



ESPAÑA

10 ES	11 NOMBRE 457092	10 A 1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
76 08795	26 de Marzo de 1976	F R A N C I A

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL E04B; H03H	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION "DISPOSITIVO PARA LA PRODUCCION ARTIFICIAL DE EFECTOS DE REVERBERACION"
--

71 SOLICITANTE (S) Etablissement Public TELEDIFFUSION DE FRANCE
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 10, rue d'oradour-sur-Glane, 75732 PARIS (Francia)

72 INVENTOR (ES) D. Eric De LAMARE y D. Pierre DUDON

73 TITULAR (ES) Etablissement Public TELEDIFFUSION DE FRANCE

74 REPRESENTANTE VICTOR GIL VEGA

Memoria Descriptiva

El presente invento se refiere a los -
dispositivos mecánicos llamados "de reverberación ar-
tificial" que tienen por objeto el producir efectos -
5 acústicos análogos a los que se producen de manera na
tural cuando se emiten sonidos en una sala o en un es
pacio cerrado o parcialmente cerrado, limitado por pa
redes que reflejan las ondas acusticas.

Más precisamente, el invento se refiere
10 a redes de transmisión de vibraciones mecánicas, des-
tinados a intercalarse entre, por una parte un trans-
ductor electromecánico que recibe en su entrada seña-
les eléctricas de audiofrecuencia (obtenidas por ejem
plo a partir de un micrófono seguido de un amplifica-
15 dor) y que las transforma en vibraciones mecánicas y,
por otra parte, un transductor mecánico-eléctrico que
recibe las vibraciones transmitidas por las redes y
que suministra a su salida nuevas señales eléctricas
de audiofrecuencia, cuya forma de onda está modifica-
20 da con relación a la de las señales de entrada, gra-
cias a las múltiples reflexiones sufridas por las vi-
braciones en las redes de transmisión en cuestión. Des
de luego, estas nuevas señales eléctricas, pueden, des
pués de su amplificación, en caso de necesidad, ser -
25 utilizadas para excitar un altavoz o cualquier apara-
to análogo. De manera conocida, estos efectos de rever
beración se producen artificialmente mediante la trans

formación adecuada de una señal eléctrica de audiofrecuencia. Esta señal, que es la representación eléctrica de un sonido, se llamará a continuación señal de entrada. Todo lo que se indica en lo que sigue podrá también aplicarse al caso de un sistema, aparato o dispositivo de reverberación artificial que transforma simultáneamente varias señales de entrada.

Sin embargo, para que la descripción sea más sencilla, se hablará, salvo excepciones, de una sola señal de entrada. Igualmente, para mayor sencillez, se designará en lo que sigue por medio del término "reverberador" cualquier sistema, aparato o dispositivo destinado a producir artificialmente efectos de reverberación a partir de una señal eléctrica de entrada a audiofrecuencia. A partir de dicha señal de entrada, un reverberador suministra a su salida una o varias señales eléctricas de audiofrecuencia, llamadas en lo que sigue señales de salida, las cuales, al ser utilizadas para excitar altavoces o auriculares, producen el efecto acústico de reverberación que se desea obtener.

Es conocido igualmente que un efecto de reverberación artificial puede producirse de diversas maneras. En lo que sigue se llamará "reverberador mecánico" un reverberador en el cual el efecto de reverberación se obtiene utilizando principalmente la propagación en uno o varios cuerpos sólidos de

ondas mecánicas de audiofrecuencia (vibraciones). Estas vibraciones se producen a partir de la señal de entrada con la ayuda de uno o varios excitadores de vibraciones, los cuales son transductores electromecánicos que tienen la propiedad de producir vibraciones mecánicas cuando se alimentan con señales eléctricas. Para obtener la señal o las señales eléctricas de salida (señales "reverberadas") se utiliza uno o varios captadores de vibraciones, los cuales son transductores mecánicos-eléctricos dotados de la propiedad de producir señales eléctricas cuando se someten a vibraciones mecánicas.

En su conjunto, un reverberador mecánico incluye por tanto esencialmente :

- a) una entrada de señal, a la cual se aplica la señal de entrada;
- b) un circuito electrónico o un amplificador de entrada primarios, el cual amplifica eventualmente de manera adecuada (y eventualmente modifica de manera apropiada) la señal de entrada;
- c) eventualmente, varios circuitos electrónicos o amplificadores de entrada secundarios, los cuales modifican eventualmente de manera adecuada, y eventualmente amplifican de nuevo,

adecuadamente, la señal procedente del amplificador de entrada principal, para producir varias señales distintas;

5 d) uno o varios dispositivos llamados a continuación "reverberadores mecánicos elementales", cada uno de los cuales está constituido esencialmente por:

- 10 - uno o varios excitadores de vibraciones, alimentados cada uno, según el caso, ya sea directamente por la señal procedente del -
circuito electrónico o amplificador de entrada principal, ya sea por una de las se-
ñales procedentes de los circuitos electróni-
15 cos o amplificadores de entrada secundarios, si se utilizan.
- un cuerpo sólido, o uno o varios conjuntos de cuerpos sólidos acoplados mecánicamente
20 los unos con los otros, y en los cuales, el excitador o los excitadores de vibraciones producen un campo de ondas mecánicas que se propagan, se reflejan y atenúan progresivamente. Debido al acoplamiento mecánico, un
25 reverberador mecánico elemental, se caracteriza por el hecho de que los sistemas de vibraciones que existen en él en un instante

dado, en dos puntos distintos, no son nunca totalmente independientes;

5 - uno o varios captadores de vibraciones, -
los cuales, estando situados en contacto
con el cuerpo o los cuerpos sólidos o en
su proximidad inmediata, proceden señales
eléctricas reverberadas;

10 - eventualmente uno o varios dispositivos -
de amortiguación mecánica de las ondas -
que se propagan en el cuerpo o en los cuerpos sólidos;

15 e) eventualmente, varios circuitos electrónicos o amplificadores de salida primarios, los cuales modifican eventualmente de manera adecuada, y eventualmente amplifican, las señales eléctricas producidas por los varios captadores de vibraciones;

20 f) uno o varios circuitos electrónicos o amplificadores de salida secundarios, que se alimentan, ya sea directamente por las señales de los varios captadores de vibraciones, ya sea -
por las señales producidas por los
25 circuitos electrónicos o amplificadores de salida secundarias en caso de que existan, y que producen eventual

mente mediante operaciones de mezcla
do, amplificación y modificación, una
o varias señales eléctricas de salida;
g) una o varias salidas de señal, en los
bornes de las cuales pueden tomarse -
dichas señales de salida.

5

Accesoriamente, un reverberador mecáni-
co puede incluir además:

- 10 - uno o varios dispositivos anexos y mandos
(eventualmente telemandos) que permiten ac-
tuar de diversas maneras sobre las señales
de entrada o salida (variaciones de ganan-
cia o de respuesta amplitud/frecuencia de
los amplificadores, compresión o expansión
15 de amplitud, mezcla de señales, etc);
- uno o varios dispositivos destinados a in-
troducir en las señales de salida uno o va-
rios retardos fijos (líneas de retardo pu-
ras);
- 20 - un dispositivo provisto de un mando (even-
tualmente de un telemando) que permita ha-
cer variar en un cierto grado el tiempo de
reverberación del reverberador.

Además, un reverberador mecánico inclu-
ye en general un sistema de suspensión que permita -
sustraer en gran parte el reverberador o los reverbe-
25 radores mecánicos elementales a la influencia parási-

ta de las vibraciones mecánicas de cualquier origen, salvo las vibraciones producidas voluntariamente por los excitadores de vibraciones. Este sistema de suspensión incluye a menudo un dispositivo de bloqueo para el transporte.

Finalmente, el reverberador mecánico puede igualmente protegerse contra vibraciones parásitas inducidas por ondas acústicas por medio de una envoltura sólida (caja o cajón).

El carácter nuevo del presente invento consiste en:

- por una parte, la constitución física de un modelo de reverberador mecánico elemental;
- por otra parte, la combinación de reverberadores de características diferentes con el objeto de obtener determinadas características globales deseadas para las señales de salida.

El reverberador mecánico elemental según el invento se caracteriza esencialmente en el hecho de que el conjunto de cuerpos sólidos en los cuales se propagan, se reflejan y se atenúan las vibraciones mecánicas incluye un conjunto de muelles helicoidales acoplados mecánicamente los unos con los otros y entrecruzados de manera que formen, bien un retículo bidimensional, bien un conjunto de varios retículos bidimensionales conectados entre sí, o bien un conjunto complejo tridimensional de muelles acoplados

dos mecánicamente los unos con los otros ("retículo tridimensional").

Un soporte rígido de dos o tres dimensiones, llamado en lo que sigue "marco", permite -
5 mantener en su forma y en su sitio, el retículo o los
retículos de muelles de dos o tres dimensiones, y -
eventualmente mantener en cada muelle la tensión deseada. Los excitadores y captadores de vibraciones se montan generalmente en unos soportes solidarios
10 de dicho marco.

El invento y sus ventajas se entenderán más claramente leyendo la siguiente descripción detallada que se da conjuntamente con los dibujos -
adjuntos en los cuales:

15 La Figura 1 representa un ejemplo sencillo de realización de reverberadores según el invento, bajo la forma de un retículo de muelles helicoidales de dos dimensiones conectado con un excitador y un captador de vibraciones;

20 Las Figuras 2 y 3 representan algunos detalles de realización de los muelles de la figura 1; y

25 La Figura 4 representa, bajo la forma de una vista lateral simplificada, un ejemplo de realización de reverberador según el invento, que se presenta como un retículo de muelles helicoidales de tres dimensiones.

Haciendo referencia en primer lugar a la Figura 1, se ve en ésta, un marco rígido 1, de forma rectangular, en el cual están sujetos, por una parte, paralelamente a dos de sus costados (representados aquí verticales) los extremos de unos muelles helicoidales 101, 102 ... 107 y por otra parte, paralelamente a los otros costados del marco (representados aquí horizontales), los extremos de otros muelles helicoidales 201 a 204. Para simplificar el dibujo, los muelles en cuestión han sido representados bajo la forma de trazos rectilíneos, pero se entienda que su forma real puede ser la que se representa en la Figura 2 o en la Figura 3, y además que su eje longitudinal no es necesariamente rectilíneo, sino que puede ser curvo. En el caso de la Figura 2, un muelle tal como el 101 o el 201 tendrá por tanto la forma de una hélice de diámetro reducido y gran longitud. En el caso de la Figura 3, el muelle presentará además unos estrangulamientos tales como 301, 302 presentes en una parte o en la totalidad de los puntos de cruce de los muelles de las series representadas respectivamente por 101 a 107 y por 201 a 204 en la Figura 1. En todos los casos, se establecen contactos entre dos muelles en su punto de cruce, pudiendo estos contactos ser rígidos o elásticos.

En dos puntos particulares A y B de -

dos muelles cualesquiera, están acoplados los transductores T_1 y T_2 que son respectivamente el excitador y el captador de vibraciones mencionados más arriba.

Haciendo ahora referencia a la Figura 4, esta representa una vista lateral de una red de muelles en forma de retículo de tres dimensiones y la vista de frente de esta red es idéntica a la que se representa en la Figura 1 en el caso de una red de dos dimensiones. Esta red de la Figura 4 vista en la dirección representada por la flecha Z, tiene un aspecto idéntico a la de la Figura 1, pero está limitada por un marco 2 de forma paralelepípedica rectangular. Además de los muelles 101 a 107 y 201 a 204 de la Figura 3, incluye además otros muelles 401 a 404 y 501 a 503, estando los primeros situados perpendicularmente al plano definido por los anteriores y estando los segundos paralelos bien a los muelles 101, 107 de la Figura 1, bien a los muelles 201 a 204 de esta misma Figura 1, pero estando separados con relación a los anteriores por una distancia constante en la dirección Z. Naturalmente, los diferentes muelles incluidos en el dispositivo de la Figura 4 están situados en unos planos tales que un cierto número de muelles no paralelos tengan unos puntos de contacto entre sí. Unos transductores analogos a T_1 y T_2 de la Figura 1 están dispuestos respectivamente en contacto con dos cualesquiera de los muelles inclui-

dos en el dispositivo de la Figura 4. Todos los muelles del dispositivo incluido en la Figura 4 están sujetos en ambas extremidades sobre el marco paralelepipedico 2. El acoplamiento mecánico de los diferentes muelles que constituyen el retículo o los retículos puede realizarse de diversas maneras: por ejemplo mediante soldadura o con adhesivo, o bien por medio de dispositivos de fijación metálicos que actúan mediante apriete o compresión, o incluso mediante simple presión de contacto. La transmisión de las vibraciones mecánicas para asegurar el acoplamiento entre dos muelles que no están en contacto el uno con el otro puede hacerse igualmente utilizando como "conductor de vibraciones" un dispositivo distinto de un muelle: por ejemplo, una varilla metálica del tipo de "cuerda de piano", que está a su vez conectada con dichos muelles por uno cualquiera de los procedimientos mencionados más arriba.

La manera concreta de realizar el acoplamiento mecánico entre un excitador o captador de vibraciones y uno o varios muelles del retículo depende evidentemente del tipo particular de excitador o de captador utilizado. Es suficiente que este acoplamiento permita la transmisión correcta de las vibraciones mecánicas en toda la banda de frecuencia deseada.

Cuando se trata de un captador con contacto directo, este acoplamiento puede realizarse ge-

neralmente utilizando por lo menos uno de los procedimientos mencionados más arriba con relación al acoplamiento de los muelles los unos con los otros.

5 Por otra parte, los muelles están unidos al marco de manera rígida (utilizando, por ejemplo, uno de los procedimientos de acoplamiento mecánico susodichos) o de manera semirígida o blanda, - por ejemplo con elementos de caucho natural o sintético que permiten realizar un cierto grado de amortiguación de las ondas mecánicas.

10 Además, dichos elementos de acoplamiento semirígidos o blandos pueden igualmente conectar entre sí unos muelles.

15 Por lo que se refiere a los excitadores de vibraciones, cualquier tipo de transductor mecánico susceptible de producir vibraciones mecánicas a frecuencias acústicas a partir de una señal eléctrica de amplitud adecuada, puede utilizarse como excitador de vibraciones. Sin embargo, en un modo de -
20 realización preferido del reverberador mecánico elemental según el invento, se utiliza uno o varios excitadores piezoeléctricos, en particular en razón - del bajo coste de éstos excitadores. En este caso, ya que estos excitadores funcionan generalmente con señales de tensión relativamente elevadas, resulta práctico utilizar, para alimentar cada excitador, un amplificador de potencia de tipo corriente, es decir, ca-

5 paz de suministrar señales de tensión reducida bajo impedancia reducida, después del cual está situado un transformador elevador de tensión. También puede utilizarse ventajosamente como excitador de vibraciones, un grabador de discos.

10 Para reducir todavía más el precio de fabricación del reverberador mecánico elemental, se utiliza como excitador, en un modo de realización preferido de dicho reverberador, simples cabezas de lectura de discos de tipo piezoeléctrico destinadas a tocadiscos para "gran público" de amplia difusión. Para cada cabeza, el acoplamiento mecánico con uno de los muelles del sistema puede hacerse en particular mediante adhesión o acuñando la pequeña barra -
15 que soporta el zafiro o el diamante de la cabeza de lectura entre dos espiras del muelle suficientemente apretadas; en ciertos casos puede obtenerse un acoplamiento suficiente mediante simple presión de contacto entre la barra (y el zafiro o diamante) y
20 dos espiras contiguas del muelle.

La tensión de excitación en los bornes de cada cabeza puede alcanzar una amplitud del orden del centenar de voltios.

25 Por lo que a captadores de vibraciones se refiere, cualquier tipo de transductor electromecánico susceptible de producir una señal eléctrica a partir de vibraciones mecánicas, ya sea un captador

de desplazamiento, de velocidad o de aceleración, puede utilizarse como captador de vibraciones. Sin embargo, en un modo de realización preferido del reverberador según el invento, el captador o los captadores utilizados son captadores electrodinámicos o piezoeléctricos del tipo de contacto directo en razón de su bajo precio de fabricación y de sus buenas características de banda pasante de frecuencias, de su eficacia y de su reducida distorsión no lineal. Para reducir todavía más el precio de coste del reverberador, resulta particularmente cómodo utilizar como captadores de vibraciones simples cabezas de lectura de discos destinadas a tocadiscos "gran público" de gran difusión. Para cada cabeza, el acoplamiento mecánico con uno de los muelles del sistema se hace utilizando uno de los procedimientos indicados más arriba para los excitadores.

Naturalmente, puede aprovecharse la utilización eventual como captadores de cabezas de lectura de discos estereofónicos, para obtener de estos captadores, en cada caso, dos señales eléctricas reverberadas diferentes,

Considerando ahora las características mecánicas, los muelles helicoidales que forman el retículo o los retículos pueden ser muelles que trabajan a la tracción o a la compresión. Sin embargo, resulta generalmente mas cómodo utilizar muelles que -

trabajan a la tracción y que están más o menos tensos en estado estático.

Estos muelles pueden hacerse con diversos metales o aleaciones, pero los aceros y broncees son particularmente adecuados.

Las características mecánicas de los muelles utilizados por una parte, y de los captadores y excitadores de vibraciones por otra parte, no son en ningún caso críticas. Sin embargo las recomendaciones siguientes permiten obtener más fácilmente un funcionamiento satisfactorio del reverberador mecánico y buenas características de reverberación:

a) la rigidez y la masa lineal de los muelles deben adaptarse perfectamente a las características de rigidez, masa dinámica y resistencia mecánica de los excitadores de vibraciones utilizados, ya que una desadaptación efectiva de la impedancia mecánica entre el muelle y el excitador con el cual está en contacto es evidentemente perjudicial para el rendimiento de la excitación (rendimiento de la transformación electromecánica, es decir la relación entre la energía mecánica producida en el reverberador y la energía eléctrica absorbida por el excitador). Sin embargo, en el caso del captador, la desadaptación de impedancia mecánica admisible puede ser relativamente importante, en la medida en que, en este caso, el rendimiento de la transformación no es una magni-

tud interesante por sí misma, sino más bien el nivel absoluto de la señal eléctrica producida por el captador, el cual debe ser lo más elevado posible con relación al nivel del ruido de fondo del amplificador de salida. Ahora bien, este nivel depende de la eficacia del captador por una parte, y de la amplitud de las vibraciones en el punto de contacto en el captador y el retículo de muelles, por otra parte. Esta amplitud es tanto más importante cuanto la amplitud de las vibraciones comunicadas inicialmente al retículo de muelles por el excitador o los excitadores de vibraciones es más elevada, y cuanto menos se opone la misma presencia del captador a las libres vibraciones de los muelles en la región del punto de contacto. Resulta de ello que unas soluciones de compromiso muy distintas entre las varias características mecánicas y eléctricas del captador y de los muelles, pueden conducir al mismo resultado, por lo que a la obtención de un nivel de señal suficiente a la salida del captador se refiere.

Por otra parte, tanto en el caso de los excitadores como en el caso de los captadores, la banda pasante debe cubrir por lo menos el espectro de la señal reverberada que se desea producir (es decir en general desde varias decenas de Hz hasta, una frecuencia superior o igual a 4 KHz). Se observará que el término "banda pasante", se refiere a la del capta

5 dor (o del excitador) acoplado con el retículo de muelles. Los límites de esta banda pasante dependen, en particular, de la desadaptación de impedancia mecánica más o menos importante entre el captador (o el excitador) y el muelle con el cual esta acoplado, para las frecuencias más altas.

10 Los muelles utilizados para constituir un retículo de dos o tres dimensiones que entra en la constitución de un reverberador mecánico elemental - pueden evidentemente ser diferentes los unos de los otros por su material, el diametro de las espiras, el diametro del alambre, la tensión inicial, etc. Sin embargo está claro que unas excesivas desadaptaciones de impedancia mecánica entre dos muelles mecánicamente acoplados el uno con el otro perjudican la buena -
15 transmisión de las vibraciones del uno al otro. Por tanto, la diversificación de los tipos de muelles utilizados presenta eventualmente un interés, siempre y cuando no de lugar sistemáticamente a una importante desadaptación de impedancia mecánica entre dos muelles
20 acoplados el uno con el otro (en cuyo caso la misma noción de retículo ya casi perdería todo su sentido, con respecto a las vibraciones mecánicas que se propagan).

25 En la práctica, un reverberador mecánico elemental según el invento, construido partiendo de un retículo que emplea un solo y mismo tipo de muelle

lle, funciona de manera perfectamente satisfactoria bajo la condición de que se observen las recomendaciones siguientes en cuanto a características dimensionales de dicho retículo.

5 Las características dimensionales del retículo o de los retículos de muelles no son críticas en ningún caso. Sin embargo, la obtención de una buena calidad subjetiva del efecto de reverberación está relacionada en particular:

10 - con el gran número de frecuencias de resonancias propias del reverberador mecánico por cada anchura de banda de frecuencias ("densidad de frecuencias de resonancia" expresada en número de frecuencias de resonancia por Hz);

15 - con el carácter aleatorio de la distribución de estas frecuencias de resonancia;

 - con el gran número de "ecos elementales" producidos por unidad de tiempo por el reverberador mecánico ("densidad de ecos", expresada en número de ecos por segundo);

20 - con el carácter aleatorio de la distribución en el tiempo de estos ecos elementales;

 - con la obtención de valores adecuados de tiempo de reverberación, es decir generalmente del orden de varios segundos, sin que estos valores puedan ser exageradamente importantes (es decir superiores a 10 segundos, por ejemplo) para las frecuencias

25

bajas, ni tampoco demasiado reducidos (es decir inferiores a dos segundos, por ejemplo) en el caso de las frecuencias elevadas.

Siendo iguales todos los demás factores, la densidad de frecuencias de resonancia así como la duración del tiempo de reverberación son funciones crecientes de la longitud del alambre metálico utilizado para cada uno de los muelles del retículo. Por el contrario, la densidad de ecos es una función creciente del número de puntos de reflexión de las ondas mecánicas que se propagan en los muelles (extremidades de los muelles y puntos de acoplamiento mecánico de los muelles que constituyen el retículo). En cuanto a la duración del tiempo de reverberación que puede obtenerse a una frecuencia dada (es decir en una banda de frecuencia estrecha, centrada alrededor de dicha frecuencia dada), es siempre, siendo iguales todos los demás factores, una función creciente de la longitud de los alambres metálicos de los muelles o porciones de muelle entre dos puntos de reflexión intermedarios o extremos (puntos de acoplamiento mecánico de los muelles los unos con los otros, o de un muelle con el marco, o incluso con un excitador o un captador).

Por consiguiente, la obtención simultánea de valores satisfactorios para las diferentes magnitudes indicadas más arriba, puede resultar solamen-

te de la elección de una solución de compromiso. Un ejemplo concreto de esta solución de compromiso se da más adelante y permite tener una idea respecto a los órdenes de magnitud que pueden obtenerse.

5 En cuanto al carácter aleatorio de la distribución de las frecuencias de resonancia, como de la de los ecos, está evidentemente relacionado, por una parte con el carácter más o menos aleatorio de la distribución de los parámetros dimensionales
10 del retículo que entra en la constitución del reverberador elemental (longitud de cada uno de los muelles, distancias entre los diferentes puntos de acoplamiento, ángulos de los muelles tomados dos a dos, etc) y por otra parte con la diversidad eventual de
15 los tipos de muelles utilizados. Sin embargo, se observara que en cuanto el número de muelles utilizados para constituir el retículo pasa a ser bastante importante (superior a 20, por ejemplo, y dándose esa cifra solamente para indicar un orden de magnitud),
20 las precauciones que han de ser tomadas a priori para favorecer la obtención de distribuciones aleatorias de las frecuencias de resonancia y de los ecos pierden rápidamente su importancia, ya que el carácter aleatorio de las características acústicas del
25 reverberador se debe naturalmente a las irregularidades de fabricación, si no se ha tomado la precaución de no fijar tolerancias estrictas por lo que se re-

fiere a las diversas longitudes y a los diversos ángulos que determinan el retículo.

Con relación a la amplitud de las vibraciones de los muelles, puede observarse lo siguiente:

5

Para librarse suficientemente de la influencia de las vibraciones parásitas producidas en el conjunto de muelles por excitación mecánica o acústica directa por las vibraciones y sonidos -
10 externos, ya que dichas vibraciones parásitas tienen por efecto el superponer a las señales de salida útiles un ruido de fondo perturbador o que presenta el riesgo de generar una auto-excitación por efecto LARSEN cuando las señales reverberadas pro-
15 ducidas por el reverberador se amplifican y reproducen acústicamente por medio de altavoces en la proximidad inmediata del reverberador, es naturalmente extremadamente interesante que la amplitud vibratoria "útil" provocada en el conjunto de muelles por el excitador o los excitadores de vibra-
20 ción sea la más elevada posible. Sin embargo, esta amplitud vibratoria está necesariamente limitada por las siguientes consideraciones:

- potencia, robustez mecánica y zona de funcionamiento del o de los excitadores;

25

- robustez mecánica y zona de funcionamiento lineal limitadas del o de los captadores;

- necesidad de no provocar fenómenos no lineales en los mismos muelles, por ejemplo rebasando el límite de elasticidad, o mediante choque entre dos espiras contiguas;

5 - rigidez y resistencia mecánica limitadas de los diversos puntos de acoplamiento (de los muelles los unos con los otros, o con el marco, o con los excitadores o captadores). En particular, el modo de acoplamiento entre los muelles mediante simple presión de contacto, que tiene a su favor la ventaja de la sencillez y por consiguiente del reducido coste de fabricación, presenta como contrapartida el hecho de que la amplitud vibratoria de los muelles debe permanecer bastante reducida para que no se produzca un desplazamiento de un muelle con relación a otro en un punto de contacto, ya que un desplazamiento de este tipo produce necesariamente un ruido de fricción parásito que ha de ser evitado absolutamente.

15 Ejemplo de realización de un reverberador mecánico elemental según el invento.

20 a) características comunes a todos los muelles utilizados:

25 Muelles helicoidales del tipo de tracción, hechos de acero; diámetro del alambre: 0,4 mm; diámetro de las espiras: 3 mm; rigidez: 51N/m.

b) características del retículo:

5 El retículo es bidimensional, de forma rectangular; cada uno de los muelles - que los constituyen está enganchado di rectamente, en cada uno de sus extre- mos, sobre un marco rectangular de - 35 x 50 cm de lado. Los muelles son - todos aproximadamente paralelos a uno u otro de los costados del marco y, -
10 por tanto, se cruzan con ángulos apro ximadamente rectos.

Los muelles que sirven para constituir el retículo se distribuyen en dos grupos de longitu- des: los que estan destinados a situarse paralelamen te al lado mayor del rectángulo tienen una longitud en posición de descanso (es decir en ausencia de ten- sión) del orden de 25 cm; los que están destinados a situarse paralelamente al lado pequeño tienen una lon- gitud en posición de descanso, del orden de 17 cm.

20 El retículo está constituido por 15 mue lles paralelos al lado mas pequeño del rectángulo y 11 muelles paralelos al lado largo. La separación en tre dos muelles paralelos y adyacentes es aproximada- mente constante y es del orden de 3 cm.

25 Los muelles están entrelazados, es de- cir que, a lo largo de cada uno de los muelles, se - sitúan los muelles que le son perpendiculares, alter

nativamente por encima y por debajo de él, (suponiendo que el retículo está situado en un plano horizontal).

5 El acoplamiento mecánico entre muelles, que se obtiene aquí mediante simple presión de contacto, es suficiente si se admite la limitación de la amplitud vibratoria de los muelles (amplitud de desplazamiento longitudinal, es decir, paralelamente al eje del muelle) a valores bastante reducidos. Si se
10 desea aumentar la amplitud vibratoria con el fin de mejorar la relación señal/ruido a la salida del reverberador mecánico, resulta cómodo perfeccionar el acoplamiento mecánico, por ejemplo situando una pequeña gota de adhesivo en el punto de contacto entre los
15 dos muelles. Es preferible realizar la adhesión en un solo punto de una espira de uno de los muelles con una espira del otro, para que el coeficiente de reflexión de las ondas mecánicas en el punto de acoplamiento no tome un valor excesivo debido a una desadaptación local demasiado importante de la impedancia mecánica.

c) Excitadores

25 Se utiliza un solo excitador de vibraciones, constituido por una cabeza de lectura de discos monofónica de tipo piezoeléctrico. Esta cabeza se sujeta en una placa o barra metálica solidaria del marco, en un punto cualquiera de la zona central del

retículo (por ejemplo a título indicativo, en un punto de coordenadas aproximadamente iguales a $x = 24$ cm $y = 24$ cm, tomando como eje de coordenadas dos lados perpendiculares cualesquiera del rectángulo formado por los puntos de sujeción de los muelles en el marco, siendo el eje de las abscisas x el lado largo y el eje de las ordenadas y el lado pequeño). Con relación al muelle con el cual está en contacto, la cabeza de lectura se sitúa en una posición tal que las vibraciones longitudinales de dicho muelle provoquen una vibración lateral de la varilla porta-aguja, exactamente como si de la lectura de una grabación monofónica en disco se tratara.

El acoplamiento mecánico con el muelle está asegurado por un pequeño punto de adhesivo extremadamente duro (por ejemplo del tipo llamado comercialmente "Araldite").

La cabeza está unida al secundario de un transformador elevador con relación igual a 40, alimentándose el primario de dicho transformador por un amplificador de potencia del tipo de semiconductores de 1 W. El valor eficaz de la tensión en los bornes de la cabeza-excitadora es de 20 V como máximo.

d) Captadores.

Se utilizan dos captadores de vibraciones constituidos cada uno por un cabezal de lectura de discos estereofónicos de tipo electromagnético.

Estas cabezas se sujetan cada una en una placa o barra metálica solidaria del marco en un punto cualquiera de la zona central del retículo (por ejemplo, a título indicativo) uno de ellos sería un punto de -
5 coordenadas aproximadamente iguales a ($x = 30$ cm, $y = 18$ cm) mientras que el otro tendría coordenadas aproximadamente iguales a ($x = 18$ cm, $y = 15$ cm), en el sistema de coordenadas elegido anteriormente.

10 Con relación al muelle con el cual está en contacto, cada una de las cabezas esta situada en la misma posición que la que ha sido definida más arriba para el excitador. (es decir que el plano de simetría de la cabeza, que contiene la varilla porta aguja es perpendicular al eje del muelle).

15 El acoplamiento mecánico con el muelle está asegurado por un pequeño punto de adhesivo extremadamente duro, (por ejemplo del tipo llamado comercialmente "Araldite").

20 La tensión eficaz que se obtiene en los bornes de cada una de las cabezas-captadoras es del orden de 0,3 mV cuando la cabeza excitadora está alimentada por una señal de ruido cuya banda está centra da en 1000 Hz y que tiene una anchura de 300 Hz y cuya tensión eficaz es de 20 V.

25 e) Resultados obtenidos.

El tiempo de reverberación obtenido con este reverberador mecánico elemental tiene aproximada

mente los siguientes valores:

f	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Tr	8 s	6,5 s	5 s	3 s	2 s	1,5 s

5

Las mediciones del tiempo de reverberación han sido realizadas en bandas de 1/3 octava.

Los límites exactos de la banda pasante del reverberador dependen en particular de las características exactas de las varias cabezas de lectura de disco que se emplean, pero con modelos corrientes, se extiende aproximadamente desde 50 Hz hasta - 15 KHz.

10

Combinaciones de reverberadores mecánicos elementales

15

Cuando se desea fabricar un reverberador para una aplicación particular, puede ser conveniente obtener un cierto conjunto de características (valores del tiempo de reverberación a diferentes frecuencias, densidad de frecuencia de resonancia, densidad de ecos, etc) cuya obtención resulta muy difícil simultáneamente a partir de un solo reverberador elemental, ya que la obtención de estas características está relacionada con soluciones de compromiso que pueden llegar a ser incompatibles entre si.

20

25

El segundo aspecto del presente invento consiste en el principio de una combinación juiciosa de reverberadores mecánicos elementales diferentes-me

díante mezclado en proporciones adecuadas (eventualmente precedidas por un filtrado) de las señales reverberadas procedentes de él para obtener las características globales deseadas.

5 Más precisamente, ya que las características medibles -y significativas- son generalmente muy variables con la frecuencia, la obtención de un cierto conjunto de valores de estas características para diferentes valores de la frecuencia resulta a veces prácticamente imposible a partir de un solo reverberador. De acuerdo con el presente invento, se divide entonces el espectro de frecuencias útiles en un cierto número de bandas de frecuencias más estrechas, en el interior de cada una de las cuales pueden obtenerse los valores deseados de dichas características, utilizando un reverberador mecánico elemental construido de manera apropiada. Esa división del espectro de la señal, seguida de la reunión de las señales reverberadas procedentes de los diferentes reverberadores, utiliza los circuitos electrónicos o amplificadores de entrada secundarios y los circuitos electrónicos o amplificadores de salida primarios mencionados en la introducción de la presente memoria.

20 La aplicación del principio del invento se entenderá más claramente en este caso, leyendo el siguiente ejemplo:

Ejemplo: Obtención de valores del tiempo de reverberación relativamente poco variables con la frecuencia, mediante la combinación de dos reverberadores mecánicos elementales.

5 En un reverberador mecánico, el tiempo de reverberación es en general una función decreciente de la frecuencia. Aunque esta propiedad existe igualmente, salvo excepción, en la reverberación natural, presenta a menudo un carácter muy exagerado -
10 en las reverberaciones mecánicas, y casi siempre es aconsejable utilizar medios adecuados para que el tiempo de reverberación sea relativamente poco variable con la frecuencia en una gama de frecuencias bastante amplia.

15 En el caso, de reverberadores mecánicos del tipo de retículo de muelles que constituyen el objeto del presente invento, un medio muy sencillo para obtener este resultado consiste en combinar dos reverberadores mecánicos elementales:

20 - El primero está concebido para reverberar correctamente las frecuencias medias y altas - (por ejemplo todas las frecuencias superiores a 500 Hz, a título indicativo). Sin embargo, este reverberador utilizado aisladamente presentaría valores del
25 tiempo de reverberación netamente excesivos a las frecuencias bajas.

- El segundo, por el contrario, está

diseñado para obtener los valores deseados del tiempo de reverberación a las frecuencias bajas, es decir inferiores a 500 Hz. A este efecto, esta constituido por ejemplo por un retículo de muelles provisto de un dispositivo de amortiguación mecánica ajustado de manera adecuada, lo que siempre es factible. Sin embargo, este segundo reverberador, utilizado - aisladamente, presentaría un tiempo de reverberación netamente demasiado corto a las frecuencias elevadas.

10 - Solamente las frecuencias medias y -
altas de la señal de entrada se utilizan en el excitador o los excitadores del primer reverberador, gracias a un filtro pasa-alto, mientras que el excitador o los excitadores del segundo reverberador, por el contrario, reciben solamente las frecuencias bajas de la señal a través de un filtro pasa-bajo.

15 Las señales procedentes de los dos reverberadores se mezclan a continuación en proporciones adecuadas para constituir una señal reverberada completa, es decir, que incluye el conjunto de las frecuencias bajas, medias y altas.

20 Naturalmente, puede también procederse de la siguiente manera, complementaria: la señal de entrada global, es decir no filtrada, se aplica simultáneamente a los excitadores de los dos reverberadores, y a continuación se mezclan en proporciones adecuadas, las señales de salida de dichos rever

beradores, después de filtrarlas mediante filtros pa
sa-alto y pasa-bajo adecuados. En ciertos casos, pue
de ocurrir que el filtrado paso-bajo de las señales
de salida del reverberador concebido para la reverbe
5 ración de las frecuencias bajas, sea inútil, en la
medida en que dicho reverberador, en razón de la uti
lización de un dispositivo de amortiguación mecánica,
puede constituir ya una especie de filtro paso-bajo
mecánico.

10 Finalmente, puede ser interesante, en
algunos casos el combinar los dos métodos indicados
más arriba, es decir, filtrar las señales que se re
fieren a cada uno de los dos reverberadores al mis
mo tiempo, río arriba respecto a los excitadores y
15 río abajo respecto a los captadores. La elección de
una solución determinada depende en particular de -
la solución de compromiso óptima por lo que a la ob
tención de la mejor relación señal/ruído posible -
se refiere, por una parte, y por otra parte, depen
de de la sencillez y por tanto del precio de fabri
20 cación de los circuitos electrónicos; sin embargo -
esta elección no cambia nada en el mismo principio
del presente invento, el cual consiste en el hecho
de combinar dos reverberadores diferentes diseñados
25 especialmente para reverberar de manera óptima tal
o tal parte del espectro de la señal.

Naturalmente, este principio de combi

nación se extiende al caso de la división del espectro de la señal en mas de dos partes complementarias: por ejemplo en tres o cuatro partes complementarias.

Disposiciones que permiten hacer variar los valores del tiempo de reverberación.

5

En una cámara de reverberación "natural", es decir constituida por una sala de reverberación en la cual los sonidos están emitidos por uno o varios - altavoces y recogidos por uno o varios microfonos resulta relativamente incómodo el cambiar los valores - del tiempo de reverberación. En los reverberadores ar-
10 tificiales, por el contrario, se suele utilizar un sistema que permite hacer variar, dentro de límites - determinados, los valores del tiempo de reverberación.

10

15

En los reverberadores mecánicos, dicha variación se - obtiene generalmente, ya sea por procedimientos puramente electrónicos, ya sea por procedimientos mecánicos (incremento o reducción de la amortiguación del - sistema mecánico vibratorio).

20

En un principio, la mayoría de los procedimientos ya utilizados (o descritos en la literatu-
ra) para otros reverberadores mecánicos pueden utilizarse a priori, igualmente en el caso de reverberadores mecánicos de acuerdo con el presente invento. Sin
25 embargo, puede utilizarse también el siguiente principio que caracteriza el presente invento.

25

En razón del bajo precio de coste y del

reducido volumen ocupado por la parte "vital" del re
verberador -es decir el reverberador mecánico elemen
tal descrito mas arriba- resulta particularmente fá-
cil construir y ensamblar varios reverberadores mecá
5 nicos de tipo de retículos de muelles diferentes los
unos de los otros, y caracterizados cada uno por un
cierto conjunto de valores del tiempo de reverbera-
ción; en este caso es posible:

- bien elegir, con la ayuda de un con
10 mutador, uno de estos reverberadores: se obtiene así
una variación por pasos sucesivos de los valores del
tiempo de reverberación;

- bien combinar entre sí, utilizando -
dispositivo electrónicos adecuados, dos o varios de
15 estos reverberadores para obtener los efectos desea-
dos. Por ejemplo es posible mezclar en proporciones
variables (haciéndose las variaciones por etapas su-
cesivas o de manera continua) las señales reverbera-
das procedentes de dos (o mas) reverberadores mecáni
20 cos distintos y caracterizados por unos conjuntos de
valores del tiempo de reverberación netamente dife-
rentes los unos de los otros, produciendo la varia-
ción de las proporciones de la mezcla, la variación
deseada para el conjunto de los valores del tiempo
25 de reverberación resultante.

Finalmente, es posible, desde luego,
utilizar al mismo tiempo, en combinación, el princi

pio de conmutación o de mezclado en proporciones variables mencionado mas arriba, y el principio de combinación de dos o varios reverberadores mecánicos - elementales mediante división del espectro de frecuencia en varias bandas, tal y como se ha descrito más arriba. De este modo es posible concebir, por ejemplo, un reverberador con tiempo de reverberación variable constituido por la combinación:

5
10 - de un reverberador mecánico elemental
Único diseñado especialmente para reverberar las frecuencias altas;

15 - de varios reverberadores mecánicos -
elementales distintos, diseñados especialmente para obtener algunos valores deseados del tiempo de reverberación para frecuencias bajas o medias;

20 y en el cual las señales reverberadas resultantes se obtienen mediante el filtrado y mezclado en proporciones adecuadas de las señales procedente, por una parte del reverberador mecánico elemental para frecuencias elevadas, y por otra parte - de las señales procedentes de uno de los reverberadores mecánicos elementales para frecuencias bajas y medias, a voluntad.

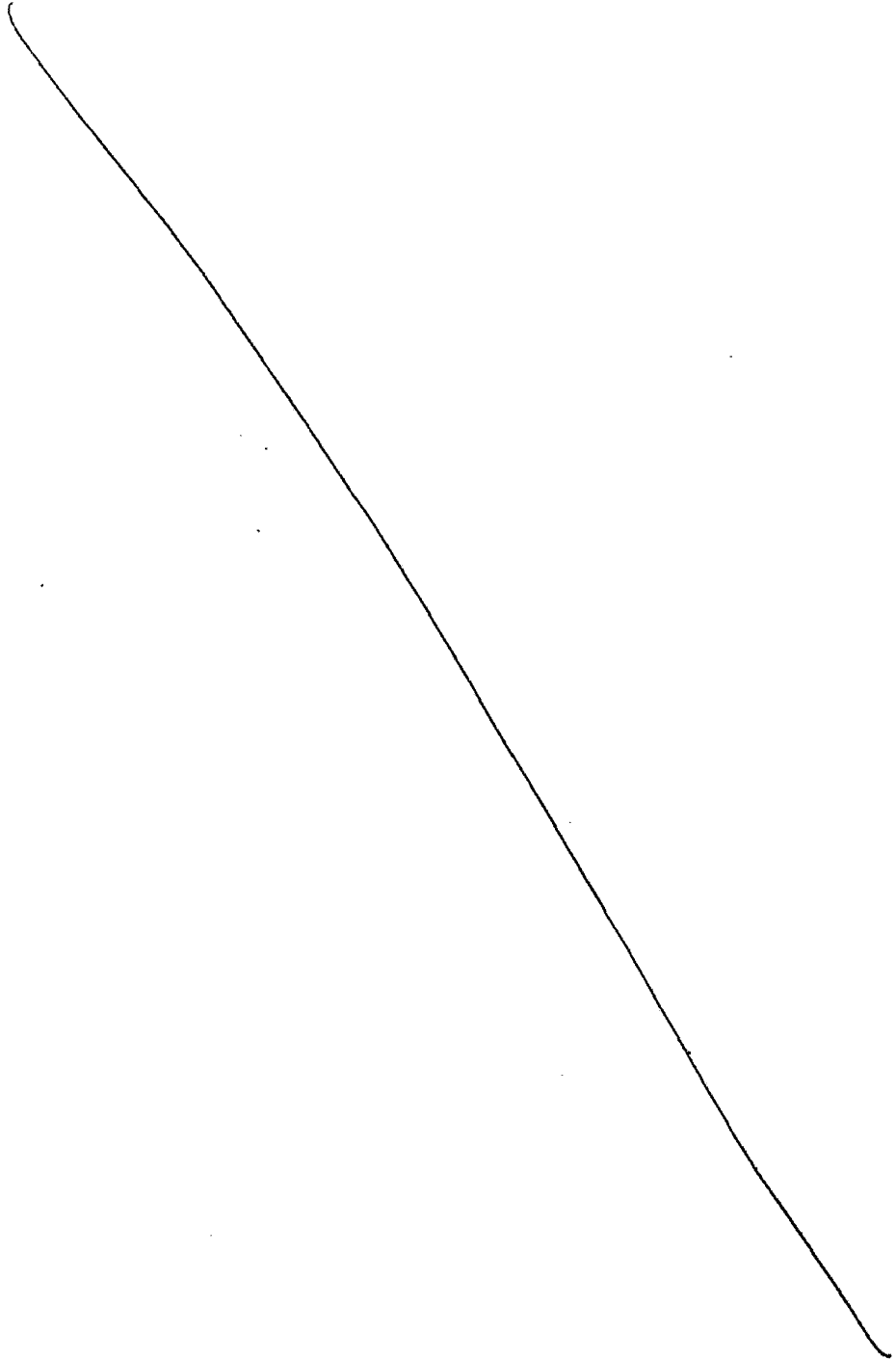
25 Aplicación particular: Efectos especiales de relieve sonoro

El principio del reverberador mecánico con retículo de muelles que constituye el objeto del

presente invento, se presta de manera particularmente adecuada a la utilización de varios captadores. Las señales procedentes de estos diferentes captadores constituyen otras tantas señales reverberadas -
5 distintas las unas de las otras -en particular por - el retardo debido al tiempo de propagación de la onda mecánica en los muelles- que separa su aparición de la emisión de la señal de entrada, y pueden, después de haber sido amplificadas y eventualmente conformadas de manera adecuada, constituir otras tantas
10 señales de salida distintas para la cámara de reverberación artificial. Estas señales distintas puede - utilizarse en particular para alimentar varios altavoces adecuadamente distribuídos en una sala (pudiendo alimentarse cada altavoz o grupo de altavoces, ya
15 sea directamente por una de dichas señales de salida, ya sea por una combinación lineal, diferente en cada caso de dichas señales de salida). De este modo es - posible reconstituir fácilmente en una sala, un efecto de relieve y de ambiente reverberante que simule
20 una sala reverberante real con una exactitud mucho - mayor que si se hubiese utilizado solamente una o incluso dos señales de salida.

Los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos serán susceptibles de variación, siempre que ello no suponga una alteración en la esencialidad del invento.
25

Los términos en que se ha redactado esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio, no limitativo.



REIVINDICACIONES

Se reivindica como de propia y nueva invención, a favor de Etablissement Public TELEDIFFUSION DE FRANCE, con domicilio en 10, rue d'Oradour-sur-Glane, 75732 PARIS (Francia), lo especificado en las siguientes reivindicaciones:

1.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, que incluye por lo menos una red de transmisión de vibraciones mecánicas a audiofrecuencia, que comprende un conjunto de muelles helicoidales, por lo menos una entrada conectada a un conductor electromecánico que sirve como excitador de vibraciones y que transforma las señales eléctricas de audiofrecuencia en dichas vibraciones mecánicas y por lo menos una salida unida a un conductor mecánico-eléctrico que sirve como captador de vibraciones y que transforma dichas vibraciones mecánicas en nuevas señales eléctricas de audiofrecuencia, caracterizado porque dicho conjunto de muelles helicoidales forma, en parte, una especie de retículo por lo menos bidimensional cuyos muelles están conectados mecánicamente entre sí en múltiples puntos de acoplamiento y estando por lo menos un cierto número de estos muelles conectados a un marco rígido.

2.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho conjunto de muelles



lles helicoidales mecánicamente acoplados en múltiples puntos de conexión y que forman una especie de retículo, incluye una capa de muelles que envuelve en el espacio una porción de superficie que puede en particular ser sensiblemente plana.

5
10
3.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u otra de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque - por lo menos un cierto número de muelles helicoidales están entrecruzados los unos con los otros.

15
4.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u otra de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque - por lo menos un cierto número de los muelles helicoidales están entrelazados.

20
5.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u otra de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque por lo menos un cierto número de los muelles helicoidales tienen los unos con los otros un cierto número de puntos de contacto directo.

25
6.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según la reivindicación 5, caracterizado porque por lo menos un cierto número de dichos muelles helicoidales están acoplados mecánicamente los unos con los otros, por lo menos en un cierto número de dichos puntos de contacto directo




mediante simple presión de contacto.

5 7.- Dispositivo para la producción arti-
ficial de efectos de reverberación, según una u otra
de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque -
por lo menos un cierto número de dichos muelles heli-
coidales están acoplados rígidamente entre si por lo
menos en un cierto número de dichos puntos de acopla-
miento.

10 8.- Dispositivo para la producción arti-
ficial de efectos de reverberación, según una u otra
de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque -
por lo menos un cierto número de dichos muelles heli-
coidales están acoplados elásticamente entre si por -
lo menos en un cierto número de dichos puntos de aco-
plamiento.

15 9.- Dispositivo para la producción arti-
ficial de efectos de reverberación, según una u otra
de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado además -
porque por lo menos un cierto número de dichos muelles
20 helicoidales están acoplados mecánicamente entre si -
por medio de cuerpos sólidos que conducen las vibracio-
nes mecánicas.

25 10.- Dispositivo para la producción arti-
ficial de efectos de reverberación, según una u otra
de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque -
por lo menos un cierto número de muelles helicoidales
están unidos con dicho marco rígido por unas conexio-



nes elásticas.

5 11.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u - otra de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado - porque por lo menos un cuerpo blando une directamente o indirectamente uno por lo menos de dichos muelles helicoidales con dicho marco rígido de tal manera que se obtenga un efecto de amortiguación de las ondas mecánicas.

10 12.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u - otra de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado - porque por lo menos uno de dichos transductores es - del tipo piezoeléctrico.

15 13.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u - otra de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado - además porque por lo menos uno de dichos transductores es del tipo electromagnético o electrodinámico.

20 14.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u - otra de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado - porque por lo menos uno de dichos transductores está constituido por una célula de lectura para toca-discos.

25

15.- Dispositivo para la producción artificial de efectos de reverberación, según una u -



otra de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado -
porque dicha red de transmisión de vibraciones mecá
nicas constituida por un conjunto de muelles helicoidal
dales, incluye varias salidas unidas a varios trans-
5 ductores mecaneléctricos que sirven como captadores
de vibraciones y que suministran varias señales eléc
tricas de audiofrecuencia distintas, las cuales pue-
den ser utilizadas en particular para crear en la sa
la efectos de relieve y ambiente sonoros a partir de
10 varios altavoces.

16.- Dispositivo para la producción ar
tificial de efectos de reverberación, según una u -
otra de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado -
porque incluye por lo menos dos redes de transmisión
15 de vibraciones mecánicas de audiofrecuencia, consti-
tuidas por unos conjuntos de muelles helicoidales, -
teniendo dichas redes características diferentes por
lo que se refiere a los varios valores del tiempo de
reverberación a las diversas frecuencias del campo -
20 de las frecuencias audibles, y utilizándose ya sea -
alternativamente, ya sea en combinación la una con -
la otra o las unas con las otras, si se usan más de
dos de ellas.

17.- Dispositivo para la producción ar
25 tificial de efectos de reverberación, según la reivin-
dicación 16, caracterizado porque, entre las redes de
transmisión de vibraciones mecánicas que éste incluye



y que tienen características diferentes por lo que a valores del tiempo de reverberación se refiere, dos por lo menos son redes realizadas especialmente para la reverberación, una en un campo de frecuencias audibles determinado, y la otra en otro campo de frecuencias no idéntico al primero, y se utilizan simultáneamente y en combinación la una con la otra, conjuntamente con filtros de frecuencias, de tal manera que se obtengan determinadas características acústicas globales, en función de las frecuencias, más eficaces que las que se obtienen por medio de una sola red de transmisión de vibraciones mecánicas.

18.- "DISPOSITIVO PARA LA PRODUCCION ARTIFICIAL DE EFECTOS DE REVERBERACION".

Tal y como se deja descrito en la memoria precedente, que consta de cuarenta y tres hojas foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras y planos de forma y tamaño reglamentarios.

Madrid, 22 de Marzo de 1977

P. A. de Etablissement Public
TELEDIFFUSION DE FRANCE

Victor Gil Vega:

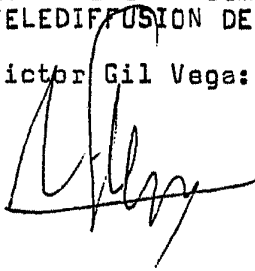


FIG.1

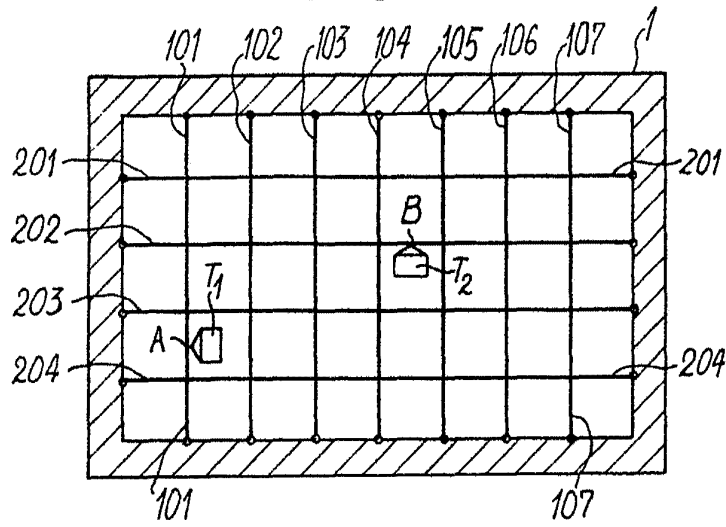


FIG.2

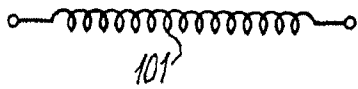


FIG.3

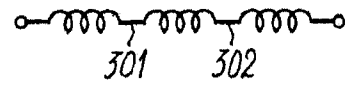
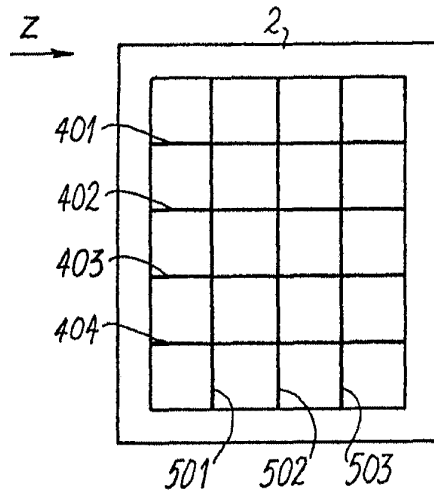


FIG.4



ESCALA VARIABLE
Madrid, 22.3.1977
P.N.