

P. - 35.656

PHN 2383

342 408



Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION

por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN,

entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa,

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda,

por: "UN METODO PARA GENERAR UNA ESCALA DE TONOS" (Clase Internacional G1of G1oh). -



La invención se refiere a un método para generar una escala de tonos, preferiblemente una escala de tonos sustancialmente afinados por igual en instrumentos musicales, preferiblemente instrumentos musicales electrónicos.

De acuerdo con un método conocido, los tonos de las octavas inferiores se derivan por medio de escalas de dos de un número de osciladores de marcha libre, cuyo número es igual al número de tonos por octava, y cuyos osciladores están cada uno sintonizado a una frecuencia sonora diferente.

Es evidente que en caso de desintonización de uno o más de estos osciladores, todos los tonos derivados de ellos se desintonizan también. Esto se evita con el método de acuerdo con la invención, porque cada frecuencia se deriva a través de medios comparadores y divisores o multiplicadores de frecuencia de otras dos frecuencias y la $\frac{1}{m}$ parte de la frecuencia de cada tono es igual a la diferencia de frecuencias de otros dos tonos de la escala tonal, siendo m un número entero, y siendo constante o ajustable independientemente de las restantes frecuencias al menos una de las frecuencias.

Como resultado, las frecuencias de todos los tonos en la octava son fijas respecto de la frecuencia del oscilador de marcha libre, de modo que la relación de frecuencia mutua, que determina la sintonización correcta del instrumento, permanece constante.

Si en el sistema de 31 tonos por octava, en el que los intervalos entre dos tonos contiguos son iguales a $\sqrt[31]{2}$, se escoge m para que sea igual a 37, $f_{10} - f_9 =$



$= 1/74 f_{32} = 1/37 f_1 = 0,0270270$, cuyo valor se desvía solamente $1,3 \times 10^{-5}$ del valor correcto $0,0270405$, cuya desviación no puede ser percibida por el oído. En el anterior ejemplo la frecuencia de f_1 está normalizada a 1.

5 Para obtener una escala de doce tonos afinados por igual, las frecuencias de los grupos de tres tonos satisfacen la ecuación

$$f_{n-2} - f_{n-3} = 1/20 f_n = 1/10 f_{n-12}$$

10 en la que n es el número ordinal del tono en la escala de tonos.

De acuerdo con la definición, una octava en una escala afinada por igual se divide en doce intervalos de tal manera que la relación entre frecuencias adyacentes es constante e igual a $\sqrt[12]{2}$. Si se supone que la más baja de las doce frecuencias f_1 es 1, las frecuencias restantes serán las siguientes:

Tabla 1

	$f_1 = 1,000\ 000$
	$f_2 = 1,059\ 463$
20	$f_3 = 1,122\ 462$
	$f_4 = 1,189\ 207$
	$f_5 = 1,259\ 921$
	$f_6 = 1,334\ 840$
	$f_7 = 1,414\ 214$
25	$f_8 = 1,498\ 307$
	$f_9 = 1,587\ 401$
	$f_{10} = 1,681\ 793$

342408



17

$$f_{11} = 1,781\ 797$$

$$f_{12} = 1,887\ 749$$

Una investigación de los valores de frecuencia en la tabla 1 válida para una octava muestra que la diferencia entre las frecuencias f_{11} y f_{10} es casi igual a $1/10$ de la frecuencia básica f_1 . Como las frecuencias forman una serie geométrica, una relación correspondiente es válida también para otras frecuencias adyacentes en la escala, cuya relación puede escribirse de manera más general como:

$$f_n = 2 f_{n-12} = 20 (f_{n-2} - f_{n-3}) \quad (1)$$

en que f es la frecuencia del tono y n es el número del tono en la octava cuando se cuenta desde el tono más bajo.

Supóngase que se da una de las frecuencias en la octava, adecuadamente el tono básico f_1 , que está normalizado a 1. Pueden calcularse entonces las frecuencias restantes de acuerdo con la anterior relación aproximativa entre las frecuencias. Se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones.

$$f_{12} = 20 (f_{10} - f_9)$$

$$f_{11} = 20 (f_9 - f_8)$$

$$f_{10} = 20 (f_8 - f_7)$$

$$f_9 = 20 (f_7 - f_6)$$

$$f_8 = 20 (f_6 - f_5)$$

$$f_7 = 20 (f_5 - f_4)$$

$$f_6 = 20 (f_4 - f_3)$$

$$f_5 = 20 (f_3 - f_2)$$

342408



$$f_4 = 20 (f_2 - f_1) \quad (2)$$

$$f_3 = 20 (f_1 - \frac{1}{2}f_{12})$$

$$f_2 = 20 (\frac{1}{2}f_{12} - \frac{1}{2}f_{11})$$

5 La solución del sistema de ecuaciones da los siguientes valores de las frecuencias.

Tabla 2

	$f_2 = 1,059\ 460$	-3,1
	$f_3 = 1,122\ 455$	-6,2
	$f_4 = 1,189\ 196$	-9,3
10	$f_5 = 1,259\ 905$	-12,4
	$f_6 = 1,334\ 819$	-15,5
	$f_7 = 1,414\ 187$	-18,4
	$f_8 = 1,498\ 275$	-21,3
	$f_9 = 1,587\ 366$	-22,4
15	$f_{10} = 1,681\ 753$	-23,5
	$f_{11} = 1,781\ 809$	+ 6,2
	$f_{12} = 1,887\ 754$	+ 3,1

20 La columna derecha de la tabla 2 muestra que la desviación equivale a partes de millón entre las frecuencias obtenidas por el uso de la relación aproximativa y las frecuencias ideales dadas en la tabla 1. La máxima desviación se produce como se muestra en la relación entre f_{11} y f_{10} , pero esta desviación también es menor que 30 partes por millón.

25 Según otro método de acuerdo con la invención, para obtener una escala de doce tonos afinados por igual, las frecuencias de los grupos de tres tonos satisfacen la ecuación.

342408



$$f_{n-2} - f_{n-3} = 1/30 f_{n+7} = 1/15 f_{n-5}$$

en la que n es el número ordinal del tono en la escala tonal.

5 En este caso, la desviación de las frecuencias ideales es algo mayor, pero la escala es todavía útil en todos los aspectos.

10 En un dispositivo para efectuar el método es adecuado utilizar doce circuitos osciladores destinados a producir un tono en la octava, cuyos circuitos osciladores tienen un ajuste de frecuencia básico que coincide aproximadamente con la frecuencia apropiada para el circuito oscilador respectivo y cuyos circuitos osciladores son además controlados en frecuencia por medio de señales derivadas de otros dos osciladores de acuerdo con
15 la relación dada, estableciéndose al menos una frecuencia de oscilador independientemente de las restantes frecuencias.

20 La conservación de la relación dada entre las frecuencias por el control de frecuencia de los osciladores puede efectuarse, en principio, de diferentes maneras. Si en la ecuación (1) se consideran como dadas las frecuencias f_{n-2} y f_{n-3} , pueden generarse frecuencias f_n multiplicando por 20 la frecuencia de batido obtenida de la superposición de f_{n-3} y f_{n-2} . Sin embargo, se ha visto
25 que este método lleva a dificultades prácticas asociadas con el gran factor de multiplicación.

Se obtiene un dispositivo más adecuado para el control de frecuencia si, en lugar de ello, se divide la frecuencia f_n del oscilador por 20 y se compara la fre---



2 A

5 frecuencia así producida con la frecuencia de batido de las frecuencias de otros dos osciladores de acuerdo con la relación dada, aplicándose una señal de control producida por la comparación a uno de los osciladores para mantener dicha relación entre las frecuencias por reacción negativa en el circuito de regulación así formado.

10 De este modo se evita la multiplicación de frecuencia y, en lugar de ello, ha de realizarse una división de frecuencia, lo que es un problema más fácil en la práctica. La división puede efectuarse adecuadamente en tres etapas, primero dos divisiones de frecuencia por dos, por ejemplo por medio de circuitos de relajación biestables, y después una división por cinco en un dispositivo adecuado, utilizándose las frecuencias obtenidas --
15 por dichas divisiones por dos para generar los tonos correspondientes en las octavas inferiores adyacentes.

20 Si tanto el oscilador independiente o el oscilador principal, como los osciladores sincronizados son de un tipo, en el que el ajuste de frecuencia básica viene determinado por una magnitud de control aplicada, por ejemplo, una tensión de control, puede sintonizarse todo el instrumento de una manera muy sencilla ajustando dicha tensión. Esto puede utilizarse también para hacer posible una nueva y rápida sintonización del instrumento a
25 otro tono básico.

La invención se ilustra por medio de un ejemplo en el dibujo adjunto, en el que:

30 La figura 1 muestra un diagrama de circuito completo de un oscilador con control de frecuencia automática de acuerdo con la invención;

342408



La figura 2 muestra una pluralidad de diagramas de tiempos para ilustrar la función del circuito oscilador; y

La figura 3 muestra un diagrama esquemático para ilustrar la interconexión de los diferentes circuitos osciladores.

Un instrumento comprende 12 osciladores que se supone que son todos de la realización mostrada en la figura 1. Sin embargo, uno de los osciladores, en el ejemplo dado, el que genera el tono más bajo, difiere de los osciladores restantes en que no tiene control de frecuencia automático.

En el circuito mostrado en la figura 1, la parte de oscilador se designa por OSC_n . El oscilador consiste en un basculador de Schmitt ST que está conectado en reacción desde la salida a la entrada a través de un circuito RC consistente en tres resistencias R_1 , R_2 , R_3 , y un condensador C_1 . La tensión de entrada al paso basculador de Schmitt está formada por la tensión a través de dicho condensador C_1 . El paso ST puede de un modo conocido por sí mismo conmutarse entre dos posiciones en las que suministra dos tensiones diferentes en su salida. Se supone que la tensión de salida varía entre -6 voltios y 0 -- voltios. El paso es disparado desde una posición a la opuesta y viceversa a ciertos niveles predeterminados de la tensión de entrada, es decir, la tensión a través del condensador C_1 .

El oscilador funciona como sigue.

Durante un intervalo en que ST suministra -6 -- voltios en su salida, el condensador C_1 será cargado por



una tensión negativa desde la salida del paso, es decir, la tensión a través de C_1 disminuye. A un cierto valor de la tensión del condensador se alcanza el nivel de disparo y se conmuta el paso a la posición opuesta, en la que se suministra 0 voltios en su salida. La tensión a través del condensador C_1 aumentará ahora hasta que la tensión de entrada alcanza el nivel de disparo para conmutar el paso en dirección opuesta; entonces la tensión del condensador disminuirá otra vez, y se repite el proceso.

La señal procedente del paso ST será una onda rectangular, en la que el tiempo de su período, es decir, la frecuencia de dicha onda rectangular, dependerá en primera instancia de la constante de tiempo del circuito de reacción. De las resistencias incluidas en el circuito de reacción la resistencia R_2 es manualmente ajustable. El valor del condensador C_1 es diferente en osciladores diferentes para permitir el ajuste de los osciladores a diferentes tonos de la octava.

La carga y descarga del condensador C_1 y, por consiguiente, el tiempo del período o frecuencia de la onda rectangular generada son también influenciados por una tensión positiva V_+ alimentada al condensador a través de una resistencia R_4 y una tensión negativa que es aplicada al condensador a través de un potenciómetro P manualmente ajustable. La tensión V_+ es estabilizada con exactitud y es común a todos los osciladores. Variando la tensión V_+ es posible desplazar la frecuencia de todos los osciladores, es decir, la escala tonal de todo el instrumento. El potenciómetro P tiene por finalidad com-



pensar la influencia algo diferente sobre el ajuste de la
 frecuencia básica, a que, por lo demás, deberá dar lugar
 un cambio de la tensión V_+ en los diferentes osciladores.
 Por consiguiente, el potenciómetro P se ajusta individual-
 5 mente a cada oscilador de tal manera que dicho cambio de
 tensión producirá sustancialmente el mismo cambio de fre-
 cuencia relativa en todos los osciladores. En lugar de -
 utilizar la disposición de potenciómetro mostrada, puede
 obtenerse una posibilidad de ajuste correspondiente, por
 10 ejemplo, haciendo la resistencia R_4 variable.

El ajuste de la frecuencia básica del oscila-
 dor viene determinado en el ejemplo dado por el ajuste -
 de la resistencia R_2 , el valor de la tensión V_+ y el ---
 ajuste del potenciómetro P. Además de esto, hay en todos
 15 los osciladores excepto en el que genera el tono más ba-
 jo f_1 , un control de frecuencia automático, que se produ-
 ce aplicando una tensión de control a un terminal d_n . La
 tensión de control se deriva de otro oscilador como se -
 describe de manera más detallada en lo que sigue.

20 Como los dos semiperíodos de la tensión de sa-
 lida desde el paso ST no son iguales en duración y además
 variará mutuamente al variar el tiempo total del período,
 la parte de oscilador incluye también un circuito de rela-
 jación biestable FF_1 que es disparado por un flanco de la
 25 tensión desde ST. El circuito FF_1 produce una división de
 frecuencia por dos de la tensión desde el paso ST y sumi-
 nistra una tensión rectangular, en la que los dos semipe-
 ríodos son iguales en duración. Se supone que la tensión
 desde FF_1 varía, al igual que la tensión desde circuitos
 30 similares, entre 0 voltios y -6 voltios.

342408



La tensión rectangular desde FF_1 forma la tensión salida del oscilador y es alimentada a un terminal de salida A_n . Se genera entonces a partir de la tensión en el terminal A_n un tono que tiene un color acústico re
 5 querido.

De acuerdo con lo anterior, se obtendrá una -
 escala sustancialmente cromática si se regulan los dife-
 rentes circuitos osciladores de tal manera que se satis-
 faga la relación de frecuencia mutua dada por la ecuación
 10 (1). La ecuación (1) se vuelve a escribir como sigue:

$$f_n/20 = f_{n-2} - f_{n-3} \quad (3)$$

De conformidad con esto, se genera la tensión de control comparando $1/20$ de la frecuencia de un oscila-
 dor con la diferencia entre las frecuencias de otros dos
 15 osciladores, más en particular los dos osciladores que -
 son un escalón de tono completo (dos escalones de semitono
 no) y tres escalones de semitono, respectivamente, por -
 debajo de la frecuencia de oscilador en cuestión.

La generación de la frecuencia $f_n/20$ es efec-
 20 tuada en tres escalones en el ejemplo mostrado: en primer
 lugar, división de la frecuencia de oscilador f_n por dos
 en un primer circuito de relajación biestable FF_2 , luego
 otra división de frecuencia por dos en un circuito de re-
 relajación similar FF_3 y finalmente división de la frecuen-
 25 cia obtenida por cinco en un circuito divisor Sc_5 , cuyo -
 último circuito mencionado puede estar compuesto de una -
 manera conocida por sí misma por tres circuitos de relaja-
 ción biestables. La tensión desde el primer circuito de -
 relajación FF_2 es alimentada a un terminal de salida B_n y



es utilizada para generar el tono correspondiente en la octava inferior adyacente. La tensión desde el segundo circuito de relajación FF_3 es alimentada a un terminal C_n y es utilizada para generar el tono correspondiente en la octava inferior inmediatamente siguiente.

La frecuencia $f_n/20$ obtenida por la división de frecuencia se compara con las frecuencias f_{n-3} , f_{n-2} en una unidad de coincidencia o barrera de coincidencia consistente en unos diodos D_1 , D_2 , D_3 , D_4 . Las entradas a la unidad de coincidencia b_n , a_n están conectadas de acuerdo con esto a la salida de los osciladores que están tres escalones de semitono y uno de tono completo por debajo de la frecuencia del oscilador en cuestión. La corriente de coincidencia producida por la unidad de coincidencia es integrada en un condensador C_2 que suministra la tensión de control para el control automático de frecuencia. La tensión de control se deriva de un terminal de salida D_n . La tensión de control que aparece en la salida D_n se utiliza para regular una de las frecuencias de entrada a la unidad de coincidencia, en el ejemplo dado de la frecuencia f_{n-3} , y por consiguiente, dicha salida de control está conectada a la entrada de control d_{n-3} del oscilador que está tres escalones de semitono por debajo de la frecuencia del oscilador mostrado. La unidad de control d_n del circuito mostrado está correspondientemente conectada a la salida D_{n+3} del oscilador que está tres escalones de semitono por encima de la frecuencia del oscilador mostrado.

La unidad de coincidencia funciona como sigue.

La tensión en todas las entradas de la unidad varía según lo anterior entre 0 y -6 voltios a un ritmo determinado por las frecuencias reales. Mientras cualquier-



ra de las entradas tenga la tensión 0, el punto común P_1 para los diodos $D_1 - D_4$ se mantendrá al potencial 0, y el diodo D_4 está en corte ya que el condensador C_2 tiene un potencial negativo.

5 Solamente durante los intervalos en que todas las entradas a la unidad de coincidencia tienen -6 voltios, puede caer el potencial del punto P_1 por debajo del valor 0, con lo que el diodo D_4 se abre y el condensador C_2 se carga negativamente desde una fuente de potencial de -6 voltios. El condensador C_2 se descargará durante los intervalos intermedios en que no se produce coincidencia.

Los impulsos de tensión desde Sc_5 representativos de la frecuencia f_n dividida por 20 pueden considerarse como impulsos de apertura o impulsos de barrera respecto de la unidad de coincidencia. Por tanto, será decisivo respecto a cuánto se cargará el condensador C_2 y, por consiguiente, respecto al valor medio de la tensión a través del condensador, es decir, la tensión de control, el tiempo total durante el que los impulsos de tensión negativa aparecen simultáneamente en las entradas a_n y b_n durante dichos impulsos de barrera.

Si no se tomaran medidas especiales tendría lugar una descarga apreciable del condensador C_2 en los intervalos entre dos impulsos de barrera, dando por resultado una configuración en diente de sierra pronunciada de la tensión a través del condensador C_2 . Con objeto de cuidar de esto, se deriva además un impulso de barrera invertido del Sc_5 , es decir, una tensión que es 0 durante el impulso de barrera y negativa durante los intervalos in-



5 termedios, cuya tensión se aplica al condensador C_2 a --
 través de una resistencia R_5 . Por la elección adecuada --
 de las constantes del circuito es posible por este medio
 eliminar dicha tendencia a la descarga del condensador --
 5 C_2 durante los intervalos entre los impulsos de barrera,
 de modo que se obtendrá una tensión prácticamente uniform
 e a través del condensador C_2 aparte de las pequeñas va
 riaciones producidas por los impulsos de carga proceden
 tes de la unidad de coincidencia.

10 La función se ilustra en la figura 2, en la --
 que el diagrama superior muestra la tensión en la entra
 da b_n y el siguiente diagrama muestra la tensión en la --
 entrada a_n . De acuerdo con lo anterior, las dos tensio--
 nes se derivan de dos osciladores adyacentes y, por con
 15 siguiente, diferirán una de otra un escalón de semitono
 en frecuencia. El siguiente diagrama muestra la coinciden
 cia entre los impulsos en la entrada a_n y los impulsos en
 la entrada b_n . El máximo de coincidencia se produce en --
 t_1 y t_1' y el mínimo de coincidencia se produce en t_2 . --
 20 El tiempo del período entre dos máximos o (mínimos) de --
 coincidencia representa la frecuencia de batido f_{n-2} --
 f_{n-3} , que, de acuerdo con lo anterior, ha de regularse --
 para que haya igualdad con la frecuencia del oscilador --
 real dividido por 20. Esta frecuencia está representada
 25 por dichos impulsos de barrera, que se muestran en el si
 guiente diagrama. El último diagrama de la figura 2 mues
 tra por impulsos de tensión negativa los intervalos en --
 que aparece simultáneamente tensión negativa en todas las
 entradas a la unidad de coincidencia, llamada así de coin
 30 cidencia triple. Durante estos intervalos es cuando tiene



lugar la carga del condensador C_2 y las áreas totales de las superficies rayadas en la figura 2 determinarán el estado de carga del condensador y, por consiguiente, la tensión de control.

5 Resulta evidente de dicha figura que se obtienen la corriente máxima de coincidencia y, por consiguiente, la máxima carga negativa del condensador, si el impulso de barrera se produce en el momento t_1 en que las frecuencias f_{n-2} y f_{n-3} están en la misma fase. Si el impulso de barrera se produce en el momento t_2 , en que las posiciones de fase son opuestas, la corriente de coincidencia, y, por tanto, la carga del condensador serán mínimas. Supóngase que la barrera está abierta en el intervalo entre t_1 y t_2 como se muestra en el dibujo. Respecto del circuito de regulación mostrado, pueden considerarse las frecuencias f_{n-2} y f_n y, por consiguiente, también $f_{n/20}$ como frecuencias fijas. La frecuencia f_{n-3} es ajustada manualmente de modo que satisface aproximadamente la relación $f_{n/20} = f_{n-2} - f_{n-3}$. Si se cumpliera exactamente la relación, el impulso de barrera permanecería en fase constante con relación a la frecuencia de batido representada por dichos máximos y mínimos de coincidencia. Sin embargo, si la frecuencia f_{n-3} es por ejemplo un poco demasiado alta, el período de pulsación es mayor que el período de barrera, lo que significa que el impulso de barrera es desplazado gradualmente hacia t_1 . Como consecuencia, la corriente de coincidencia aumenta y el condensador C_2 se carga a una tensión negativa más alta. La corriente de regulación es suministrada a través de la resistencia R_6 al terminal d_{n-3} del oscilador f_{n-3} , disminuyendo con ello



su frecuencia. La frecuencia f_{n-3} es regulada automáticamente por esta reacción negativa hasta su valor correcto, y la fase relativa se bloquea en la posición en que la corriente de reacción tiene el valor apropiado. Se obtiene una sincronización estable mientras la señal de barrera negativa está bloqueada en alguna parte entre las posiciones t_1 y t_2 . Escogiendo una fuerte reacción, por ejemplo, disminuyendo la resistencia R_G , puede hacerse muy amplio el intervalo de sincronización. Sin embargo, una fuerte reacción puede dar por resultado una modulación de frecuencia debido al hecho de que la tensión a través del condensador C_2 no es una tensión perfecta de corriente continua, sino que está sujeta a pequeñas variaciones.

En lugar de regular la frecuencia f_{n-3} como en el ejemplo dado es naturalmente posible también elegir las frecuencias f_n y f_{n-3} fijas y utilizar la señal de reacción para el control automático de la frecuencia f_{n-2} .

La interconexión entre los diferentes osciladores se ilustra en la figura 3, en la que las referencias 1, 3 12 designan el número del oscilador o el tono en la octava y A, B, C, a, b, D y d designan los terminales de acuerdo con la figura 2. La señal de entrada alimentada a b y a debe tener, de acuerdo con la relación dada, una frecuencia que está tres escalones y medio y dos escalones y medio de tono, respectivamente, por debajo de la frecuencia del oscilador real. Para el oscilador 1 esto significa que a sus terminales b_1 y a_1 han de aplicarse frecuencias correspondientes a los tonos



nos 10 y 11 en la octava inferior adyacente. Pero, de --
 acuerdo con lo anterior, esta octava se obtiene de los -
 terminales de salida B. Por consiguiente, dichos termina
 les b_1 y a_1 están conectados a unos terminales B_{10} y B_{11} .
 5 El siguiente oscilador 2 ha de alimentarse igualmente con
 frecuencias correspondientes a tonos de la octava inferior
 adyacente y tiene sus terminales b_2 y a_2 conectados a los
 terminales B_{11} , B_{12} . Al oscilador 3 ha de aplicarse una -
 frecuencia correspondiente al tono más alto de la octava
 10 inferior adyacente y al tono básico de la octava real. -
 Por consiguiente, dicho oscilador tiene sus terminales -
 b_3 , a_3 conectados a B_{12} y A_1 , respectivamente. Los osci-
 ladores restantes han de alimentarse en los terminales a
 y b con frecuencias correspondientes a tonos de la propia
 15 octava y están conectados a las salidas A: así b_4 , a_4 es-
 tán conectados a A_1 y A_2 , respectivamente, b_5 , a_5 están -
 conectados a A_2 y A_3 , respectivamente, etc.

Por lo que se refiere a las entradas de control
 d, se muestra en el dibujo que el primer oscilador tiene
 20 su terminal d_1 desconectado. Por consiguiente, el oscila-
 dor 1 funciona con una frecuencia fija establecida que de
 terminará la escala de tonos completos. Los osciladores -
 restantes reciben una tensión de control en la entrada d
 desde la salida D del oscilador que está a una frecuencia
 25 tres escalones de semitono más alta: así d_2 está conecta-
 do a D_5 , d_3 está conectado a D_6 , etc. Sin embargo, los --
 tres últimos osciladores 10, 11 y 12 que deberán recibir
 apropiadamente tensión de control desde los tres primeros
 osciladores en la siguiente escala más alta están conecta
 30 dos, en lugar de ello, a los primeros osciladores en la -



octava real, ya que las oscilaciones de estos pueden considerarse también como representativas de los tonos de la octava más alta.

El ajuste de la frecuencia básica de cada oscilador es efectuado como se menciona por medio de la resistencia manualmente variable R_2 . Debido a la sincronización descrita entre los osciladores, no es necesario, sin embargo, en el establecimiento de frecuencia, excepto para la primera frecuencia f_1 de oscilador, juzgar si la altura del tono real es correcta o no, sino solamente que el establecimiento básico sea tal que la sincronización sea efectiva, es decir, que el ajuste del oscilador esté dentro del intervalo de sincronización. Esto se comprueba fácilmente por cuanto que, cuando se excede el límite de sincronización, la altura de tono variará con cierta periodicidad. El ajuste se efectúa de tal manera que se varía primeramente la resistencia R_2 en una dirección y después en dirección opuesta hasta que se excede en ambos casos el límite de sincronización y se somete el tono a fluctuaciones. Después se establece la resistencia a mitad de camino entre los dos valores límite obtenidos. Se asegura entonces que el oscilador esté ajustado al centro del intervalo de sincronización.

El ajuste de todo el instrumento deberá llevarse a cabo en un orden prefijado determinado por la manera en que se hace la interconexión de los osciladores. En el ejemplo dado, el ajuste puede llevarse a cabo como sigue.

Se supone la frecuencia f_1 del primer oscilador fija y ajustada al valor correcto. Se ajustan las fre-

342408



12

cuencias f_2 y f_3 de los osciladores 2 y 3 aproximadamente lo más cerca posible de sus valores correctos respectivos y se consideran por el momento como constantes. Como se desprende de la figura 3, se incluyen los osciladores 1, 3 y 12 en un circuito de regulación cerrado, -- por cuanto que se interconectan de tal manera que las salidas A_1 y B_{12} están conectadas a las entradas a_3 y b_3 , mientras que la salida de control D_3 está conectada a la entrada de control d_{12} . Las dos frecuencias dadas f_3 y f_1 determinan así la frecuencia f_{12} en el circuito de regulación descrito. Con los valores dados de f_1 y f_3 , el oscilador 12 se ajusta al centro de su intervalo de sincronización. Se incluyen osciladores para las frecuencias f_2 , f_{12} y f_{11} en un circuito de regulación similar, en el que la frecuencia f_{11} viene determinada por las frecuencias dadas f_2 y f_{12} . Se ajusta el oscilador para la frecuencia f_{11} al centro de su intervalo de sincronización. Se repiten luego los ajustes correspondientes en orden sucesivo para los osciladores restantes. El proceso de -- ajuste se ilustra en la tabla siguiente.

Tabla 3

25

$$\begin{aligned} f_3 + f_1 &\longrightarrow f_{12} \\ f_2 + f_{12} &\longrightarrow f_{11} \\ f_1 + f_{11} &\longrightarrow f_{10} \\ f_{12} + f_{10} &\longrightarrow f_9 \\ f_{11} + f_9 &\longrightarrow f_8 \\ f_{10} + f_8 &\longrightarrow f_7 \\ f_9 + f_7 &\longrightarrow f_6 \\ f_8 + f_6 &\longrightarrow f_5 \end{aligned}$$

342408



$$\begin{aligned} f_7 + f_5 &\longrightarrow f_4 \\ f_6 + f_4 &\longrightarrow f_3 \\ f_5 + f_3 &\longrightarrow f_2 \end{aligned}$$

La tabla 3 muestra que los dos últimos ajustes
5 producirán una corrección de los valores inicialmente su-
puestos para f_2 y f_3 . Si la aproximación inicial para f_2
y f_3 no fue suficientemente exacta, puede ser necesario
llevar a cabo el ciclo de ajuste una vez más con los nue-
vos valores de f_2 y f_3 . Sin embargo, el proceso converge
10 tan rápidamente que es usualmente suficiente un ciclo de -
sintonización.

Como se muestra en la figura 2, se obtienen so-
lamente tres o cuatro impulsos de coincidencia durante un
impulso de barrera. Es evidente entonces que la corriente
15 de coincidencia integrada dependerá en cierto grado de la
posición de estos pocos impulsos de coincidencia durante
el intervalo de impulso de barrera. Pero los impulsos de
coincidencia pueden producirse en cualquier posición duran-
te el intervalo y pueden cambiar la posición de un inter-
20 valo de carga al siguiente. Pueden surgir por ello peque-
ñas variaciones en la tensión a través del condensador, -
denominadas fluctuaciones de amplia coincidencia, las cua-
les, si la reacción es fuerte, pueden originar modulación
de frecuencia de los osciladores. Para disminuir este efec-
25 to ha de hacerse el impulso de barrera más largo que el --
mostrado en la figura 2. Un valor adecuado del intervalo -
de impulso de barrera es aproximadamente el 40% del tiempo
total del período.

Para obtener una regulación más suave del osci-
30 lador es también posible reemplazar el dispositivo de com-



paración mostrado, que funciona de acuerdo con el principio de coincidencia de impulsos con un detector sensible a la fase, al que se aplica, por una parte, una tensión representativa de la frecuencia de oscilador dividida por 5 20, y por otra parte, una tensión representativa de dicha frecuencia de batido, cuya última tensión citada ha sido generada por superposición de las dos frecuencias reales y separación de la frecuencia de batido por medio de circuitos de filtro adecuados. El detector sensible a la fase 10 se suministra como conocida una señal de salida que indica en cuanto a tamaño y signo la desviación en fase entre las dos tensiones comparadas, cuya señal de salida puede utilizarse para la regulación de la frecuencia del oscilador del mismo modo que se ha descrito.

15 Resultará claro que es igualmente posible utilizar la ecuación

$$1/30 f_{n+7} = 1/15 f_{n-5} = f_{n-2} - f_{n-3}$$

en lugar de la ecuación

$$\frac{f_n}{20} = \frac{f_{n-12}}{10} = f_{n-2} - f_{n-3}$$

20 y modificar adecuadamente las interconexiones entre los osciladores.

Son posibles también otras muchas modificaciones dentro del alcance de la invención. Así, puede utilizarse en principio la multiplicación de frecuencia en lugar de la división de frecuencia. Para evitar la desviación de frecuencia, puede controlarse por cristal el oscilador independiente u oscilador principal. Alternativamente, es posible utilizar dos osciladores principales, uno



controlado por cristal y el otro ajustable, cuyos osciladores se conmutan según se desee. El método de sincronización descrito puede aplicarse también de un modo análogo a un sistema mecánico, por ejemplo, ruedas tonales giratorias. Puede obtenerse luego la diferencia entre las frecuencias de rotación adyacentes por medio de engranajes diferenciales, y la multiplicación o división se produce por medio de dispositivos de engranaje comunes.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Suecia, con fecha 30 de Junio de 1966, bajo el número 8937/66, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

NOTA

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

1ª. - Un método para generar una escala de tonos, preferiblemente una escala de tonos sustancialmente afinados por igual en instrumentos musicales, preferiblemente instrumentos musicales electrónicos, caracterizado porque cada frecuencia se deriva a través de medios comparadores y divisores o multiplicadores de frecuencias y la $\frac{1}{m}$ parte de la frecuencia de cada tono es igual a la diferencia de frecuencia de otros dos tonos de la escala de tonos, siendo m un número entero, y siendo constante o ajustable independientemente de las restantes frecuencias al menos una de las frecuencias.

342408



2º. - Un método según la reivindicación 1 para obtener una escala de doce tonos afinados por igual, caracterizado porque las frecuencias de tres tonos satisfacen la ecuación

5
$$f_{n-2} - f_{n-3} = 1/20 f_n = 1/10 f_{n-12}$$

en la que n es el número ordinal del tono en la escala tonal.

3º. - Un método según la reivindicación 1 para obtener una escala de doce tonos afinados por igual, caracterizado porque las frecuencias de tres tonos satisfacen la ecuación

10
$$f_{n-2} - f_{n-3} = 1/30 f_{n+7} = 1/15 f_{n-5}$$

en la que n es el número ordinal del tono en la escala tonal.

15 4º. - Un dispositivo para generar una escala de doce tonos afinados en instrumentos musicales electrónicos, caracterizado porque comprende doce circuitos osciladores, destinado cada uno a generar un tono en la octava, cuyos circuitos osciladores tienen un ajuste de la

20 frecuencia básica que coincide aproximadamente con la frecuencia apropiada para el circuito oscilador respectivo, y porque además se controla su frecuencia por medio de señales derivadas de otros dos osciladores para satisfacer la condición dada en la reivindicación 1, ajustándose

25 al menos una frecuencia de oscilador independientemente de las restantes frecuencias.

5º. - Un dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque la señal controladora de frecuencia



se produce por medio de un dispositivo para dividir la -
frecuencia del oscilador por 20 y comparar la frecuencia
así obtenida con la frecuencia de batido entre otras dos
frecuencias de oscilador de acuerdo con la relación dada,
5 aplicándose una señal de control producida por dicha com-
paración a uno de los osciladores para mantener dicha re-
lación entre las frecuencias por reacción negativa en el
circuito de regulación así formado.

6º. - Un dispositivo según la reivindicación -
10 3, en el que la división de frecuencia por 20 comprende
dos divisiones por dos en circuitos separados, caracte-
rizado porque las frecuencias obtenidas por dichas divi-
siones por dos se utilizan para generar los tonos corres-
pondientes en las octavas inferiores adyacentes.

15 7º. - Un dispositivo según cualquiera de las -
reivindicaciones 2-4, en el que tanto el oscilador inde-
pendiente como los osciladores sincronizados son de un -
tipo en el que el ajuste de la frecuencia básica viene -
determinado por una magnitud de control aplicada, por --
20 ejemplo, una tensión de control, caracterizado porque se
aplica la misma magnitud de control a todos los oscilado-
res para hacer posible un cambio del ajuste de la fre---
cuencia básica en todos los osciladores por una variación
de dicha magnitud de control.

25 8º. - Un método para generar una escala de to-
nos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y -
con los fines que se han especificado.

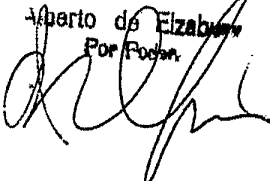
342408



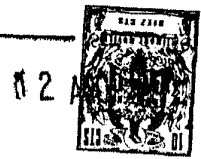
Esta Memoria consta de veinticinco hojas escri-
tas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 12 AGO. 1967

P.A.

Aperto de Elizabeth
Por Fodan


342408



342408

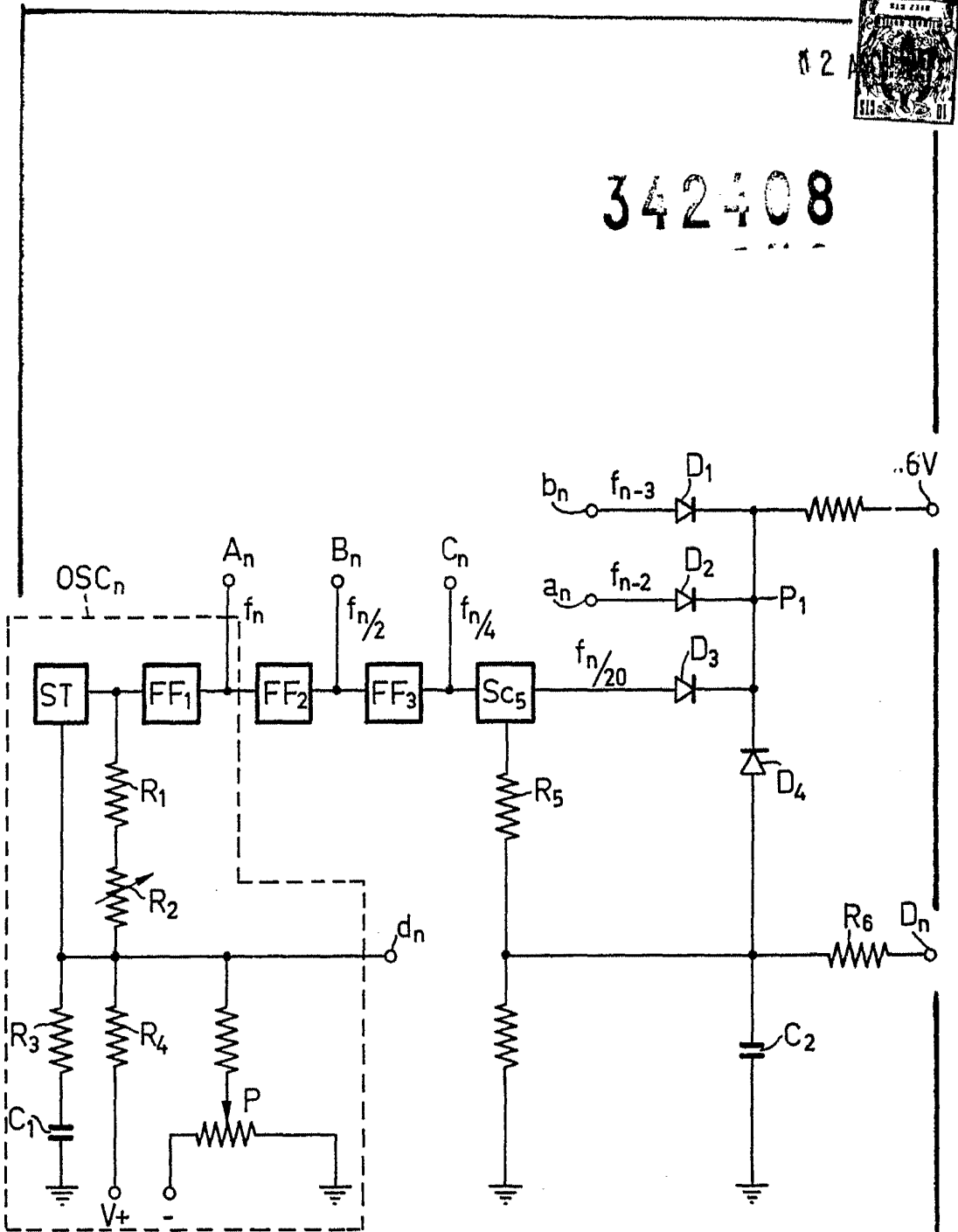


FIG. 1

Alvaro de Elzou
D. N. 12.5058



342408

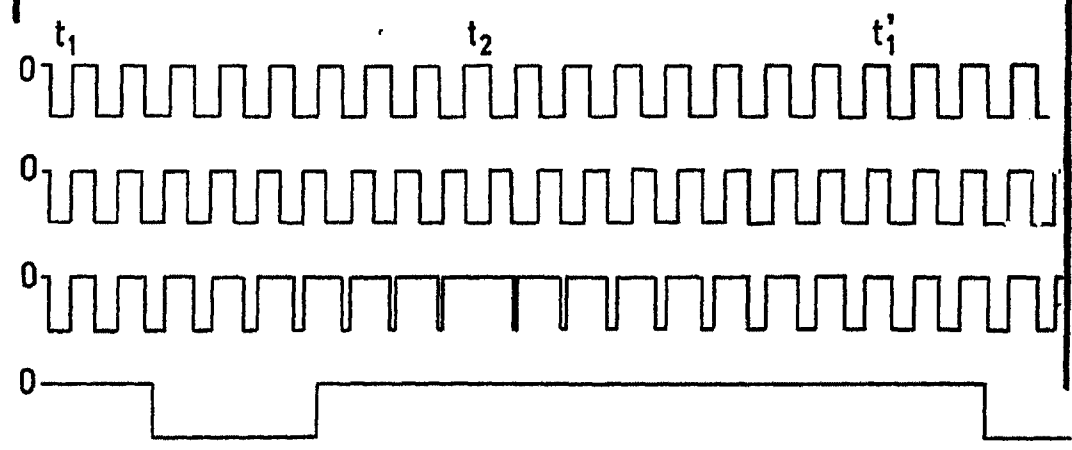


FIG. 2

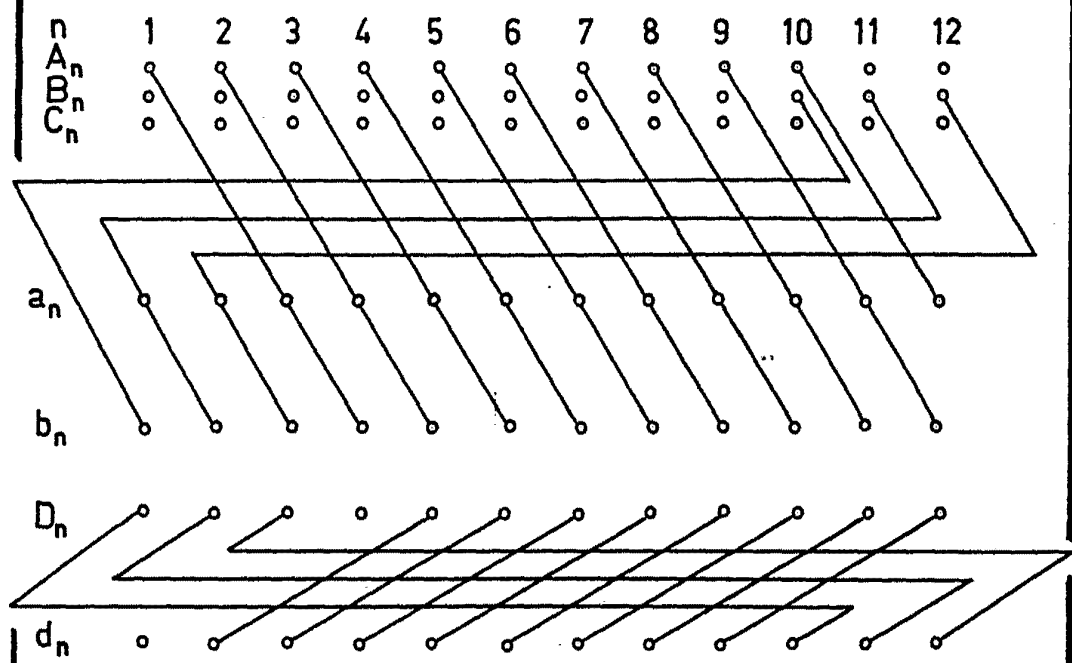


FIG. 3

Victor de Eizaboo
1950