

MULTIAMPLIFICACIÓN

- **Introducción a los Divisores de Frecuencia**

Como vimos anteriormente, no existe un tipo de parlante capaz de reproducir fielmente todo el espectro de frecuencias audibles, lo que hace necesario contar al menos con dos tipos de parlantes distintos.

Sucede que a la hora de combinar dos o mas parlantes con una misma señal de audio, se pueden producir daños en los componentes, ya que cada tipo de parlante es apto para trabajar y recibir sólo determinado tipo de frecuencia; por ejemplo, un parlante de compresión es apto para reproducir solo frecuencias medias o altas; si recibiera señales de baja frecuencia, podría averiarse el diafragma por la excursión a la que se vería expuesto, o podría quemarse la bobina, que esta preparada para ser atravesada por niveles de señal pequeños, propios de las altas frecuencias; o en el caso de un woofer, que esta preparado para trabajar con señales de baja frecuencia, le sería imposible reproducir correctamente las frecuencias altas, por lo que estaríamos gastando energía inútilmente.

Esta es la razón por la que se debe dividir el espectro en frecuencia, a fin de entregar a cada componente el ancho de banda optimo.

El divisor de frecuencia (DF) es el elemento utilizado para tal tarea, y su funcionamiento se basa en la combinación de filtros los cuales pueden ser fijos o móviles, que se seleccionarán de acuerdo a la cantidad de divisiones que se necesite.

- **Tipos de Divisores**

Los divisores pasivos, son aquellos que están compuestos por electrónica pasiva, por lo que pueden recibir la señal amplificada y sobre ésta realizar los filtrados, entregando a la salida, la cantidad de divisiones (vías) que se necesite.

Se los encuentra generalmente dentro de los gabinetes de sonido y todos sus valores son fijos, por lo cual se los arma específicamente para un tipo de sistema acústico.

Desventajas del divisor pasivo:

- 1) **Alto régimen de trabajo (calor):** El echo de trabajar con señal amplificada
- 2) **Disminución de la potencia efectiva:** Por el consumo de los componentes resistivos.
- 3) **Distorsión armónica:** Debido a la gran potencia, que requiere componentes de máxima calidad
- 4) **Menor rango dinámico:** Mayor ruido térmico
- 5) **Consideración de impedancias y dämpfung:** Disminución del amortiguamiento por insertar componentes entre el amplificador y los parlantes.

Los divisores activos, están constituidos por componentes activos, es decir necesitan alimentación externa, y pueden ser análogos o digitales, según el tratado de la señal. Se diferencian de los anteriores además por trabajar con señales de bajo nivel, previas a ser amplificadas, entregando a la salida las diferentes vías que irán a diferentes etapas de potencias, con sus correspondientes parlantes. Esto es lo que se conoce como multiamplificación. Poseen también, la posibilidad de modificar sus parámetros, y agregar funciones extras como corrección de fases, ecualización, limitación, etc.; lo que los convierte en equipos versátiles apto para cualquier tipo de sistema.

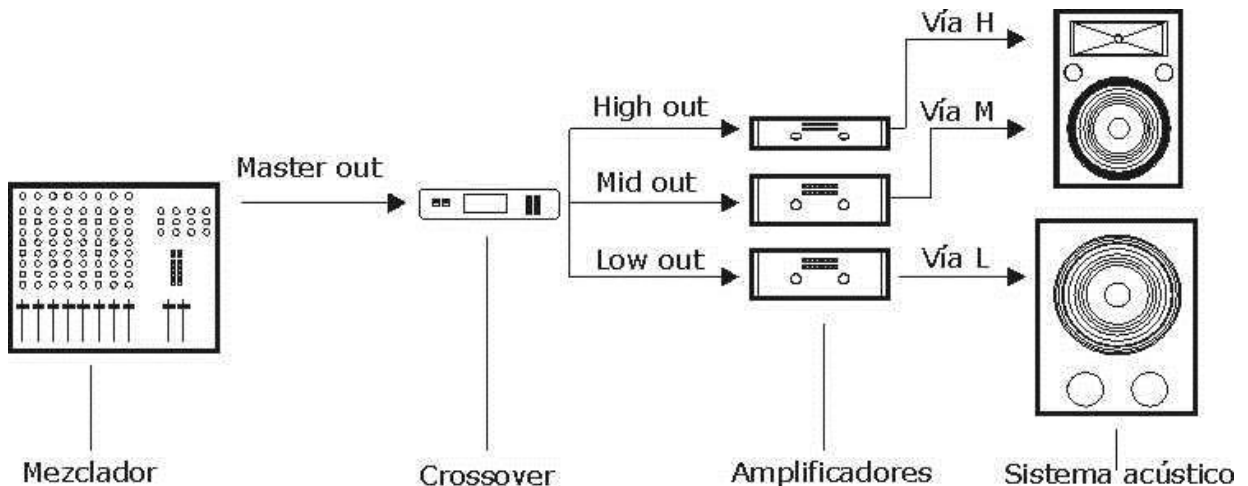


Fig.11-1: Sistema de tres vías multiamplificado

- **Características del divisor**

-Nº de vías:

Se conoce como vías a la cantidad de filtros que se utilizan en una etapa de división de frecuencia; o mejor dicho, a las divisiones resultantes.

Vale decir, para un divisor de dos filtros, abre una frecuencia de cruce, y dos vías resultantes: la vía de graves y la vía de agudos.

Si se utilizaran tres filtros, habría dos frecuencias de cruce y tres vías (graves-medios-agudos)

Cuando se utilizan dos vías, la frecuencia de cruce suele estar en el centro del espectro, a fin de darle a cada parlante, más o menos la mitad de frecuencias a reproducir.

Cuando se necesita reproducir frecuencias muy bajas, hace falta parlantes de gran tamaño, por lo que se suele utilizar una tercer vía; la vía de subgraves (sub-low) la cual se corta generalmente a 100Hz.

En requerimientos mas exigentes, se suele utilizar una vía de medios, a fin de tener un parlante acorde a esa función, y además, para tratar de alejar la secuencia de cruce central que existe en dos o tres vías con sub-low (1 kHz por ejemplo) ya que entre los 600hZ y los 3kHz es donde se encuentra el espectro de la voz humana; y cualquier deficiencia que se genere por el punto de cruce, estará justo afectando a las frecuencias de la voz. En este caso tendríamos un sistema de cuatro vías, subgraves-graves-medios-agudos o también llamadas grave-medios graves-medios agudos y agudos, con frecuencias de cruce de por ejemplo: 100Hz, 600Hz y 3kHz respectivamente.

-Pendiente del filtro

Como ya se puede predecir, el punto de cruce no se genera de manera abrupta, (interacción óptima), muy por el contrario, se observa una pendiente luego del corte, que significa que no solo el punto de cruce será reproducido por los dos componentes involucrados, sino también las frecuencias linderas.

Así, una red de filtrado puede ser de 1° orden (si utiliza un solo componente reactivo por vía), teniendo entonces una pendiente (respuesta en frecuencia) a partir de su frecuencia de corte que cae a un régimen de 6dB por octava. Una red de divisoria es de 2° orden si utiliza dos componentes reactivos por vía, consiguiendo entonces una pendiente que cae a un régimen de 12dB por octava.

El cuadro siguiente ilustra los ejemplos vistos:

Orden	Pendiente
1°	6 dB/oct.
2°	12dB/oct.
3°	18dB/oct.
4°	24dB/oct.
8	48dB/oct.

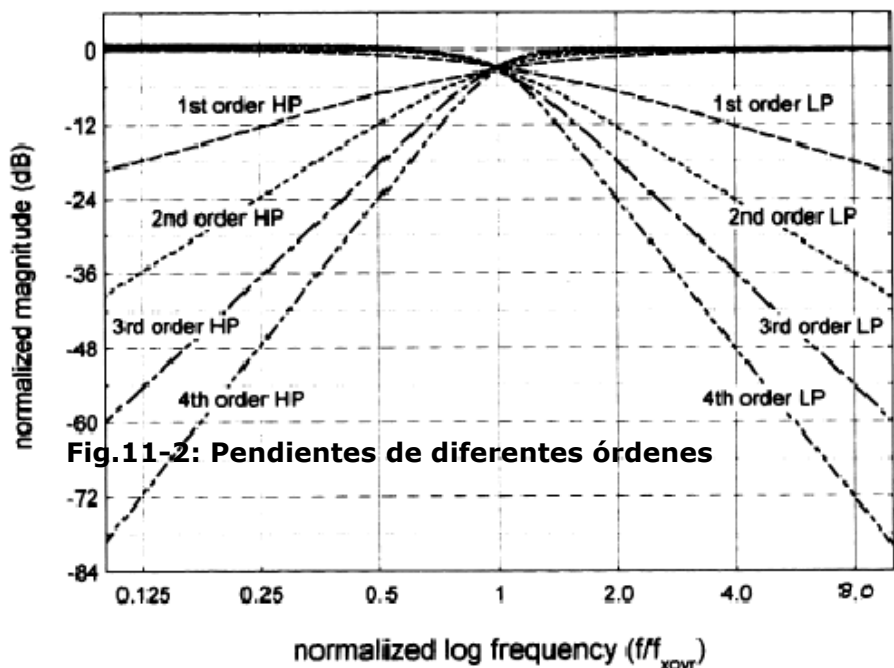


Fig.11-2: Pendientes de diferentes órdenes

Nota Técnica:

El filtro de primer orden esta formado como ya vimos, por un solo componente electrónico, pudiendo ser este un capacitor (filtro pasa altos) o una bobina (filtro pasa bajos).

La reactancia de un condensador es inversamente proporcional a la frecuencia. Como la reactancia limita la corriente alterna y un condensador tiene una reactancia elevada para las bajas frecuencias, el condensador no permite que pase mucha corriente de alta frecuencia hacia el tweeter (ver apartado II).

La elección mas económica es la de usar un condensador electrolítico no polarizado, pero no son aconsejados ya que muestran la tendencia a consumir parte de la potencia enviada al parlante en las altas frecuencias, de forma que no se pueden obtener las mejores características del transductor.

El nombre técnico de este problema es "absorción dieléctrica". Los condensadores de película de poliéster, o mejor todavía condensadores de película de polipropileno, casi no poseen dieléctrica a las frecuencias de audio. La diferencia entre los condensadores electrolíticos y de película es perfectamente audible.

Para el filtrado de las frecuencias bajas utilizamos una bobina, ya que su reactancia de es proporcional a la frecuencia que pasa por ella. Colocando una bobina en serie con el woofer, se consigue que ésta obtenga progresivamente menos potencia según aumenta la frecuencia. De nuevo hay algunas selecciones que es preciso hacer, la primera es elegir entre si se quiere utilizar una bobina con núcleo de aire o de hierro. Las bobinas con núcleo de hierro son las que se encuentran con mayor facilidad, ya que necesitan menos vueltas de hilo para su fabricación. Desafortunadamente las características del hierro no son muy lineales, por este motivo las bobinas de este tipo introducen algo de distorsión. Sin embargo, en las bobinas con núcleo de hierro bien diseñadas la distorsión se suele mantener por debajo de 1 % aproximadamente, siempre que no se exceda la potencia para la que se encuentra diseñada. Pero si se utilizan niveles de potencia excesivos, una bobina con núcleo de hierro puede hacer que el sistema de sonido llegue a sonar en forma algo cavernosa.

La otra elección es la de usar un núcleo de aire. Este tipo de bobina no introduce distorsión, pero necesita una longitud de hilo más grande para su construcción, por este motivo puede degradar el factor de amortiguamiento del sistema. La gráfica que se muestra a continuación nos indica el calibre mínimo de hilo que se puede utilizar con bobinas de varias inductancias, suponiendo que se esta utilizando un parlante de 8 Ω . Para un parlante de 4 Ω se deberán utilizar bobinas fabricadas con hilo tres veces mayor. La gráfica esta basada en la resistencia de la bobina la cual no es superior en un 5 % a la resistencia del altavoz para corriente continua (por ejemplo 0.3 ohmios para un altavoz de 8 Ω con una resistencia de 6 Ω para corriente continua).

Hay que resaltar que la frecuencia de respuesta de una red simple basada en una bobina y un condensador se denomina red de 1° orden, ya que posee un solo componente reactivo, que a frecuencias un poco mas allá de la frecuencia de corte, la respuesta cae a un régimen de 6 dB por octava.

En los filtros de segundo orden (dos componentes reactivos por vía) las frecuencias situadas a una pequeña distancia de la frecuencia de cruce, cada una de sus curvas cae a un régimen de 12 dB por octava.

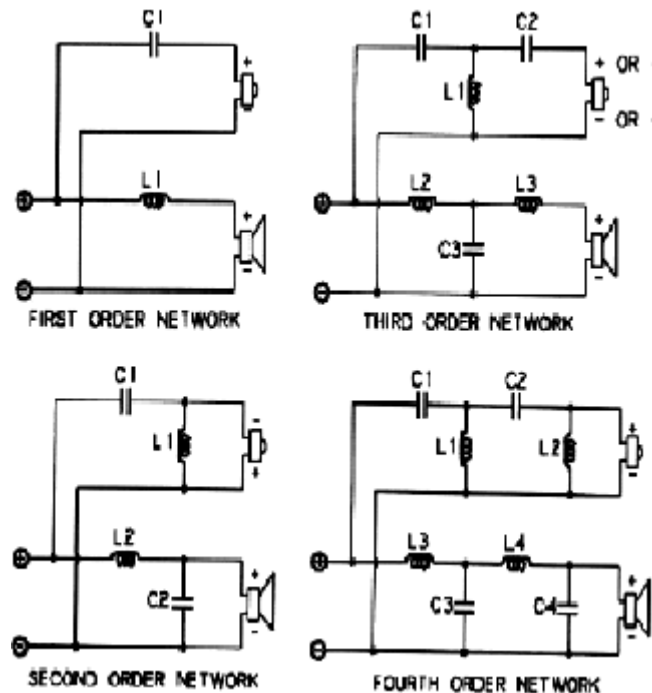


Fig.: 11-3 Circuito eléctrico de dif. Filtros según su orden

-Forma de la Pendiente

A fin de mejorar la respuesta en frecuencia en el punto de cruce, los filtros pueden no tener precisamente una respuesta plana en este punto.

Además de la pendiente, también se puede elegir en un divisor, la forma de la pendiente, especialmente en el punto de cruce.

Si la respuesta en el punto de cruce está realizada, se denomina pendiente de Bessel. Si está atenuada, se denomina pendiente de Linkwitz-Riley; si es plana, pendiente de Butterworth.

Estas tres modalidades permiten optimizar la respuesta total de un cruce de frecuencias, debido a las características de los parlantes o tipos de filtros seleccionados.

Ahora bien, nosotros podríamos preguntarnos por qué utilizar un circuito de 2° orden, en lugar de uno de 1° orden o uno de 4° en vez de uno de 2°.

Existen algunas razones para ello; en los sistemas de mucha potencia los tweeters o drivers han de verse libres de tener que manejar bajas frecuencias tanto como sea posible.

Por ejemplo, se puede suponer un sistema de primer orden construido con una frecuencia de cruce de 1000Hz y alimentado con una onda senoidal de 100W y 500Hz. El tweeter deberá ser capaz de manejar aproximadamente unos 50W, pero con un filtro de segundo orden solamente tendría que manejar unos 25W aproximadamente. Además no olvidemos la distorsión generada por las componentes de baja frecuencia que llegarían al tweeter. La segunda razón para utilizar un filtro de segundo orden se encuentra en el hecho de que si dos parlantes se encuentran reproduciendo la misma frecuencia

a unos niveles similares, se producirá interferencia entre ellos, reforzando algunas frecuencias y cancelando otras.

Mediante la utilización de un filtro de orden superior se puede reproducir el rango de frecuencias a las que se puede producir este solapamiento. Si una red de segundo orden pudiera ser mejor que una red de primer orden ¿será mejor una de tercero o de cuarto?:

Quizás de forma marginal, pero cada vez que se añade un inductor en serie con un parlante, se añade alguna resistencia y se reduce el factor de amortiguamiento; por ello existe un punto en el que ya no mejora el resultado. Otro dato importante es que los filtros generan giros de fase frente a las señales que lo atraviesan.

El filtro de 1° orden produce un giro de +45°; que si es acoplado con otro de 1° orden, ambos quedan en fase; el filtro de 2° orden gira la fase de una vía en -90°, si es pasa altos, y +90° si es pasabajos. Esto produce en el caso de una red de dos filtros, un giro de fase de 180° entre vías, produciendo un cortocircuito acústico en las frecuencias en común. Muchas veces se subsana este fenómeno invirtiendo la polaridad de la vía alta, quedando mejorado el efecto, aunque no del todo.

El filtro de 3° genera un giro de 360°, y aunque no produce directamente cancelación de frecuencias al adosarse a otro filtro, genera un pequeño retraso que si puede producir un cortocircuito.

En los filtros de órdenes superiores no se puede predecir demasiado el giro de fase, pero se observa que si bien se gana en cortes mas abruptos, las fases se van enrareciendo, mostrando respuestas en frecuencia con muchos ripples. Por eso podemos concluir que el filtro de primer orden, que es quien no produce ninguna modificación en la fase de las vías, pero carece de pendiente como para separar significativamente a dos componentes. Es recomendado entonces para separar un woofer de un rango medio por ejemplo.

En cambio un orden superior, puede generar un acoplamiento mas transparente, con un "pequeño problemón" en derredor del punto de cruce: el giro de fase.

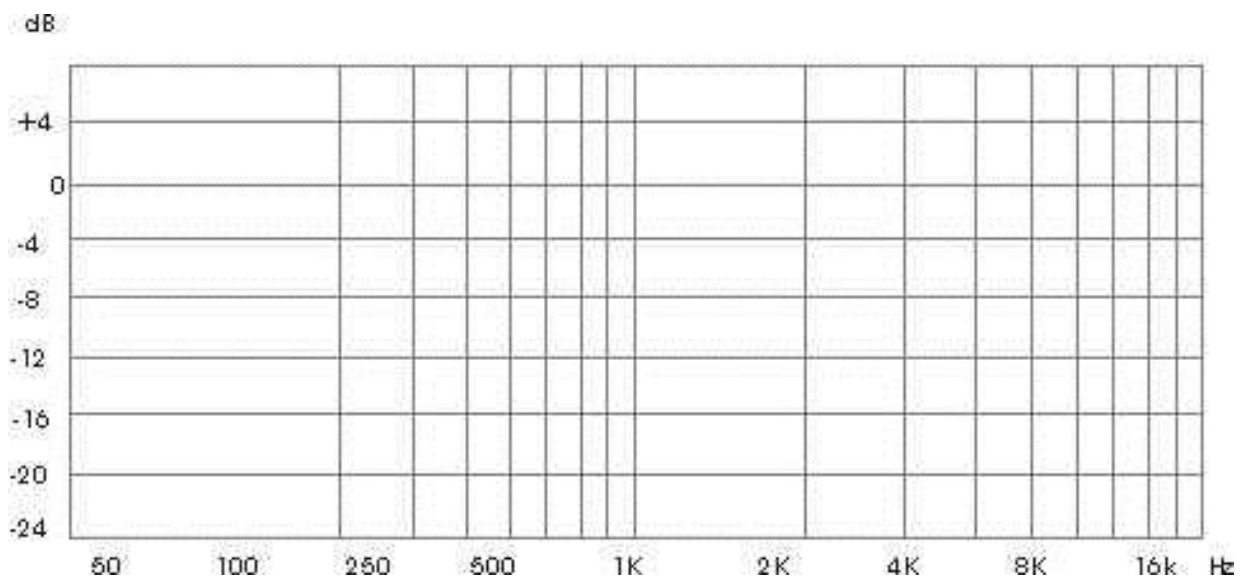


Fig.11-4: Formas de pendientes

-Frecuencia de cruce:

Un DF, que debe dividir al espectro de audio en varias vías (al menos dos) utiliza una frecuencia de cruce, en la cual por definición, la ganancia de los filtros se encuentra a -3dB respecto al nivel nominal. Esto es así ya que en ese punto ambos filtros estarán reproduciendo la misma señal al mismo nivel; lo que generaría sin la corrección un incremento de 3dB al sumarse ambas señales con un consiguiente realce en la respuesta en frecuencia del sistema en las cercanías del cruce.

Nota: Demás está decir que la frecuencia de cruce en ambas vías (en el caso de ser dos) debe ser la misma, si no quedaría una sombra donde ningún filtro estaría reproduciendo. Por ejemplo si el filtro de graves corta en 800Hz, y el filtro de agudos lo hace en 1kHz, nadie reproduce 900Hz cuando se constituye el divisor.

-Elección del punto de cruce:

El punto de cruce elegido para un sistema acústico no depende de las características del recinto, ni del tipo de música a reproducir, como a veces se cree. Más bien depende de las características de los parlantes; de la cantidad de vías a utilizar, y del tipo de filtro utilizado. Así una vez que se ha optimizado la respuesta en frecuencia de todos los componentes con sus respectivos cortes de frecuencia, estos puntos quedarán fijos hasta que se cambie de componentes.

El primer dato a tener en cuenta radica en la respuesta en frecuencia de cada parlante, para lograr extraer de ellos el segmento de mayor linealidad. Una vez elegido esto, se debe prestar atención al tipo de pendiente a utilizar según lo charlado anteriormente. Por último se prueba la interacción de los componentes y el divisor en la frecuencia de cruce piloto, y se debe observar como responde el sistema en frecuencia. Ya en estas circunstancias, si el resultado es respetable, se deja fija la frecuencia elegida y se busca retocar cualquier imperfección con la forma de pendiente o en última instancia, con ecualización.

- **Parámetros especiales de un divisor**

Ajuste de tiempos:

A pesar de tener un sistema correctamente calibrado (parlantes y divisor), existe un problema en cuanto a las fases, pero desde un punto de vista acústico, que radica en la distancia a la que se encuentran los diafragmas de diferentes componentes cuando se montan dentro de un gabinete.

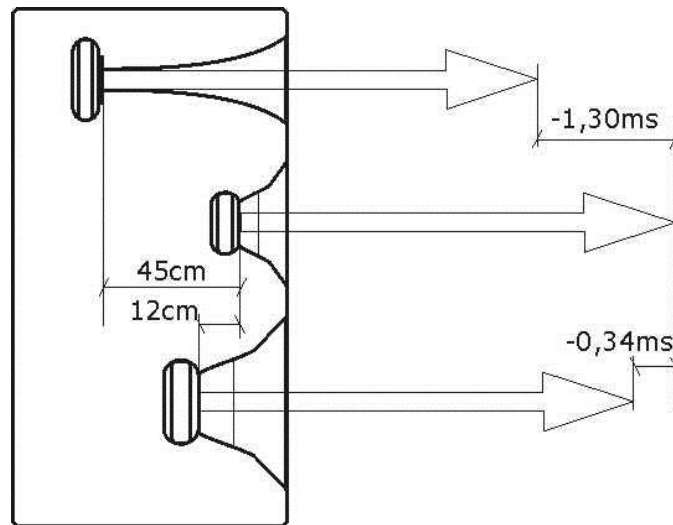


Fig.11-5: Diferencias de fase entre vías

Si tenemos en cuenta que las señales cercanas al punto de cruce serán reproducidas al unísono por los dos parlantes involucrados, y estamos viendo que éstos o su diafragmas pueden tener diferente alineación espacial, es fácil de pensar que abra una sumatoria de ondas acústicas con diferentes fases, o sea, cancelaciones en dichas frecuencias.

Esto se soluciona utilizando un retraso (delay) en la/s vía/s mas adelantadas, a fin de lograr formar un frente de onda parejo logrando la suma completa de todas las frecuencias.

Este delay se puede hacer electrónicamente, aunque es algo engorroso e impreciso, por eso es conveniente utilizar un equipo activo, que generalmente viene incorporado como opcional en cualquier divisor digital.

Debemos diferenciar la utilidad de ajuste de tiempo entre vías, de la utilidad de tiempo entre sistemas completos. Esta última es necesaria cuando se utilizan al sonorizar, sistemas demorados (clásico desfile de pueblo) dónde es necesario retrasar toda la señal que llega al sistema más cercano a la gente, para conseguir una escucha sin "ecos" por la diferencia de distancia.

En esta aplicación se suele denominar "predelay" a esta función, para diferenciarla del "delay" entre vías.

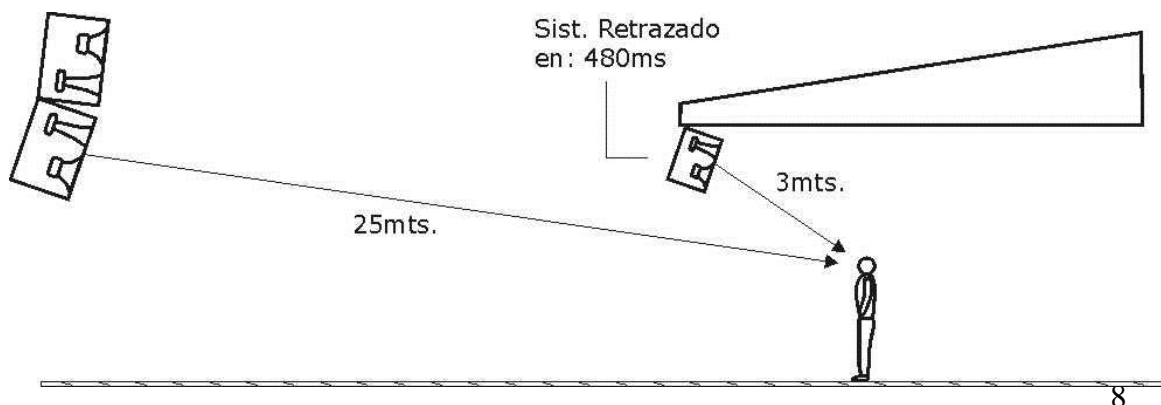


Fig.11-6: Alineación de sistemas demorados

Por último es posible invertir la fase de toda una vía, ya sea por el tipo de filtro seleccionado, o por tener desequilibrios en las fases debido a los cables o las conexiones. En este caso las fases se invierten de polaridad, o sea 180° de desfase.

-Silenciamiento por vía

A la hora de calibrar un sistema completo, puede ser totalmente necesario poder silenciar una de las vías (o más de una) buscando lograr una escucha individual. Esta función se la encuentra como Mute.

-Selección de salidas

Un crossover digital funciona además común conmutador entre las entradas y salidas, lo que permite establecer un control de diferentes sistemas, además de las divisiones correspondientes. Esta función puede además estar sincronizada con todo el equipo y por medio de una interfaz, controlar el equipo desde un PC.

-Ecuación

Es realmente útil que un divisor de frecuencia digital disponga de un ecualizador, paramétrico, debido a que se pueden realizar ajustes muy finos para optimizar el sistema de sonido. En los equipos más desarrollados, el ecualizador es full paramétrico es decir posee control de ancho de banda, además de tener en los extremos filtros de tipo shelvin, y una opción de ecualización de bocina (horn) debido a que la introducción de una bocina de audio genera una respuesta caracterizada por un realce en las frecuencias medias altas.

También se puede contar con varios tipos de presets, de acuerdo a diferentes modelos de sistemas acústicos o la opción de grabar patrones de ecualización, a fin de poder tener un sistema con determinada curva para una sala llena, o vacía; tal o cual estilo musical, condiciones climáticas distintas o diferentes configuraciones de sistemas.

Estas prestaciones vuelven a estos sistemas de división (controladores) equipos muy versátiles, para diferentes sistemas e instalaciones.

-Compresión/limitación

Otra utilidad muy común en estos procesadores es la limitación, acompañada de compresión multibanda.

La limitación, como ya sabemos, es utilizada a fin de proteger los amplificadores y los sistemas de parlantes.

Se puede aplicar por vía; o acoplar a todo el sistema, ya que de limitarse una sola vía, se verá reflejada una atenuación en una parte del espectro que resultara más que evidente. Al estar acoplada, la limitación se produce en todo el espectro, a pesar de ser una vía la que este sobrecargada.

Multiamplificación

La compresión multibanda permite, al menos en tres bandas, generar alguna modificación de la dinámica, tratando de diferentes maneras las vías de graves, medios y agudos.