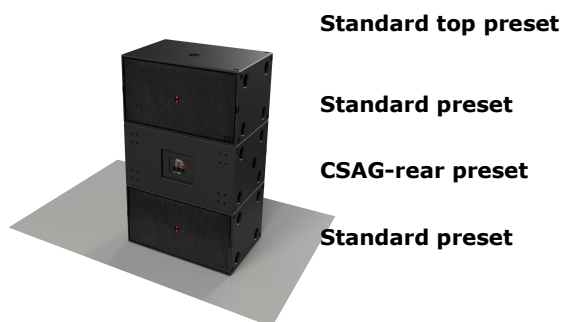
La configuración consta de tres subwoofers, con el central normalmente orientado hacia atrás. Los preajustes de los altavoces están optimizados para apilamientos verticales (ilustración de la derecha), pero también se pueden configurar horizontalmente en posición vertical.

Si se utilizan varios apilamientos uno al lado del otro, debe haber una separación de al menos 40 cm entre ellos. Los apilamientos deben colocarse a una distancia mínima de 1 m de la pared.

En la página 3 se muestran otras variantes de configuración posibles para aplicaciones específicas.

**Precaución:** no utilice nunca los preajustes CSAG y CSAE

#### CSAG-Mode Preset



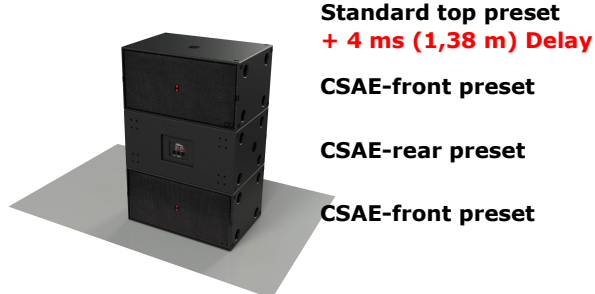
**Standard top preset**

**Standard preset**

**CSAG-rear preset**

**Standard preset**

#### CSAE-Mode Preset



**Standard top preset  
+ 4 ms (1,38 m) Delay**

**CSAE-front preset**

**CSAE-rear preset**

**CSAE-front preset**

### Modo CSAG

Los preajustes de los altavoces en modo CSAG están diseñados para pilas compuestas por tres subwoofers idénticos. Normalmente, los tres subwoofers se apilan uno encima del otro, con el subwoofer central orientado hacia atrás. Se necesitan dos canales de amplificador de potencia por pila. Los subwoofers orientados hacia delante se utilizan con el preajuste «**Standard**». El subwoofer orientado hacia atrás se utiliza con el preajuste «**CSAG Rear**».

En el modo CSAG no es necesario un retardo para las unidades superiores o los line arrays con respecto al preajuste estándar.

### Modo CSAE

Los preajustes de los altavoces en el modo CSAE están diseñados para stacks compuestos por tres subwoofers idénticos. Normalmente, los tres subwoofers se apilan uno encima del otro, con el subwoofer central orientado hacia atrás. Se necesitan dos canales de amplificador de potencia por pila. El subwoofer orientado hacia atrás funciona con el preajuste «**CSAE Rear**» y los subwoofers orientados hacia delante con el preajuste «**CSAE Front**».

**Precaución:** En el modo CSAE, las unidades superiores o los line arrays utilizados deben retrasarse **4 ms (1,38 m)!**

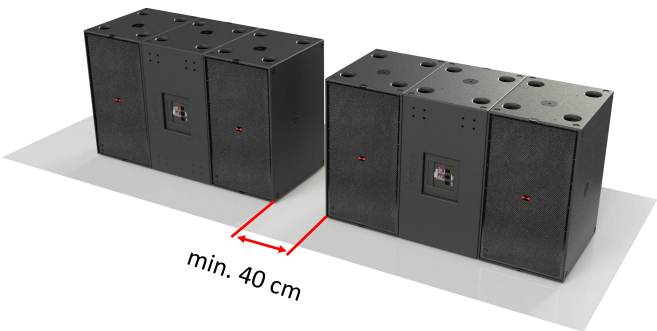
Selección: modo estándar, CSAG y CSAE

Los modos estándar, CSAG y CSAE se diferencian en cuanto a su salida, características de dispersión y sonido (véase la explicación en las páginas 4 y 5). La siguiente tabla resume las ventajas y desventajas de las configuraciones. La configuración cardioide solo debe utilizarse cuando sea absolutamente necesario.

Configuration	Front-SPL	Sound Quality	Rear Cancellation
Standard	★★★★★	★★★★★	★★
CSAG-Mode	★★★	★★	★★★★★
CSAE-Mode	★★★★	★★★★★	★★★★

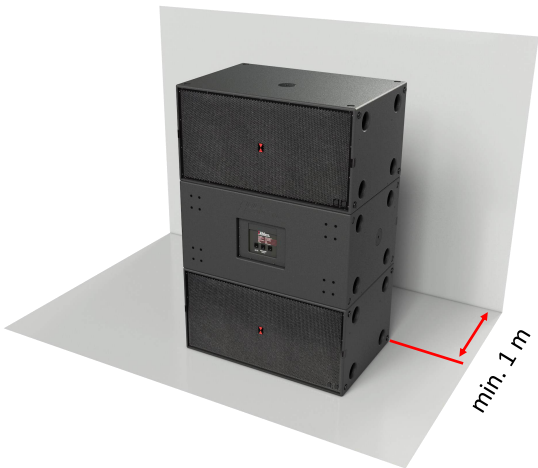
Distancia entre las pilas

Debe mantenerse una distancia mínima de **40 cm** entre las pilas. Una distancia menor podría afectar a su funcionamiento.



Distancia a las paredes

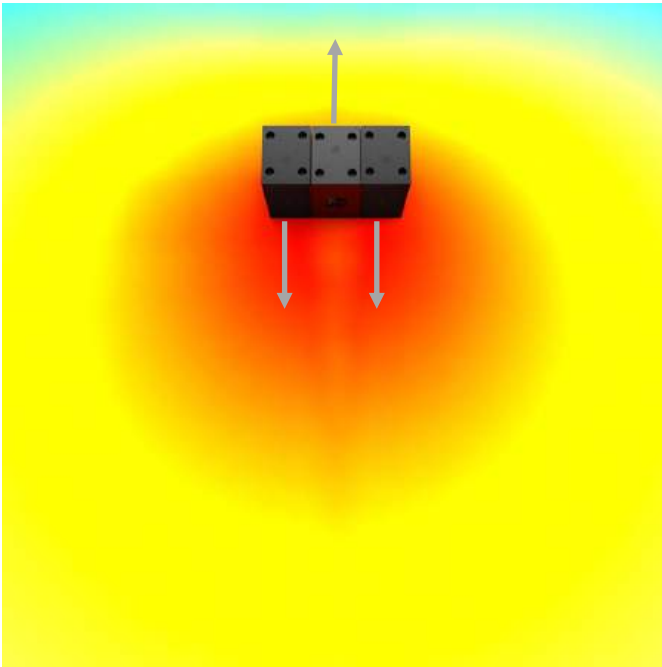
Debe mantenerse una distancia mínima de **1 m** entre los altavoces y todas las paredes. La distancia a las paredes situadas detrás de la pila es especialmente importante. Si es necesario colocar los subwoofers más cerca de una pared o de un escenario rígido, deben evitarse las configuraciones de subwoofers direccionales.



## Configuraciones

### Pilas simétricas para los modos CSAG y CSAE

Los preajustes están diseñados para pilas simétricas compuestas por tres subwoofers en los modos CSAG y CSAE. Las pilas se pueden configurar en una matriz vertical u horizontal, o suspendidas verticalmente.

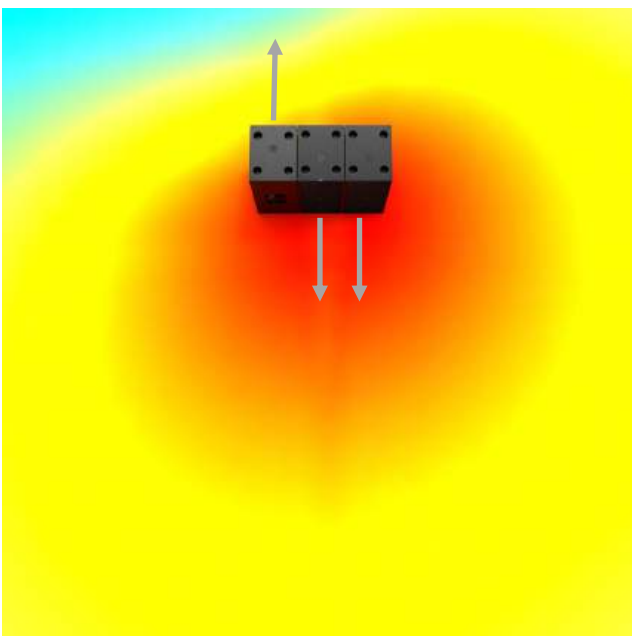


### Pilas asimétricas

Si se requiere un patrón de dispersión asimétrico, se puede conseguir con pilas asimétricas.

En configuraciones asimétricas, el eje de radiación principal gira hacia el lado donde se encuentran los subwoofers orientados hacia delante.

En el ejemplo de la izquierda, el eje de radiación principal gira hacia la derecha, y en el ejemplo de la derecha (subwoofers suspendidos), gira hacia abajo. Las pilas asimétricas pueden ser útiles, por ejemplo, en una configuración izquierda/derecha junto al escenario para reducir la energía sonora que se irradia hacia atrás, hacia el centro del escenario.



## Pilas con 2 subwoofers

También es posible construir pilas CSAG y CSAE compuestas por dos subwoofers cada una. El subwoofer inferior debe estar orientado hacia delante y el superior hacia atrás.



En las pilas CSAG compuestas por dos subwoofers, el subwoofer orientado hacia atrás debe **bajarse 3 dB** si se desea la mayor cancelación posible directamente detrás de la pila.

Si la pila CSAG se diseña para requisitos de protección contra el ruido elevados (optimizada para la cancelación en el campo lejano detrás de la pila), no se baja el nivel del subwoofer orientado hacia atrás.

## Arrays de subwoofers (en línea)

Se deben tener en cuenta algunos principios básicos al configurar arrays de subwoofers (en línea).

Para evitar mínimos en el área a cubrir y máximos fuera de ella, se debe mantener una distancia máxima entre los subwoofers para que se acoplen correctamente entre sí. La imagen de la derecha muestra el patrón de dispersión de un array con una distancia significativamente demasiado grande. Los mínimos y máximos son claramente visibles.

La distancia máxima es relativa a la longitud de onda. Como regla general, se puede suponer una distancia máxima  $s_{max}$  igual a la mitad de la longitud de onda de la frecuencia más alta que se va a transmitir.

$$s_{max} = \frac{\lambda_{min}}{2} = \frac{c}{2 f_{max}}$$

**Nota:** ¡La velocidad del sonido  $c$  depende de la temperatura!

A modo de ejemplo, aquí se calcula la distancia máxima para una frecuencia de transmisión máxima de 120 Hz a una temperatura de 20 °C:

$$s_{max} = \frac{343 \frac{m}{s}}{2 * 120 \text{ Hz}} = \frac{343 \frac{m}{s}}{2 * 120 \frac{1}{s}} = 1,4 \text{ m}$$

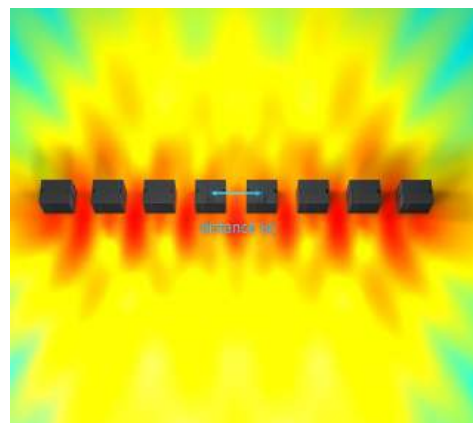
Dado que se determina la distancia máxima, es aconsejable redondear el resultado.

La distancia determinada se refiere a la distancia entre los centros de las fuentes de sonido. La distancia entre el centro de la rejilla y el centro de la rejilla no debe superar 1,4 m.

Cuanto más larga es la matriz de subwoofers, más estrecha es la dispersión de la matriz. El factor decisivo aquí es la relación entre la longitud de la matriz y la longitud de onda. Esto significa que el patrón de dispersión depende de la frecuencia.

En términos de protección contra el ruido, una direccionalidad precisa puede ser ventajosa. Si se requiere menos direccionalidad para una cobertura sonora uniforme en toda la anchura, la matriz se puede configurar como un «subarco». El arco no tiene que construirse físicamente. El arco también se puede reproducir «virtualmente» retrasando los subwoofers individuales para que el patrón de dispersión horizontal vuelva a ser ligeramente más amplio.

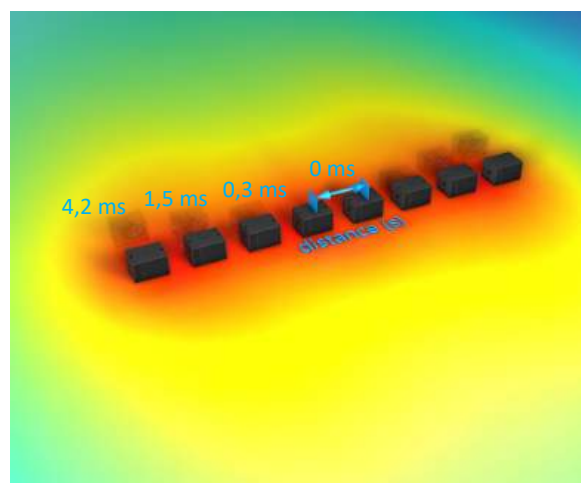
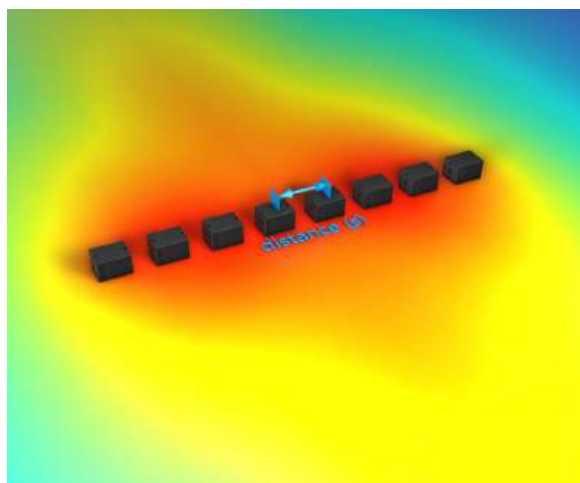
El siguiente ejemplo muestra una matriz de 10 m de longitud compuesta por 8 subwoofers en línea recta (izquierda) y en línea curva «virtual» (derecha). En el ejemplo de la derecha, los dos subwoofers centrales no están retardados, los demás están retardados desde el interior hacia el exterior en 0,3 ms, 1,5 ms y 4,2 ms. Esto debe configurarse en ambos lados, en el ejemplo de izquierda a derecha: 4,2 ms, 1,5 ms, 0,3 ms, 0 ms, 0 ms, 0,3 ms, 1,5 ms, 4,2 ms.



La distancia entre las fuentes de sonido es demasiado grande

Temperature (°C)	Speed of sound (m/s)
0	331,5
10	337,5
20	343,5
30	349,3
40	354,9

Velocidad del sonido en función de la temperatura



## Conceptos básicos del modo CSAG

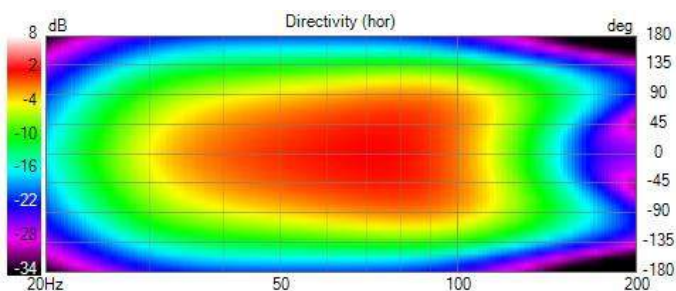
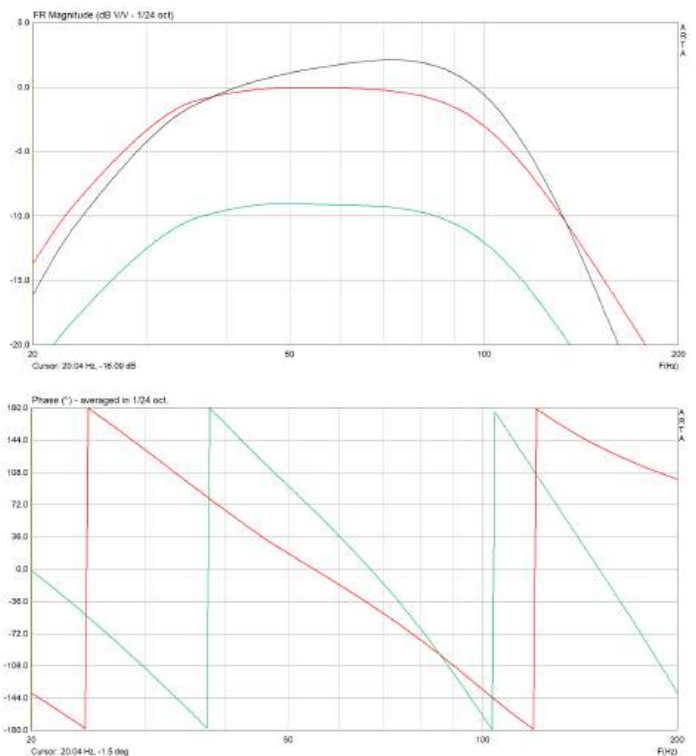
La direccionalidad del modo CSAG se consigue utilizando el subwoofer trasero para cancelar el sonido detrás de la pila CSAG mediante interferencia destructiva. Para ello, se retrasa la señal del subwoofer trasero de modo que, detrás de la pila CSAG, las señales de los subwoofers delanteros estén en fase con la señal del subwoofer trasero. Para cancelar la señal de sonido detrás de la pila CSAG, se invierte la polaridad del subwoofer trasero. Es importante tener en cuenta que el retardo necesario suele ser significativamente mayor que lo que sugeriría la profundidad de los subwoofers. También puede ocurrir que un simple retardo no sea suficiente para ajustar la fase. Por lo tanto, el preajuste de los altavoces necesario debe determinarse mediante mediciones (todo está ya configurado en los preajustes Voice-Acoustic CSAG y CSAE). Además, deben ajustarse las relaciones de nivel. Cabe señalar aquí que también deben ajustarse los limitadores para que la directividad no disminuya al nivel máximo.

El modo CSAG ofrece una excelente amortiguación trasera, pero es débil en la parte delantera.

Las figuras de la derecha muestran las respuestas de frecuencia típicas del subwoofer delantero (rojo) y del subwoofer trasero (verde) de una pila CSAG, en magnitud (arriba) y fase (abajo).

La curva gris en la magnitud de la respuesta de frecuencia muestra la suma de los subwoofers delantero y trasero. Es evidente que hay una zona de interferencia<sup>1</sup> constructiva y zonas de interferencia destructiva.

Si solo se tiene en cuenta la magnitud de la respuesta de frecuencia, se puede decir que una pila CSAG compuesta por **tres** subwoofers tiene un nivel de presión acústica más alto que una pila convencional compuesta por **dos** subwoofers, pero con unos graves reducidos.



*Patrón de dispersión típico para el modo CSAG basado en la frecuencia*

La figura de la izquierda muestra el patrón de dispersión típico de una pila CSAG. Aquí se puede apreciar la ventaja del modo CSAG. El patrón de dispersión es muy bueno en todo el ancho de banda y, por lo tanto, es muy adecuado para aplicaciones con altos requisitos de protección contra el ruido.

<sup>1</sup> véase la página 9

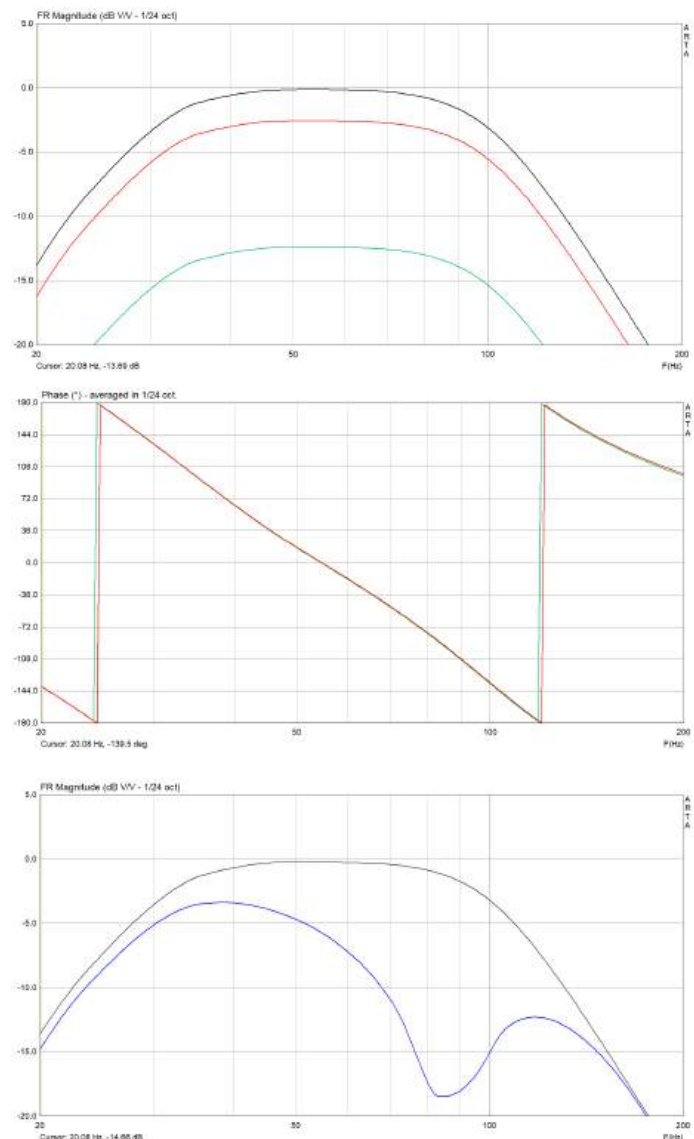


## Conceptos básicos del modo CSAE

Cuando se habla de una matriz end-fire, normalmente se refiere a una disposición de subwoofers en varias filas una detrás de otra. Todas las filas se retrasan con respecto a la señal de sonido de la fila trasera. Esto hace que las filas se sumen hacia la parte delantera. Hacia la parte trasera, se producen cancelaciones dependientes de la frecuencia debido al retraso temporal de las señales de sonido.

Una configuración mucho más compacta y fácil de usar es una pila con dos subwoofers frontales y un subwoofer trasero, como en el modo CSAG. Aquí también los subwoofers frontales se retrasan con respecto a la señal de sonido del subwoofer trasero. El retardo necesario para esta configuración suele ser mucho mayor que lo que sugeriría la profundidad de los subwoofers. También puede ocurrir que un simple retardo no sea suficiente para ajustar la fase.

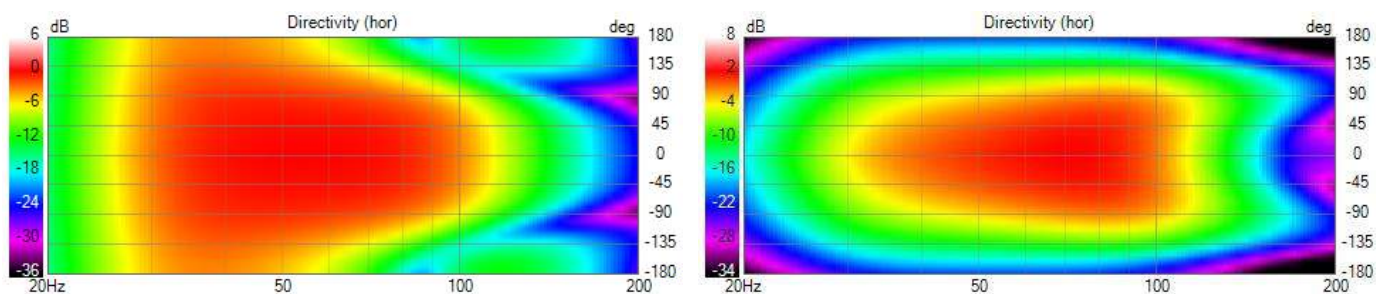
Delante de la pila CSAE, las señales se suman en fase. Esto garantiza que la calidad del sonido en la parte delantera no se vea afectada. Sin embargo, en comparación con una pila convencional de tres subwoofers orientados hacia delante, la pila CSAE es ligeramente más silenciosa. También hay que tener en cuenta que el retardo total del sistema aumenta (nuestros preajustes de altavoces están desarrollados de manera que los tops de todos los subwoofers en modo CSAE deben retrasarse **4 ms / 1,38 m**).



La directividad de la pila CSAE depende en gran medida de la frecuencia. La figura de la derecha muestra la respuesta en frecuencia de una pila CSAE en gris para la parte delantera y en azul para la parte trasera. Solo se consigue una directividad significativa en un rango de frecuencias estrecho. Esto depende del retardo real entre los subwoofers delanteros y traseros (que no solo depende de la profundidad de los subwoofers).

En términos sencillos, los subwoofers más grandes y profundos logran una mejor directividad que los más pequeños.

Las figuras siguientes muestran las características de dispersión típicas de una pila CSAE (izquierda) y una pila CSAG (derecha). Es evidente que el comportamiento de dispersión del modo CSAE depende significativamente más de la frecuencia que el del modo CSAG.



Se muestran los patrones de dispersión típicos del modo CSAE (izquierda) y del modo CSAG (derecha) en función de la frecuencia



## Alineación del subwoofer

En la mayoría de los casos, el rango de frecuencia de los sistemas PA se amplía hacia abajo con subwoofers. Estos suelen colocarse separados de los altavoces superiores. Hay algunos principios básicos que hay que tener en cuenta, que se describen a continuación.

Nuestros preajustes están diseñados para que los tops y los subwoofers reproduzcan correctamente al mismo tiempo cuando se colocan con las rejillas enfrentadas (véase la ilustración de la derecha).

Si se utilizan configuraciones separadas físicamente, las diferencias de tiempo resultantes deben corregirse mediante un retardo electrónico.

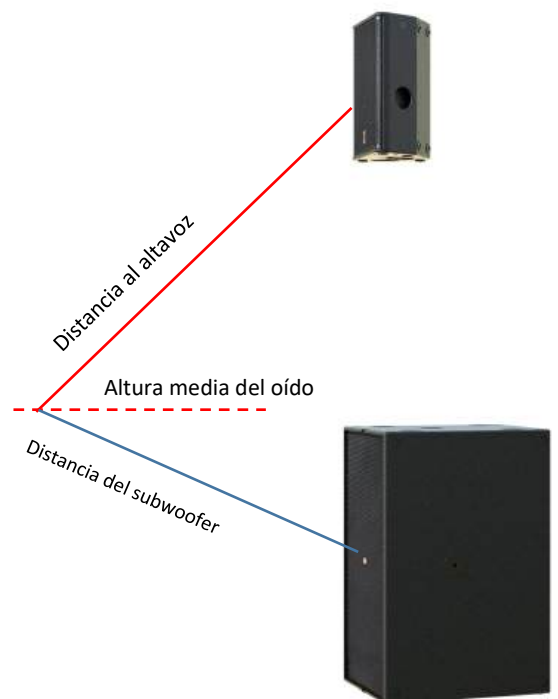
Utilizando la rejilla frontal como superficie de referencia, en muchos casos es posible realizar esta corrección del retardo sin necesidad de un sistema de medición acústica, utilizando únicamente un dispositivo de medición de distancia láser.

Para ello, se puede medir la distancia al altavoz superior y al subwoofer y calcular la diferencia entre ambas distancias. El altavoz que se encuentre más lejos se puede retrasar según la diferencia de distancia. El retardo necesario se puede ajustar directamente como distancia (m) en los amplificadores de potencia del sistema VADAS o HDSP. No es necesario convertirlo a una unidad de tiempo (ms).

En el caso de pilas de subwoofers más grandes, hay que tener en cuenta que los tiempos se desplazan, por lo que se recomienda el uso de un sistema de medición acústica.

Si las partes superiores se elevan hasta **aprox. 3,5 m** de altura, la elección del punto de medición no es crítica. El punto de medición debe seleccionarse aproximadamente a la altura prevista del oído en la zona de escucha. Se mide la distancia a la unidad superior y al subwoofer y se calcula la diferencia. A continuación, se retrasa el altavoz más cercano en esta diferencia. La calidad de la configuración de medición se muestra en la figura de la derecha.

Si las secciones superiores se elevan más o se deben cubrir superficies complejas, este sencillo procedimiento no es suficiente y se debe consultar a una persona cualificada con equipo de medición.

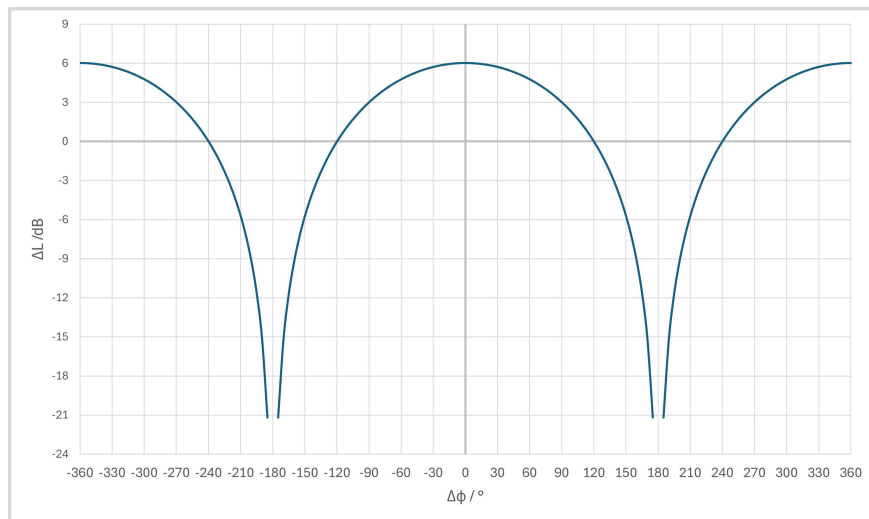


**Nota:****Interferencia**

La interferencia se produce cuando se superponen varias ondas. La superposición se produce sin interferencia, es decir, las ondas no se influyen entre sí (se aplica el principio de superposición).

Se distingue entre interferencia constructiva y destructiva. La interferencia constructiva da lugar a un aumento de la onda resultante, mientras que la interferencia destructiva da lugar a una cancelación. La siguiente figura muestra la suma de dos eventos sonoros de la misma frecuencia y amplitud en función del ángulo de fase.

*Área de cancelación y adición*



## Aviso legal

© SRV Distribution/Voice-Acoustic: todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial. La publicación está permitida exclusivamente en los sitios web de SRV Distribution, salvo consentimiento previo por escrito. Se permiten los enlaces para la descarga.

Toda la información contenida en este manual sobre las propiedades de los productos aquí descritos y las normas de seguridad pertinentes se basa en la información disponible en el momento de la impresión. Las especificaciones técnicas, las dimensiones, el peso y las propiedades no son características garantizadas. El fabricante se reserva expresamente el derecho a realizar cambios y modificaciones dentro del ámbito de las disposiciones legales, con el fin de mejorar las propiedades del producto. Este manual y toda la información necesaria para el uso seguro del sistema deben ponerse a disposición de todas las personas que utilicen el sistema durante el montaje, desmontaje y funcionamiento. El sistema no debe montarse ni utilizarse a menos que se haya leído y comprendido este manual y se conserve en el lugar de trabajo en todo momento. Agradecemos sus sugerencias e ideas para mejorar este manual.

SRV Distribution - Voice-Acoustic  
Brocksfeld 3  
D-27313 Dörverden

Fon.: + 49 (0) 4234 942 777

[Request@Voice-Acoustic.de](mailto:Request@Voice-Acoustic.de)  
[www.Voice-Acoustic.de](http://www.Voice-Acoustic.de)