



6

6 MAY 1926

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCIÓN

en

ESPAÑA

por VEINTE años

por "Un procedimiento para cebar y

"mantener todas las cuerdas de

"un piano por medio de un peque-

"ño número de órganos auxilia-

"res, distintos, con los dispo-

"sitivos correspondientes para

"su realización"

Inventor:

Marcel Mournier

residente en:

45, rue Claude Bernard, Paris (Sena),

FRANCIA.

El objeto de este invento lo constituye un procedimiento que permite cebar, mantener o reforzar la amplitud de las vibraciones de las cuerdas de los instrumentos musicales de sonidos amortiguados, sin ninguna unión mecánica entre esas cuerdas y un sistema cualquiera.

Las atracciones necesarias para la conservación del movimiento de las cuerdas se producen gracias a unos electroimanes polarizados que se sitúan frente a ellas.

Como quiera que una cuerda estirada es un sistema mecánico de periodo bien definido y de muy poco amortiguamiento, es posible su conservación o mantenimiento haciendo que por el electro situado frente a ella circule una corriente alterna sinusoidal de frecuencia igual a la de dicha cuerda. Un pequeño o ligero cambio de la frecuencia de la corriente conduce a una grandísima variación de la amplitud de la expresada cuerda inmediato a la resonancia, y se concibe que es imposible realizar prácticamente el mantenimiento de las 88 cuerdas de un piano por medio de 88 osciladores eléctricos distintos y de periodo perfectamente definido con respecto al grado de precisión necesario para que las intensidades sonoras de las diferentes notas sean iguales.

El principio expuesto permite reducir a un pequeño número, como por ejemplo, 12, 7, o 4, los osciladores necesarios para el entretenimiento de todas las cuerdas.

Supongamos que el electro situado frente a una cuerda, el *dog*, por ejemplo, es recorrido por una corriente periódica, no sinusoidal, de una frecuencia que puede ser la correspondiente a la nota



6

do₀.

Sabido es que esa corriente periódica equivale a una suma de corrientes sinusoidales cuyas frecuencias son unos múltiplos de la frecuencia más pequeña. Si ω_0 es la pulsación del sonido fundamental la₀, una corriente no sinusoidal, de frecuencia ω_0 , se puede representar por la serie de Fourier:

$$I = I_0 + i_1 \text{ sen. } \omega_0 t + i_2 \text{ sen. } (2\omega t + \rho_1) + i_3 \text{ sen } \omega (3 \omega t + \rho_2) + \dots$$

Como consecuencia de esa corriente se somete la cuerda a una fuerza de la forma:

$F = F_0 + \rho_0 \text{ sen. } \omega_0 t + \rho_1 \text{ sen. } (2\omega t + \rho) + \dots$
que da un sonido complejo en el que se comprenden todas las frecuencias de la serie, pero con unas amplitudes muy diferentes. El sonido que domina mucho es el fundamental de la cuerda misma, esto es, el do₃ en el ejemplo elegido.

Puesto que el do₃ es el último armónico del do₀, vibra la cuerda bajo la influencia del término ρ_8 de la serie expuesta. La cuerda realiza así, por resonancia, una selección en el movimiento complejo al cual se somete. La selección es tanto más perfecta cuanto menos amortiguada se encuentre la cuerda.

La corriente compleja de ω_0 será, por lo tanto, capaz de hacer que entren en resonancia las siguientes cuerdas del piano:

do₀ , do₁ , sol₁, do₂, sol₂, mi₂, sol₂, do₃, mi₃, etc.

Cuando la resonancia se encuentra bien regulada para uno de los armónicos, se encuentra así para todos los demás. La corriente alterna compleja la produce una fuerza electromotriz alterna que se pue-



6

de producir por uno de los procedimientos que más adelante indicaremos, cualquiera que sea ese procedimiento.

La figura 1 del adjunto dibujo representa el esquema de utilización de esa fuerza electromotriz con la frecuencia de do_0 .

Las indicaciones 1, 2, 3, de la parte de abajo de la figura son do_0 , do_1 , do_2 , do_3 .

Si tenemos en AB una fuerza electromotriz de período fundamental do_0 , disponiendo los electros correspondientes a los do sucesivos del piano con arreglo al montaje expuesto, y cerrando los interruptores 0, 1, 2, 3, etc., los electros correspondientes serán recorridos por las corrientes complejas. De ello resultará la entrada en vibración de las cuerdas, ya por separado, ya simultáneamente.

Con ese montaje, un solo abastecedor de la frecuencia de do_0 basta para mantener los 7 do del piano. 12 abastecedores análogos, pero de frecuencia diferente que correspondan a los 12 semitonos de una octava permiten que entren en funciones las 68 notas del piano.

En la figura 2, sólo se utilizan 7 abastecedores independientes con la frecuencia de do_1 .

Las indicaciones 0 y 1 de la parte de abajo de esa figura son do_0 y do_1 , y las indicaciones 0' y 1' viene a ser sol_0 y sol_1 .

La frecuencia fundamental es do_1 . La primera nota mantenida, o sea do_0 , es el armónico 2. En la misma octava do_0 se encuentra el sol_0 que es el armónico 3 de do_{-1} y cuya frecuencia se representa, por consiguiente, en los términos de la serie de Fourier. De ese modo se pueden agrupar 2 notas de cada octava



en un mismo vibrador. Bastan entonces 7 para 68 notas.

Por último, si la frecuencia fundamental adoptada es do_2 , cuyos primeros armónicos utilizables en el piano son los armónicos 4, 5 y 6, o sea do_0 , mi_0 , sol_0 , en cada octava se pueden utilizar 3 armónicos del sonido de base. Bastan 4 abastecedores distintos para mantener las 68 notas del instrumento.

Veamos la realización de la fuerza electromotriz periódica compleja:

A. - Dispositivos eléctricos.

1ª - Es posible utilizar unas lámparas heterodinas que den numerosos armónicos, lo que se puede obtener empleando unos circuitos de rejilla y de placa, y un hilo resistente, con un acoplamiento de rejilla y placa muy apretado, y unas selfinductancias que posean mucha capacidad repartida.

2ª - Un dispositivo de 2 lámparas acopladas por medio de capacidades y de resistencias, con arreglo al montaje conocido por multivibrador de Abraham.

3ª - Un dispositivo en el que se utilice la descarga en un gas rarificado (neón, nitrógeno, etc.).

Ese tipo de montaje lo representa la figura 3.

Una capacidad C se conecta con un abastecedor eléctrico E por medio de una resistencia R. En las bornas de la capacidad se encuentra una lámpara de neón cuyo circuito comprende una self L que constituye el primario de un transformador.

Cuando se conecta el abastecedor con la capacidad se carga ésta lentamente. Si la dife-



6

rencia de potencial entre sus bornas es suficiente, la descarga se lleva a cabo en la lámpara y el condensador se descarga bruscamente, apagándose entonces la lámpara y volviéndose a cargar dicho condensador.

Las tensiones V_1 y V_2 de encendido y de extinción de la lámpara son en general muy diferentes, reproduciéndose el fenómeno a intervalos regulares. La curva de la corriente en la self L es de la forma que indica la figura 4, forma que aproximadamente se puede representar por la serie armónica:

$$I = I_0 - I_1 \text{ sen. } \omega t + \frac{1}{2} I_0 \text{ sen. } 2\omega t - \frac{1}{3} I_0 \text{ sen. } 3\omega t + \dots + \frac{1}{n} I_0 \text{ sen. } \omega t.$$

La diferencia de potencial en las bornas del secundario AB viene a ser de la forma:

$$E = -E_0 \cos. \omega t + E_0 \cos. 2\omega t - I_0 \cos. 3\omega t + \dots$$

esto es, correspondiente a unos términos armónicos que son todos de la misma amplitud.

Toda vez que la potencia que entra en juego es demasiado pequeña, conviene agregar al dispositivo un heterodino de potencia media, conexiéndose respectivamente la rejilla y el filamento con los puntos A y B. Los electros de un mismo grupo se montan en serie en el circuito de placa del heterodino, pero se encuentran normalmente en corto circuito, abriéndose el contacto solamente en el momento en que la nota entra en acción obrando en el teclado. (figura 5).

B. - Dispositivos mecánicos.

Es posible emplear cualquier clase de interruptor periódico propio para lograr que varíe la corriente en un circuito, como por ejemplo, una rueda giratoria de contactos, un alternador que dé numerosos ar-



mónicos, o bien cualquier clase de vibradores mantenidos, láminas vibrantes, electrodiapasones, y demás.

Cualquiera que sea el sistema es indispensable que la forma de corriente sea rigurosamente la misma con todos los periodos, y que la frecuencia sea perfectamente fija y todo lo regulable posible de una manera continua y progresiva, en tanto que el sistema esté funcionando, a fin de que se pueda obtener la resonancia de un modo permanente, por lo que respecta a las notas más altas del grupo que corresponden a unos armónicos muy lejanos.

Eso se lleva a cabo particularmente merced al dispositivo de la figura 6.

Se constituye un bifilar mediante una barra de acero suspendida en C y D por dos hilos de acero con dos puntos fijos A y B. En el centro de la barra, en E, un resorte en espiral tira del sistema, resorte que se fija en F a un hilo que se enrolla en un árbol e arrastrado por una rueda dentada o de engranaje por tornillo sin fin. La expresada barra lleva dos láminas de acero H e I, que a cada oscilación van a establecer un contacto al apoyarse en unas piezas fijas (no se representan éstas). Uno de esos contactos sirva para mantener el movimiento del bifilar.

Por simple montaje de unos timbres eléctricos, el otro contacto H sirve para que se abra y se cierre el circuito AB de los electros de un mismo grupo, montados en paralelo en la figura 7 (en cada uno de ellos se establece un interruptor suplementario que entra en acción por la tecla).

En las bornas del vibrador V van una capacidad C y una pequeña resistencia -r-. Los valo-



6

res de C y de -r- son tales que las aperturas y los cierres se llevan a cabo sin chispazos. Del valor de C depende igualmente la forma de la corriente de los electros, esto es, la proporción de los armónicos. Se debe elegir C para lograr un sonido conveniente en cada nota. La fuerza electromotriz E del circuito de los electros se hace variable a fin de lograr la variación de la intensidad de los sonidos (expresión).

El contacto D entra en acción por un pedal o una rótula de expresión. Todos los contactos 1, 2 y 3 accionados por las teclas, y los electros correspondientes, se fijan en una placa que se puede adaptar instantáneamente a cualquier piano ya construido y sin otra modificación excepto la de que los vibradores V se encuentran en un mueble independiente del piano.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Francia en 7 de Mayo de 1925, con el número 597.954, se acoge a los beneficios del artículo 16 de la Ley de Propiedad Industrial.

-:- :-: N O P A :-: :-:

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTE años, son los siguientes:

1º - Un instrumento musical, de cuerdas, con vibraciones mantenidas de éstas por medio de tantos electroimanes vibradores como tonos se pretendan mantener en ese instrumento, caracterizados por el hecho de que los electroimanes motores de diversos tonos distintos se reúnen en un mismo circuito alimentado por una fuente común de corriente perió-



dica apropiada.

2ª - Un instrumento como el reivindicado en el punto anterior, caracterizado por la utilización de un abastecedor de corriente periódica de tal suerte que emita unas corrientes periódicas con armónicos, a fin de excitar eficazmente a un determinado número de cuerdas reunidas en el mismo circuito, correspondiendo la frecuencia de tonos a esos armónicos.

3ª - Un instrumento como el reivindicado en los puntos 1ª o 2ª, caracterizado por el hecho de que los electroimanes vibradores o motores se intercalan en paralelo en su suministrador común de corriente periódica, llevándose a cabo la entrada en acción de esos electroimanes motores merced al cierre de un interruptor que maneja el músico.

4ª - Un instrumento como el reivindicado en los puntos 1ª o 2ª, caracterizado por el hecho de que los electroimanes vibradores o motores se intercalan en serie en su suministrador común de corriente periódica, yendo cerrados los interruptores que obran en cada uno de esos electroimanes, durante el reposo de éstos y abriéndolos el músico en el momento del pretendido funcionamiento.

5ª - Un instrumento como el reivindicado en los puntos precedentes, caracterizado por el hecho de que el suministrador de corriente periódica para un grupo de tonos, es una generatriz eléctrica de inducción, o un alternador, a fin de emitir las corrientes periódicas a los pretendidos armónicos.

6ª - Un instrumento como el reivindicado en los puntos 1ª a 4ª, caracterizado por el he-



cho de que el suministrador de corriente periódica apropiada es tal que emite espontáneamente, independientemente de cualquier intervención de una vibración mecánica, la pretendida corriente.

7º - Un instrumento con suministradores para corriente periódica, como el reivindicado en el punto 6º, caracterizado por la constitución de esos suministradores merced a unos circuitos de lámparas con tres electrodos y emisores de corriente periódica.

8º - Un instrumento como el reivindicado en el punto 7º, caracterizado por la constitución de esos suministradores de corriente periódica, ya por vía de utilización de unos circuitos de rejilla y placa, de hilo resistente, de un acoplamiento de rejilla y placa muy apretado, y de selfinducciones que posean mucha capacidad repartida, ya por la utilización de dos lámparas acopladas merced a unas capacidades y a unas resistencias apropiadas, con arreglo al montaje conocido por el nombre de "multivibrador de Abraham".

9º - Un instrumento como el reivindicado en el punto 7º, caracterizado por el hecho de que esos suministradores de corriente periódica utilizan unos circuitos que sacan partido de la potencia de una lámpara de neón y se prestan a descargas regularmente espaciadas.

10º - Un instrumento como el reivindicado en el punto 7º, que comprende un emisor de corriente periódica apropiada, pero relativamente débil, caracterizado por el refuerzo de esa corriente merced a un relevador adecuado, por ejemplo, mediante unos



6

circuitos de lámparas de tres electrodos, utilizándose luego la corriente reforzada, directamente o después de la transformación en los electroimanes motores.

11^o - Un instrumento como el reivindicado en el punto 1^o, caracterizado por el hecho de que los suministradores de corriente con periodicidad bien definida consisten en unos vibradores-contactores mecánicos que constantemente se hallan en movimiento y que obran en unos contactos reguladores de la descarga periódica en el circuito de los electroimanes motores de un suministrador de electricidad conveniente, común a todos esos vibradores-contactores, utilizándose esas descargas ya directamente, ya después de la transformación.



6

12^o - Un instrumento de cuerdas como el reivindicado en el punto 11^o, caracterizado por el hecho de que los vibradores-contactores que se utilizan se someten a una fuerza elástica regulable a voluntad del afinador de dicho instrumento de cuerdas.

13^o - Un instrumento como el reivindicado en los puntos 11^o o 12^o, caracterizado por el hecho de que cada uno de los vibradores-contactores consiste en una barra (-n-), suspendida bifilarmente y de la que tira un resorte regulable (-m-).

14^o - Un instrumento como el reivindicado en los puntos 11^o, 12^o o 13^o, caracterizado por unos pares de contactos, de una parte, para el mantenimiento de un movimiento vibratorio, y de otra, para el lanzamiento de las corrientes motrices, establecidos de tal suerte que cuando menos uno de los contactos de cada par sea sostenido por un resorte

corto y relativamente rígido (-n'-, -n2-), de suerte que la frecuencia de vibración del mencionado resorte portador del contacto exceda francamente a la del vibrador.

15ª - Un instrumento como el reivindicado en los puntos 11ª a 14ª, caracterizado por el hecho de que la barra vibrante (-n-) tiene un contacto oscilante con la barra y es elásticamente sostenido por cada una de sus extremidades, y asimismo por el hecho de que los contactos fijos (-p-, -r-) que corresponden a esos contactos de la barra vibrante se sitúan, ya por delante, ya por detrás del plano definido por la suspensión bifilar de la citada barra, conviniendo que los mencionados contactos fijos se regulen de modo que toquen algo a los sostenidos por la barra cuando ésta se encuentra en reposo.

16ª - Un instrumento como el reivindicado en los puntos 1ª a 15ª, caracterizado por la utilización de una palanca de expresión propia para obrar en la intensidad de la corriente lanzada en los electroimanes motores, o bien para suprimir esa corriente, a voluntad.

17ª - Un procedimiento para cebar y mantener todas las cuerdas de un piano por medio de un pequeño número de órganos auxiliares, distintos, con los dispositivos correspondientes para su realización.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificados.

Esta Me-



moria consta de trece hojas escritas por una sola
cara.

Madrid, 6 de Mayo de 1926.

P. A.
Alberto de Elzaburu
Por Poder



ESCALA VARIABLE

Fig. 1.

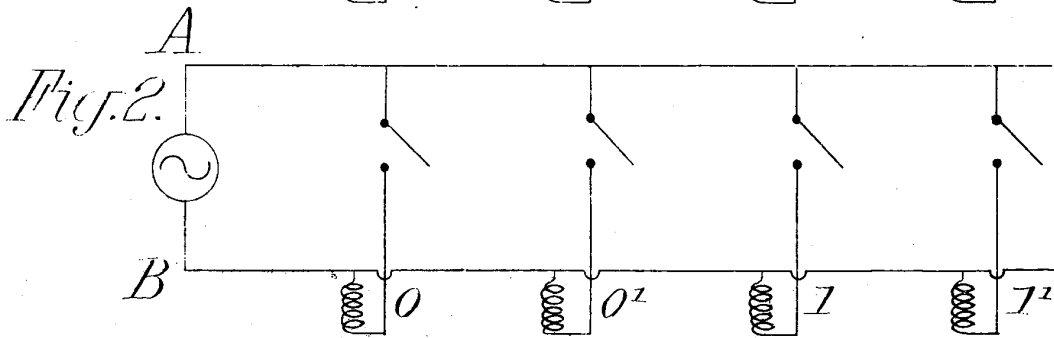
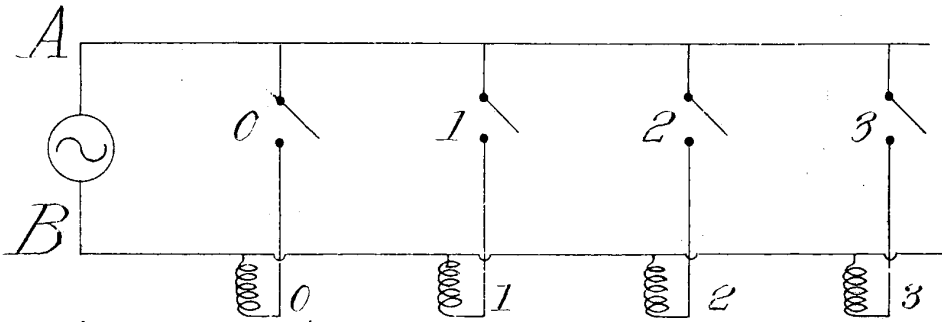


Fig. 3.

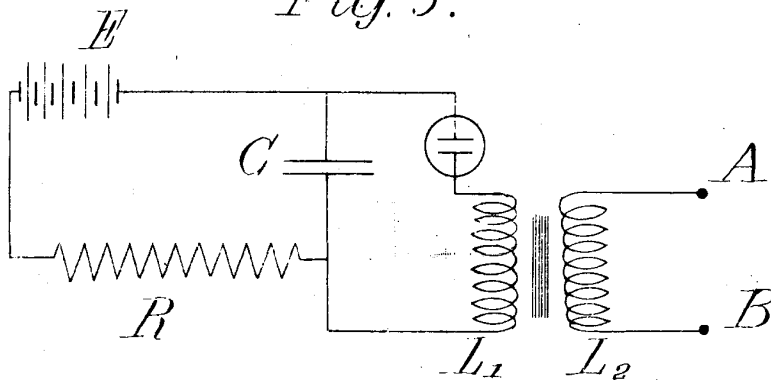
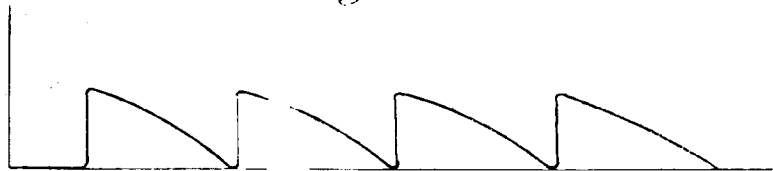


Fig. 4.



PA
 2.180.700.000.000.000
 1912

U. S. Patents

ESCALA VARIABLE

Fig. 5.

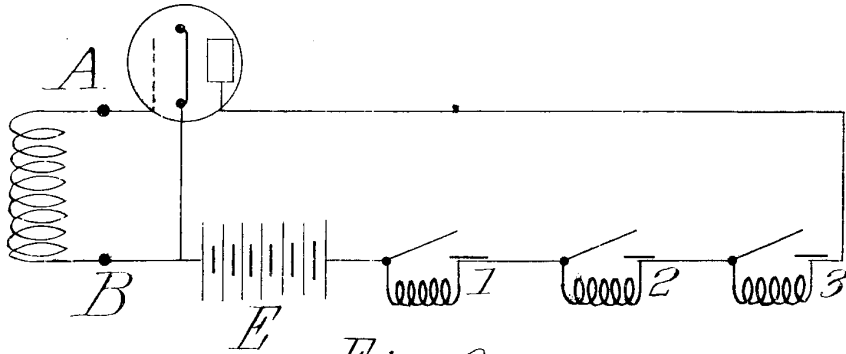


Fig. 6.

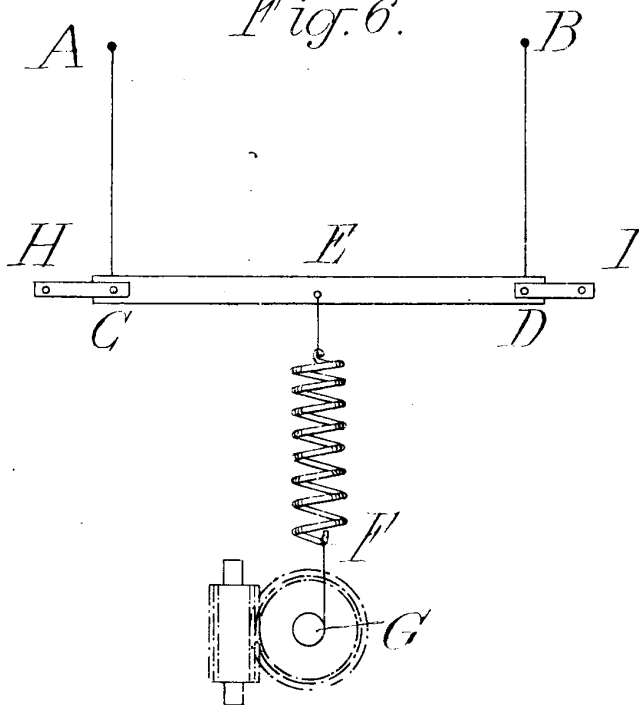
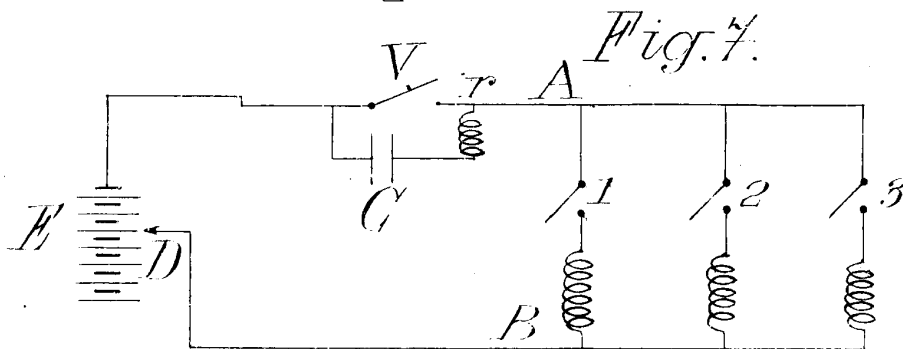


Fig. 7.



T.A.

U. S. Mendenhall