

## La segunda generación de música electrónica

por José Vicente Asuar

Es un hecho que, debido a los increíbles avances en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones, la técnica del sonido y su expresión artística, la música, tienen hoy en día, un campo de aplicación cuantitativo jamás conocido antes en la historia. La industria del disco, del cassette, las transmisiones radiales, televisibles, llegan al hogar accesibles a grandes masas de público y, a veces, con calidad de sonido tan bueno o mejor que el original. En esta avalancha de sonido que se derrama se encuentran todas las formas de expresión musical: desde el tema o efecto sonoro más elemental, hasta las más complicadas y sofisticadas creaciones; también cualquier tipo de instrumento musical, o grabaciones de ruido, voz, orquestas, etc. Por otro lado, el avance tecnológico hace uso de la electricidad, la electroacústica, para electrificar algunos instrumentos tradicionales de música o, simplemente, hace uso de sonidos generados electrónicamente para producir nuevas sonoridades y procedimientos de realización musical. Esta última rama es la que nos interesa observar. No conocemos ninguna estadística que nos permita saber en qué medida los sonidos electrónicos han invadido el campo de la comunicación musical, pero creemos que basta sintonizar algún canal de radio o televisión, o hurgar entre los discos que se ofrecen en el comercio, para concluir que el sonido electrónico es una realidad en nuestra época. En 1959 escribimos un artículo en estas mismas páginas en el que nos suponíamos en el umbral de una nueva forma de expresión musical\*. Ahora, 15 años después, tenemos la convicción que hemos traspasado el umbral y nos encontramos en plena producción y desarrollo de ese mundo que intuíamos. El tema de este nuevo artículo: "La segunda generación de música electrónica", nos refuerza esta convicción. Si hay una segunda generación, significa que la primera en alguna manera fue fructífera y que hay causas justificadas que permiten la proliferación de esta genealogía electrónica.

Pero también es un hecho que entre la electrificación de la música y la "academia musical" existe una brecha que no comprendo muy bien a qué se debe. Pareciera que a veces el pensamiento o la forma de encarar ciertas realidades marcha más lenta que el avance de la tecnología o el desarrollo de los medios. Es cierto que para algunas actividades musicales esta realidad electrónica es un nexo más que un contenido, aún cuando sabemos que no

\*José Vicente Asuar, "En el umbral de una nueva era musical", *R. M. Ch.*, xiii/64 (marzo-abril, 1959), pp. 11-32.

siempre es fácil diferenciar el nexo del contenido, pero aún así, considero que en nuestra época una educación musical que no contemple en alguna forma la existencia de esta realidad, es incompleta. En este artículo, expondremos los fundamentos del sistema en que se basa la segunda generación de música electrónica, materia sobre la que hay muy poca bibliografía disponible. En idioma castellano desconozco si existe algún material al respecto. Luego, el objetivo de este artículo, es una contribución bibliográfica sobre este tema, el que trataré de expresar en un lenguaje que sea comprensible a personas que no tengan conocimiento técnico. Creo que su contenido podrá ser de utilidad para aquellos que deseen conocer las características y posibilidades que la técnica electrónica ofrece actualmente y, especialmente, a aquellos que se interesen en trabajar con sintetizadores electrónicos.

### *El sistema*

La segunda generación de instrumentos electrónicos para hacer música se fundamenta en una propiedad que se les ha agregado: El control por medio de un voltaje externo. Explicaremos en qué consiste este control. (Véase Fig. 1).

En la figura 1 a), tenemos el esquema de funcionamiento de un instrumento electrónico de la primera generación. En forma muy general y esquemática este instrumento consta de las siguientes partes:

- Una entrada para una señal eléctrica que puede provenir de cualquier otro instrumento del Estudio.
- Un control manual que regula su operación con respecto a la señal de entrada.
- Una salida donde se obtiene la señal de entrada modificada por la operación del instrumento.

En la figura 1 b) tenemos el esquema de un instrumento de segunda generación. Vemos que en principio es semejante al de primera generación. La única diferencia es que se agrega otra entrada, la de una señal eléctrica de control. La operación del instrumento puede ser realizada de tres maneras distintas:

- a) *Manualmente*: En este caso operaría como un instrumento de primera generación.
- b) *Por control externo*: En este caso ajustaríamos el control manual en alguna posición base, y de ahí en adelante, toda la operación estará sujeta a las variaciones en el voltaje de una señal eléctrica que introduzcamos en la entrada control.

- c) *Por suma de ambos controles*: En este caso podemos variar manualmente la posición base del instrumento simultáneamente a la acción de la señal eléctrica de control, sumándose ambos efectos.

La señal eléctrica de control podemos obtenerla de algunos instrumentos del Estudio o de otras fuentes, según veremos más adelante. En todos estos casos habrá una relación entre la magnitud del voltaje control y la operación del instrumento. Veamos el caso de un Oscilador por ser el más ilustrativo. (Véase Fig. 2).

En la figura 2 el eje vertical indica los distintos tonos que podemos obtener de un Oscilador controlado por voltaje. En el eje horizontal, los distintos valores del voltaje. Por medio del control manual podemos afinar el Oscilador de tal manera que en ausencia de un voltaje control nos dé un tono cuya altura sea un  $Do_0$ . Para obtener el  $Do_1$ , una octava más alta, bastará introducir 1 Volt en la entrada de control. Si quisiéramos un  $Do_2$ , dos octavas más alto, tendríamos que introducir 2 Volts, y así sucesivamente. Estos instrumentos han sido construidos para que cada incremento de 1 Volt de control suba la afinación en una octava. A su vez, cada disminución de 1 Volt baja la afinación también en una octava. Para intervalos más pequeños las variaciones de voltaje son menores. Una segunda menor temperada se produce con una variación de  $1/12$  de Volt, lo que equivale a 0,083 Volts o, dicho de otro modo, 83 milivolts. Según como este voltaje se aumenta o disminuye será el sentido del semitono: ascendente o descendente. En general, cualquier intervalo de la escala temperada se podrá conseguir con un voltaje igual a  $0,083.n$ , siendo  $n$  el número de semitonos que contiene el intervalo, de ahí la forma lineal de la figura 2 que relaciona la afinación con el voltaje externo.

Construir una melodía con un Oscilador controlado por voltaje es, entonces, algo relativamente sencillo. Bastará disponer de una sucesión de voltajes control cuyas magnitudes y duraciones sean proporcionales a los intervalos y ritmo de la melodía (Ver figura 2 b). Esto puede obtenerse de distintas formas, siendo la más lógica y accesible a los músicos la construcción de un Teclado cuya salida entregue voltajes proporcionales a la tecla que se oprime.

Está lejos la época de los instrumentos de la primera generación, en la que para obtener una melodía era necesario grabar separadamente tono por tono y unir las distintas grabaciones en un proceso que podía durar horas o días según la complejidad del trabajo. Ahora este resultado se puede obtener en tiempo real: hacerlo durará lo que dura la ejecución de la melodía en el Teclado.

Antes de entrar al detalle de las páginas siguientes, veamos algunas propiedades generales del control por voltaje:

- La sucesión de voltajes-control puede ser discreta (en escalones como indica la figura 2 b) o continua (tipo glisado).
- Las variaciones de voltaje-control pueden tener distintos rangos de velocidades, tanto a nivel ritmo como a velocidades más altas, en cuyo caso puede generar nuevos colores y articulaciones sonoras.
- Se pueden introducir simultáneamente distintos voltajes-control a un mismo instrumento, siendo la acción resultante igual a la suma algebraica de las magnitudes de los distintos voltajes. Esto puede dar origen a una cantidad prácticamente inagotable de combinaciones, algunas de las cuales veremos más adelante.
- Un mismo voltaje-control puede introducirse a varios instrumentos distintos, comandándolos simultánea y paralelamente.

### *Los instrumentos*

Los instrumentos que componen un Estudio de Música Electrónica tienen distintas funciones y operaciones. No existe una normalización en el sentido de definir un cierto número de componentes que sean comunes para cualquier tipo de Estudio, sino cada Estudio puede seleccionar su instrumental e, incluso, desarrollar equipos y procedimientos propios según los objetivos y área de actividades que abarque. Sin embargo, tanto en la primera como en la segunda generación de música electrónica existe una configuración básica y mínima para cualquier esquema de Estudio. Esta configuración comprende tres instrumentos: El *Oscilador* o generador de sonidos, el *Filtro* o modulador de colores y el *Amplificador* o modulador de curva dinámica (Véase Fig. 3).

En Estudios de la primera generación la conexión básica de estos instrumentos es la indicada en la figura 3 a). El orden de conexiones es Oscilador-Filtro-Amplificador. A la salida del Amplificador, la señal puede ser llevada a otros instrumentos, y también ser grabada y escuchada a través de altoparlantes.

En Estudios de la segunda generación, la conexión es la misma, con la novedad de que estos tres instrumentos tienen, además, entradas individuales para voltajes de control. Estos voltajes pueden ser distintos para cada instrumento u obedecer a cualquier combinación o relación que deseemos entre ellos. Examinaremos separadamente cada uno de estos tres instrumentos básicos y sus propiedades en los estudios de la segunda generación.

### *El Oscilador*

El Oscilador es, quizás, el único instrumento que se aparta de la regla indi-

cada en la figura 1, ya que no posee una entrada de audio, sino sólo tiene salida. Esto es fácilmente comprensible, ya que este instrumento es el punto de partida de la cadena de conexiones, o sea, es el instrumento que provee el tono audible que después será objeto de múltiples variaciones y aplicaciones. Equivale a lo que podría ser cualquier instrumento musical de una orquesta, con la diferencia que cubre y supera todo el rango audible, o sea, lo podemos utilizar tanto para generar sonidos muy graves como también muy agudos y, en general, cualquier tono audible.

Es necesario destacar que el Oscilador es un instrumento monofónico, o sea, produce sólo un tono a la vez, el que puede ser obtenido en varias versiones colorísticas o, técnicamente hablando, con varias formas de onda. Normalmente, los instrumentos comerciales traen la posibilidad de hasta cuatro formas de onda distintas.

- *Onda sinusoidal* o sonido puro sin armónicos. Suena más puro que una Flauta y tiene una calidad de sonido en las distintas octavas muy difícil de ser explicada literalmente. Es de gran utilidad para la síntesis de algunos sonidos tipo percusión (Xilófono, Marimba, Celesta, Contrabajo en pizzicato, etc.) o de otra naturaleza.
- *Onda Triangular*. Es también un sonido bastante puro, aun cuando con cierto contenido de armónicos impares. También tiene variadas aplicaciones según el registro.
- *Onda Dientes de Sierra*. Es un sonido muy armónico, el que pasado a través del Filtro es especialmente indicado para sintetizar sonidos que en la naturaleza se producen por la vibración de cuerdas y columnas de aire.
- *Impulsos*. Es el sonido más armónico obtenible, de cierta nasalidad y un poco chillón por la gran energía contenida en las armónicas altas. Su aplicación es también a través del Filtro y puede ser usado para las mismas finalidades que la onda dientes de sierra. Algunos Osciladores traen la posibilidad de variar continuamente el ancho del Impulso hasta convertirlo en una forma de onda simétrica que se llama la *Onda Cuadrada*. Esta onda se caracteriza porque está formada en base a los armónicos impares, lo cual la hace especialmente apropiada para sintetizar sonidos tipo tubos de Organo o algunos instrumentos de viento de la familia de las maderas. (Véase Fig. 4).

A la salida del Oscilador se puede elegir cuál de estas formas de onda se va a utilizar, e, incluso, sumar dos o más de estas formas de onda, teniendo presente, como está dicho, que el tono es el mismo, sólo la forma de onda o color es distinta.

Un Oscilador de segunda generación se caracteriza también porque la

onda, a su salida, puede ser de dos rangos con respecto a su frecuencia de repetición:

- a) *Rango audio*, que cubre más o menos de 20 ciclos por segundo (cps) a 20.000 cps y que corresponde al rango en que el fenómeno acústico es percibido como un sonido. Es el rango dentro del cual operan los instrumentos musicales y donde se desarrolla el fenómeno melódico, armónico y colorístico de la música.
- b) *Rango de control*. Este rango está constituido por frecuencias más bajas que 20 cps o subsónicas. Cubre aproximadamente de 0,03 cps a 20 cps. Corresponde al rango donde se desarrolla el fenómeno rítmico en música y también ciertos efectos expresivos como vibrato, trémolo, trino, etc. Se llama *rango de control* porque normalmente este rango de los Osciladores se utiliza como voltaje de control para otros instrumentos. No debemos olvidar que la salida de un Oscilador es una señal eléctrica, la cual corresponde a una variación de voltaje análoga a la forma de onda.

Por ejemplo, una onda sinusoidal en el rango control (supongamos 7 ciclos por segundo) y con una amplitud de unos 30 milivolts introducida como voltaje control a un segundo Oscilador accionado en el rango audio, originará una variación en la altura del tono que sigue la forma de una senoide con un intervalo máximo un poco menor de  $1/4$  de tono. Esto auditivamente produce la sensación de un vibrato. (Véase Fig. 5).

Los valores de 7 cps y 30 mv pueden ser variados a voluntad, obteniéndose una variada gama de vibratos y, más allá de ciertos límites, se pierde la sensación de vibrato para obtener otro tipo de efectos desconocidos en la práctica musical. Si en vez de elegir la senoide como forma de onda control se utiliza la onda triangular o cualquier otra, evidentemente tendrá influencia también en la calidad del vibrato o efecto que se obtiene.

El ejemplo de la figura 5 ilustra las dos propiedades fundamentales de un Oscilador de segunda generación: su utilización en el rango subsónico como generador de voltaje-control, y la posibilidad de ser comandado en cualquiera de sus rangos por un voltaje control según la relación dada en la figura 2.

### *El Filtro*

Tal como su nombre lo indica, este instrumento *filtra* algunas frecuencias o armónicas de un tono que está constituido por una gran cantidad de armónicos o frecuencias de distintas alturas. Desde un punto de vista auditivo, el filtraje significa una variación de color. El sonido que se obtiene a la salida del Filtro tiene un color distinto al sonido original.

Normalmente la acción del Filtro es dejar pasar todas las frecuencias contenidas en el tono hasta una cierta *frecuencia de corte*, a partir de la cual

comienza a atenuar todas las siguientes, fenómeno que se acentúa a medida que las frecuencias filtradas se alejan de la frecuencia de corte.

Este filtraje se puede aplicar tanto a las frecuencias graves como a las agudas y, técnicamente, un Filtro de estas características se denomina *pasa-bajos* si se filtran las frecuencias agudas o *pasa-altos* si se filtran las frecuencias graves. Un control de tono en un radio o tocadiscos generalmente está provisto de este tipo de filtros. Por ejemplo, cuando escuchamos un disco y deseamos acentuar los graves, operamos, a través de un control, un Filtro *pasa-altos* cuya frecuencia de corte desplazamos hacia frecuencias más graves. Análogamente, si descamos dar más agudos, la acción será sobre un filtro *pasa-bajos* cuya frecuencia de corte trasladamos hacia los agudos. Gráficamente la acción de estos filtros puede representarse de la siguiente manera. (Véase Fig. 6).

Según el tipo de combinaciones que se haga entre estos dos Filtros, pueden obtenerse otras calidades de filtraje:

- *Filtro pasa-banda*. Deja pasar solamente una banda de frecuencias.
- *Filtro rechaza-banda*. Deja pasar todas las frecuencias menos una banda, la que es filtrada o rechazada.

En los filtros de segunda generación se puede controlar la frecuencia de corte de un *pasa-bajos* o de un *pasa-altos* por medio de un voltaje control. La relación de variación de la frecuencia de corte con relación a la variación del voltaje control es la misma indicada en la figura 2.

En un Filtro *pasa-banda* o *rechaza-banda*, los que se caracterizan por tener dos frecuencias de corte, la acción del voltaje control puede ser de dos tipos:

- Desplazamiento paralelo de la banda, si ambas frecuencias de corte se desplazan en el mismo sentido.
- Abertura o cierre de la banda, si ambas frecuencias de corte se desplazan en sentido inverso. (Véase Fig. 7).

En el primer caso, el desplazamiento paralelo de las frecuencias de corte nos permite obtener sonidos de color homogéneo si el voltaje control que comanda al Oscilador lo introducimos también al Filtro. Con esta disposición cualquier salto interválico correspondiente a alguna melodía o algún efecto que obtengamos en el Oscilador, se refleja con las mismas proporciones en el Filtro, lo que significa que la relación de frecuencias filtradas, con respecto a la fundamental (el color del tono), se mantiene constante. En la figura 7 se indica la conexión básica para este propósito.

Los sonidos homogéneos en color dan la sensación que hubiesen sido producidos por un mismo instrumento musical. Si no moviéramos las frecuen-

cias de corte del Filtro paralelamente a los saltos interválicos del Oscilador, cada tono a la salida del Filtro tendría un color y una intensidad distinta, ya que la fundamental con su contenido armónico se movería por distintas regiones y la banda de filtraje permanecería estática, eliminando en cada ocasión distintos armónicos con respecto a la fundamental. La disposición indicada en la figura 7 a) es una *disposición instrumental*. En la práctica obtenemos un instrumento musical cuyo color y características sonoras dependerán de la forma de onda de salida del Oscilador, la posición que hayamos elegido del Filtro y de otros factores que veremos con posterioridad. Como todos estos elementos son variables a voluntad, esta configuración no nos proporciona sólo un instrumento musical, sino potencialmente muchos, innumerables instrumentos musicales que podemos sintetizar. Un problema que justamente se plantea debido a esta gran versatilidad del sistema, es que si encontramos un sonido o instrumento musical que nos interese y no anotamos las posiciones de los distintos elementos que intervienen en su producción, es posible que si alguna otra vez queramos reproducirlo nos tome mucho tiempo encontrar nuevamente las combinaciones y posiciones iniciales. En algunos casos pueden ser tantos los elementos involucrados o tan complicado el procedimiento, que si no tomamos la precaución anteriormente dicha habremos perdido el sonido para siempre.

Otra característica que poseen los filtros de segunda generación, es que mediante un dispositivo de regeneración podemos estrechar un pasa-banda hasta convertirlo en una ranura que deja pasar prácticamente un solo tono. Esto nos permite obtener filtrajes muy finos en que podemos aislar un determinado armónico o una banda muy estrecha de frecuencias en un sonido de gran complejidad como el ruido blanco. Variando la frecuencia de la ranura podemos analizar un sonido (ir descubriendo cada uno de sus componentes) u obtener otros efectos que tienen aplicaciones melódicas y percutidas.

### *El Amplificador*

El último de los instrumentos de este esquema básico, es el Amplificador. Este dispositivo lo conocemos todos, ya que corresponde al control de volumen de cualquier aparato de sonido. Cuando queremos que nuestra radio o televisor suene más fuerte o más despacio, lo que hacemos es controlar la *ganancia* de un amplificador.

Esta operación la hacemos habitualmente en forma manual (giramos un control), sin embargo, en los instrumentos de segunda generación también se puede variar la ganancia de un Amplificador por medio de un voltaje control. Para esta forma de operación, se coloca manualmente al Amplificador en posición de cierre (ganancia cero; no se oye nada) y se introduce un

voltaje control cuya magnitud determinará la ganancia, esto es si el sonido suena más fuerte o más despacio. (Véase Fig. 8).

En la figura 8 ilustramos un ejemplo de operación por voltaje control: conectamos un Oscilador operando en su rango audio a la entrada correspondiente del Amplificador. Manualmente a éste lo hemos dejado con ganancia cero, por lo que no tendríamos ningún sonido a la salida. Pero si en la entrada control introducimos un impulso de 1 cps proveniente de otro Oscilador operando en su rango control, durante la presencia del impulso tendremos a la salida del Amplificador el sonido proveniente del primer Oscilador con una intensidad que será proporcional al voltaje máximo del impulso y cuya duración será también la del impulso. Tal como nos indica la relación ilustrada en la figura 2, con un cierto incremento en la magnitud del voltaje control se produce en la afinación un salto interválico en este caso, también existe una relación lineal (o excepcional, según se desee) entre la magnitud del voltaje y la ganancia. Por cada volt de control se obtienen 12 decibeles de ganancia. Los instrumentos comerciales tienen generalmente una ganancia máxima de 72 decibeles (6 volts de control), lo que confrontado a los 100 ó 110 decibeles que puede obtenerse en el climax de una gran orquesta, aparece como una limitación en el rango dinámico. Esta limitación es, por lo demás, inherente a todos los sistemas de grabación de sonido ya que el nivel del ruido de fondo está, en los equipos de mejor calidad, justamente en el orden de los 70 decibeles. Sin embargo, a través de dispositivos aparecidos hace poco tiempo este problema está prácticamente superado y, en este momento, se puede electrónicamente hacer uso de un rango dinámico semejante al de una gran orquesta.

Una aplicación frecuente del Amplificador se refiere a la obtención de las transientes dinámicas del sonido para dar un carácter legato, staccato, percutado, a los distintos tonos. Para ello, se introduce por la entrada control un voltaje cuyo perfil en el tiempo corresponde a la curva dinámica que se desea obtener. Para este propósito se debe contar, además, con un *Generador de Envolvente*, instrumento que describiremos en el capítulo que sigue.

#### *Instrumentos que generan voltaje control*

Hemos hecho una breve descripción del esquema básico que configura un Estudio de Música Electrónica. Espero que haya quedado claro la importancia que tienen los controles por voltaje externo para el funcionamiento y, en general, el procedimiento de obtención de sonidos. Evidentemente, el lector se preguntará de dónde provienen estos voltajes control. Algo hemos visto en el caso de un Oscilador funcionando en su rango control, pero lógicamente esto no es suficiente, sino se requiere mucha más elasticidad y versatilidad en el repertorio de posibilidades de control.

Al respecto, cualquier señal eléctrica puede ser utilizada como control, dentro de ciertos rangos de voltaje y potencia. En general, *todos* los instrumentos eléctricos de un Estudio que proporcionen una señal de salida pueden ser utilizados con estos fines. Entre estos instrumentos no sólo se incluyen los que hemos visto y los que veremos, sino también dispositivos eléctricos o electro-acústicos de muy distinta procedencia como pueden ser la salida de un Micrófono, de una Guitarra eléctrica, de un Computador, etc.

Normalmente un Estudio de segunda generación incluye algunos instrumentos contruidos especialmente para proporcionar señales de control que son de mayor aplicación. La lista es muy larga y podría ser interminable. Para resumir presentaremos los instrumentos que se encuentran en el Estudio de Fonología Musical de la Facultad de Ciencias y Artes Musicales y de la Representación de la Universidad de Chile.

### *El Teclado*

Externamente el Teclado de un Estudio de segunda generación es semejante a cualquier otro, sin embargo, el principio de su funcionamiento y las aplicaciones que se le pueden dar son muy distintos. El Teclado entrega a su salida una magnitud de voltaje que es proporcional a la ubicación de la tecla que se oprime. Un Teclado afinado según la escala temperada tendrá una diferencia de 88 mv entre cada semitono y si su rango abarca cuatro octavas, la diferencia de voltaje entre el tono más agudo y el más grave será de 4 volts. (Véase, Fig. 9).

Normalmente los teclados para instrumentos controlados por voltaje tienen una tesitura no mayor a 4 octavas, debido a que la linealidad de la diagonal dibujada en la figura 2 tiende a curvarse en las regiones extremas, lo que induciría desafinaciones. Sin embargo, esta limitación es superable, ya que si el Teclado se conecta a un Oscilador, como está dicho, se puede elegir la posición base del Oscilador a partir de la cual el Teclado comienza a operar a través de este ajuste, las 4 octavas pueden tener distintas posiciones. Por ejemplo, podrían ser de un  $Do_0$  a un  $Do_4$ , o de un  $Do_1$  a un  $Do_5$ , o de un  $Do_4$  a un  $Do_8$ . De esta manera el Teclado puede trabajar en la región que se desee con un ámbito que en la mayor parte de los casos es suficiente.

El Teclado entrega normalmente un solo voltaje control, o sea, es un instrumento monofónico\*. Si se oprimen dos o más teclas simultáneamente, el voltaje que se obtiene es el que corresponde a la tecla que está ubicada más a la izquierda. Esto incide en una técnica de ejecución que es muy particular, ya que los fraseos se obtienen de manera distinta a otros instrumentos de teclado. Un legato, por ejemplo, no es necesario ni conveniente obtenerlo

\*En algunos diseños especiales existen teclados que pueden entregar varios voltaje-control, aun cuando dentro de ciertas limitaciones.

a través de una adecuada digitación, como sería en el caso del Piano, es preferible hacerlo por medio del ajuste de otros instrumentos. Un legato "pianístico" podría tener malas consecuencias, ya que si el legato es ascendente quizás el tono superior entre con cierto atraso debido a que por efectos del legato no se alzó oportunamente la tecla inferior. La experiencia indica que tocar un trozo musical en el Teclado de un instrumento de segunda generación requiere una técnica de ejecución distinta, a la cual hay que habituarse.

Si bien el Teclado es un instrumento monofónico, el voltaje control que se obtiene de él puede introducirse simultáneamente y, por lo tanto, comandar paralelamente, a varios Osciladores, cada uno de ellos afinados (manualmente) en distintas posiciones base. De esta manera se pueden obtener duplicaciones y mixturas en cualquier intervalo. Teniendo una cierta cantidad de Osciladores (cuatro, cinco, etc.) podrán conseguirse sonoridades de una gran complejidad, si las duplicaciones son en intervalos sofisticados y la mixtura es de colores muy diversos. También podrán obtenerse efectos de tipo organístico u orquestal si las duplicaciones son preferentemente a la octava y a la quinta.

Hay que tener presente que el Teclado es un generador de voltaje, el que puede ser aplicado para controlar no solamente a Osciladores, sino también a Filtros, Amplificadores, etc. Es así como el Teclado conectado a un Filtro podrá, en base a un mismo tono, variar las frecuencias de corte de un pasabanda y generar una melodía de colores. Conectado a un Amplificador podrá variar su ganancia según la tecla que se oprima y generar una melodía de intensidades en base a un mismo tono o sonoridad.

Si bien la utilización normal del Teclado está prevista para realizar melodías según la afinación del temperamento igual, es muy sencillo trabajar con afinaciones distintas. Para ello basta modificar el intervalo 0-4 volts que representan los valores extremos alcanzables en el Teclado de 4 octavas, a otro intervalo de voltaje. Si utilizamos, por ejemplo, el intervalo 0-2 volts, obtendremos una afinación en cuartos de tono, ya que todas las proporciones de voltaje entre las distintas teclas se verían reducidas a la mitad. Un intervalo 0-5 volts, nos dará una escala totalmente nueva en la que una octava estará dividida en aproximadamente 10 grados iguales.

Finalmente, deseo señalar que el Teclado de un instrumento de segunda generación puede ser utilizado en aplicaciones nada ortodoxas con respecto a un teclado normal. Por ejemplo, puede operar como un *disparador* de acontecimientos. Para ello, basta oprimir una tecla (no importa cual), para desencadenar una serie de acontecimientos preparados previamente a través de combinaciones de otros instrumentos. Este punto me limitaré sólo a mencionarlo, ya que entrar en detalles tomaría mucho espacio y la intención es sólo dejar constancia de las características muy *sui generis* de este tipo de teclado con respecto a los que habitualmente se usan en otros instrumentos musicales.

### *El Generador de Envolvente*

Este instrumento produce una variación continua de voltaje con un cierto perfil característico. Ha sido construido especialmente para proporcionar períodos transientes de ataque y extinción en combinación con un Amplificador controlado por voltaje, pero también puede ser utilizado controlando a otros instrumentos. El perfil característico que produce este instrumento puede verse en la figura 10.

Existen cuatro tiempos diferenciados: el tiempo  $t_1$  corresponde al ataque y su configuración puede ser lineal o exponencial. El tiempo  $t_2$  es una pequeña caída con respecto a la cresta obtenida en  $t_1$ . El tiempo  $t_3$  es un valor constante de voltaje que se mantiene durante todo el tiempo que permanece oprimida la tecla, en el caso que el Generador de Envolvente sea disparado por el Teclado, o es un tiempo que puede regularse por medio de un control del propio instrumento. Finalmente, el tiempo  $t_4$  es el tiempo de extinción, en que el voltaje cae nuevamente a cero. Todos estos tiempos son regulables en un amplio margen permitiendo numerosas combinaciones.

Si el Generador de Envolventes comanda a un Amplificador, se pueden obtener muchos tipos de fraseo, desde el staccatissimo, con  $t_1$  y  $t_4$  muy breves y  $t_2$  y  $t_3$  iguales a cero, hasta el legato en que  $t_4$  es de larga duración. También pueden obtenerse fraseos desusados en música tradicional como aquellos que se obtienen con un tiempo de ataque  $t_1$  muy largo y un tiempo de extinción  $t_4$  muy breve.

Cuando el Generador de Envolventes comanda un Filtro pueden obtenerse transientes espectrales de gran interés. Por ejemplo, se puede imitar a instrumentos musicales, los que normalmente tienen transientes espectrales de tipo exponencial. También se pueden generar colores bastante distintos de los usuales en instrumentos musicales, algunos de los cuales ya son familiares a través de la música "pop" y que onomatopéyicamente podrían ser descritos con algunos diptongos como el *uau* o, con cierta nasalidad, el *ñiau*, etc. Al haberse vulgarizado este procedimiento, se ha hecho bastante corriente escuchar estos sonidos, muchos de los cuales no se caracterizan precisamente por su buen gusto o musicalidad. Este es un problema que tal como ocurre con cualquier medio de expresión, hay que tener presente en la música electrónica de la segunda generación. Considero que en este momento este problema es crítico, ya que por ser estos sonidos una novedad para la mayor parte del público, aún no hay posibilidad de establecer juicios comparativos acerca de la maestría y musicalidad con que se usan y el momento es propicio para cualquier tipo de oportunismo o exceso.

Cuando el Generador de Envolventes comanda un Oscilador, puede servir como un generador de portamento, en el que el portamento estaría dado por el tiempo  $t_1$  de ataque y la afinación final estaría dada por el voltaje constante

que corresponde a  $t_3$  ( $t_2$  y  $t_4$  pueden hacerse igual a cero). Ajustando los distintos tiempos y voltajes del perfil de la figura 12 se podrá obtener una gran variedad de portamentos y efectos glisados previos o posteriores a la afinación central.

### *El Seguidor de Envolvente*

Un tipo especial de Generador de Envolvente es el llamado *Seguidor de Envolvente*, el que también proporciona voltajes para obtener transientes pero, a diferencia del Generador de Envolvente, no se basa en un perfil tipo, sino que extrae la transiente de una señal externa cualquiera. (Véase Fig. 11).

En la figura 11 vemos un esquema del funcionamiento de este instrumento: un sonido cualquiera (en este caso el de un Piano), es convertido por el micrófono en una onda eléctrica, la cual se introduce al Seguidor de Envolvente, el que a su salida entrega una variación de voltaje proporcional a la variación de amplitud del sonido de entrada. (En este caso, el sonido del Piano). Este voltaje puede ser utilizado en forma análoga a la descrita para el Generador de Envolvente. Introducido en la entrada de control de un Amplificador imprimiría la transiente del Piano a cualquier sonido que pusiéramos en la entrada de audio de este mismo Amplificador. A través de este procedimiento y según los sonidos que captemos con el micrófono, se pueden obtener efectos bastante curiosos. Por ejemplo, hablar con voz de campanas. La voz, a través de un micrófono, se introduce en el Seguidor de Envolvente. La salida del Seguidor controla la amplitud instantánea de un sonido de campanas introducido en la entrada audio del Amplificador. Podemos darle la transiente de un Arpa al ruido del tubo de escape de un automóvil, y, en fin, dejo a la imaginación del lector cualquier tipo de combinación surrealista que pueda proponerse.

Evidentemente, el voltaje obtenido a la salida del Seguidor y que se ilustra en la figura 11, puede usarse también para controlar filtros, osciladores, etc., y, en general, integrarlo al sistema que estamos describiendo.

### *El Secuenciador*

A través de este instrumento, nos acercamos al tema de la *programación musical*, tema que, no tengo dudas, será el protagonista en el diseño de nuevas generaciones de instrumentos electrónicos de música.

Consta de un reloj electrónico que rota cíclicamente según una cierta periodicidad y en cada paso que da entrega un voltaje cuya magnitud puede ser variada a través de un control manual. El ciclo completo consta de diez pasos y una vez concluido puede detenerse o repetirlo indefinidamente, según se desee.

En la práctica, los diseños comerciales permiten que en cada paso del ciclo se obtenga no uno sino tres voltajes control, lo cual le da a este instrumento una apariencia un poco complicada en cuanto al número de controles que tiene en su frontis. (Véase Fig. 12).

Cada columna de controles da una sucesión de voltajes del tipo ilustrado en la figura 12. La magnitud de cada voltaje de la sucesión está determinada por la posición del control o potenciómetro correspondiente de la columna. Por ejemplo, el potenciómetro A1 determina la magnitud del voltaje ( $\sqrt{A1}$ ), el que podemos variar manualmente de 0 a 10 Volts. El potenciómetro A2 determina la magnitud de  $\sqrt{A2}$  y así sucesivamente. La salida de la columna A será una sucesión de voltajes como indica la figura 12.

Pero simultáneamente la salida de la columna B nos dará otra sucesión de voltajes cuya configuración dependerá de las posiciones que establezcamos para cada potenciómetro B1 a B10. Lo único que tendrá en común con la sucesión obtenida en la columna A, será la duración de cada paso y el período total, ya que ambas sucesiones de voltaje están controladas por el mismo reloj electrónico. Finalmente la columna C nos entregará una tercera sucesión de voltajes cuyos valores están determinados por la posición de los potenciómetros C1 a C10.

El tiempo  $t$  que dura cada paso del reloj puede variarse manualmente y, tal como en el caso del Oscilador, cubrir dos rangos: el rango audio y el rango control. Análogamente al Oscilador podemos utilizar el Secuenciador como generador de sonidos o como instrumento control.

Otra consideración importante es que el Secuenciador no necesariamente debe dar los diez pasos para detener o repetir el ciclo, sino mediante un sistema de selección se puede elegir el número de pasos que se desee dentro del máximo de diez. Así, por ejemplo, si descáramos utilizar el Secuenciador para obtener un trino, el que se caracteriza por ser una repetición periódica de dos tonos, tendríamos que realizar las siguientes acciones:

- Seleccionar la operación en el rango control.
- Colocar el selector de pasos en dos.
- Regular manualmente la velocidad de repetición del ciclo hasta que coincida con la velocidad que deseamos para el trino.
- Elegir una columna (por ejemplo, la A) y regular manualmente A1 y A2 hasta obtener el intervalo melódico que deseamos para el trino.

Después de haber hecho estas operaciones estaremos en condiciones de conectar la salida de la columna A a la entrada control de un Oscilador y obtener el trino deseado.

A través del ejemplo anterior nos hemos introducido al campo de las aplicaciones del Secuenciador. Al respecto, este instrumento utilizado con inteli-

gencia y en distintas combinaciones con los otros instrumentos del Estudio, es una fuente inagotable de recursos. Trataremos de describir las aplicaciones más usuales e inmediatas.

Tal como hemos visto en el caso del trino, si operamos el Secuenciador en el rango control e introducimos la salida de una columna a la entrada control de un Oscilador, obtendremos una sucesión de hasta diez tonos distintos. Esto nos dará una especie de ostinato o melodía isócrona de tantos tonos como el número de pasos que hayamos seleccionado. Para darle un ritmo, o sea una duración distinta a cada tono, podemos usar otra columna, por ejemplo la B, como control del período del reloj electrónico. La duración de cada paso del reloj electrónico es controlable por voltaje, así el paso 1 tendrá una duración  $t_1$  que será proporcional a  $\sqrt{B1}$ . El paso 2 tendrá un  $t_2$  proporcional a  $\sqrt{B2}$  y así sucesivamente. (Véase Fig. 13).

La sucesión de voltajes de la columna A, la que comanda al Oscilador, tendrá distintas duraciones para cada paso dependiendo de la posición del potenciómetro correspondiente de la columna B; de este modo se obtiene una serie de tonos con ritmo, la que puede repetirse indefinidamente (ostinato) o cumplir solamente un ciclo. En este último caso el efecto sería semejante a ejecutar un tema no mayor de diez tonos en el Teclado. En el caso de ostinato, puede utilizarse como base rítmica para algún tema que se ejecute simultáneamente con el Teclado. Es una opción especialmente apropiada para música popular. Aún nos queda una tercera columna, la C, la que podemos utilizar para maniobrar el Filtro o el Amplificador o algún otro instrumento que nos dé una calidad de sonido distinta de tono en tono.

Esta aplicación, que podríamos señalar como clásica, considero que es la menos interesante y, hasta cierto punto, perniciosa. En efecto, aparece como sin sentido descomponer una voz cantable en grupos de diez tonos para grabarlos separadamente y después compaginar el total. Es mucho más lógico hacer este trabajo en el Teclado. En cuanto a la posibilidad de ostinato, efectivamente, pueden obtenerse efectos interesantes desde un punto de vista rítmico y colorístico. Existen piezas de tipo popular de mucho éxito y posiblemente conocidas por el lector que han sido realizadas con este procedimiento. Sin embargo, en música culta es grande la tentación de utilizar un sistema de composición consistente en superponer varios estratos de estos elementos ostinato, por medio de grabaciones sucesivas, y compaginar una composición en base a este material. Esta técnica ha sido bastante utilizada por algunos compositores con resultados, a mi juicio, de poco valor e incluso de mal gusto. Es una forma *fácil* de hacer música electrónica y, por supuesto, la calidad nunca ha sido barata.

Otra utilización "clásica" del Secuenciador es maniobrarlo junto al Teclado. Al oprimir una tecla se dispara una figura ornamental o efectista transportada al intervalo que corresponde a la tecla. (Véase Fig. 14).

En la figura 14 vemos en primer lugar una melodía trinada. El trino se mantendrá el tiempo que permanezca oprimida la tecla. En el segundo caso, vemos una apoyatura que se traslada paralelamente según la tecla que se oprime. Creo que no está demás repetir que en ambos casos se trata de ciclos restringidos y que las variaciones en cuanto a altura, interválica, velocidad, ritmo, color, etc., de las figuras ornamentales son prácticamente ilimitadas. En combinación con el Teclado es también posible obtener la figura ornamental en sólo alguno o algunos de los tonos. Su utilización en este caso, sería la de preparar previamente alguna articulación especialmente complicada y, tocando en el Teclado, llegado el momento en que debe aparecer, pasar rápidamente del Teclado al Secuenciador, el que la ejecuta, para retornar inmediatamente al Teclado y continuar la ejecución.

Con el Secuenciador es también posible obtener una especie de discanto, o dos veces marchando al mismo ritmo pero con distintos intervalos. (Véase Fig. 15).

En este caso, la columna A estaría conectada con un Oscilador 1 y la columna B con un Oscilador 2. La columna C sería la que determinaría la secuencia rítmica.

Otra posibilidad se obtiene al conectar las columnas A, B y C, cada una a un distinto Oscilador. Esto nos dará una sucesión de tríadas con cualquier configuración interválica. Para controlar el ritmo podríamos hacer uso de otros instrumentos del Estudio que nos pueden entregar distintos tipos de acelerando y ritardando, como también ritmos aleatorios o probabilísticos.

Cabe destacar finalmente, las posibilidades del Secuenciador operando en su rango audio, o sea como generador de sonido. La diferencia con respecto a un Oscilador, es que no existe una forma de onda standard a su salida, sino que debe ser construida. En general, la forma de onda dependerá del número de pasos que se elijan y las duraciones y magnitudes de voltaje de cada paso. Una onda típica que se puede obtener con el Secuenciador, es la llamada *onda escalera* cuya forma aparece en la figura 16. Además, es posible construir muchas otras formas de onda más sofisticadas eligiendo otros valores para los elementos descritos, distintas formas de superposición de las columnas, distintos tipos de filtraje, etc. De esta manera se obtendrá una gran cantidad de colores. (Véase Fig. 16).

### *El Muestreador (Sample and Hold)*

El término "Sample and Hold" significa traducido literalmente "muestra y mantiene". Esto es justamente lo que hace este instrumento, el que consiste en un reloj electrónico que periódicamente mide el voltaje de una señal externa y mantiene esta medición como una magnitud de voltaje constante hasta la próxima medición, en la que se repite el proceso. Entran en juego, por

lo tanto, una señal externa cualquiera, un reloj interno que marca el tiempo de cada medición y una salida con la sucesión de voltajes medidos. (Véase Fig. 17).

La periodicidad con que se realiza la medición o muestreo, o sea la duración del tiempo  $t$  del gráfico, puede ser variada en forma manual o a través de un voltaje control. La misma señal externa que aparece en la figura 17 puede darnos resultados de muestreo muy distinto, según la duración del tiempo  $t$ .

Para comprender mejor las aplicaciones de este instrumento, debemos tener presente las siguientes consideraciones:

- La señal externa puede ser tanto de tipo melódico como rítmico, o, en otras palabras, estar en el rango audio o en el rango control. Por ejemplo, podría ser la forma de onda de una voz o bien un impulso de frecuencia muy baja.
- El pulso de muestreo puede ser también de alta velocidad (rango audio) o de baja velocidad (rango control).
- Podemos hacer cualquier combinación entre la velocidad de variación de voltaje de la señal externa y la velocidad del pulso de muestreo, aun cuando es más usual que la velocidad de muestreo sea mucho menor que la velocidad de variación de la señal externa.

El voltaje mantenido en los sucesivos pasos de muestreo podemos aplicarlo a cualquier instrumento controlado por voltaje y en este momento empezarán a producirse algunas cosas interesantes: por ejemplo, si la señal externa es una onda triangular de baja frecuencia (en rango control) y la frecuencia del pulso de muestreo es un múltiplo de la frecuencia de la onda triangular, obtendremos una onda escalera semejante a la de la figura 16, pero con dirección ascendente y descendente y con un número ilimitado de pasos. Esta onda escalera introducida como voltaje control en un Oscilador, nos dará un efecto tipo arpegiado, el que, si hemos elegido una buena combinación, puede ser de una gran belleza. (Véase Fig. 18).

Si este voltaje lo aplicamos al control de un Filtro, tendremos una variación colorística arpegiada sobre un mismo tono, y si lo usamos sumado al voltaje proveniente de un Teclado, podremos interpretar una melodía en la que cada tono tenga una variación arpegiada, ya sea en su altura o en su color.

Como comprenderá el lector, podríamos detenernos en muchas otras posibles combinaciones, sin embargo, para abreviar, mencionaremos solamente una aplicación más del Muestreador, cual es la generación de estados aleatorios de distinta densidad y velocidad.

Para esto, generalmente se utiliza como señal externa una onda de ruido

blanco, la que es muy irregular y absolutamente impredecible. El muestreo dará magnitudes de voltaje para cada paso, también imprevistos, generándose, por lo tanto, una secuencia aleatoria de voltajes. En esta secuencia podemos controlar:

- El tiempo  $t$  de muestreo. Si  $t$  es muy pequeño, tendremos una secuencia rápida de voltajes. Si  $t$  es grande, la secuencia será más lenta.
- El intervalo máximo. Esto se consigue dando una mayor o menor amplitud al ruido blanco. Con amplitudes muy pequeñas, la variación de voltaje muestreado será también muy pequeña, incluso del orden de algunos milivolts, lo que aplicado a un Oscilador tendría como consecuencia una especie de vibrato aleatorio o afinación fluctuante en el espacio de un cuarto o fragmento menor de tono. Para amplitudes mayores de ruido blanco, el ámbito puede ser de varios Volts y, por lo tanto, el rango de variación aleatoria en el Oscilador sería de varias octavas.
- Si el tiempo de muestreo  $t$  se varía aleatoriamente (recordemos que puede ser controlado también por un voltaje externo), se obtendrán duraciones o relaciones rítmicas absolutamente imprevistas, las que en combinación con magnitudes de voltaje aleatorias producirán el "estado aleatorio" a que nos referíamos.

Accionando varios Muestreadores en paralelo y controlando Osciladores, Filtros, Moduladores, etc., en distintos estados aleatorios, se puede llegar a obtener una gran diversidad de efectos, algunos, a veces, de gran belleza o interés sonoro. Esta técnica la utilizan con frecuencia los compositores que hacen representaciones vivas de música electrónica o, en otras palabras, improvisaciones ante público. Es también una manera fácil de hacer música electrónica con todos los peligros de banalidad o intrascendencia que esto encierra. Al material aleatorio es, en general, difícil darle un contenido estructural y, a mi juicio, su mejor aplicación se orienta hacia ambientes o fondos sonoros, como también en efectos breves para música aplicada.

### *El Inversor de voltaje*

Esto, más que un instrumento, es un dispositivo de muy sencilla construcción técnica. Tal como su nombre lo indica, invierte la polaridad de un voltaje cualquiera. Si pasamos un voltaje control a través del Inversor, obtendremos el espejo de este voltaje con respecto a la polaridad cero. (Véase Fig. 19).

En la figura 19, hemos presentado dos posibilidades: una variación discreta de voltajes que podrían provenir de un Teclado o de un Secuenciador, y una variación continua o perfil que podría provenir de un Generador de

Envolvente. En ambos casos, como indica la figura, se obtendrá la inversión de polaridad.

Una primera aplicación que podríamos imaginar sería pasar los voltajes que salen del Teclado a través del Inversor. El efecto será como dar vuelta al revés el Teclado, ya que los tonos graves corresponderían a las teclas ubicadas hacia la derecha del ejecutante y los agudos a las teclas ubicadas a la izquierda. Cualquier tema de una partitura que leamos no lo escucharemos como está escrito, sino oiremos su inversión. Esto, naturalmente, suena un poco a juego intrascendente y posiblemente lo es, pero hay otras aplicaciones que pueden ser más interesantes.

Por ejemplo, siguiendo con el caso anterior, si los voltajes de salida del Teclado o del Secuenciador los conectamos directamente a un Oscilador y a través del Inversor a otro Oscilador, mezclando la salida de ambos Osciladores, tendríamos el tema superpuesto con su inversión. (Véase Fig. 20).

La inversión del tema puede comenzar en cualquier tono, según ajustemos manualmente el Oscilador respectivo y, además, las magnitudes del voltaje invertido podemos modificarlas proporcionalmente, haciéndolo pasar previamente por un Amplificador. En la figura 20, se disminuyen las distintas magnitudes del voltaje invertido proporcionalmente a la mitad, o sea el intervalo original de un tono se invierte, pero al medio tono, el intervalo original de dos tonos o tercera mayor, se invierte pero a un tono y así sucesivamente.

A través de este artificio y otros que no vamos a describir, se pueden obtener sonoridades desusadas a partir de cualquier tema, especialmente aplicables a una interválica tensa o a una búsqueda de sonoridades de color y efecto muy particular.

Tal como indicamos en la figura 19, se puede invertir el perfil del Generador de Envolverte o del Seguidor de Envolverte y, a través de este procedimiento, se enriquece grandemente el repertorio de posibilidades transientes para ser aplicadas a Amplificadores, Filtros, Osciladores, etc.

### *¿Qué es un Sintetizador?*

En las páginas anteriores hemos presentado algunos de los principales instrumentos de un Estudio de Música Electrónica de la segunda generación. Además existen otros instrumentos cuya descripción consideramos que no es absolutamente necesaria para la comprensión del sistema y de sus posibilidades. Como habíamos dicho, la lista de instrumentos es inagotable, ya que cualquier técnico podría desarrollar nuevos dispositivos, con distintas funciones, aprovechando las enormes facilidades que la técnica electrónica ofrece en estos momentos.

Creo que es más importante detenerse en otro aspecto de los Estudios de

Música Electrónica, cual es la forma de combinar y conectar los distintos módulos que hemos visto. Cada instrumento puede definirse como un módulo del Estudio y cuando existe una buena cantidad de éstos módulos, las posibilidades de combinación son enormes. La forma clásica de conectar estos módulos es a través de cables, o sea, para unir la salida de un instrumento con la entrada de otro, se utiliza un cable por donde circulan los distintos voltajes y señales eléctricas. Ahora bien, considerando que cada instrumento está accionado normalmente por tres cables (entrada control, entrada audio, salida) y que a veces pueden darse cadenas o círculos de conexión muy extensas, esta disposición "cablistica" es poco práctica debido a la gran cantidad de cables que se requiere, los que por el espacio que ocupan, impiden trabajar cómodamente y seguir claramente el proceso de la señal. Además, puede tomar bastante tiempo detectar un error en la ubicación de un cable o modificar una disposición. Es por esto que se han postulado distintos diseños de Estudio en base a un *prealambrado* de las conexiones que se juzgan más usuales. Por ejemplo, para un 90% de las conexiones que podemos imaginar para un instrumento, conectaremos siempre su salida con la entrada de otro instrumento específico, podemos pensar que será preferible dejar fija para siempre esta conexión mediante un alambrado interno y renunciar al 10% de posibilidades restantes, las que, quizás, puedan conseguirse por otros procedimientos. De esta manera podemos ahorrar algunos cables y tener una visión más clara de los procesos. Este análisis, hecho en toda la extensión del Estudio, podrá llevarnos a muchas configuraciones de prealambrado. El criterio para elegir un determinado diseño estará muy relacionado con la finalidad del Estudio y el estilo en el que queremos trabajar. Si el Estudio está concebido como una permanente invención de sonidos y procedimientos, será necesario evitar cualquier tipo de restricción en la experimentación. En cambio, si a estos módulos descamos darle un carácter instrumental, evidentemente será preferible prealambrar una gran cantidad de conexiones y reemplazar el sistema de cables por otros procedimientos más rápidos (switches, botones, matrices, etc.) que permitan mayor libertad y rapidez a las manos para su ejecución.

Los diseños de tipo instrumental han dado origen a un nuevo instrumento musical que está adquiriendo bastante popularidad en nuestra época. Me refiero al *Sintetizador* de sonidos, instrumento que se basa en el sistema y componentes que hemos descrito y cuya configuración comercial adopta la forma de un equipo compacto, que se ofrece en varios modelos distintos, según la cantidad y tipo de componentes que contiene el diseño de prealambrado y los elementos manuales de comando. Cuando por el año 1965 se comenzó a fabricar este tipo de instrumento, su presentación era modular. Se ofrecían los módulos por separado, junto con sugerencias acerca de posibles configuraciones o diseños. A este tipo de construcción pertenecen los

instrumentos que comenzó fabricando Robert Moog, pero, posteriormente, la misma fábrica Moog, como otras, han tendido hacia la creación de instrumentos standard que ahorran al usuario los problemas de diseño y conexiones. Con esta tecnología, el usuario no necesita conocer a fondo los principios del sistema ni las propiedades de cada componente, sino que le bastará con aplicar ciertas rutinas o recetas para obtener el repertorio de sonidos que haya prealambreado el fabricante. Este procedimiento es, sin duda, de gran ventaja desde un punto de vista comercial, pues extiende considerablemente el campo de posibles compradores, pero desde un punto de vista musical, es nefasto, ya que no sólo restringe la posibilidad de obtención de sonidos y articulaciones, sino, sobre todo, destruye la filosofía del sistema, el principio que no hay nada fijo sino que cada autor puede y debe inventar sus propios sonidos y procedimientos. En vez de esto nos entrega un instrumento electrónico más, una especie de Solovox o Monocordio un tanto sui generis, cuyo aporte al desarrollo musical es bastante limitado.

Es por esto, que en Estudios de música culta o de carácter universitario, es conveniente seguir trabajando en forma modular y desarrollar diseños que estén en un buen equilibrio entre la necesidad de evitar excesivas conexiones y la universalidad de combinaciones. Además, otra condición necesaria, es que los músicos que utilicen un Estudio de este tipo, conozcan en buena medida las posibilidades del sistema y saquen provecho de ellas. Sólo bajo estas premisas tendrá justificación un Estudio de esta naturaleza, ya que sería lamentable montar un Estudio de grandes pretensiones si el resultado sonoro, al final, es comparable a lo que se puede obtener con un Sintetizador barato, de los que ya están inundando el mercado.

#### *Algunas variaciones sobre este tema*

Pienso que si este artículo es afortunado, habrá contestado algunas preguntas, despejando algunas incógnitas que, sobre este tema, podría haber tenido el lector. Pero seguramente le habré planteado también otro tipo de dudas e incógnitas que, a pesar de mi buena voluntad y claridad sería imposible de expresar literariamente. ¿Cuántas serían las dudas de un lector que jamás hubiese puesto las manos sobre un Piano, o que ni siquiera lo haya visto, frente a una explicación puramente literaria? Evidentemente, para una cabal comprensión del sistema se requiere práctica del instrumento y, sobre todo, educar el oído y la imaginación ante estos nuevos sonidos y procedimientos.

El artículo ha tenido la misión de excitar el interés y señalar las posibilidades y también las dificultades del sistema. Esto último es importante, porque creo que en este momento la gran mayoría de los músicos que hacen uso de estos procedimientos, no conocen verdaderamente las posibilidades del sistema. No puedo creer que la pobreza de resultados que, con frecuencia

se escuchan se deba a falta de imaginación de los que utilizan estos instrumentos, me inclino más bien a pensar que se trata principalmente de desconocimiento o falta de práctica, lo que los lleva a emplear recursos elementales y triviales, desaprovechando tantas otras posibilidades de experimentación y variación del sonido.

Por otro lado, no debemos olvidar que estamos describiendo medios, instrumentos. Ellos podrán ser excelentes siempre que estén al servicio de ideas musicales de excelencia, pero nada podrán hacer si se les utiliza en banalidades u obras de mal gusto. En la música electrónica, junto a sonidos y efectos de finura o calidad, pueden obtenerse otros que, quizás cuando se escuchan la primera vez, causan cierto impacto por su espectacularidad, pero que escuchados muchas veces se tornan francamente desagradables y antimusicales. Una recomendación que daría a quien se inicia en esta técnica, es no entusiasmarse jamás con algún sonido o efecto en particular, debe más bien grabársele y mantenerlo durante un tiempo en estudio, y dejar que se defienda solo ante todas las críticas o autocríticas que se le hagan posteriormente.

Otro punto que desearía tocar en este epílogo, es el de que, a pesar de las muchas posibilidades que hemos visto y que pueden parecer fantásticas, más propias de una música-ficción que de la realidad, estamos solamente al comienzo de un desarrollo tecnológico que aún tiene mucho campo de expansión en el futuro inmediato. Desde un punto de vista técnico, estos instrumentos y procedimientos corresponden a "sistemas analógicos", o sea, sistemas que responden a funciones de tiempo que pueden ser expresadas gráficamente y cuya acción auditiva sigue una analogía con la figura gráfica. Los sistemas analógicos en electrónica y comunicaciones están siendo paulatinamente reemplazados por los "sistemas digitales" debido a las grandes ventajas que presentan estos últimos, que en su aplicación también se proyectan a la música. Estamos, diría yo, en el umbral de una tercera generación de la música electrónica, la generación digital, la que hoy por hoy es técnicamente factible. Su advenimiento dependerá principalmente del momento en que a los fabricantes de instrumentos les sea comercialmente conveniente.

Algunas de las ventajas de la era digital aplicada a la música podrán ser:

a) En el campo de grabaciones en cinta magnetotónica.

— Eliminación del ruido de fondo.

— Grabación multipista en cintas standard de 1/4 de pulgada. Al respecto, actualmente se pueden grabar hasta dos canales con calidad profesional en este tipo de cinta. Con sistemas digitales se podrá grabar un número mucho mayor de canales y sin problemas de traspaso e intermodulación de un canal a otro.

- Cualquier tipo de compaginación y sincronismo sin necesidad de cortar cintas.
- Variar la velocidad de una pieza grabada sin modificar su entonación, y, a la inversa, variar la tonalidad sin modificar el tempo. Al respecto, actualmente hay artificios que pueden realizar estas modificaciones, pero en un intervalo estrecho, no mayor de una quinta, y con cierta pérdida de calidad. En la técnica digital esta posibilidad se amplía a cualquier intervalo y sin ninguna pérdida.
- Sostener indefinidamente cualquier tono o elemento grabado en la cinta, por muy breve que sea su duración.
- A partir de estas dos últimas propiedades, se puede concebir la expresión estilística de una pieza como una etapa posterior a su ejecución. En otras palabras, será posible a un solista u orquesta grabar una pieza a un tempo constante y con una velocidad que permita su ejecución en buena forma con pocos ensayos. Posteriormente, la grabación pasaría a una segunda etapa en el Estudio, durante la cual se le darían las velocidades y expresión (rubatos, calderones, accelerando, etc.) correctas a voluntad del intérprete o Director.

b) En instrumentos de música electrónica.

- Los teclados serán polifónicos como el de un Piano o un Organo.
- Se podrá trabajar ad-libitum en la ejecución manual o automática de una pieza musical. Existirá una "memoria" del instrumento donde se pueda grabar una pieza completa. Su ejecución en concierto podrá ser manual, automática o podría dársele cualquier combinación o traspaso que se desee.
- Podrá generarse un nuevo tipo de música improvisada a partir de estados aleatorios de gran diversidad y maniobrabilidad. El compositor-intérprete, como un escultor de humaredas, dirigirá el carácter y dirección de estos estados, según su gesticulación.
- Por medio de "filtros digitales" podrán crearse distintos tipos de formantes y conseguir una imitación casi perfecta de los instrumentos musicales y de muchos sonidos de la naturaleza.

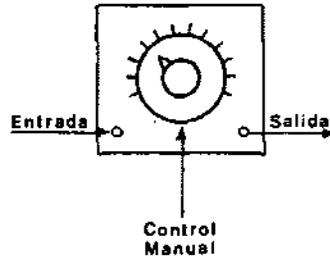
... ¡y para qué seguir! ... Pero no nos deslumbremos con la pirotecnia tecnológica. De poco servirá si no hay ideas musicales a las cuales servir o si éstas no se integran a un pensamiento y procedimiento general de realización musical. ¡Cuánto me gustaría poder enumerar también las distintas corrientes, pensamientos y opciones de realización musical que actualmente se presentan en las distintas tendencias de la música contemporánea! Tengo la impresión que la tecnología está ofreciendo posibilidades que la práctica musical aún no le pide. Un argumento que refuerza esta creencia es que en un

comienzo la música electrónica estuvo casi exclusivamente destinada a experimentación en el dominio de la música culta. Hoy en día, su mayor aplicación se encuentra en la música popular y en la "orquestración electrónica" de composiciones del pasado. En el dominio de la música culta, los resultados muestran una estilística y problemática que en nada se diferencia a la de los comienzos de la música electrónica. En otras palabras, si hablamos de una segunda generación de música electrónica, tenemos que referirnos exclusivamente al aspecto técnico, porque en el aspecto musical esa segunda generación no se ha dado, y no hay vestigios que indiquen que se esté gestando. Quizás lo único nuevo que hemos podido detectar en algunas últimas realizaciones de música electrónica en el dominio culto, es una tendencia a la realización fácil, a la banalización, lo cual no es muy auspicioso, por supuesto.

Sin embargo, no creo que este fenómeno sea muy inquietante. Siempre ha habido una interacción entre los medios y los contenidos y no es de extrañar que si los medios técnicos se ofrecen a priori, existan, de parte de los músicos, distintas etapas de estabilización, desde la toma de conocimientos, la experimentación, la práctica, hasta la maestría en su utilización y la necesidad imperiosa de su empleo para expresar las ideas musicales que puedan surgir, condicionadas en parte a la disponibilidad de estos mismos instrumentos. Es por esto que asigno una vital importancia a la enseñanza de estas tecnologías en la educación musical. Creo que la segunda, la presunta tercera, y todas las otras generaciones por venir de música electrónica, deben estar dedicadas a los músicos, a la juventud que se inicia. La educación musical deberá cambiar su enfoque y salir del Museo, orientando sus áreas de interés, prioritariamente, hacia todos aquellos temas que constituyan la realidad musical de nuestra época, y he aquí uno de ellos. Es en las manos de los jóvenes, de las nuevas generaciones de músicos, donde estos medios demostrarán en un futuro, ojalá próximo, toda su potencialidad creadora y de comunicación musical.

Fig. 1

a) Primera Generación



b) Segunda Generación

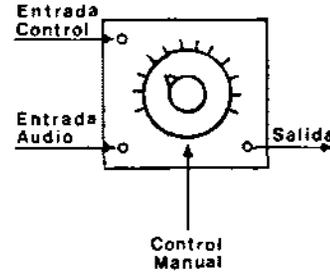


Fig. 2

Entonación

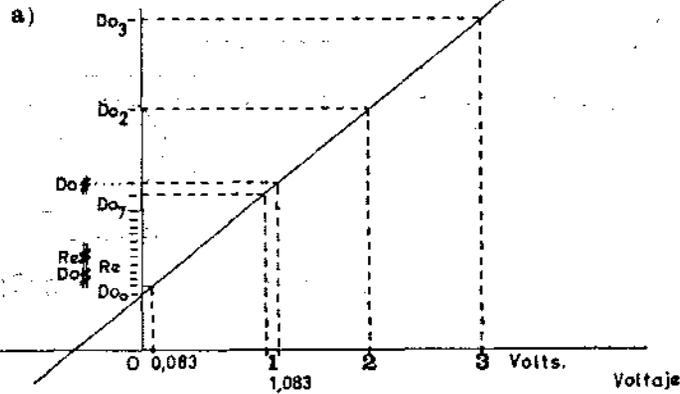
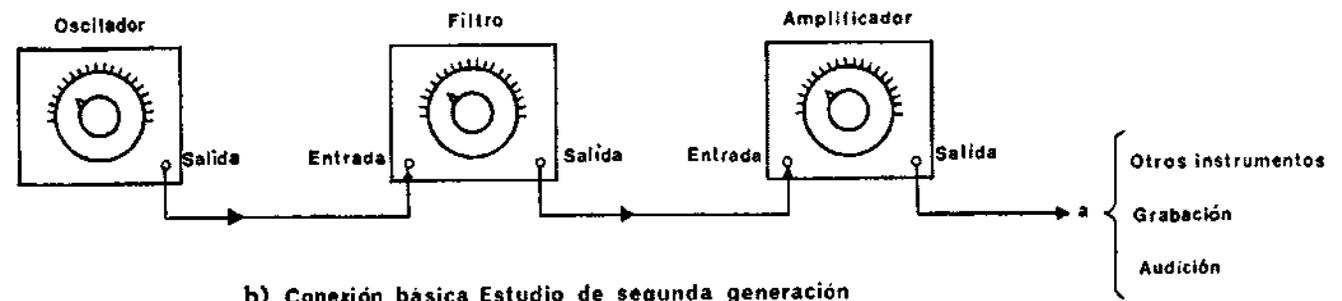
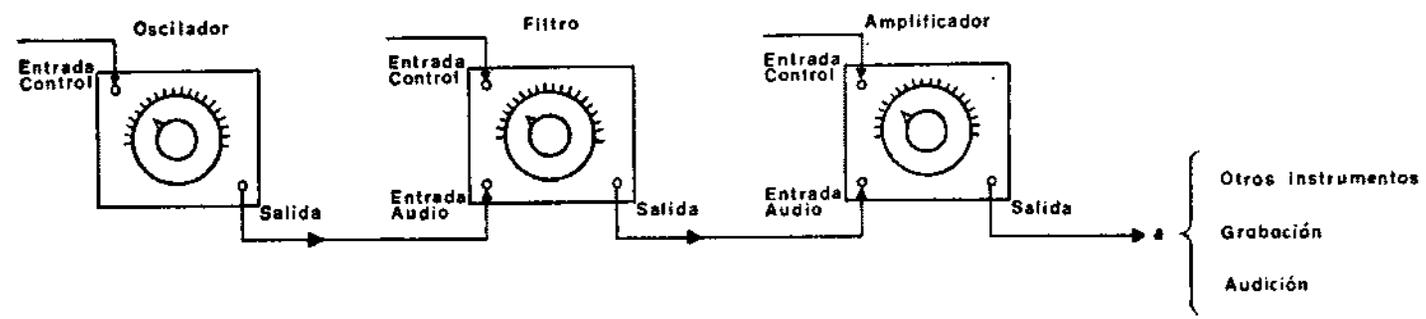


Fig. 3

a) Conexión básica Estudio de primera generación

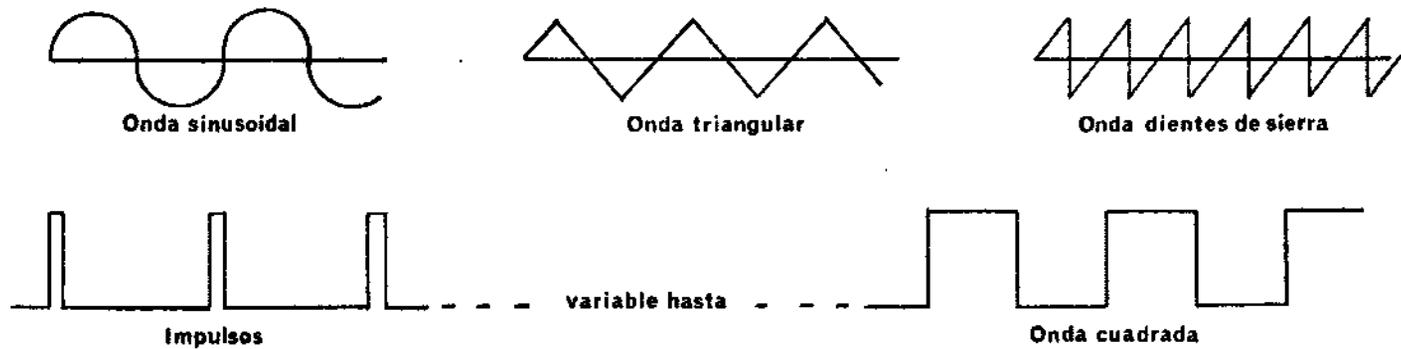


b) Conexión básica Estudio de segunda generación



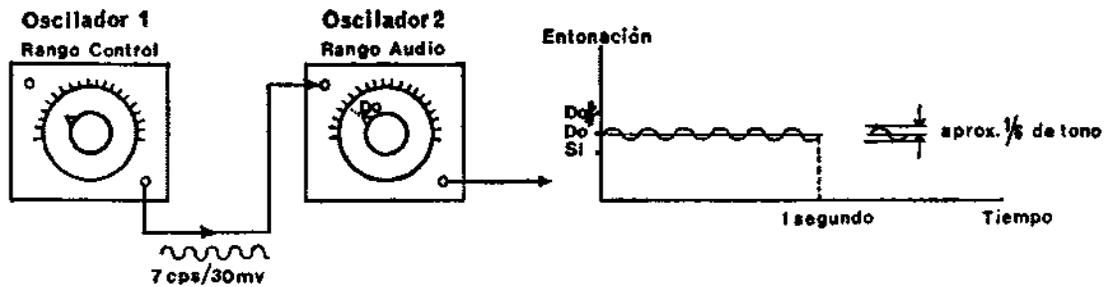
\* 100 \*

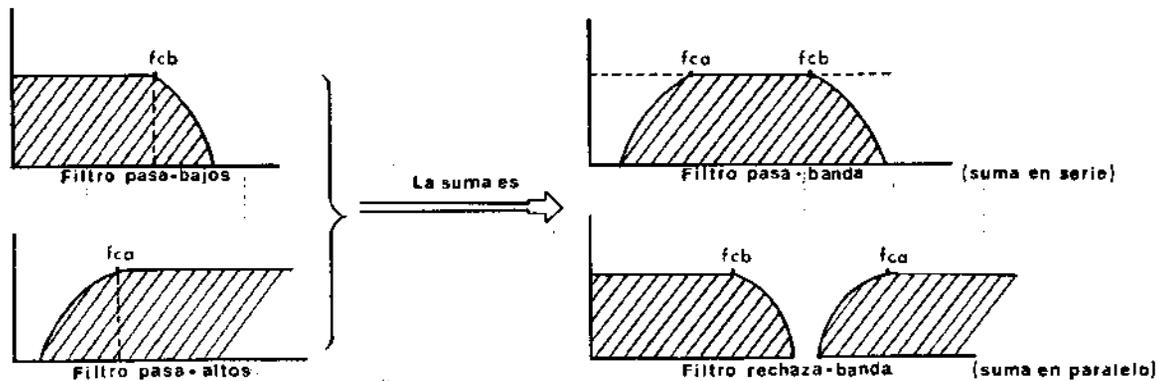
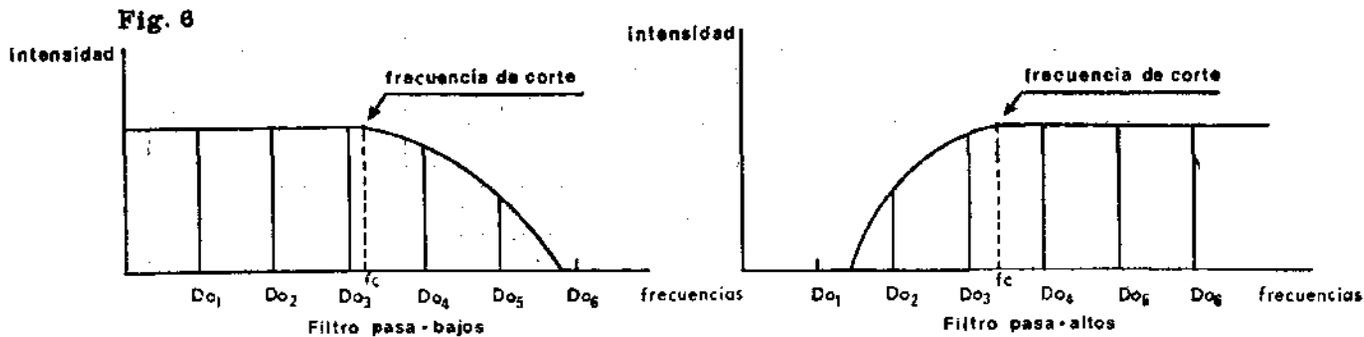
Fig. 4



• 101 •

Fig. 5





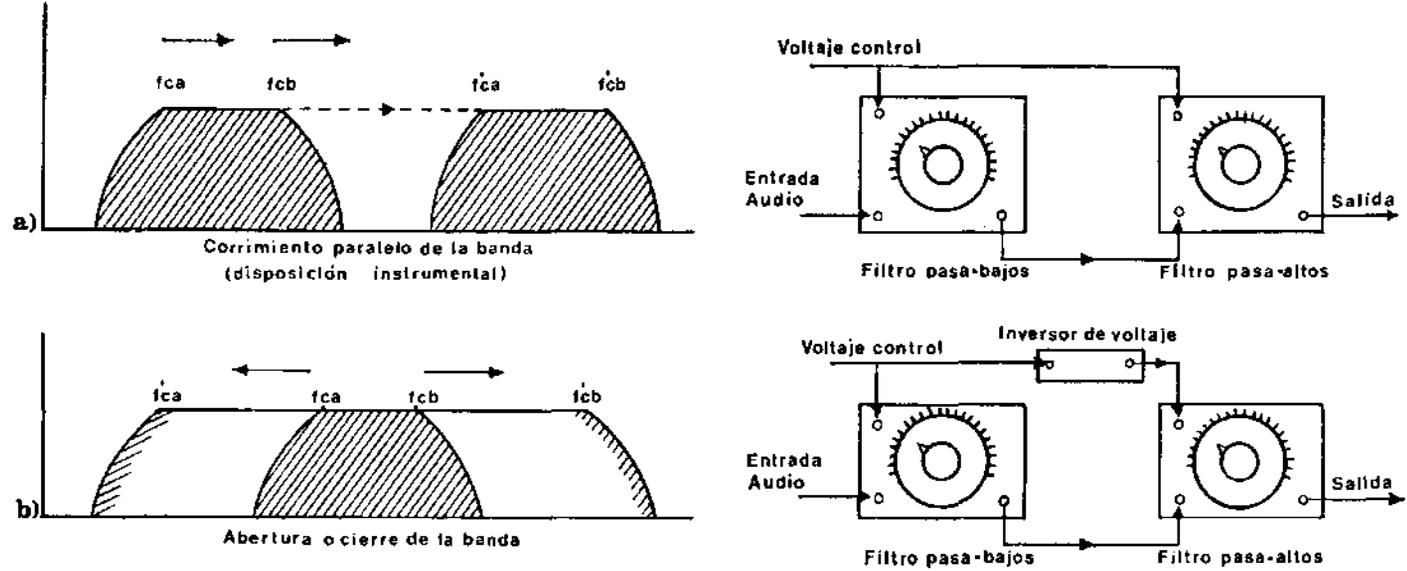
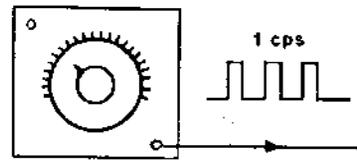
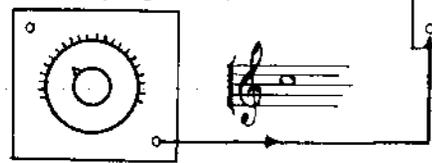


Fig. 8

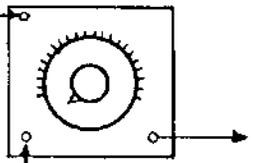
Oscilador 2 (rango control)



Oscilador 1 (rango audio)



Amplificador



$J = 60$



Fig. 9

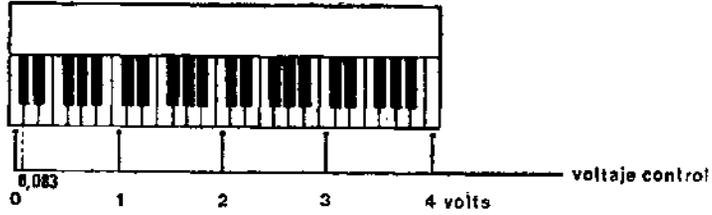


FIG. 10

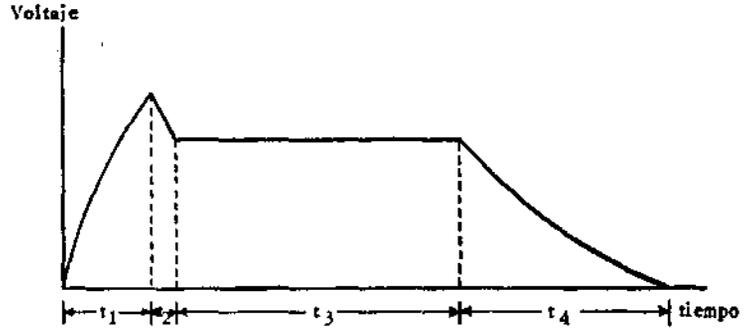


FIG. 11

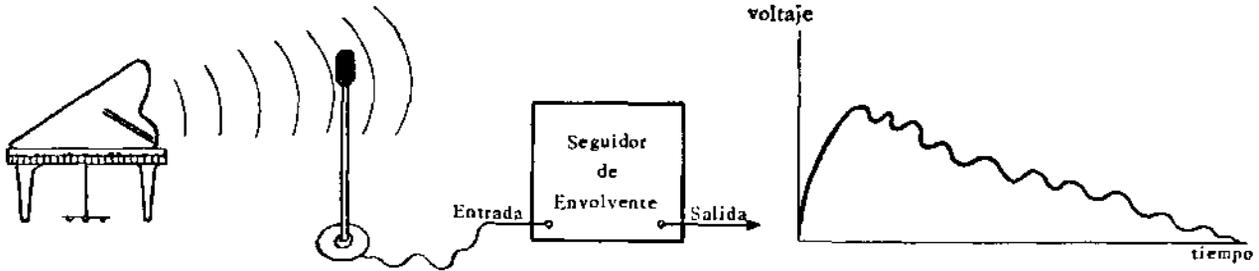


FIG. 12

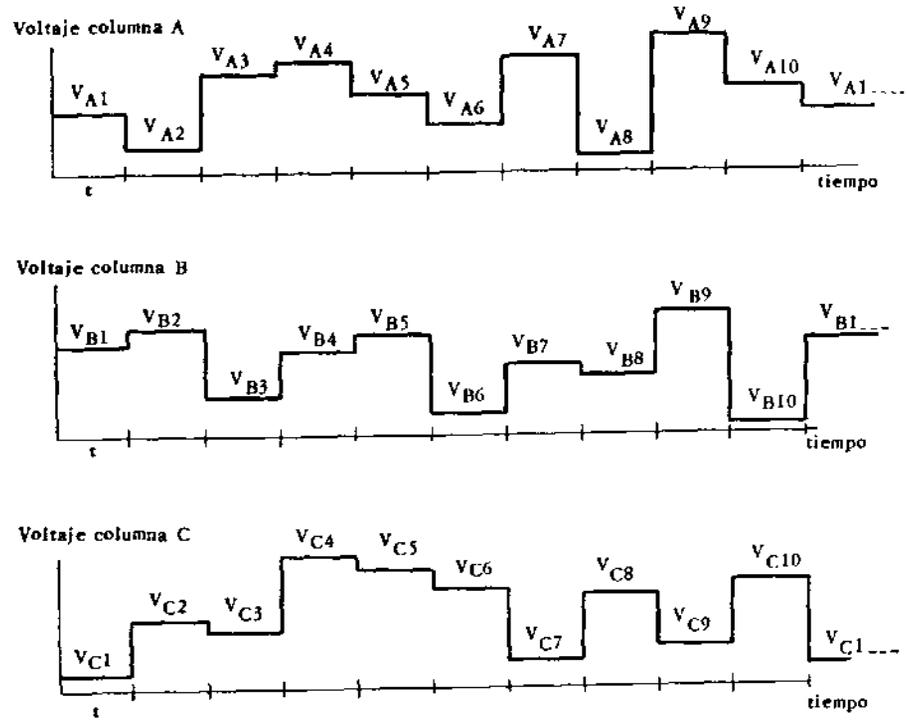
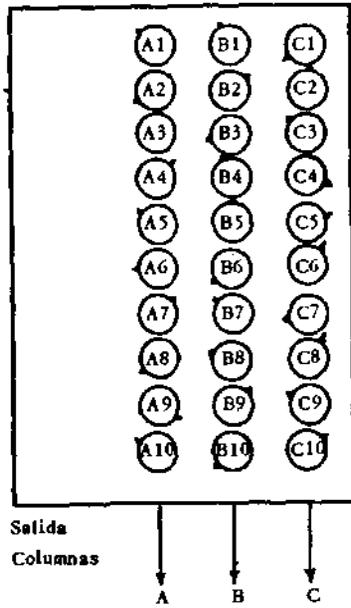
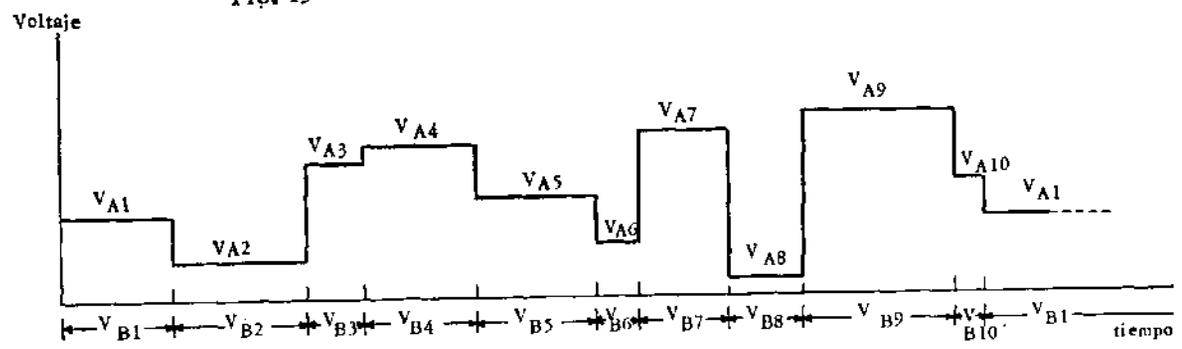


FIG. 13



• 106 •

FIG. 14



FIG. 15

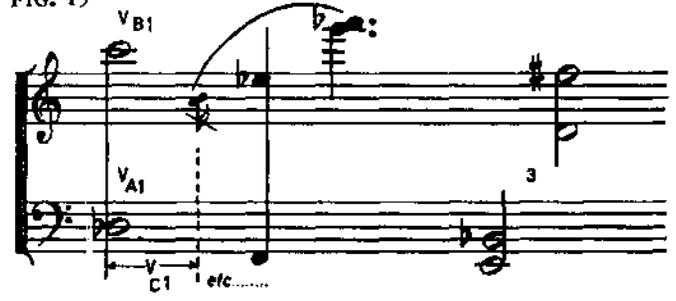
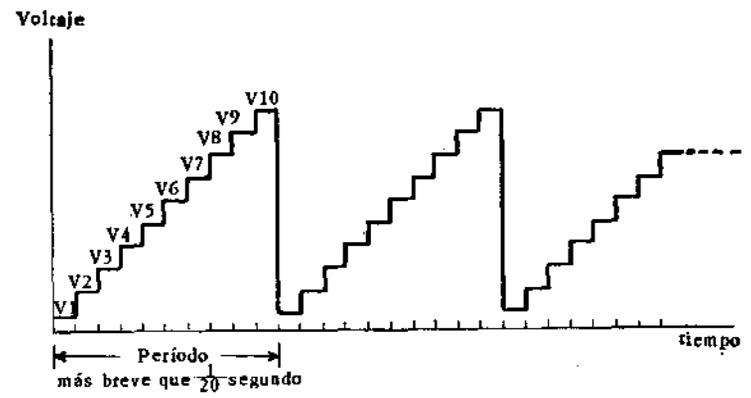
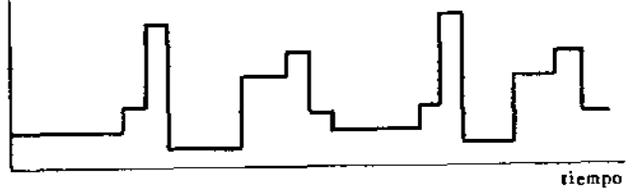


FIG. 16



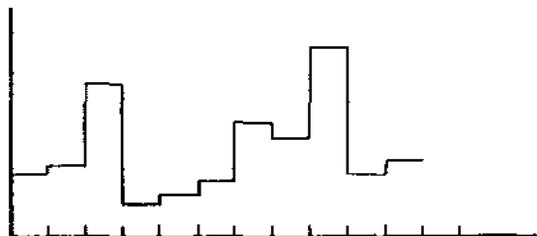
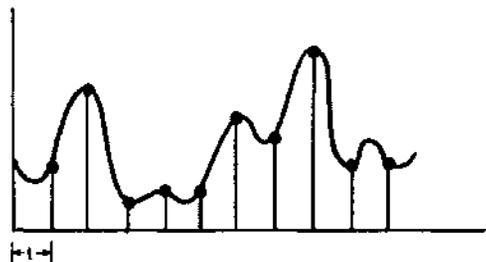
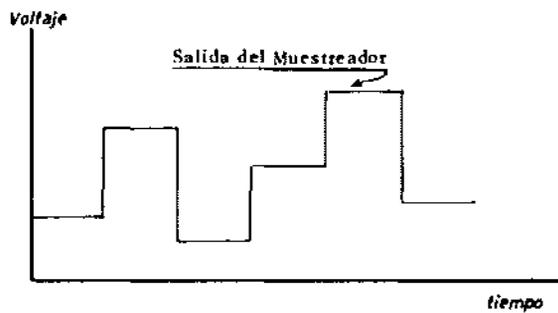
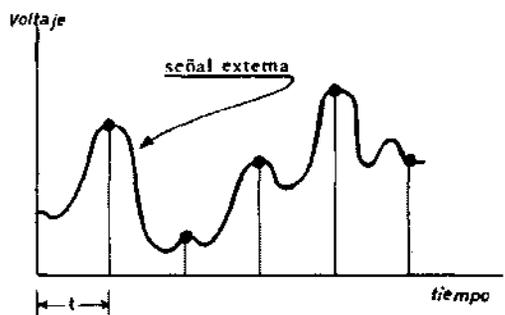
ONDA ESCALERA

Voltaje



Onda cualquiera original y filtrada

FIG. 17



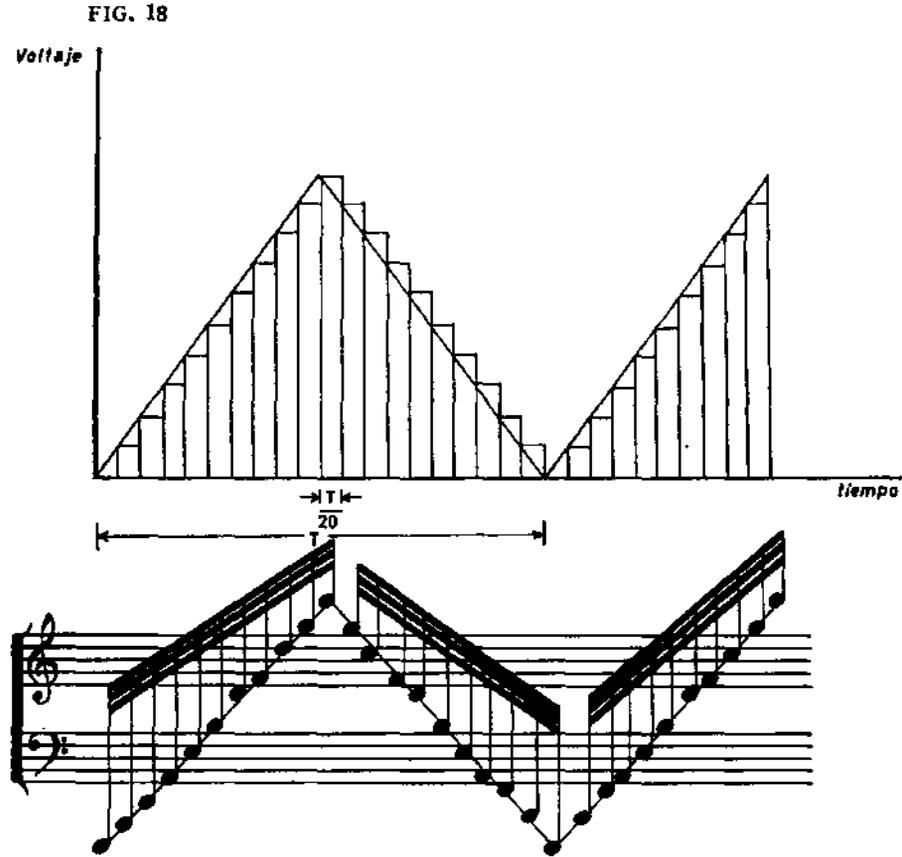


FIG. 19

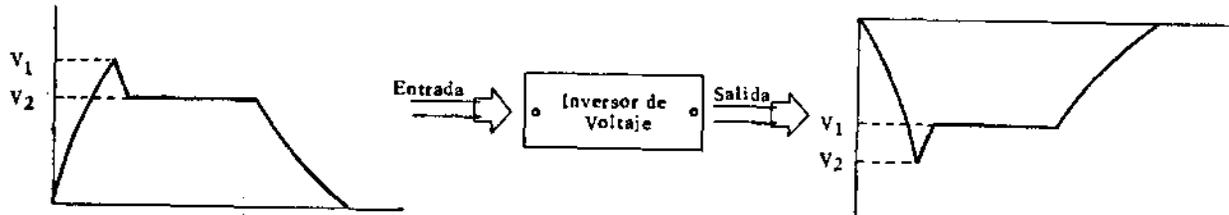
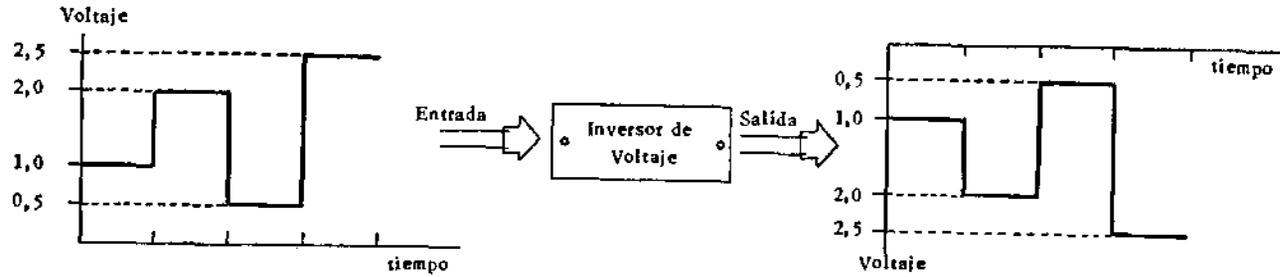


FIG. 20

