

Altavoces de la serie Installation

YAMAHA CORPORATION
PA·DMI Division,
Centro de desarrollo de sistemas avanzados

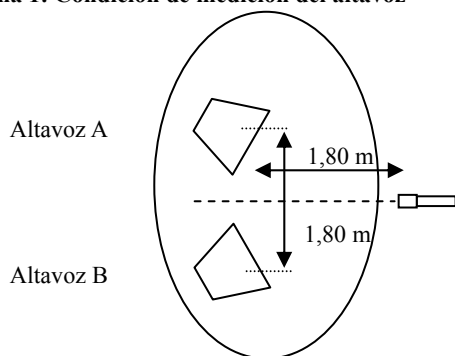
Documentación técnica
sobre
los altavoces de la serie Installation

1 Introducción

La facilidad con la que un sistema de altavoces puede ajustarse para adaptarse a las características de un recinto es de máxima importancia para los ingenieros y los contratistas de sonido. Al igual que el lienzo de un pintor debe ser blanco para mostrar los colores auténticos de sus pinturas, un sistema de altavoces debe ser un "lienzo en blanco" en el sentido de que reproduzca con precisión las formas de onda proporcionadas como entrada y responda de una forma lineal a la ecualización; en términos de audio, tiene que ofrecer una "respuesta plana". Las dos causas más comunes de las respuestas poco uniformes son los "filtros combinados" causados por las condiciones arquitectónicas o de instalación y "la diferencia entre las características de fase de los altavoces". Con respecto a la primera causa, deben tenerse en cuenta varios factores a la hora de diseñar el sistema, como el ángulo de los altavoces, etc.

La segunda causa deberá considerarse como el aspecto fundamental para hacer del sistema de altavoces de Yamaha un "lienzo en blanco".

<Esquema 1: Condición de medición del altavoz>



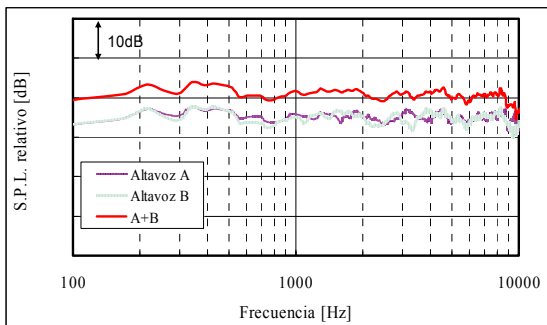
Se ha realizado una prueba sencilla para medir las características de fase mediante dos sistemas de altavoces de 2 vías.

El Esquema 1 muestra la configuración. El sistema de altavoz A presenta 60 grados x 40 grados (horizontal x vertical) de la directividad de alta frecuencia, mientras que el sistema de altavoz B presenta 90 x 50. La respuesta de amplitud es prácticamente la misma. Al hacer funcionar simultáneamente ambos sistemas de altavoces con las mismas características de fase, el S.P.L. relativo aumenta en 6 dB en todas las frecuencias, tal y como muestra el Esquema 2.

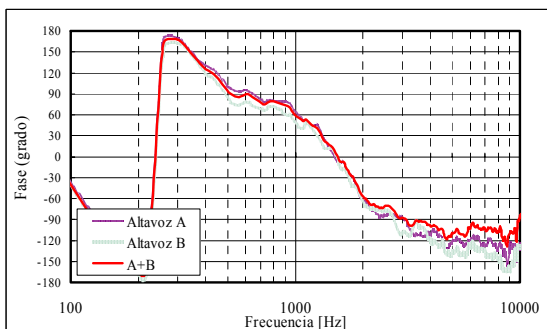
A continuación, se han cambiado las características de fase del sistema de altavoces B y se han realizado las mediciones. El resultado se muestra en el Esquema 3. En el intervalo de frecuencias en el que la diferencia de fase es superior a 120 grados, se ha observado una importante cancelación en la respuesta de amplitud (puede observarse la cancelación en el intervalo en el que la diferencia de fase se encuentra entre 120 y 240 grados). En el intervalo de frecuencia en el que se observa la cancelación, el ecualizador no responde en lineal, por lo que es muy difícil mejorar las características de frecuencia mediante el ecualizador.

<Esquema 2: Funcionamiento de dos sistemas de altavoces con las mismas características de fase>

Amplitud

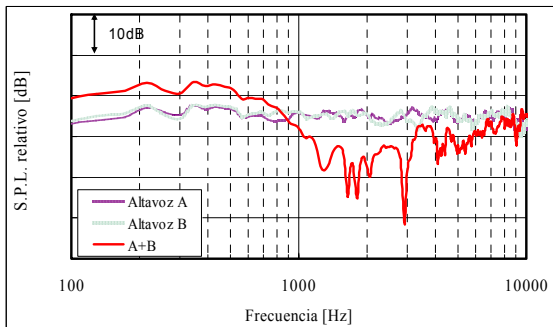


Fase

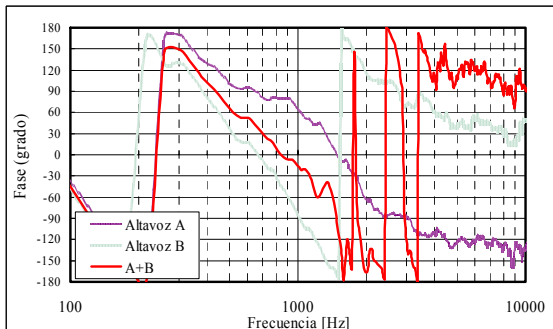


<Esquema 3: Funcionamiento de dos sistemas de altavoces con diferentes características de fase>

Amplitud



Fase



Este problema no sólo ocurre entre los mismos modelos de altavoces, sino que también se produce entre diferentes modelos de altavoces.

Por ejemplo, en un concierto en directo, es frecuente establecer grupos de altavoces con los mismos sistemas de altavoces múltiples. Sin embargo, en un recito, se suelen utilizar diferentes modelos de altavoces juntos. +Yamaha ha pensado que "incluso si se utilizan diferentes modelos de altavoces en un sistema, deberíamos ofrecer un "lienzo en blanco" y prestar atención a las características de fase, con el objetivo de unificar las características de fase en la serie.

En lo que respecta a la calidad del sonido, nuestro objetivo se ha centrado en la claridad de la voz (PA) y el refuerzo de sonido de alta fidelidad de los instrumentos vocales y musicales, mientras que la unificación del color de tono (concepto de sonido de gama) de todos los productos de la serie ha sido el concepto básico.

Por otro lado, nos hemos esforzado por reproducir las dimensiones naturales de la imagen del sonido.

En otras palabras, el tamaño de la imagen debe ser una representación precisa de la fuente, en especial en lo relativo a la voz. En resumen, el concepto de diseño de la serie "Installation" es desarrollar los conceptos de las características de fase y de color tonal.

A continuación, se explican los detalles de nuestro concepto, así como el modo en el que se ha desarrollado.

2 Consideración de las características de fase de los altavoces

En el diseño de la serie "Installation", se han investigado las influencias de las características de fase de los altavoces en sus respuestas en los puntos de recepción en primer lugar.

1) Acerca de las características de fase entre los controladores

Incluso un sistema de un solo altavoz puede tener el problema de encontrarse fuera de la fase (por ejemplo, entre los controladores HF y LF de un sistema de altavoces de 2 vías).

En el Esquema 4 se muestra la respuesta de fase de un sistema de altavoces de 2 vías. La frecuencia de corte es de 1,5 kHz tanto en HPF (18 dB/oct, BW) como en LPF (18 dB/oct, BW).

Centrémosnos ahora en la frecuencia de 1,5 kHz.

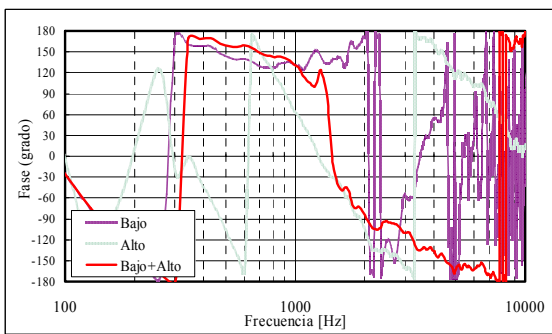
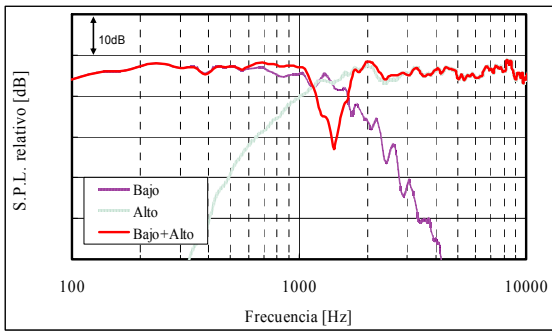
En el gráfico de la respuesta de amplitud, se puede observar que el sonido de frecuencia de 1,5 kHz se reproduce tanto en el controlador HF como en el LF. En el gráfico de la respuesta de fase, se puede observar que la diferencia de fase entre HF y LF es 180 grados. Ambos niveles de señales son iguales, por lo que ambos se cancelan entre sí y como resultado, se produce la caída en las características de amplitud.

Además, en el gráfico de respuesta de fase general, se puede observar que la fase cambia repentinamente entre 1 kHz y 2 kHz. Como resultado, el sistema de altavoces presenta características de fase defectuosas alrededor del punto de cruce.

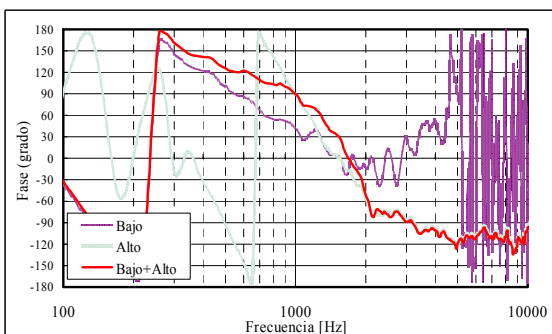
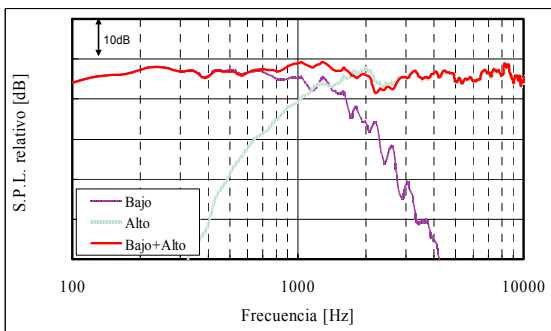
El Esquema 5 muestra la respuesta de fase del mismo sistema de altavoces de 2 vías del Esquema 4; sin embargo, el sistema de altavoces se ajusta para reducir la diferencia de fase en el intervalo entre 1 kHz y 2 kHz en 90 grados. La pendiente de las características de fase es constante en todo el intervalo, de modo que se reduce al mínimo la influencia negativa en las características de amplitud.

La serie "Installation" presenta una respuesta de fase uniforme con la pendiente constante en todo el intervalo.

<Esquema 4: Influencia de la diferencia de fase en la respuesta de amplitud>



<Esquema 5: Respuesta de un sistema de altavoces que cuenta con unidades "en fase">



2) Debate sobre la respuesta de fase al utilizar sistemas de múltiples altavoces

En el caso de la instalación en una sala, teatro, iglesia, etc., se pueden agrupar varios altavoces.

En estas condiciones, puede que exista un problema en el área de superposición en la que cubre más de un altavoz. Es decir, tal y como se describe anteriormente e 2-1), puede que exista una caída en la respuesta de amplitud. Esto se debe a la diferencia de fase que se produce por la diferencia de distancia entre la posición del altavoz y la posición de escucha. Por lo tanto, desde el punto de vista del diseño del sistema, es muy importante reducir el área de superposición, pero resulta muy difícil eliminarla al completo.

En el caso en el que se utilizan dos altavoces tal y como se muestra en el Esquema 6, la Tabla 1 muestra la relación entre la "diferencia de distancia" y la "frecuencia fuera de fase". La diferencia de distancia muestra la diferencia entre las distancias desde estos altavoces hasta el punto de prueba. La frecuencia muestra el punto en el que la diferencia de fase producida por la diferencia de distancia es de 90 grados.

El parámetro θ es el ángulo con el eje central.

La Tabla 1 indica lo siguiente.

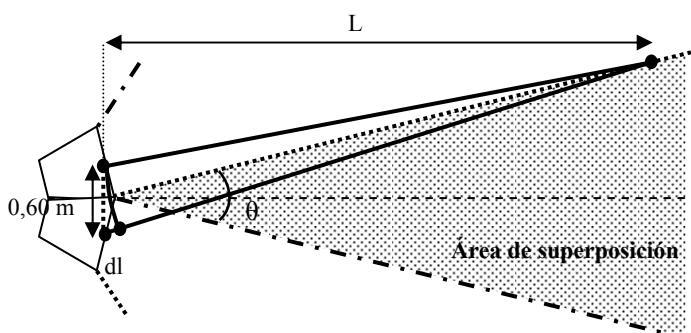
Cuando el área de superposición es de hasta 10 grados, la diferencia de fase producida por la diferencia de distancia en dicha área es de hasta 90 grados a 1 kHz o menos de frecuencia, independientemente de la distancia desde la fuente del sonido.

Cuando el área de superposición es de hasta 20 grados, la diferencia de fase es de hasta 120 grados a 1 kHz o menos de frecuencia.

Se estima que, con esta cantidad de diferencia de fase, se puede hacer caso omiso de la interferencia. Por consiguiente, en esta situación es muy importante que las características de fase de los dos altavoces coincidan, para obtener las características de amplitud sin caída (tal y como se explicaba en el debate de las características de fase entre controladores descritas anteriormente).

(Es necesario constatar que, en la práctica, y debido a que la directividad de los altavoces cambia en función de la frecuencia, hay que tener en cuenta la frecuencia, la directividad y la distancia.)

<Esquema 6: Consideración de las características en el área de superposición>



<Tabla 1: Relación entre la diferencia de distancia y la frecuencia de fuera de fase en el área de superposición>

θ	L=6 m	L=12 m	L=24 m
5	0,174 / 3 3252 Hz	0,174 / 3.249 Hz	0,174 / 3.248 Hz
10	0,347 / 1.627 Hz	0,347 / 1.626 Hz	0,347 / 1.626 Hz
15	0,517 / 1.087 Hz	0,517 / 1.086 Hz	0,518 / 1.085 Hz
20	0,683 / 817 Hz	0,684 / 816 Hz	0,684 / 816 Hz

Diferencia de fase = 90 grados

θ	L=6 m	L=12 m	L=24 m
5	0,087 / 4.336 Hz	0,087 / 4.332 Hz	0,087 / 4.331 Hz
10	0,174 / 2.170 Hz	0,174 / 2.168 Hz	0,174 / 2.167 Hz
15	0,261 / 1.449 Hz	0,261 / 1.448 Hz	0,261 / 1.447 Hz
20	0,347 / 1.089 Hz	0,347 / 1.088 Hz	0,347 / 1.088 Hz

Diferencia de fase = 120 grados

Para confirmar la validez de nuestra propuesta, se ha realizado la siguiente prueba.

Utilizando el Yamaha SREV1, se han creado las diferencias de fase de 90, 120 y 150 grados a 2 kHz simulando la respuesta de impulso que presenta una inclinación diferente de características de fase en el intervalo de frecuencias. A continuación, se ha comparado la respuesta de frecuencia en el punto de prueba.

La Figura 7 muestra la condición de prueba, mientras que la Figura 8 muestra el resultado.

El punto de prueba se encuentra totalmente separado de la pared. Se ha utilizado un micrófono de límite para evitar el efecto del sonido reflejado de la pared y del suelo.

Todos los resultados se han estandarizado mediante el resultado según la condición en la que $\theta=0$ y no existe diferencia de fase.

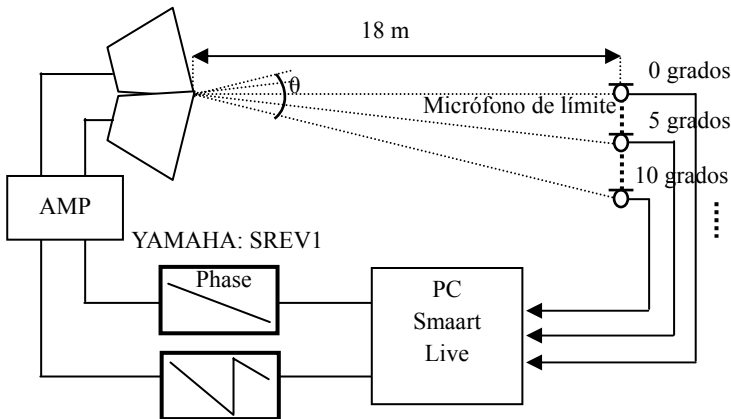
Ambos altavoces presentan una directividad de 60 x 40 y el grado de su inclinación lateral es de 15 grados.

Cuando no existe diferencia de fase, si θ es de 15 grados o menos, la diferencia de nivel a 2 kHz o menos es de hasta 3 dB. Si θ es de 25 grados o menos, la diferencia de nivel a 1 kHz o menos es de hasta 3 dB.

A medida que aumenta la diferencia de fase, se amplía el área afectada por la caída producida por la interferencia, y la frecuencia de caída disminuye.

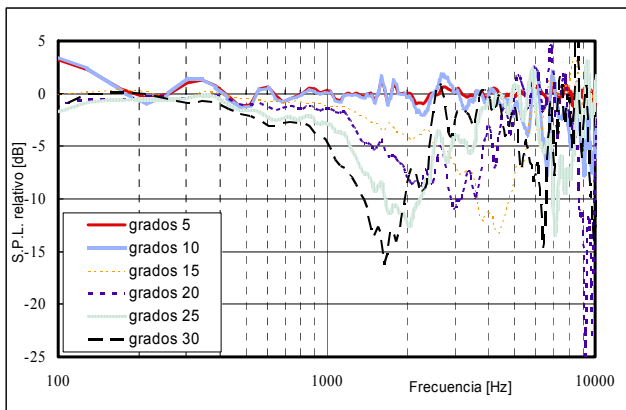
Cuando la diferencia de fase es de 90 grados, si θ es de 15 grados o menos, la diferencia de nivel a 1 kHz o menos es de hasta 3 dB. Cuando la diferencia de fase es de 150 grados, si θ es de 10 grados o menos, la diferencia de nivel a 1 kHz o menos es de más de 6 dB. Los resultados muestran que, al utilizar más de un altavoz, es muy importante que las características de fase de los altavoces coincidan para obtener la misma respuesta en cualquier posición en la habitación.

<Esquema 7: Condición de prueba>

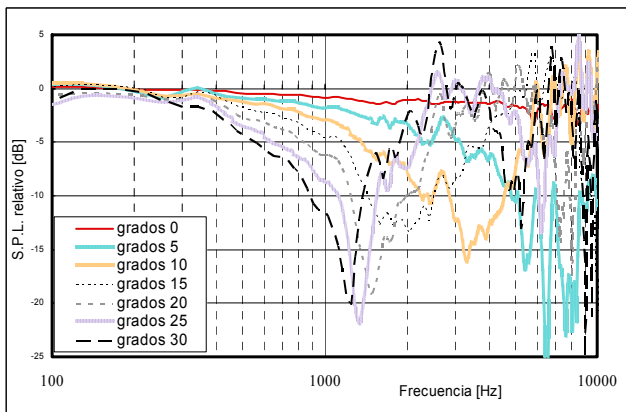


<Esquema 8: Características en el área de superposición>

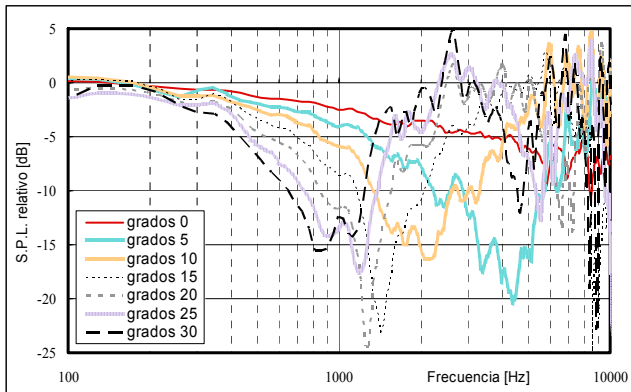
Fase 0 grados



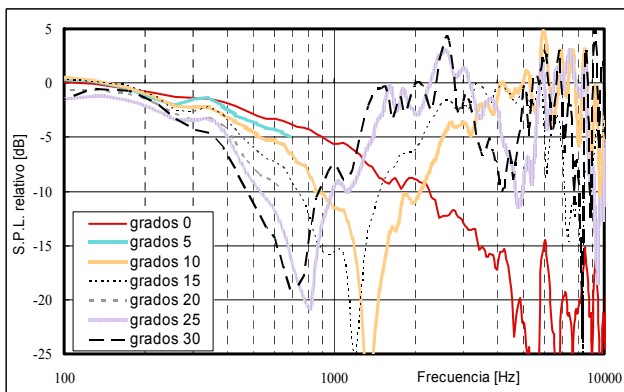
Fase 90 grados



Fase 120 grados



Fase 150 grados



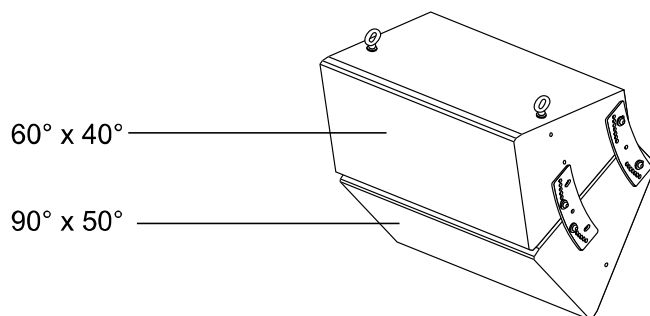
En las instalaciones reales de altavoces en un teatro, etc., es frecuente utilizar varios modelos de altavoces con directividad diferente según el margen de cobertura necesario.

Además, puede que existan varias combinaciones de alimentación de altavoces (véase el Esquema 9).

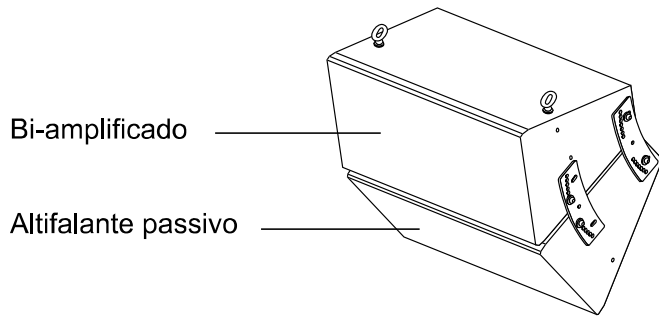
Para diseñar los altavoces de la serie "Installation", Yamaha se ha centrado en este aspecto y lo ha considerado como un factor muy importante para que coincidan las características de fase, no sólo entre los mismos modelos de altavoces, sino también entre diferentes modelos.

<Esquema 9: Variaciones de combinaciones de altavoces>

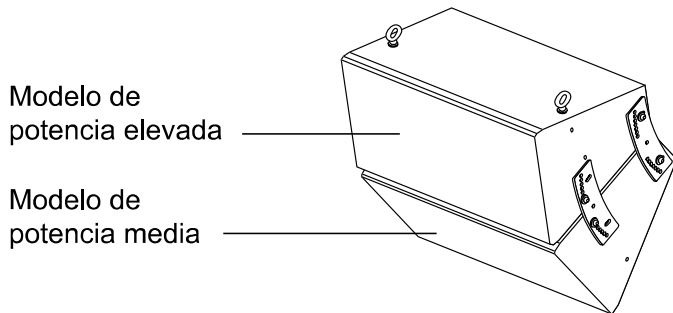
<Las mismas cajas con diferentes directividades>



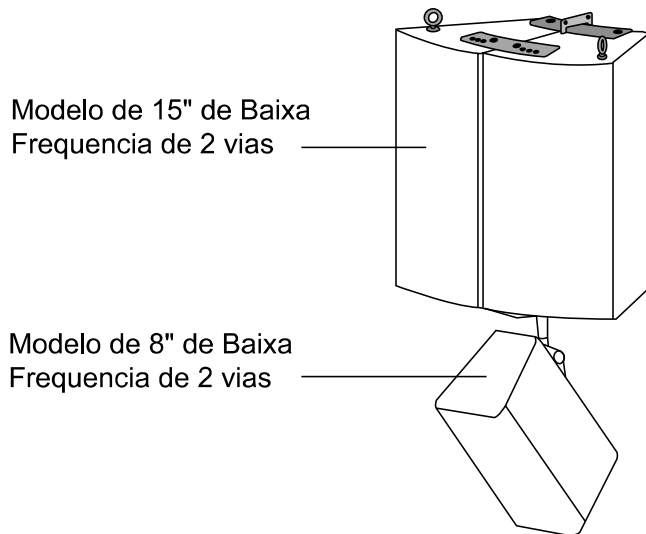
<Las mismas cajas con diferentes modos de funcionamiento>



<Las mismas cajas con diferentes modelos de alimentación>



<Combinación de diferentes tamaños de cajas>



3. Concepto de diseño

En función del experimento mencionado anteriormente, se ha constatado que el control de fase es el factor más importante. Seguidamente, nos hemos centrado especialmente en el equilibrio de la fase y el control tonal, y el objetivo ha sido desarrollar tanto el "concepto en fase" como el "concepto de sonido de gama". A continuación se detallan cada uno de los conceptos.

1) Control de fase

(1) Concepto "en fase"

A partir de los resultados descritos anteriormente, las características de fase de todos los altavoces de esta serie deben ser las mismas.

- Las mismas características de fase entre los mismos modelos de cajas que tienen directividades diferentes
- Las mismas características de fase entre los modelos pasivo y de amplificador doble con la misma caja.
- Las mismas características de fase entre los modelos de alta potencia y de potencia media (disponibles en otoño de 2005) con la misma caja.
- Las mismas características de fase entre los diferentes modelos de caja.
- La diferencia de fases entre los altavoces a 2 kHz debe ser como máximo de 90 grados.

(2) Utilización del tipo de cambio de fase mínimo

Existen dos métodos para controlar las características de fase de sistemas de altavoces de varias vías.

A. Tipo "cambio de fase mínimo"

Con este método se pretende reducir al mínimo el cambio de fase entre 20 Hz y 20 kHz. Desarrolla las características de fase ligeramente cambiadas en una vuelta (180 grados a -180 grados).

Es posible que se presente el problema de disminución de nivel de las características de amplitud en el intervalo de frecuencias en el que se cruzan los controladores de baja frecuencia y de alta frecuencia.

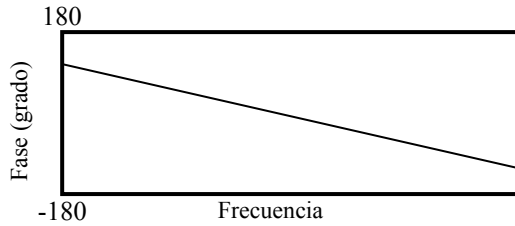
B. Tipo "misma pendiente de fase"

El objetivo de este método es obtener un cambio de fase progresivo en todo el intervalo de frecuencias. No se pretende reducir al mínimo el cambio de fase.

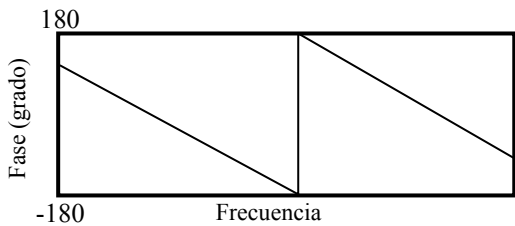
Al añadir un retardo al controlador de baja frecuencia para que coincida la pendiente de fase del controlador de

baja frecuencia con la del controlador de alta frecuencia, las características de fase de los dos controladores se conectan regularmente. Con este método, en el límite de las características de fase de los dos controladores, la diferencia de fase es de 360 grados. Sin embargo, desde el punto de vista del realce/corte de las características de amplitud, se puede considerar como la misma fase, lo que puede evitar el problema de reducción de nivel en el intervalo de cruce. Este método es más sencillo y más fácil que el tipo de "cambio de fase mínimo", aunque la fase cambia de forma significativa en todo el intervalo.

<Esquema 10: Tipo "cambio de fase mínimo" y "misma de pendiente de fase"



Tipo "cambio de fase mínimo"



Tipo "misma pendiente de fase"

Antes de comenzar el diseño de la serie "Installation", se crearon prototipos del tipo "cambio de fase mínimo" y del tipo "misma pendiente de fase", y se realizaron pruebas de escucha y comparación. Los resultados se muestran a continuación.

Cuando se realizó la prueba con un altavoz de amplificador doble utilizando DSP, aunque existía un matiz diferente en el intervalo de cruce, resultaba difícil determinar cuál era mejor.

Al realizar la prueba con un altavoz pasivo, el tipo de cambio de fase mínimo con un circuito de red sencillo sonaba mejor.

Además, se temía que cada modelo pudiera tener el tiempo de retardo diferente del controlador de baja frecuencia si todos los altavoces de la serie "Installation" se ajustaran aplicando el método de la "misma pendiente de fase". Esto podría causar el problema cuando se utilizaban más de un altavoz juntos.

Por los motivos indicados antes, se decidió utilizar el tipo de "cambio de fase mínimo".

2) Control de calidad tonal

(1) Sonido objetivo

Los principales objetivos de la serie "Installation" son salas, teatros e iglesias.

En estos recintos pueden celebrarse conferencias, conciertos de música, musicales, etc. Por lo tanto, para el sistema SR, aportar un sonido nítido y de buena calidad era el requisito mínimo, así como ofrecer un nivel lo suficientemente audible en cualquier posición del área del recinto. Además, también era necesario ofrecer un sonido de alta fidelidad para los instrumentos musicales y vocales, así como para la reproducción de música o sonido ambiental.

Por consiguiente, para obtener la calidad tonal de la serie "Installation", nos centramos en desarrollar lo siguiente, además de las características de amplitud plana.

- Inteligibilidad de la voz
- Tono equilibrado y separado para la música
- Ningún sonido de intervención, independientemente del nivel total
- El mismo timbre en cualquier posición dentro del intervalo de directividad
- Tamaño adecuado de la imagen de audio de cada fuente

(2) Concepto de sonido de gama

Para la instalación en una sala, un teatro o una iglesia, se pueden utilizar altavoces auxiliares como un altavoz debajo de los palcos y un altavoz de relleno frontal para el público, además de los altavoces principales.

El sonido que generan estos altavoces se mezcla en el espacio de la habitación o de la sala. Sin embargo, resultaba muy difícil obtener el mismo timbre en cualquier posición de la habitación o la sala debido a que el timbre de cada altavoz es diferente si el tamaño o modelo difieren (incluso siendo del mismo fabricante).

Ahora, Yamaha presenta el "concepto de sonido de gama". Según este concepto, todos los modelos de altavoces de la misma serie presentan el mismo color tonal.

- Unificación del color tonal entre los diferentes modelos de directividad que utilicen la misma caja
- Unificación del color tonal entre los modos pasivos y de doble amplificador del mismo modelo
- Unificación del color tonal entre los diferentes modelos de directividad que utilicen la misma caja
- Unificación del color tonal entre los diferentes modelos de cajas

(3) Reducción al mínimo de la compensación eléctrica

El funcionamiento de la ecualización compensa la respuesta de amplitud; por otro lado, provoca el deterioro de las características de fase. Cuanto más se compense la respuesta de amplitud, más cambia la fase.

Por ello nos centramos en la reducción al mínimo de la compensación electrónica utilizando el ecualizador.

En especial, para el intervalo de cruce, nuestro objetivo fue no utilizar el ecualizador en absoluto.

(4) Colaboración con un diseñador externo de altavoces

Decidimos diseñar los altavoces en colaboración con un diseñador externo de altavoces.

El líder del equipo de desarrollo de los altavoces de Yamaha fue Akira Nakamura. Fue el encargado de desarrollar el altavoz "NS1000M" de alta fidelidad y de grandes ventas, el altavoz estándar de facto "NS10M" en el estudio y los altavoces con monitores conectados "serie MSP".

Se eligió a Michael Adams como diseñador externo de altavoces. No es sólo un experto diseñador en altavoces, sino que además cuenta con una gran experiencia como ingeniero de SR y actualmente es el diseñador jefe de "Audio Composite Engineering", una empresa de diseño de altavoces en EE.UU.

Comprendió el concepto de Yamaha y la gran dificultad de hacerlo realidad. Es el único diseñador de altavoces experto en ingeniería SR.

4. Estilo de diseño y desarrollo

El diseño, así como el desarrollo de un prototipo, se realizó en tres fases separadas.

En la primera fase, se desarrolló el Protocolo 1 para la primera evaluación de sonido. En la segunda fase, se desarrolló el Protocolo 2, que refleja el resultado de la evaluación del Protocolo 1. "Audio Composite Engineering" se encargó del diseño básico de la caja y la bocina, así como de la selección de controladores.

Yamaha realizó la medición detallada de los datos y la prueba de escucha no sólo en la sala anecoica, sino que además la realizó en el entorno práctico. A continuación, se transmitieron los resultados analizados, así como los resúmenes de problemas y resoluciones, a "Audio Composite Engineering" para que dieran su opinión.

En la tercera fase, basada en el Protocolo 2, la preproducción se realizó en la fábrica, donde se produjeron los productos finales, utilizando las piezas y los materiales para la producción en serie. Esta fue la fase de producción de prueba para comprobar la calidad de los productos de producción en serie finales.

Se realizaron diferentes cajas utilizando diferentes materiales o pinturas. Se montaron diferentes componentes en estas cajas y se realizaron pruebas.

A continuación se detalla el estado actual de cada componente.

- Bocina

Se evaluaron las bocinas midiendo datos como la respuesta de fase y la respuesta de amplitud, así como realizando pruebas de escucha para comprobar la claridad, la resolución, el tamaño de la imagen de audio, etc. La bocina con una entrada de 2,5 cm (1,4 pulgadas) utilizada para los modelos de 38 cm (15 pulgadas) y 30 cm (12 pulgadas) mejoró la penetración de sonido y la resolución. Este es el tamaño máximo de bocina que se puede ajustar en la caja. El material es FRP, que se mejora con fibra de vidrio y se amortigua añadiendo el material antivibración.

Todas las bocinas se pueden girar hasta 90 grados.

- Controlador de compresión para la gama de alta frecuencia

Tras realizar varias pruebas de escucha para lograr el sonido de gama, se seleccionaron los controladores. Finalmente, todos los controladores seleccionados los realizó el mismo fabricante.

El controlador utilizado para el modelo de 38 cm (15 pulgadas) o para el de 30 cm (12 pulgadas) incluye la bobina de voz de 7,5 cm (3 pulgadas) y diafragma de titanio. El borde y el diafragma están integrados. El borde es de tipo tangencial para aumentar la durabilidad y ofrecer una mejor calidad tonal.

- **Woofers para la gama de baja frecuencia**

Para evitar el colapso de la imagen del sonido a alta potencia, los woofers de 38 cm (15 pulgadas) y 30 cm (12 pulgadas) utilizan bobinas de voz de 10 cm (4 pulgadas).

El woofer se ha seleccionado cuidadosamente teniendo en cuenta lo siguiente.

- Que ofrezca un factor de amortiguación alto y una respuesta de baja frecuencia suave
- Adaptación sónica con la caja
- Separación de frecuencias uniforme en alta frecuencia

El circuito magnético utiliza un gran imán de ferrita para mejorar la densidad magnética, con lo que se obtiene un sonido nítido y alto.

- **Caja**

Tras las pruebas de escucha, decidimos emplear abedul finlandés contrachapado (11-ply) como material de la caja. La frecuencia de afinación se estableció en el punto en el que la presión de sonido del puerto afecta a la respuesta de baja frecuencia con más eficacia.

Se realizó un prototipo en el que el punto de frecuencia de afinación se calculó mediante simulación informática y se llevaron a cabo las pruebas de escucha repetidamente para comprobar el ajuste entre la caja y el woofer, y a continuación se realizaron cambios para obtener mejoras.

En lo que respecta a la forma de la caja, para mantener el sonido claro, se fijó el panel lateral y el baffle a la misma altura. De este modo se elimina la reflexión del sonido en el panel lateral, que puede hacer que el sonido no sea claro.

El interior se refuerza mediante sujeciones, teniendo en cuenta la fuerza y la resonancia. En resumen, nos aseguramos de que la calidad tonal sea clara, sin ruidos de la caja del altavoz.

En el interior de la caja se empleó lana de vidrio de 25 mm como material de absorción del sonido, lo que da como resultado un sonido de baja frecuencia y equilibrado que es exacto y sostenido.

Para obtener una mayor penetración del sonido, se abre el 63 % de la rejilla metálica.

- **Red**

Para evitar el deterioro del sonido al conectar la red, ésta es muy sencilla.

Para la red de baja frecuencia de los modelos de 38 cm (15 pulgadas) y 30 cm (12 pulgadas), se utiliza una bobina que conecta un cable de cobre de calibre 15 a la gran plancha de acero al silicio y un condensador de película de gran tamaño con $\tan \delta$ de pequeño tamaño, lo que garantiza el sonido de alta resolución incluso a

una entrada de potencia alta.

Para obtener la misma respuesta de fase y de amplitud que las del funcionamiento de amplificador doble, se realizaron simulaciones por ordenador y se realizaron mediciones repetidamente hasta que se completó el diseño de la red. Finalmente, conseguimos desarrollar tanto el "concepto en fase" como el "concepto de sonido de gama". Pudimos reducir al mínimo el cambio de fase en toda la gama y obtener las características de fase descendente suaves sin cambios bruscos de fase, y obtuvimos las características de amplitud fluidas.

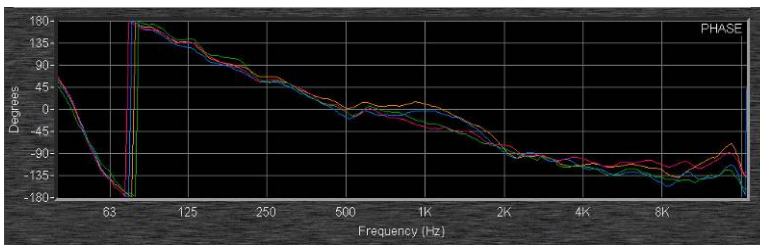
5. Características de fase de la serie "Installation"

Los siguientes gráficos muestran las características de fase de la serie "Installation" y el modelo de la competencia. A partir de estos gráficos, se puede observar que la características de fase de la serie "Installation" son casi las mismas, independientemente de la directividad, del modo del controlador y del modelo.

<Esquema 11: Comparación de las características de fase>

SERIE INSTALLATION DE YAMAHA

Comparación entre distintos patrones de directividad



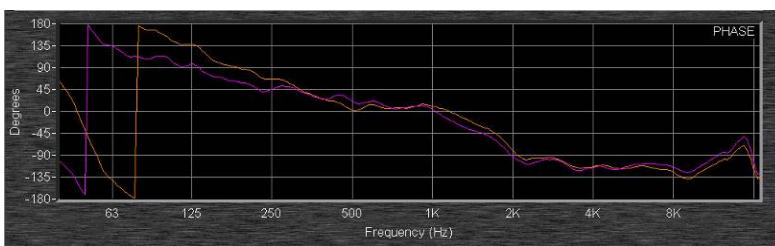
Naranja: IF2115/64/amplificador doble

Azul: IF2115/95/amplificador doble

Rojo: IF2115/99/amplificador doble

Verde: IF2115/AS/amplificador doble

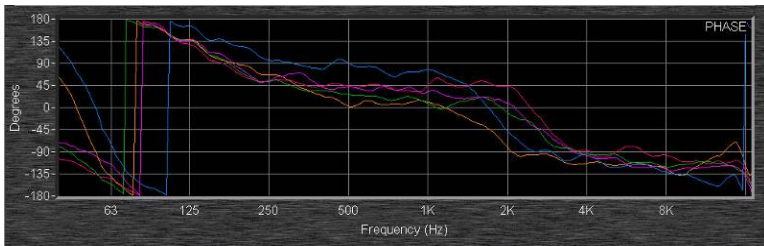
Comparación entre diferentes modos de funcionamiento (excitación)



Naranja: IF2115/64/amplificador doble

Morado: IF2115/64/pasivo

Comparación entre modelos



Naranja: IF2115/95 amplificador doble

Azul: IF2112/95 amplificador doble

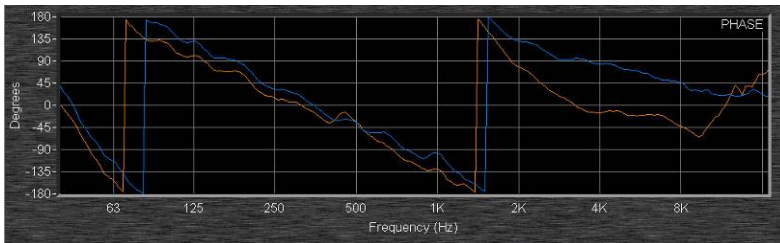
Verde: IF2208

Morado: IF2108

Rojo: IF2205

Modelo de la competencia

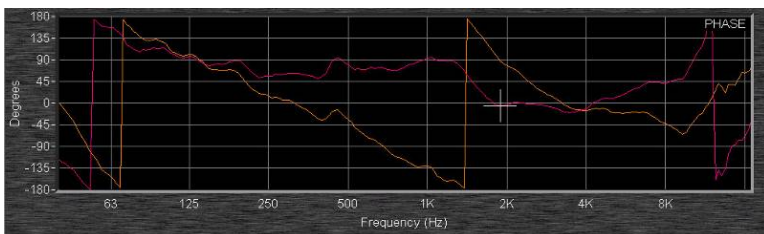
Comparación entre distintos patrones de directividad



Naranja: 15" LF 2 vías 60 x 40 amplificador doble de la competencia

Azul: 15" LF 2 vías 90 x 50 amplificador doble de la competencia

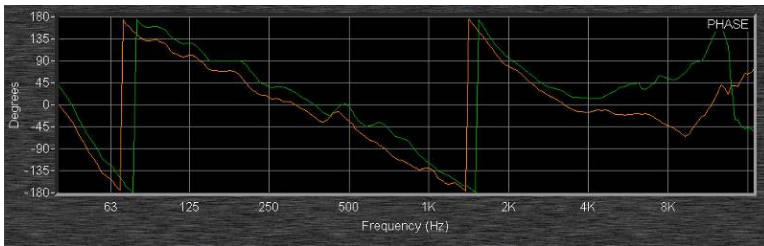
Comparación entre diferentes modos de funcionamiento (excitación)



Naranja: 15" LF 2 vías 60 x 40 amplificador doble de la competencia

Rojo: 15" LF 2 vías 60 x 40 pasivo de la competencia

Comparación entre modelos



Naranja: 15" LF 2 vías 60 x 40 amplificador doble de la competencia

Verde: 12" LF 2 vías 60 x 40 amplificador doble de la competencia

6. Resumen

En otoño de 2004, invitamos a los expertos y celebramos una reunión en "Audio Composite Engineering" para evaluar la calidad tonal del prototipo final.

La evaluación se realizó exhaustivamente utilizando CDs y micrófonos que aportaron los expertos. La reunión concluyó entre una marea de aplausos.

En Japón también se celebró una reunión similar para evaluar la calidad tonal.

Con ambas reuniones garantizamos que la serie "Installation" respondía a nuestro concepto de diseño y que ofrecía un sonido de calidad excepcional. En especial tuvo gran acogida la consecución del concepto de sonido de gama. Mediante la prueba de voz en inglés y en japonés con un micrófono, se probó que la serie podía amplificar voces en ambos idiomas con gran claridad.

Los altavoces de la serie "Installation" de Yamaha para recintos resuelven los problemas causados por la utilización de varios altavoces juntos. Esperamos que puedan confirmar su calidad tonal, la adaptación del color tonal al utilizar más de un altavoz juntos, la reacción lineal del ecualizador, etc.

Yamaha tiene previsto en un futuro añadir a la serie el modelo de 3 vías y el modelo de 2 vías de potencia media. Yamaha también está planificando la introducción del procesador de altavoz digital a finales de 2005.

En lo que respecta al procesamiento del DSP (procesador de altavoz digital) para controlar la serie "Installation", se pueden utilizar procesadores de altavoces generales, porque no se emplean filtros de corte ni ecualizador especiales. Sin embargo, estimamos que "DME24N/64N" de Yamaha son la mejor combinación,

en términos de calidad tonal. Próximamente presentaremos los datos de los ajustes de DSP y los datos de EASE en el sitio web de Yamaha. Se deberá tener en cuenta que hemos empleado el amplificador de potencia serie PC-01N de Yamaha en el proceso final de ajuste tonal.

Actualmente, en paralelo con el desarrollo de hardware de estos elementos, estamos desarrollando una aplicación de software de simulación que se puede utilizar fácilmente en la fase de diseño del sistema de sonido. Lo único que hay que hacer es introducir los datos de la forma y el tamaño de la habitación, el nivel de presión de sonido en la posición de escucha. En función de los datos, esta aplicación le recomendará la mejor configuración del conjunto. También se podrá simular la ecualización de la compensación de las características del conjunto. El resultado de la simulación de ecualización se puede almacenar en el Yamaha DME24N/64N como un archivo de biblioteca.

Al utilizar esta aplicación de software de simulación con la serie "Installation" de Yamaha, puede ahorrar mucho tiempo en el establecimiento de ajustes.

Por último, nos gustaría extender nuestro más sincero agradecimiento a Audio Composite Engineering y a Michael Adams.

Referencia:

- [1] G. Davis y R. Jones, "Sound Reinforcement Handbook, Second Edition" (Manual de refuerzo de sonido, segunda edición) Yamaha, 1989
- [2] D. Davis y C. Davis, "Sound System Engineering, Second Edition" (Ingeniería de sistemas de sonidos, segunda edición) Focal Press, 1997