

124501

Electrical



P A T E N T E D E I N V E N C I O N

a favor de

ELECTRICAL RESEARCH PRODUCTS Inc. - domiciliada en
NEW YORK (E. U.)

por:

"Perfeccionamientos en los aparatos transformadores
del sonido".

-----:-----
M e m o r i a D e s c r i p t i v a.

Esta invención se refiere a los aparatos transformadores del sonido, de tipo electrostático y mas especialmente a los transmisores que comprenden un electrodo fijo posterior y un diafragma de material tensado dispuesto frente a dicho electrodo y muy próximo a él, el cual puede vibrar para variar la capacidad del aparato.

5

Aunque esta invención no está necesariamente limitada en su aplicación a los transmisores ya que puede emplearse una



10 estructura análoga en otros aparatos transformadores es especialmente aplicable a los transmisores para recoger el sonido en sistemas acústicos de gran perfección y por consiguiente nos referiremos a esta aplicación como ejemplo.

15 Un objeto general de esta invención consiste en simplificar la construcción y mejorar el funcionamiento de esta clase de aparatos.

El perfeccionamiento conseguido conforme esta invención consiste en obtener a un precio relativamente bajo un aparato capaz de funcionar con un elevado rendimiento uniforme a un
20 orden de frecuencias mucho mayor que los instrumentos de que se disponía hasta ahora. Es relativamente fácil proyectar un aparato de esta clase que presente una de estas características convenientes pero cuando se trata de combinarlas todas en un solo aparato se encuentran un cierto número de dificultades que se
25 comprenderán fácilmente por un breve examen de los aparatos hasta ahora conocidos.

En la patente de los Estados Unidos Nº. 1.333.744 se describe un transmisor en el cual el elemento que funciona por efecto del sonido está constituido por un delgado diafragma metálico colocado muy próximo a un elemento en forma de placa que
30 constituye el otro electrodo de un condensador. Un pesado anillo de sujeción rodea a este electrodo y sirve para tensar al diafragma elevando con ello su frecuencia natural hasta un punto próximo o por debajo del límite superior del orden funcional.
35 Requiriéndose una tensión muy considerable, el anillo de sujeción debe más bien ser grande lo que aumenta prácticamente el tamaño del aparato. El calibrado termofónico generalmente empleado para determinar su rendimiento demuestra que un instrumento de esta clase funciona con un rendimiento prácticamente constan-



40 te para un amplio orden de frecuencias pero investigaciones mas
recientes han demostrado que existen factores adicionales que
modifican considerablemente el rendimiento de estos aparatos.
Los mas importantes de estos factores son el aumento de rendi-
miento en ciertas porciones del orden de frecuencias debido a la
45 resonancia del aire en la cavidad formada por el anillo de sujec-
ción y el aumento debido a la perturbación producida en el cam-
po sonoro por la colocación en él del instrumento.

Este último efecto se describe con cierta extensión por
Stuart Bellantine en un artículo "Effect of diffraction around
50 the microphone in sound measurements" en la Physical Review,
Vol XXXII, Diciembre de 1928. Resumiendo brevemente, si el apa-
rato es pequeño en comparación con la longitud de onda del so-
nido nos encontramos en el caso de una corriente de aire Lapla-
ciana ordinaria contra un objeto irregular y la presión sobre el
55 diafragma es practicamente la del campo sonoro no perturbado
mientras que si el diafragma es de gran extensión la presión so-
bre el mismo será doble que la del campo sonoro no perturbado pa-
ra todas las frecuencias debido al efecto de reflexión. Los trans-
misores de condensador comunmente empleados hasta ahora han si-
60 do de un diametro de unos 7,5 cm. magnitud aproximadamente igual
a $1/4$ de la longitud de onda de una onda de 1,100 periodos, y
se ha observado de acuerdo con la teoria anterior que la presión
incidente sobre el diafragma varia desde la normal para frecuen-
cias inferiores a 1,100 periodos hasta practicamente el doble de
65 la normal alrededor de 2,500 periodos de lo que resulta una am-
plificación de 6 decibels en el rendimiento para todas las fre-
cuencias superiores a este último valor.

Un tercer factor que hace que el rendimiento funcional
sea diferente del indicado por el calibrado termofonico puede



70 llamarse la "pérdida de fase" debida a la variación en la presión sobre el diafragma cuando se acercan al transmisor ondas de una longitud menor o comparable al diámetro del diafragma procedentes de otra dirección que no sea directamente enfrente del aparato. Por ejemplo cuando el transmisor se encuentra en
75 un local activo habrá una considerable pérdida de fase debida a las ondas reflejadas por las paredes del local.

De acuerdo con las características generales de esta invención el orden de rendimiento de frecuencia uniforme de este aparato aumenta eliminando practicamente la cavidad en la
80 cual se produce la resonancia y haciendo al aparato muy pequeño a fin de reducir al minimum la pérdida de fase y hacer que el efecto que dobla la presión tenga lugar en un punto mucho mas alto de la escala de frecuencias en el cual será menos inconveniente.

85 Hasta ahora no se habian podido conseguir estos resultados a causa de ciertas dificultades prácticas. Para tensar el diafragma y mantenerlo a la tensión necesaria, la armazón de tensión y sujección debe ser mas bien voluminosa, lo que hace que los efectos de doblar la cavidad y presión tengan
90 lugar en el importante orden de la conversación. Otras causas como la pérdida de rendimiento por razón de la inevitable capacidad muerta o inactiva y otros factores limitan la posible reducción en el diametro del diafragma mismo y por consiguiente se limita tambien el mejoramiento en el rendimiento que puede
95 obtenerse haciendo mas pequeñas a estas estructuras. Si se elimina la necesidad de la armazón empleando un diafragma sin tensar es imposible mantener un rendimiento razonablemente constante en un amplio orden de frecuencias sin que el aparato resulte muy ineficaz. Puesto que la salida de los transmisores



100 de condensador es muy pequeña resultan inconvenientes aun las pérdidas pequeñas en el rendimiento.

105 Por consiguiente para obtener un aparato satisfactorio de este tipo es necesario mantener elevado el rendimiento. Esto solo puede conseguirse haciendo al diafragma muy delgado y ligero y disponiendo los electrodos para obtener un voltaje máximo. En efecto las condiciones para el diafragma son tales que es necesario el tensado ya que de otro modo no es posible durante el funcionamiento mantener exactamente la pequeña separación debida entre los electrodos. El tensado del diafragma también es necesario para mantener su frecuencia de resonancia lo suficientemente alta dentro de la escala de frecuencias para evitar las cimas de resonancia en el orden funcional. Por todos estos hechos se comprenderá que el objeto de esta invención puede obtenerse unicamente por una nueva estructura.

110

115

Según una importante característica de esta invención puede obtenerse un transmisor muy pequeño tensando el diafragma por medios externos que no forman parte del aparato completo y usando un anillo de sujeción en el aparato de tamaño unicamente indispensable para mantener la necesaria tensión. Ello en si no solo elimina practicamente la resonancia de cavidad sinó que reduce materialmente el tamaño necesario del aparato.

120

Otra característica importante de esta invención consiste en que las proporciones del electrodo posterior son las convenientes para obtener el máximo de voltaje con un minimum de capacidad inactiva. La nueva disposición y proporciones o dimensiones de los electrodos conforme esta invención junto con la característica del diafragma previamente tensado permiten obtener una construcción capaz de cubrir un amplio orden de fre-

125



130

J
cuencias con un rendimiento mayor que el de los aparatos hasta ahora empleados. Tambien puede obtenerse un transmisor destinado a cubrir unicamente el orden comunmente usado y de mucho mejor rendimiento que los aparatos hasta ahora usados.

135

Combinando convenientemente estas características como se describirá mas detalladamente se ha visto que puede reducirse practicamente el diametro de estos transmisores hasta mucho menos que un tercio del de los usados comunmente y reducir al mismo tiempo considerablemente su coste.

140

Las diversas características de esta invención se comprenderán mas claramente por la siguiente descripción detallada de una estructura especifica construida según los principios citados y que se representa en los planos adjuntos.

La figura 1 es una sección a mayor tamaño que el natural de un transmisor construido conforme esta invención.

145

La figura 2 representa a un transmisor de este tipo junto con su amplificador asociado.

La figura 3 representa desmontado al transmisor de la figura 1.

150

La figura 4 es una serie de curvas de funcionamiento mostrando los resultados perfeccionados obtenidos según esta invención.

155

Refiriéndonos a la figura 2 el transmisor -1- está roscado al tubo -2- que termina por su otro extremo en el amplificador de tubos de vacio -3-. El objeto de este tubo -2- consiste en separar el transmisor del voluminoso amplificador de modo que se eviten las perturbaciones en el campo sonoro. De lo que antecede se comprenderá que el tubo no debe ser practicamente de mayor diametro que el transmisor y que su longitud dependerá necesariamente de los tamaños relativos del am-



160 plificador y del transmisor. Asi por ejemplo se ha observado
que con un transmisor de aproximadamente 2,5 cm de diámetro
y un amplificador de 7,5 cm de diametro la longitud satisfac-
toria del tubo es de 15 a 20 cm. Como que es conveniente man-
165 del transmisor al amplificador puede utilizarse el mismo tubo
como a uno de los conductores estando el otro constituido por
un alambre -16- que pasa por el interior del tubo conveniente-
mente sostenido por las piezas aislantes -17- como se represen-
ta.

170 En la figura 1 se representa la construcción detalla-
da del transmisor en el cual la envolvente metálica -4- lleva
un anillo interno -5- de acero que forma el asiento para la
estructura de electrodo posterior -6-. Esta estructura está
constituida por un electrodo de acero o placa -7- y una pieza
175 de acero -8- sujetos por un tornillo -20- uno a cada lado del
aislador -9- que sostiene al electrodo en el anillo -5-. El
diafragma -10- está sujeto entre el anillo de sujeción -11-
de acero y la superficie -12- de la envolvente -4- para que
quede la separación conveniente 0,025 mm. entre el diafragma
180 y la superficie -18- del electrodo -7-. Una forma convenien-
te de obtener este ajuste exacto consiste en montar el conjun-
to prescindiendo de la arandela -19- cuyo espesor es igual a
la separación deseada entre los electrodos, esmerilar las su-
perficie -12- y -18- hasta que ambas se encuentren exactamen-
185 te en el mismo plano y colocar luego la arandela -19- al montar
definitivamente el aparato. Se disponen los pasadores -21- y
-22- para mantener las diversas piezas en su posición conve-
niente y se practica una abertura -23- en el aislador -9- para
obtener un paso de escape para el aire de modo que las presio-



190 nes en ambos lados del diafragma no sean diferentes a causa de los cambios de temperatura. Se emplean las arandelas de papel - 35- y -36- para distribuir uniformemente la presión sobre el aislador -9- .

Una hoja de material conveniente para el diafragma como duraluminio de 0,025 mm. de espesor se tensa en una armazón conveniente (no representada) y el anillo de sujeción -11- se fija en su posición después de lo cual se corta el diafragma -10- de modo que como antes se ha dicho el anillo necesita ser únicamente del tamaño suficiente para mantener la tensión. El aislador -9- es preferiblemente de vidrio Pirex u otro material dielectrico conveniente que no sufra distorsión y destruya por tanto la exacta regulación de la separación entre los electrodos. El electrodo -7- presenta una superficie circular -18- adyacente al diafragma y por su parte posterior está cortado formando una construcción a modo de soporte constituida por brazos radiales -13- que parten del centro. De esta manera su montaje es muy estable y gracias a la pequeña superficie de electrodo que queda frente a la envolvente y el espacio de aire relativamente grande que rodea los brazos del electrodo la capacidad inactiva entre el electrodo y la envolvente es muy pequeña en comparación con la capacidad activa entre el electrodo y el diafragma. Conforme principios ya conocidos la amortiguación necesaria se obtiene por el desplazamiento del aire entre el diafragma y el electrodo posterior, pero se evita una amortiguación excesiva para altas frecuencias disponiendo ranuras y perforaciones en la superficie del electrodo. Sin embargo en este caso la construcción se ha simplificado empleando una sola ranura circular -14- con aberturas -15- en las porciones relativamente delgadas del electrodo dentre los brazos -13-.



220

Se comprenderá que el rendimiento efectivo de un transmisor de condensador depende no solo de la disposición del mismo transmisor sino de las características del amplificador empleado. La disposición ideal consistiría en emplear un amplificador de una impedancia de entrada infinita pero como existen factores que limitan la impedancia máxima que pueda obtenerse en el amplificador, el rendimiento util es necesariamente algo menor que lo que podría suponerse por el voltaje producido. Se ha observado que es conveniente, al proyectar un transmisor de dicha clase prescindir de este hecho para calcular

225

las piezas para el voltaje máximo producido y usar un amplificador de la máxima impedancia de entrada que pueda obtenerse, mas bien que calcular el transmisor a base de la suposición de que pueda emplearse un amplificador de cualquier impedancia.

230

Para el voltaje máximo producido en cualquier transmisor de condensador se ha observado que existe una relación definida entre el tamaño optimo del electrodo y otros factores de construcción. Esta relación puede expresarse diciendo que la relación entre el radio -a- del electrodo posterior y el radio R de la porción libre del diafragma debe ser la siguiente.

235

240

245

siguiente.

$$\frac{a}{R} = \sqrt{\frac{2 \sqrt{1+m} - 1}{m}} \quad (1)$$

250

en la cual -m- es igual al radio libre del diafragma en centímetros elevado al cuadrado, dividido por el producto del doble de la separación entre los electrodos en centímetros por la capacidad inactiva del instrumento en unidades electrostáticas absolutas.

250



250 Un estudio de las curvas representadas en la figura 4 permite una mejor comprensión de las ideas generales indicadas en la primera parte de esta memoria y de los mejores resultados obtenidos de acuerdo con esta invención. Estas curvas están trazadas con una escala comun logaritmica de frecuencia como aboissas y escalas independiente de ordenadas (en decibels de acuerdo con la práctica corriente en el calibrado de aparatos de esta clase). El nivel cero es igual en cada caso y representa un valor arbitrario elegido con objeto de comparar las diversas curvas.

260 La curva -25- es una curva de calibración termofo-nica de un aparato tipico de los hasta ahora conocidos e indica que el rendimiento es uniforme para todos los fines prácticos hasta unos 7000 periodos ya que las variaciones de 3 decibels o menos apenas son percibidas por el oido medio.

265 Las curvas -26- y -27- representan los efectos de doblar la resonancia de cavidad y la presión, ya descritos, que alteran el rendimiento del instrumento tal como se usa comunmente. Los resultados funcionales obtenidos cuando el transmisor se encuentra frente al generador de sonido al aire libre (o en un local relativamente pasivo o muy amortiguado) están por tanto representados con mayor aproximación por

270 la curva -28- que es la suma de las curvas 25, 26 y 27. Sin embargo si el transmisor está colocado a 90 grados con relación al origen del sonido en un local "vivo" o activo en el cual una gran cantidad de energia se aproxima al instrumento en el plano del diafragma la curva -28- no representa una indicación exacta del rendimiento funcional obtenido.

En la posición a 90 grados, el instrumento que generalmente es relativamente delgado transversalmente al pla-



280 no del diafragma es un pequeño obstáculo para las ondas sonoras en la parte del orden de frecuencias que interesa de modo que el efecto de transición tiene lugar a un punto tan elevado de la escala que no puede alterar practicamente el rendimiento en el orden para el cual se usa generalmente. La resonancia de cavidad permanecería generalmente inalterada pero
285 habría una pérdida a las altas frecuencias debida a las diferencias de fase en las ondas para varias partes del diafragma como se representa en la curva -29-. Por tanto para esta condición extrema el rendimiento está representado por la calibración termofónica mas la resonancia de cavidad menos la
290 diferencia de fase como se representa por la curva -30-. Es evidente que los resultados obtenidos en las condiciones de las curvas -28- o -30- serán muy diferentes de los representados por la curva -25- de calibrado termofónico. Por ejemplo el último calibrado indica que el rendimiento no alcanza el nivel cero arbitrario hasta unos 9000 periodos, mientras que en las condiciones de la curva -30- el nivel cero se alcanza a unos 6000 periodos. Aun cuando es cierto que las curvas -28- y -30- representan condiciones extremas y
295 que para algunas aplicaciones el rendimiento funcional es algo mas uniforme que el representado por ellas se comprenderá por lo dicho que el rendimiento de estos aparatos hasta ahora usados difiere mucho según las condiciones en que son usados. Por consiguiente con estos aparatos es inevitable una cierta cantidad de distorsión de frecuencias en el
300 orden superior y como se representa las frecuencias muy elevadas son deficientes o están completamente ausentes en la salida de estos aparatos.

Las características de dos tipos de transmisores



310 construidos de acuerdo con esta invención se representan en
las curvas -31- y -32-. Estos aparatos son esencialmente de
la misma construcción con la diferencia de que el diafragma
del primero está a una tensión de 1125 Kg. por centímetro
315 2812 Kg. por centímetro cuadrado. Se comprende perfectamente
que de ello deriva un elevado rendimiento para el primero pe-
ro que el orden del aparato resulta menor que el que puede ob-
tenerse con un rendimiento algo menor y tensión mayor. Como
ya se ha dicho las resonancias de cavidad en estos nuevos a-
320 paratos son completamente despreciables y no entran por tan-
to en consideración. Las curvas -33- y -34- representan los
efectos de doblar la presión y de pérdida de fase respectiva-
mente cuyas curvas de trazos indican las variaciones a partir
del calibrado termofónico trazadas para las curvas -31- y -32-
325 de acuerdo con las leyendas del plano. Comparando las curvas
-31- y -32- con la curva -25- resulta verdaderamente aparente
el perfeccionamiento obtenido en el orden de frecuencias y se
observará que este se consigue a un mayor rendimiento con el
primer aparato y con solo un pequeño sacrificio en el rendi-
330 miento en el extremo superior cuando el orden funcional se ex-
tiende a 16000 periodos que constituye el límite superior de
audibilidad. Aun cuando no se representa curva alguna para
estos aparatos usados en un local activo como un estudio mo-
derno, puesto que las curvas varían según la naturaleza del
335 local se recordará que el efecto de doblar la presión es des-
preciable para las ondas transversales al plano del diafrag-
ma y como que la energía que actúa un transmisor en un local
activo es en gran manera dependiente de la naturaleza de las
ondas reflejadas existe ordinariamente tan solo un pequeño au-



340 mento en el rendimiento a altas frecuencias por esta causa.
Este aumento se anula sin embargo por la pérdida de fase
que en un local muy activo puede ser tan grande como la in-
dicada por la curva -34-. Por tanto se observará que para
un local activo el rendimiento acostumbra ser llano practica-
345 mente hasta 10000 periodos con una pequeña disminución por en-
cima de este orden debido a la pérdida creciente de fase.

Los sistemas actuales de buena calidad están destina-
dos a transformar eficazmente frecuencias hasta 5000 o 6000
periodos pero de la anterior explicación de las curvas de la
350 figura 4 se comprenderá que una uniformidad razonable de ren-
dimiento puede unicamente obtenerse con estos aparatos usán-
dolos en las condiciones que reducen al minimum las irregu-
laridades debidas a los distintos efectos detallados. Si al
aplicar los principios de esta invención a un caso determi-
355 nado este orden se considera suficiente es innecesario por
tanto hacer el aparato tan pequeño como sea posible. Con la
disposición de sujeción perfeccionada objeto de esta inven-
ción, los instrumentos provistos de electrodos del mismo ta-
maño que los de los aparatos antiguos que ordinariamente pre-
360 sentan un diametro externo de unos 7,5 cm. pueden hacerse de
un diámetro de 5 cm. o menor y se ha observado que esta reduc-
ción en el tamaño proporciona un notable perfeccionamiento en
la porción superior de la característica.

Los instrumentos usados como ejemplo presentan sin em-
365 bargo un diámetro externo de unos 22,5 mm. con un diametro de
diafragma libre de unos 17,5 mm. Se comprenderá sin embargo
que si la relación de la ecuación (1) se mantiene y se conce-
de la debida atención a las dificultades mecánicas que se pre-
sentan en la fabricación pueden construirse aparatos aun mas



370 pequeños que darán mejores resultados que los indicados por las curvas -31 y -32-.

Esta invención no se limita por consiguiente a los instrumentos de un tamaño o característica determinados sino en lo que se reivindica en la nota adjunta.

375

N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

1). Aparato transformador de vibraciones comprendiendo un diafragma y una placa muy proximos y frente el uno a la otra caracterizado por que el diafragma se tensa previamente y en este estado se fija luego en la debida posición en el aparato transformador.

2). Aparato transformador de vibraciones según la reivindicación 1 caracterizado por que el diafragma se tensa formando parte de una hoja de la cual se corta después de haber sido fijado en su posición.

3). Aparato transformador de vibraciones según la reivindicación 1 caracterizado por que el diafragma sometido a una gran tensión se fija en su posición en el aparato por medio de un anillo de sujeción de resistencia y tamaño justamente suficientes para mantener al diafragma en tensión, siendo el diámetro externo de la envolvente del aparato y del anillo de sujeción unicamente muy poco mayores que el diámetro libre del diafragma.

4). Aparato transformador de vibraciones según la reivindicación 3 caracterizado por un medio de sujeción que es lo suficientemente delgado para evitar una apreciable resonancia de cavidad en el orden de frecuencia del sonido.

5). Aparato transformador de vibraciones según cualquiera de las anteriores reivindicaciones caracterizado por



400 que el diafragma se encuentra a una tensión comprendida entre 1125 y 2812 kilos por centimetro cuadrado.

6). Aparato transformador de vibraciones según cualquiera de las anteriores reivindicaciones caracterizado por que el aparato es de tan pequeñas dimensiones que al ser co-
405 locado en un campo sonoro el diafragma está sometido practicamente a las presiones del campo no alterado para todas las frecuencias hasta por lo menos 5000 periodos.

7). Aparato electrostatico transformador de vibraciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que un electrodo fijo presenta una superficie plana con una sola ranura circular.
410

8). Aparato transformador de vibraciones comprendiendo un diafragma tensado y una placa muy próxima en frente del diafragma y medios de sujección para mantener la tensión del diafragma caracterizado por que la relación entre el radio
415 (a) de la placa y el radio libre (R) del diafragma es practicamente igual a

$$\frac{a}{R} = \sqrt{\frac{2 \sqrt{1+m} - 1}{m}} \quad (1)$$

420 en la cual -m- es igual al radio libre del diafragma en centimetros elevado al cuadrado dividido por el producto del doble de la separación entre los electrodos en centimetros por la capacidad inactiva del aparato en unidades electrostáticas absolutas.

425 9). Aparato transformador de vibración lo suficientemente pequeño para ser colocado en un campo sonoro sin producir practicamente distorsión alguna en el mismo para frecuencias importantes del sonido, caracterizado por un tubo rigido de practicamente el mismo diametro que el aparato y que sos-



430 tiene al aparato y a un amplificador separados uno del otro
y constituye una conexión eléctrica entre ellos.

10). Aparato transformador de vibraciones con un am-
plificador según la reivindicación 9 caracterizado por que
el elemento rígido practicamente del mismo diámetro que el
435 aparato que mantiene este aparato y el amplificador separa-
dos está constituido por un tubo metálico practicamente del
mismo diámetro que el aparato, formando una conexión mecáni-
ca y una conexión eléctrica entre el amplificador, y el apa-
rato, completándose la conexión eléctrica por medio de un con-
440 ductor montado en el interior del tubo.

11). Perfeccionamientos en los aparatos transformado-
res del sonido.

Barcelona 19 octubre de 1931.

P. A.

Esteban Lopez Lida.



FIG.1

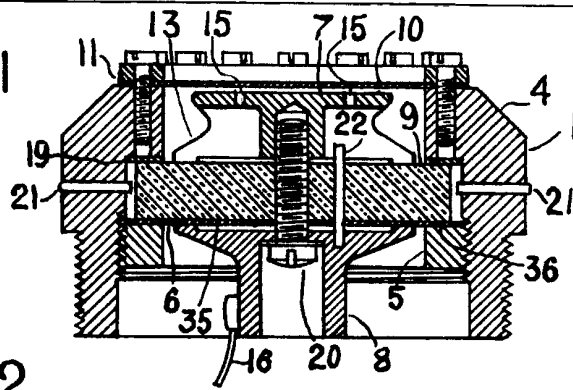


FIG.2

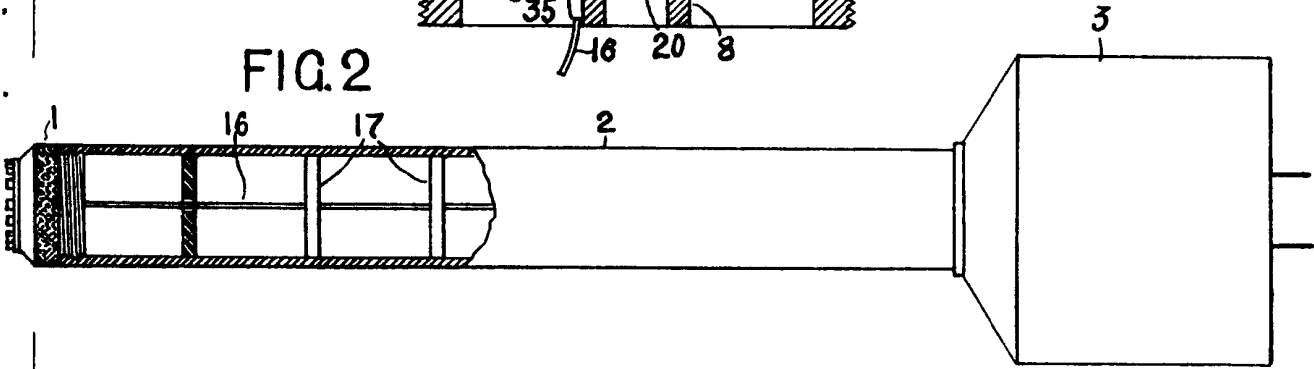
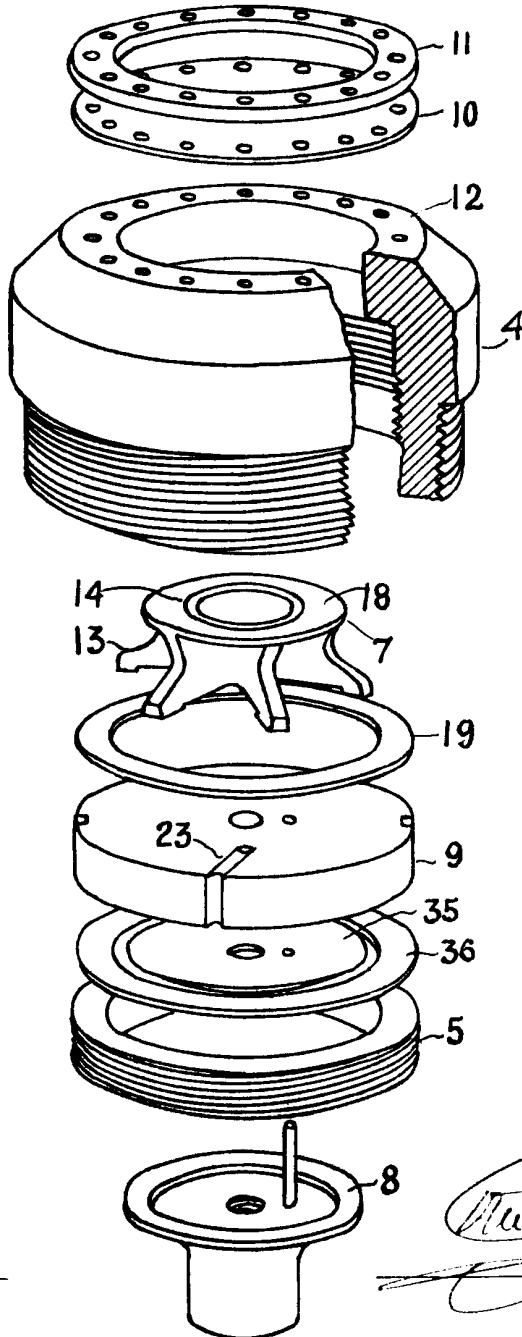


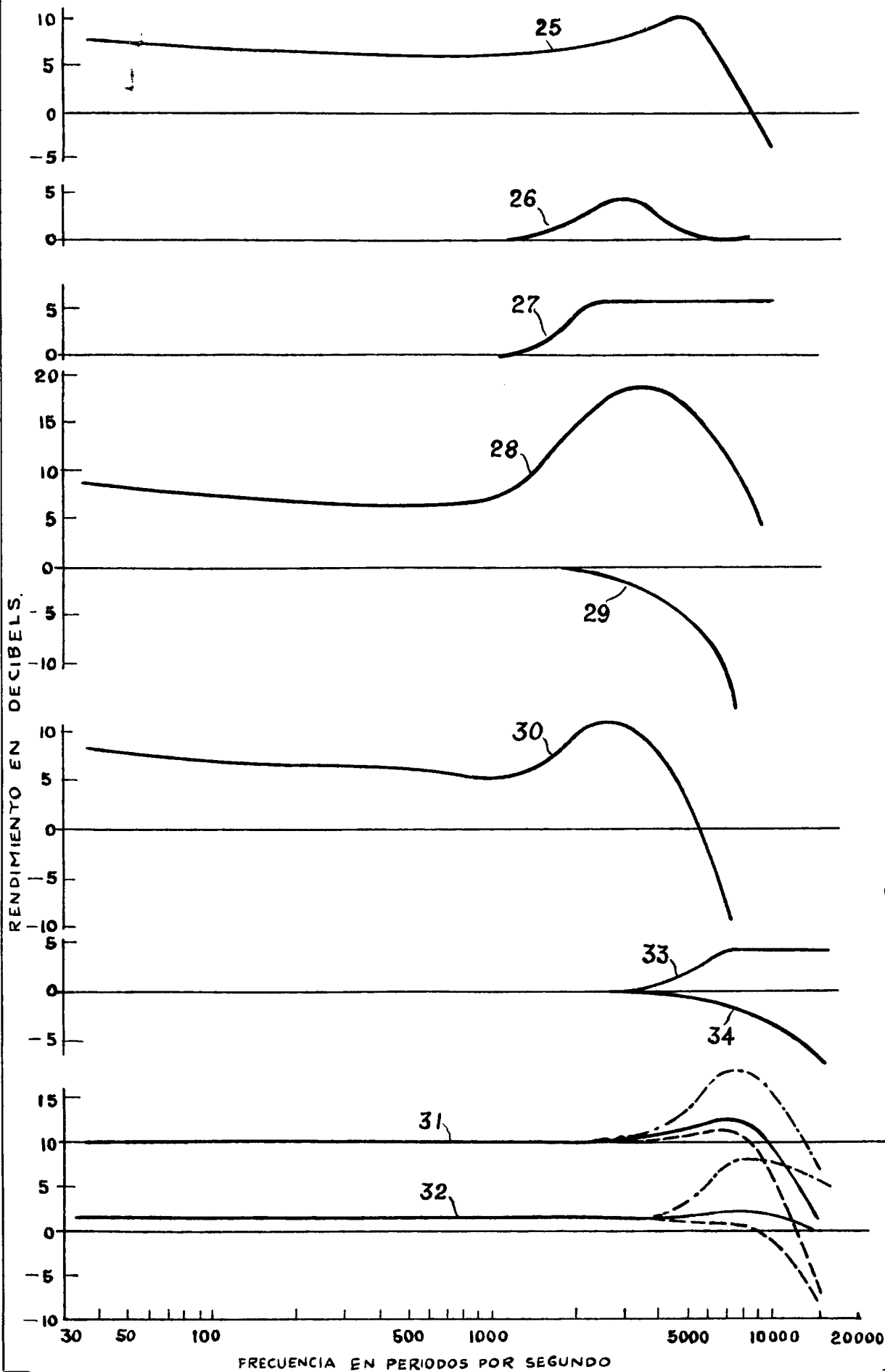
FIG.3



Manuel Lopez



FIG.4



Dist. en las 10 p.p. del

FRECUENCIA EN PERIODOS POR SEGUNDO

LEYENDA PARA — RENDIMIENTO TERMOFÓNICO
 - - - RENDIMIENTO AL AIRE LIBRE EN FRENTE DEL ORIGEN DEL SONIDO
 - - - RENDIMIENTO AL AIRE LIBRE A 90° DEL ORIGEN DEL SONIDO