



E/B/T.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

para una patente de invención por veinte años por « Procedimiento para la forma acustica de locales privados de resonancias» a favor de D. Ernst MILKUTAT, residente en Schakeningken b/ Pögegen, Memelland.

-----

El goce de audiciones musicales, en la mayor parte de las salas de conciertos, teatros, reuniones etc., es muy perjudicado por la amortización del sonido, resonancias etc. Los medios hasta ahora empleados con objeto de conseguir buena acústica, eran mas ó menos el resultado de ensayos de muchos años: estos se dirigian especialmente al cuidado y buena conformación de accesorios, mientras que no reconocian la condición principal para el buen efecto sonoro, las proporciones de las dimensiones del



local y trataban con mas o menos desconocimiento, con respecto a su sentido.

Ahora bien, el invento se refiere a un procedimiento para elevar a un maximo el efecto sonoro en tales salas y en el terreno de la forma acustica de tales locales entra por una via completamente nueva, proveyendo una división del local según la división en media y extrema razón y dando al techo una forma interior hiperbólica para evitar la amortización del sonido. Crea por consiguiente una nueva regla técnica, en que forma tales locales pueden ser construidos repetidamente en cualesquiera dimensiones para dar siempre un resultado igualmente bueno; resuelve con ello la cohesión entre causa y efecto, de modo que en salas ya existentes, puede juzgarse desde luego sobre la base del conocimiento según el invento, la bondad de la sala con respecto al efecto de sonoridad. En este caso naturalmente hay que tener en cuenta los accesorios, como por ejemplo la forma especial de un friso pulimentado, para conseguir una rápida reflexión de las ondas sonoras y evitar la resonancia, pero los fundamentos para una buena acustica son siempre dados solo por una sala construida con arreglo al invento. Si no se trabaja con arreglo al invento, se correrá el peligro de dejar la suerte de la sala a merced de la buena suerte.

En el dibujo está representada la parte esencial del invento en varias figuras, a saber:

La fig. 1, una representación de la división en media y extrema razón.

Las figs. 2 á 8 representaciones de las marchas de rayos paralelos a las paredes con angulos de reflexión, determinados y arbitrarios.

La fig. 9, otra de la marcha de los rayos bajo la influencia de un cuerpo perturbador.

Las figs 10 y 11 la forma especial del abovedado del techo.



La fig. 12 el plano de una sala de conciertos construida con arreglo al invento con local, para la orquestas.

La fig. 13 una representación de una marcha de rayos, como viene a establecerse bajo la influencia de la bóveda según la fig. 10.

Si se divide una longitud a en dos partes de modo que el segmento mayor b sea la medida proporcional entre la longitud total a y el otro segmento a-b se dice que la longitud ha sido dividida en media y extrema razón. Para conseguir esta división por medio de una construcción geometrica, se levanta, en la forma conocida, en el extremo B una perpendicular a la recta AB (a) una perpendicular; se hace esta perpendicular igual a  $1/2 (AB) = 1/2 (\frac{a}{b})$ , se describe alrededor de C con el radio C B un arco de circulo, se une A con C y se lleva A D sobre A B; G es entonces el punto de división buscado. Se obtiene entonces la proporción siguiente  $\frac{b}{a-b} = \frac{a}{b}$  o a la igualdad  $b^2 + ab - a^2 = 0$ ; entonces el segmento mayor, será la longitud  $b = \frac{a}{2} (-1 + \sqrt{5})$  y el menor, la longitud  $a-b = \frac{a}{b} (3 - \sqrt{5})$  resultando estos valores de la consideración siguiente:

Si se forma para la igualdad  $b^2 + ab - a^2 = 0$  el complemento cuadrado se obtiene:

$$b^2 + 2 \frac{a}{2} b - a^2 = 0, \text{ y si se añade}$$

a los dos miembros  $+ \frac{5}{4} a^2 = \frac{5}{4} a^2$  se obtiene

---

$$b^2 + 2 \frac{a}{2} b + (\frac{a}{2})^2 = \frac{5}{4} a^2$$

ó  $b^2 + ab + \frac{a^2}{4} = \frac{5}{4} a^2$  y multiplican-

do por 4,  $4b^2 + 4ab + a^2 = 5 a^2,$



$$\begin{aligned}
 \text{de donde,} \quad (2b + a)^2 &= 5a^2 \\
 \quad \quad \quad 2b + a &= a\sqrt{5} \\
 \quad \quad \quad b &= -\frac{a}{2} + \frac{a}{2}\sqrt{5} \\
 \\
 \text{y por consi-} \quad b &= \frac{a}{2}(-1 + \sqrt{5}) \\
 \text{guiente.} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{entonces será} \quad a - b &= a - \frac{a}{2}(-1 + \sqrt{5}) \\
 \\
 \text{ó} \quad a - b &= 2\frac{a}{2} + \frac{a}{2} - \frac{a}{2}\sqrt{5}, \\
 \text{y sacando } \frac{a}{2} \text{ fuera} & \\
 \text{del paréntesis.} \quad a - b &= \frac{a}{2}(2 + 1 - \sqrt{5}) \\
 \\
 \text{ó} \quad a - b &= \frac{a}{2}(3 - \sqrt{5}).
 \end{aligned}$$

De estas tres longitudes se construye un local de tal manera que a sea su longitud, b su anchura y a-b la altura. Resulta que un tal local tiene la mejor acústica que puede imaginarse de todos los espacios limitados por seis planos. Esto obedece a varias causas, de las que la mas importante es la situación mas favorable posible de las sucesiones de las ondas, de modo que en cada uno de los lugares del espacio, hasta en los mas pequeños, las frecuencias y las intensidades del sonido son completamente iguales entre sí y en ninguna parte del espacio se verifica la acumulación o aislamiento de una clase de sonido especial. La segunda causa la constituye el hecho de que una sucesión de ondas que es emitida de un lugar del local hacia cualquier dirección, despues de un número de reflexiones relativamente corto, comparado con otros locales, corren a los angulos de aquel



o a los lugares de partida, al cuerpo sonoro.

Las figs. 2 y 3<sup>o</sup> muestran la marcha de las sucesiones de ondas paralelas a las paredes con un ángulo de reflexión de 45°. La causa de esto consiste en la constante reflexión de la marcha de los rayos por las paredes porque estas están en constante relación entre sí. En locales con otras relaciones de las paredes no ocurre esto. Como la proporción  $\frac{b}{a} = \frac{a-b}{b} = \frac{b-(a-b)}{a-b} = \frac{2b-a}{a-b}$ , es constante, esta misma ley sirva también cuando la pared tiene la longitud y la anchura  $a - b$  ó  $2b - a$ . Las figs. 4 y 5 muestran la marcha de los rayos paralelos a las paredes en el primer caso. Las figs 6, 7 y 8 muestran que esto ocurre también para todos los ángulos de reflexión. Un cuerpo perturbador, en la marcha de los rayos de un tal resonador (vease fig. 9) no tiene ninguna influencia sobre la conducta acústica, por el contrario refuerza a menudo hasta la longitud del trayecto de los rayos como lo demuestra la fig. 9. Si se considera ahora la marcha de rayos por ejemplo de las figs. 4 y 5, como proyecciones de los rayos sobre las paredes del resonador, valdrá para el rayo mismo igual, que para sus proyecciones.

Otro motivo del comportamiento acústico consiste en que en las superposiciones de ondas para un mismo tono se producen amplitudes de igual, de doble y por consiguiente de máxima amplitud de onda, las cuales decrecen homogéneamente por reflexión, en el cual caso producen la energía  $J$  resultante de las dos oscilaciones interferentes, caso de que las energías sean ambas iguales (ó sea  $i_1 = i_2 = i$ , igual al cuádruplo de la energía simple  $J$ ) porque la energía es proporcional al cuadrado de la amplitud. Esto vale también para los sobretonos. Un local tal tiene un gran poder resonador aun para los sonidos que emitan ondas muy altas y cortas. Para que en el resonador el número de reflexiones no sea excesivamente elevado, es necesario reducirlas por medio de una construcción especial del techo y reforzar por consiguiente el sonido. Para esto es necesario un obevedado especial



del techo del resonador. Las figs. 10 a 12 muestran una forma de construcción de este techo. La fig. 10 representa la sección transversal del local. La bóveda hiperbólica es construida en forma apropiada, por ejemplo mediante curvas de envolviendo dividiendo la altura del local MH en dos partes iguales y la mitad superior en n partes iguales ( $\frac{a-b}{2}$ ). Igualmente se divide el techo IH en dos mitades y cada una de estas en n partes iguales ( $\frac{b}{2n}$ ). La unión de los puntos de división correspondientes dá entonces, como es sabido, la curva de envol<sup>vi</sup>miento de las figs 10 a 12, siendo las rectas envolventes de los puntos de división las tangentes a la curva y sus normales son las bisectrices de los ángulos de reflexión. Se encuentran en los puntos de contacto de las tangentes con las curvas. Por medio de esta construcción de envolvi<sup>m</sup>ientos es representada una hipérbola  $y = \frac{b}{x} - c$ , en la cual c es el factor de proporcionalidad. La hipérbola es utilizable desde  $x_1 = \frac{a}{a}$ ;  $y_1 = b$ , hasta  $x_n = a$  y  $y_n = \frac{b}{a}$  o si  $a = 10$  (Como unidad),  $x_1 = 1$ ;  $y_1 = b$ , hasta  $x_n = 10$ , y  $y_n = \frac{b}{10}$  (fig. 11). La combinación de dos hipérbolas de tal manera constantes y simétricas con el resonador de manera que dos de sus asíntotas se encuentren en el centro del techo produce una curva de resonancia de las figs. 10 y respectivamente 13. Esta es la mejor forma de bóveda para tales locales. Por lo demás son mas o menos favorables las combinaciones con todas las hipérbolas que tengan la condición de una relación constante, por ejemplo,  $\frac{b}{a} = \frac{a-b}{b} = \frac{2b-a}{a-b/a-b}$ , aunque también la relación indirectamente constante  $\frac{b}{a}$  y  $\frac{2b-a}{a}$ .

La fig. 13 muestra una marcha de rayos como viene a resultar bajo la influencia de la bóveda de la fig. 10. El principio de la "constancia de las longitudes de pared" es aplicable a todos los locales hasta con mas de seis paredes planas.

Como ejemplo de ejecución para una sala con local adi-



cional para orquesta sirve la fig. 12, en la que a es la longitud, b el ancho y a-b la altura de la sala. La escena tiene la longitud a - b y la anchura 2b - a y como plano la forma de la figura 10.

N                    O                    T                    A                    .  
=====

Descrito suficientemente el presente invento, lo que se declara como de novedad é invención propia, son las siguientes reivindicaciones:

1a.- Procedimiento para la forma acústica de locales sin resonancias, caracterizado porque a dichos locales se les dá una división según la de media y extrema razón y proporciones constantes, en el cual caso las paredes contiguas reciben convenientemente una forma interior hiperbólica para evitar la amortización del sonido.

2a.- Local según la conclusión 1, caracterizado porque de una longitud dividida en media y extrema razón, la longitud total (a) sirve de medida para la longitud del local, el segmento mayor (b) de medida para la anchura del mismo y el segmento menor (a - b) de medida para la altura de dicho local.

3a.- Local según las conclusiones 1 y 2, caracterizado porque con objeto de reforzar el sonido y reducir la reflexión, la forma interior de dos paredes contiguas es construida según dos hipérbolas, cuyas asíntotas, parte son prolongación una de otra para formar una pared común, parte corren a distancias iguales entre sí en paredes paralelas entre sí, por medio de lo cual es asegurada la simetría del local.



4ª.- Local según las conclusiones 1 á 3 caracterizado porque un local para la orquesta construido adosado a la sala de conciertos propiamente dicha (fig. 12) tiene la forma y dimensiones de la sala grande, en el cual caso la conformación interior hiperbólica se encuentra sobre el lado del local de la orquesta vuelto hacia la sala de conciertos.

5ª.- Procedimiento para la forma acustica de locales privados de resonancia." Según se describe y reivindica en esta memoria descriptiva y se ilustra con los dibujos que a la misma se acompañan.

Consta esta memoria de ocho hojas foliadas y escritas por una sola cara.

Madrid 28 de Agosto de 1925.

Leocadio López y López.

P. P.