



Criterios de diseño de sistemas electroacústicos para recintos tipo restaurantes y bares

Justo Andrés Concha Abarca

RESUMEN

Los sistemas electroacústicos usados para sonorizar recintos tipo restaurantes y bares suelen ser simples, no obstante, se deben aplicar criterios que permitan optimizar su funcionamiento. El diseño debe considerar una relación señal/ruido recomendada, una cobertura adecuada, la distribución de potencia y los modelos más adecuados de acuerdo a la línea arquitectónica del recinto y las dependencias que posea. Para esto se debe considerar la sensibilidad, la capacidad de potencia y la dispersión de los altavoces a instalar, la potencia de salida del amplificador que los alimentará y el tipo de conexión, así también como aspectos estéticos de los componentes.

0. INTRODUCCIÓN

Un sistema electroacústico es una cadena de componentes electrónicos, eléctricos y electroacústicos cuyo propósito es procesar, distribuir o registrar señales de audio. El término electroacústico está asociado al uso de transductores electroacústicos que son dispositivos que permiten convertir energía acústica en energía eléctrica y viceversa. Por lo tanto, todo sistema que utilice micrófonos y/o altavoces se constituye en un sistema electroacústico [1].

Los sistemas electroacústicos se usan en instalaciones de audio profesional tales como estudios de grabación, estaciones de radio, canales de televisión, estudios de postproducción de sonido para cine, laboratorios de medición de audio. También se utilizan masivamente en hogares, tecnologías portátiles y ambientes laborales. Una de las aplicaciones más comunes es encontrar sistemas electroacústicos con el propósito de sonorizar recintos tales como centros comerciales, clínicas, rodovios, aeropuertos, estaciones de trenes urbanos e interurbanos, museos, parques temáticos. Estos sistemas, además, tienen funciones informativas y suelen ser fundamentales en operaciones de evacuación en situaciones de emergencia.

Otros recintos que suelen usar sistemas similares a los mencionados son restaurantes y bares que tienen un propósito exclusivamente recreacional. La idea fundamental es reproducir música fijando un piso de ruido que logre amenizar las conversaciones de comensales y clientes del lugar.

Estos recintos normalmente poseen zonas diferenciadas, las cuales se van ocupando a medida que los clientes van llegando. La fuente puede ser un sistema reproductor de música o un decodificador de empresa de distribución de música y/o televisión. Dicha fuente se conecta a un amplificador de potencia cuyo propósito es amplificar la señal de audio para ser distribuida por un arreglo de altavoces instalados en los diferentes sectores.

El mercado ha diseñado diversos productos dedicados exclusivamente a este tipo de recintos, pero vale preguntarse aspectos como ¿Cuántos altavoces son necesarios? ¿A qué distancia debieran estar los altavoces unos de otros? ¿Qué potencia de salida debiera tener el

amplificador de potencia? ¿Cuándo usar un sistema de voltaje constante? Eso es lo que se intentará dilucidar en este artículo.

1. COMPONENTES DEL SISTEMA.

Como ya se mencionó, la fuente de este tipo de sistemas suele ser un sistema de reproducción. Esto puede ser un computador, un servicio pagado de distribución de música y/o televisión e incluso, a veces, se usan unidades móviles tales como celulares y/o tablets. Estos equipos poseen salidas de nivel de línea con conexiones desbalanceadas que hay que preamplificarlas y luego amplificarlas en potencia para distribuir las a través de parlantes instaladas en distintos sectores del local. El amplificador debe poseer entradas de nivel de línea, dentro de lo recomendado, varias salidas y eventualmente funciones de mezclador. Las salidas del amplificador pueden ser de baja impedancia para un arreglo simple de altavoces o una salida de voltaje constante para altavoces con transformador. Los altavoces pueden tener o no transformador, la diferencia está en la cantidad de altavoces que se pueden conectar a la salida del amplificador.

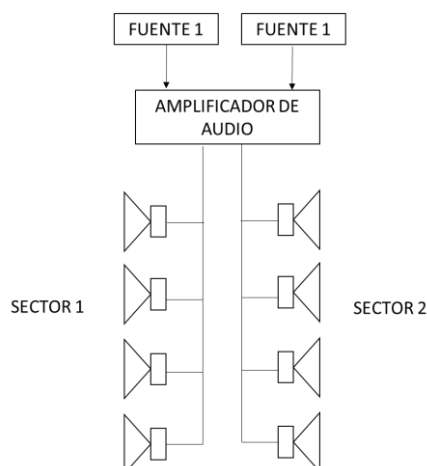


Figura 1. Diagrama en bloques de un sistema básico.



La figura 1 muestra el esquema de un sistema electroacústico básico. Como se puede apreciar, se puede usar más de una fuente. Muchos de los locales de este tipo contratan un servicio de televisión pagada, en estos casos se puede usar un receiver con distribuidores de señales de video como, por ejemplo, varios puertos HDMI.

1.1 Altavoces

Los altavoces o parlantes son transductores electroacústicos que convierten las señales de audio a sonido. La mayoría de los altavoces que se usan a nivel profesional o en el hogar usan el principio de transducción electromagnética, esto es un conductor embobinado inmerso en el campo magnético de un imán permanente que, al conducir una corriente eléctrica proveniente del amplificador, genera una fuerza electromotriz que mueve la unidad mecánica constituida por una membrana suspendida de un sistema elástico [2]. Para caracterizar su comportamiento es necesario conocer la sensibilidad que corresponde a la especificación del nivel de presión sonora que genera a un 1 metro de distancia en el eje de radiación cuando se le alimenta con 1 watt eléctrico de señal de audio. También es necesario conocer la capacidad de potencia que corresponde a la especificación de la potencia eléctrica máxima que puede recibir el altavoz sin distorsionar o dañarse. La cobertura también es necesaria para analizar la forma en la que se distribuirá la energía en el campo sonoro. Esta especificación se da normalmente a través del ángulo de dispersión que corresponde al ángulo determinado por aquellos puntos donde el nivel de presión sonora cae 6 dB en relación al nivel del eje [3]. Normalmente, el ángulo de dispersión se especifica para el plano horizontal y vertical. Finalmente, se necesita la impedancia con la que el altavoz carga al amplificador. La impedancia varía con la frecuencia, por lo tanto, se especifica una impedancia nominal que está relacionada con la impedancia mínima dentro del rango de frecuencias útil del altavoz.

Especificación	Specification	Datos
Sensibilidad	Sensitivity	89 dB (1W, 1m)
Capacidad de potencia	Power handling	50 watts
Dispersión (cobertura)	Beamwidth	90°x45° (HxV)
Impedancia	Impedance	8 ohms

Tabla 1. Ejemplo de especificaciones de altavoces

En la tabla 1, se puede apreciar un ejemplo con valores ficticios pero muy cercanos a los reales de las especificaciones de un posible modelo de altavoz. La sensibilidad indica que el altavoz genera 89 dB en el eje de radiación a 1 metro de distancia cuando ha sido alimentado con 1 watt de señal de audio. La capacidad de potencia se puede medir con distintas señales de prueba. La señal más exigente es un ruido rosado que se aplica al altavoz durante un tiempo prolongado sin interrupciones. Por esto, a esta especificación se le llama “Continuos pink noise power”, potencia medida con un ruido rosa continuo.

Con la sensibilidad y la capacidad de potencia se puede calcular el nivel máximo que puede generar el altavoz a máxima potencia con la siguiente expresión [4]:

$$L_p(1m) = \text{sensibilidad} + 10 \log W_e \quad (1)$$

Donde

L_p es el nivel de presión sonora en dB

W_e es la potencia eléctrica de la señal de audio (watts)

Para los valores de la tabla y aplicando la “ecuación (1)” se puede calcular:

$$L_p(1m) = 89 \text{ dB} + 10 \log 50 = 106 \text{ dB}$$

En esta ecuación se puede usar cualquier valor de potencia, según lo que se desee predecir, pero si se usa el valor de la capacidad de potencia del altavoz se calculará el nivel de presión sonora máximo que puede generar el altavoz a 1 metro. Para el ejemplo, esto es 106 dB

Los altavoces para sistemas de voltaje constante, usan un transformador que permite conectarlos en gran cantidad a una línea de voltaje constante en paralelo. El transformador cumple con el propósito de bajar la tensión de la línea de distribución a un valor coherente con la capacidad del altavoz. En este caso, la impedancia de carga del altavoz es la impedancia del primario del transformador.

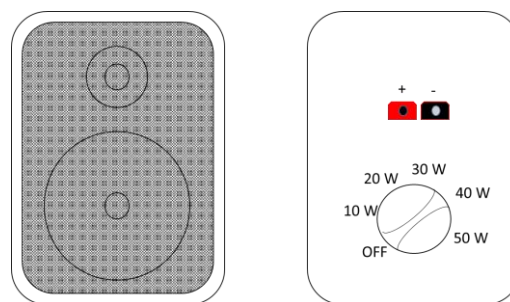


Figura 2. Caras frontal y trasera de un altavoz genérico de instalación.

Los altavoces de instalación pueden tener un solo componente o ser de 2 vías como lo muestra la figura 2. En la parte trasera están los conectores. Si el altavoz es un modelo con transformador es posible seleccionar la conexión sin transformador (OFF) o con transformador para distintos taps que cambian la impedancia de carga y por ende trabajar con distintas potencias. Debido a esto, depende de la configuración seleccionada el nivel máximo que podrá generar el altavoz.

1.2 Amplificador de potencia

El amplificador típico para estas instalaciones en realidad es un “receiver” porque posee múltiples entradas con etapas preamplificadores y, como se mencionó anteriormente, mezcladores (amplificadores sumadores). Las salidas pueden ser varias para sectorizar el sistema.

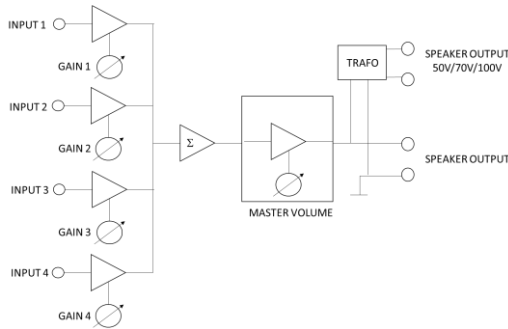


Figura 3. Diagrama en bloques de un amplificador de potencia para sistemas de sonorización.

Como lo muestra la figura 3, cada entrada debiera tener su control de nivel. La etapa amplificadora demarcada en un rectángulo y cuyo nivel de ganancia viene rotulado como volumen master representa la amplificación de potencia que puede tener salidas normales de baja impedancia y una salida de alto voltaje con un transformador donde se puede trabajar con tres normas distintas, líneas de 50, 70 y 100 volts.



Figura 4. Salida de parlantes de amplificador para instalaciones

La figura 4 muestra las salidas de parlantes de un amplificador con transformador. Si se desea una configuración convencional se debe conectar el cable de parlantes entre el común (COM) y el terminal de 8Ω. Esto no quiere decir que se esté obligado a usar parlantes de esa impedancia, sino que es la manera en que se indica la salida sin transformador. Para las líneas respectivas de 50, 70,7 y 100 volts se conecta el terminal deseado y el común.

2. MODOS DE CONEXIÓN DE CARGAS.

Cuando se desea conectar varios altavoces a la salida de un amplificador de potencia, existen varias opciones. La primera opción es la conexión de cargas en serie. En ella la impedancia total de carga es la suma de las impedancias de los altavoces conectados en serie [5].

$$Z_T = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n = \sum Z_i \quad (2)$$

Donde

Z_T es la impedancia total equivalente de la configuración
 $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ es la impedancia de cada uno de los altavoces conectado en serie.

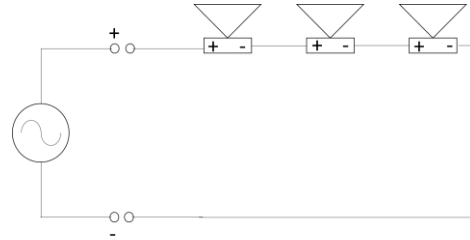


Figura 5. Diagrama de la conexión en serie de parlantes.

La figura 5 muestra esquemáticamente la conexión en serie de parlantes. La fuente de voltaje representa el amplificador de potencia.

Si los altavoces son todos iguales, las impedancias son las mismas y por tanto la “ecuación (2)” queda:

$$Z_T = n Z_1 \quad (3)$$

Donde

n es el número de parlantes que se conectan en serie.

Como se puede apreciar, la impedancia total siempre será más alta que al conectar un solo parlante. Esto implica que el amplificador entregará menos potencia eléctrica. El límite es cuando el circuito comienza a comportarse como circuito abierto en el cual la corriente tiende a cero.

Por otro lado, está el modo de conexión en paralelo [5]. En él los terminales positivos de los parlantes se conectan entre sí y estos al terminal positivo del amplificador. La figura 6, muestra el esquema de este modo.

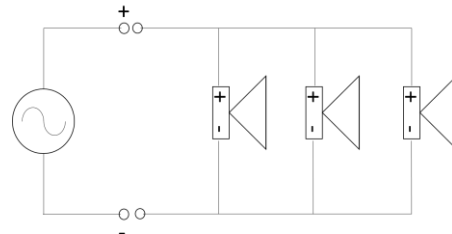


Figura 6. Diagrama de la conexión en paralelo de parlantes.

La conexión en paralelo le ofrece una impedancia equivalente al amplificador de potencia que se puede calcular de la siguiente manera:

$$Z_T = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_n}} \quad (4)$$

En este caso, si todos los parlantes son iguales, la “ecuación (4)” queda,

$$Z_T = \frac{Z_1}{n} \quad (5)$$

De la “ecuación (5)” se desprende que mientras mayor es la cantidad de altavoces, menor será la impedancia equivalente que le presentará la configuración al amplificador de potencia. A su vez, la potencia será mayor.



El límite será cuando el circuito comience a sobrecargar a la fuente y la corriente tiende peligrosamente a infinito.

La tercera opción es una conexión mixta donde se combinan cargas en serie conectadas con otras en paralelo [5].

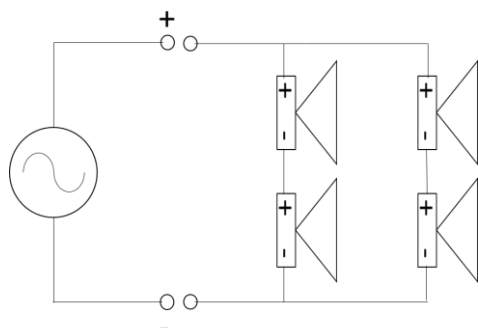


Figura 7. Diagrama de la conexión mixta de parlantes.

En este caso, la impedancia total resulta ser un valor medio. Si los parlantes del circuito de la figura 7 fueran de 8 ohm cada uno, la impedancia total equivalente sería de 8 ohm, esto es, el amplificador trabajaría con una carga que se comporta como 1 solo altavoz.

3. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE VOLTAJE CONSTANTE

Los sistemas de distribución de voltaje constante constan de un amplificador que posee un transformador de salida que genera una línea de alto voltaje constante. A esa línea se pueden conectar muchos altavoces en paralelo sin sobrecargar a la fuente [5].

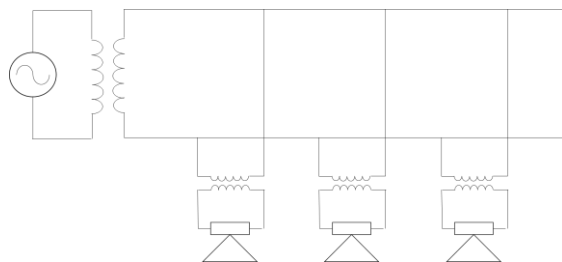


Figura 8. Diagrama de un sistema de distribución de voltaje constante.

Este tipo de sistemas permite conectar cientos y miles de parlantes. Esta configuración es la preferida para cuando se necesita cubrir grandes espacios tales como la de los centros comerciales o las terminales de buses y trenes.

El amplificador tiene una potencia máxima de salida. La línea se establece para un voltaje específico. Relacionando estas dos variables se podrá determinar cuál es la impedancia de carga mínima que puede aceptar la línea sin sobrecargarse.

$$W = \frac{V^2}{R} \quad (6)$$

Donde

W es la potencia eléctrica que genera la fuente

V es el voltaje que cae en la carga

R es la resistencia de la carga

Si se re-escribe la “ecuación (6)” se podrá calcular la resistencia mínima de carga del circuito

$$R = \frac{V^2}{W} \quad (7)$$

Si se asume que la impedancia de los parlantes es eminentemente resistiva en la región de interés, y si se toma como ejemplo una línea de 100 volts generada por un amplificador de 150 watts, la carga mínima sería,

$$R = \frac{100^2}{150} = 66,6 \, \Omega \quad (8)$$

Luego, usando la ecuación (5) y conociendo la impedancia del transformador de los parlantes se podrá calcular la cantidad máxima de parlantes a conectar.

Si los parlantes tuvieran un transformador de 10kohms, entonces,

$$n = \frac{10k}{66,6} = 150 \quad (9)$$

El número total de parlante sería de 150 alimentados por un solo amplificador. Si el transformador fuera de 5kohms, $n=75$, entonces la cantidad de parlantes se reduce a la mitad.

4. DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño parte por la evaluación de la situación. Se debe indagar qué es lo que quiere y necesita el cliente. La condición inicial es fundamental, si el local ya está en funcionamiento se pueden hacer visitas técnicas y mediciones. Si el local está en la etapa de proyecto, se deberá contar con los planos para poder simular el comportamiento de la propuesta técnica.

Si el local ya está en funcionamiento, es importante poder hacer mediciones tanto de ruido de fondo como de tiempo de reverberación. Esto no siempre es posible porque exige hacer estas pruebas con el recinto cerrado al público y los administradores no siempre están dispuestos a permitirlo. Si la instalación considera áreas al aire libre, tales como terrazas o balcones, es necesario indagar acerca de qué tipo de zona urbana es a la que corresponde el lugar donde se emplaza el local, para determinar los niveles máximos que se podrían generar sin superar los niveles de presión en el interior de las edificaciones residenciales más cercanas.

Si el local está en etapa de proyecto, es importante averiguar con el arquitecto, la materialidad que se usará. Al mismo tiempo, y considerando que el audio se instala en la fase de instalación de corrientes débiles, se deberá solicitar la disposición de tuberías para poder instalar los cables de parlantes. Es importante que el administrador y el arquitecto señalen las prohibiciones, tales como rincones excluidos o la imposición de dejar cables “no a la vista”.



Luego, se determinan las zonas a sonorizar y se hace el metraje del local para evaluar la cobertura necesaria. En seguida se estima la cantidad de parlantes y las características que debieran tener. Si este número fuera entre 2 y 8 parlantes se recomienda usar parlantes sin transformador descartando la línea de voltaje constante. De necesitarse más parlantes, se podrá elegir una línea de voltaje constante.

4.1 Características de los altavoces

Es importante considerar que este tipo de sistemas cumple una función de ambientación y no puede dificultar la comunicación entre los clientes del local. Por lo tanto, los requerimientos de niveles operacionales no son altos.

La relación señal/ruido se puede tomar de dos formas. Una es la relación señal/ruido del sistema en relación al ruido de fondo. En este caso, se puede trabajar con una relación $\geq 25\text{dB}$. Sin embargo, si el ruido es mayor, puede reducirse la condición a 20 o, incluso, a 10dB. La otra es considerar como señal la conversación de los comensales. En este caso, lo que radia el sistema es ruido. Pero como se desea que igualmente la música se escuche, una relación señal/ruido de 10 dB sería adecuada. Considérese que el L_p que genera una persona hablando a 1 metro de distancia sin esfuerzo es de 65 dB [4]. Esto implica que el nivel que debe generar el sistema en la zona de mesas no debe superar los 55 dB. Entonces, una condición de diseño adecuado es que el sistema debe generar un nivel de:

$$L_p(s) \leq 55 \text{ dB}$$

Cuando el local abra sus puertas a público se debiera ir activando el sistema a medida que se vayan ocupando los distintos sectores. Así se evitará generar música en sectores vacíos. Una vez lleno el local, se debe evaluar la conveniencia de desactivar el sistema debido a que, bajo ciertas condiciones, sólo contribuye a subir el nivel de ruido. El efecto cocktail, consiste en aquel fenómeno conductual en el cual las personas van subiendo el nivel progresivamente de su voz en la medida que el ruido alrededor aumenta y les impide entenderse. Es así que, en determinados momentos, el nivel en un restaurante o bar puede superar los 90dB(A) y, en ese caso, el sistema es inútil.

Es bueno contar con altavoces con control de volumen local debido a que, en cualquier momento, los comensales pueden solicitar bajar el nivel del parlante más cercano, cosa que puede no gustarle a otros clientes y por lo tanto bajar el nivel master de un sector completo resultaría inadecuado.

El nivel de presión que genera un parlante se puede proyectar [4], usando la siguiente ecuación:

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad (10)$$

Donde

L_w es el nivel de potencia cuya expresión es:

$$L_w = 10 \log \left(\frac{W}{10^{-12}} \right) \quad (11)$$

Q es el factor de direccionalidad de la fuente sonora, en este caso del parlante

r es la distancia del parlante al punto de evaluación

R es la constante de la sala y cuya expresión es:

$$R = \frac{\bar{\alpha} S}{1 - \bar{\alpha}} \quad (12)$$

α es el coeficiente de absorción de las paredes [6]. La línea sobre el símbolo indica que es el valor promedio y,

S es el área total del recinto (m^2)

El nivel de potencia L_w se extrae del dato de sensibilidad del catálogo del parlante. El coeficiente de absorción se extrae de la medición del tiempo de reverberación o de tablas publicadas en la bibliografía. Como el mensaje fundamental es la palabra, se debieran considerar las bandas de 500, 1k y 2 kHz.

El factor de direccionalidad debiera ser informado por el fabricante, no obstante, esto no siempre sucede. Una aproximación se puede calcular usando la ecuación de Molloy [4]:

$$Q = \frac{180^\circ}{\arcsen \left[\sen \left(\frac{H}{2} \right) \cdot \sen \left(\frac{V}{2} \right) \right]} \quad (13)$$

Donde

H es el ángulo de dispersión horizontal

V es el ángulo de dispersión vertical

La separación entre parlantes dependerá de la orientación que se use para el parlante y la dispersión del parlante. La idea fundamental es que la radiación de los parlantes contiguos se superpongan para lograr el nivel deseado. Dos fuentes sonoras radiando lo mismo a la misma distancia genera 3dB por sobre el nivel individual.

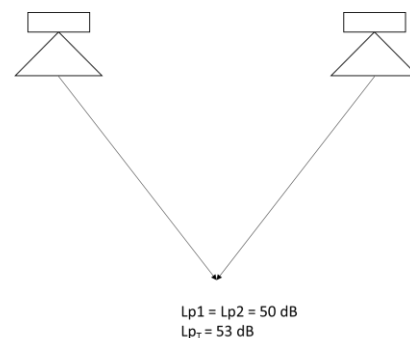


Figura 9. Superposición de fuentes no coherentes

La figura 9 muestra cómo los sonidos de dos parlantes contiguos generando 50 dB cada uno en un punto equidistante se superponen. El resultado es un nivel total de 53 dB.

Si los parlantes tienen un ángulo de dispersión más grande, se podrán colocar más distanciados uno de otro y, por ende, se necesitarán menos parlantes para cubrir toda una zona. Los altavoces de dos vías similares al modelo de la figura 2 debieran tener un ángulo de dispersión horizontal mayor que el ángulo de dispersión vertical. En



este sentido, convendría instalar los altavoces con una orientación de pie y no acostados. Hay modelos de altavoces que permiten tener la misma dispersión en los planos horizontal y vertical. En este caso, daría lo mismo como se instala el altavoz. Es posible recomendar una dispersión $BW \geq 100^\circ$. Dispersiones menores obligarán a considerar mayor número de parlantes.

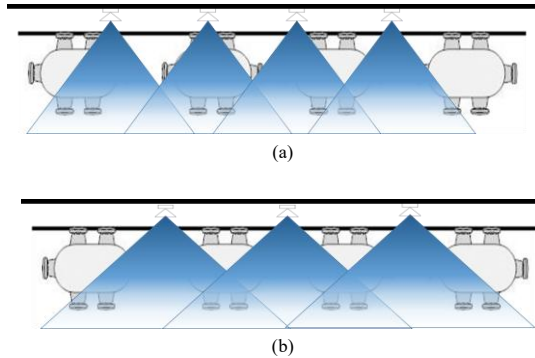


Figura 10. Comparación de dos sistemas con altavoces de dispersión angosta (a) y con altavoces de dispersión más ancha (b)

En la figura 10 se aprecia cómo se puede ahorrar en cantidad de parlantes si se usan modelos con mayor ángulo de dispersión.

Muchos de los locales en cuestión poseen sectores que terminan en zonas arrinconadas. El colocar los altavoces en disposición de fuego cruzado sería la mejor opción.

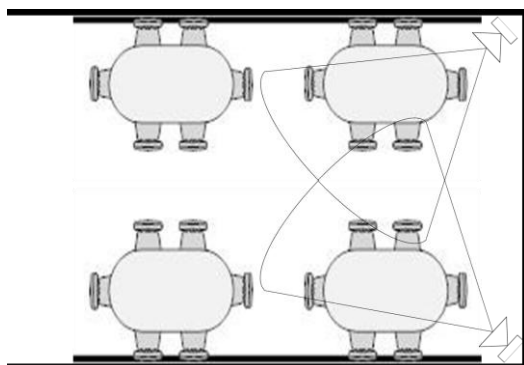


Figura 11. Dispersión superpuesta de dos altavoces en fuego cruzado

La intersección de la radiación permitirá un nivel homogéneo. El mayor nivel de la suma se compensa con la disminución de la radiación al salir del eje del parlante.

A partir de lo que se muestra en las figuras 9 y 10 se puede observar que las personas van a quedar bajo la influencia de uno o dos parlantes directamente, pero la energía reverberante que genera el sistema completo debe considerarse igualmente.

En el plano vertical, es importante señalar que los altavoces deben estar orientados hacia los comensales. Muchas veces es posible encontrar instalaciones donde el eje de radiación de los altavoces está paralelo al suelo. Siempre es conveniente evitar que parte de la radiación de los altavoces se refleje en el techo o paredes laterales.

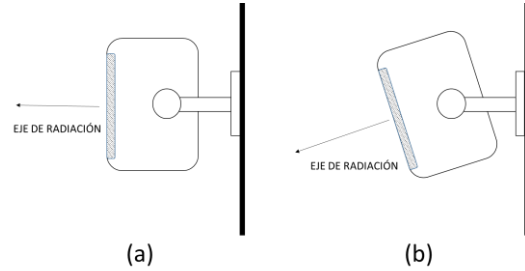


Figura 12. (a) Orientación incorrecta del parlante; (b) Orientación correcta.

La presión sonora de un sistema constituido por muchos parlantes se puede calcular con:

$$P_T = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (14)$$

La ecuación (14) se puede re-escribir

$$P_T^2 = \rho_o c \left[\sum_{i=1}^n \frac{W_i Q_i}{4\pi r_i^2} + \sum_{i=1}^n \frac{4W_i}{R} \right] \quad (15)$$

Como el sistema está constituido por los mismos parlantes y todos radian el mismo sonido la presión sonora resultante se podrá evaluar cuantitativamente con la siguiente expresión:

$$P_T^2 = \rho_o c n W_1 \left[\frac{Q_1}{4\pi r_1^2} + \frac{4N}{R} \right] \quad (16)$$

Donde

n es el número de parlantes que generan campo directo en el punto de evaluación.

N es la razón entre el número total de parlantes y la cantidad de parlantes que generan sonido directo [4].

Para cada punto en el comedor de un restaurant se podrá evaluar la presión sonora y determinar cuan homogénea es la cobertura del sistema.

En este tipo de instalaciones importa mucho el aspecto del modelo de parlante seleccionado. Este debe armonizar con la arquitectura del recinto pasando desapercibido a la vista de los clientes. En esto el mercado ha podido ofrecer una diversidad muy importante de modelos, colores y materiales que se adecuan a cada tipo de decoración. También es importante que los altavoces queden fuera del campo visual de los clientes. Por eso se instalan en altura. Una altura prudente es 2,5 metros desde el suelo.

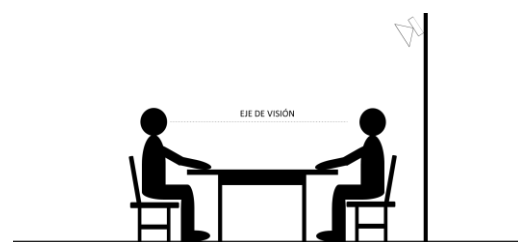


Figura 13. Altura recomendada para la instalación de los altavoces.



También opcionalmente, se puede considerar algún tipo de mimetización de tal forma que no se note que hay parlantes montados en paredes o pilares. Esto puede ser crear formas de lámparas, maceteros con plantas, tuberías entre otras.

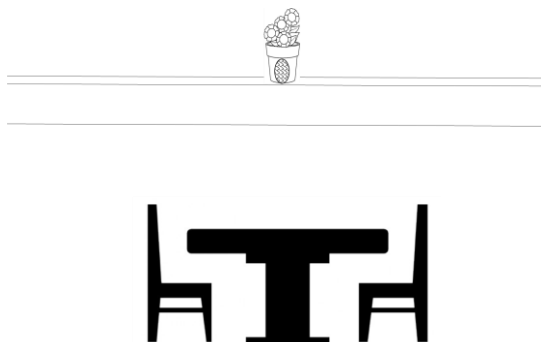


Figura 14. Parlante con forma de macetero sobre la cabeza de los clientes de un restaurant

4.2. Características del amplificador

Como ya se mencionó, dentro de lo posible el amplificador debe ser del tipo receiver con varias entradas de nivel de línea. Opcionalmente se puede buscar un modelo con entradas de micrófono para hacer anuncios. No obstante, en este tipo de recintos no es muy necesario este tipo de aplicaciones. Al usar un amplificador tradicional de los que se usan en sistemas de refuerzo sonoro, se puede sectorizar dos zonas debido a que la gran mayoría de estos modelos son de dos canales. Sin embargo, las entradas son diferenciadas también, salvo que el modelo tenga la opción del modo mono paralelo.

La especificación más importante del amplificador es su potencia de salida. Este es el dato de la máxima potencia que puede generar el amplificador sin distorsión en una carga específica, dentro de un ancho de banda específico y en modo de operación específico.

Potencia de salida (output power)	20-20kHz; 0,01% THD
Modo estéreo	100 watts; 8Ω 150 watts; 4Ω
Modo mono puenteado (Bridged)	300 watts; 8Ω 400 watts; 4Ω

Tabla 2. Ejemplo genérico de la especificación de potencia de salida de un amplificador cualquiera.

La potencia que se especifica es la máxima peak sin distorsión. Una $THD \leq 0,5\%$ se puede considerar como despreciable. El rango de frecuencia especificado en la primera fila de la tabla 2 corresponde al ancho de banda de la potencia, esto es, el rango de frecuencia dentro del cual se garantiza que la potencia que se especifica es posible de lograr. La potencia no es la misma dependiendo del modo de operación. El modo estéreo es lo mismo que potencia por canal, en ese caso, cada canal se comporta como un amplificador independiente. En el modo bridged el amplificador se comporta como un amplificador de un solo canal que genera más potencia. Fijarse que para la carga de 8 Ω en modo bridged la potencia es 3 veces la del modo

estéreo. Finalmente, la potencia depende de la impedancia de carga y esta variará con el modo de conexión descrito anteriormente en este mismo artículo.

Una de las discusiones permanentes en audio es cómo saber la potencia del amplificador en relación a la potencia de los parlantes. La potencia de salida y la capacidad de potencia de los parlantes no son especificaciones equivalentes. La capacidad de potencia es la especificación de la potencia promedio que puede soportar el parlante. La potencia de salida es la potencia peak máxima que puede generar el amplificador sin distorsionar.

En primer lugar, se debe calcular la potencia necesaria con la que los parlantes van a trabajar, una vez fijado el nivel operacional. Luego, se busca el amplificador que sea capaz de generar más potencia de lo estrictamente necesario.

Por ejemplo, si se instalan 16 parlantes de 20 watts y 8 Ω en un local en dos sectores, se pueden conectar en una configuración mixta, de tal manera que la carga equivalente sigue siendo 8Ω. Necesitará un amplificador que sea capaz de generar más que 16x20 watts, es decir, 320 watts en 8Ω, modo estéreo. ¿Cuánto más debiera generar? Una opción sería el doble, entonces se busca un amplificador de 640 watts. Pero si se determina que los parlantes no necesariamente trabajarán a máxima potencia, una vez fijado el L_p necesario, se calcula la potencia eléctrica necesaria con la ecuación (1). En seguida, se multiplica por el número de parlante y se hace la misma relación anteriormente descrita. Sin embargo, el amplificador de 640 watts seguirá siendo útil. La ganancia nunca llegará al máximo.

4.3 Características de los cables

Las fuentes típicas mencionadas anteriormente, tienen sin excepción salidas desbalanceadas y usan conectores miniplug como los celulares, notebooks o tablets o RCA Jack como los decodificadores de servicios de TV pagada. Si el amplificador posee entradas desbalanceadas, no habría ningún conflicto, si las entradas son balanceadas se deberá hacer la adaptación para no generar ruidos producto de inducciones de campos electromagnéticos o loops de tierra.

Las salidas de altavoces de los amplificadores normalmente son del tipo prensa en los que se conectan los cables sin conector (pelo). Los cables son conductores no ideales, esto significa que poseen una impedancia combinada de una parte resistiva, relacionada con el calibre (grosor y cantidad de conductor por sección) y una parte reactiva relacionada con la cantidad de conductores. El cable de parlante tiene dos conductores paralelos y eso hace que su impedancia reactiva sea del tipo inductiva. Entonces, dependiendo del largo, el cable consumirá potencia eléctrica debido a su resistividad y filtrará debido a su inductancia. En locales tipo restaurant los cables pueden llegar a tener una extensión cercana o superior a los 100 metros. Por ello se debe usar el cable de mayor calibre que se pueda. Como referencia, se usa la norma norteamericana denominada AWG (American Wire Gauge) que relaciona la sección del cable incluyendo el material aislante y el área seccional ocupada por el conductor filamentado [7].

Mientras mayor sea el número AWG, más delgado es el cable y por ende menor el calibre, esto implica mayor



resistividad y menor capacidad de transmitir corriente eléctrica. Para este tipo de instalaciones un cable G16 puede ser suficiente, pero para asegurar pérdidas marginales se puede usar un cable de G14. Este calibre puede conducir hasta 5 A aproximadamente lo que es muy alto para señales de audio.

Otro aspecto importante, aunque ya resuelto por el mercado es usar cables polarizados. Esto significa que los conductores deben estar diferenciados para identificar el conductor que se conectó en el terminal positivo en la salida del amplificador. No tener cuidado con esto, los parlantes pueden quedar conectados invertidos en polaridad. Si esto sucede entre dos parlantes contiguos, se producirán cancelaciones importantes.

La instalación debe ser cuidadosa. Dentro de lo posible, y como se señaló anteriormente, se deben usar tuberías sobre el techo con salidas en los puntos exactos donde irán montados los parlantes. Si esto no es posible se debe evaluar el uso de bandejas cubre cables, algunas de las cuales vienen con adhesivos y son muy fáciles de instalar. En esto, el cliente tiene una labor fundamental para indicar sus preferencias.

5. CONCLUSIONES

Las instalaciones electroacústicas para recintos tipo restaurants y bares son las más simples dentro de su categoría, pero no exentas de complicaciones y detalles que hay que cuidar.

El profesional que hace el diseño y que lleva a cabo la instalación debe ser capaz de interpretar adecuadamente las especificaciones de los componentes típicos de este tipo de sistemas.

Cada proyecto tiene sus dificultades y no siempre es posible repetir fórmulas ya probadas. La coordinación con el demandante incluyendo la opinión de otros consultores participantes dentro del proyecto tales como eléctricos, constructores, informáticos, así como de los arquitectos permitirá realizar un estudio de necesidades del cliente con un gran nivel de detalles.

El recurrir a los conceptos teóricos permite hacer propuestas coherentes y con un nivel de calidad con altos estándares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Hunt, “*Electroacoustics. The analysis of transduction, and its historical background*”. Acoustical Society of America, 1982.
- [2] B. Pueo; M. Romá, “*Electroacústica. Altavoces y micrófonos*”, Pearson Prentice Hall, 2003.
- [3] G. Davis; R. Jones, “*The sound reinforcement handbook*”, Hal Leonard Publishing Corp. 2º Ed. 1989.
- [4] L. Ortiz Berenguer, “*Refuerzo sonoro. Bases para el diseño*”, Dpto de Publicaciones E.U.I.T. de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid. 1998.
- [5] J. L. Sánchez Bote, “*Introducción a la megafonía industrial*”, Dpto de Publicaciones E.U.I.T. de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid. 1998.
- [6] H. Arau, “*ABC de la Acústica Arquitectónica*”, CEAC Ediciones, Barcelona-España. 1999.

- [7] P. Giddings “*The Audio Systems Design and Installations*”, Focal Press, USA. 1999.