

José Berenguer

INTRODUCCION A LA MUSICA ELECTROACUSTICA

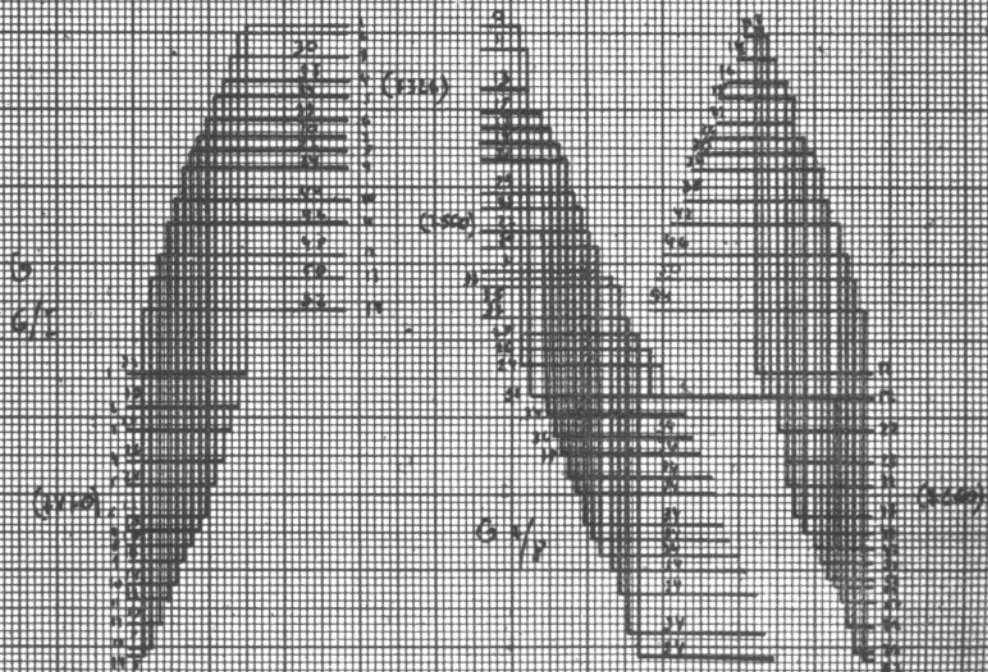
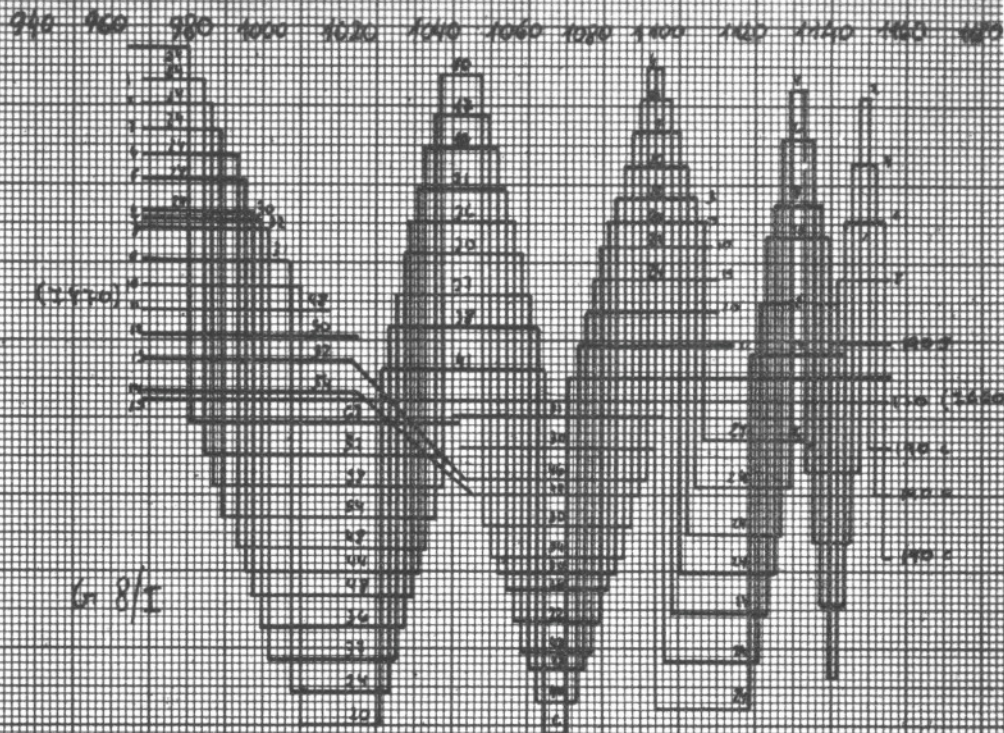


FERNANDO TORRES Editor

Cirilo Amorós, 71 - Valencia-4

Sumario

- 14 LOS COMIENZOS
- 17 EL SONIDO ELECTRÓNICO
- 31 ADECUACIÓN DEL PENSAMIENTO MUSICAL AL RESULTADO SONORO
- 35 NOTACIÓN ELECTROACÚSTICA
- 43 TRATAMIENTO DEL MATERIAL SONORO. TÉCNICAS DE ESTUDIO
- 49 INSTRUMENTACIÓN
- 54 INTRODUCCIÓN DEL ORDENADOR EN LA MÚSICA
- 61 DIVERSIDAD DE TENDENCIAS EN LA COMPOSICIÓN
- 64 UNA REALIZACIÓN
- 75 LA ESTEREOFONÍA COMO VALOR ESTRUCTURAL
- 77 TÉCNICAS DE REALIZACIÓN EN VIVO



PRÓLOGO

Nuestro panorama musical no ofrece demasiados motivos para la alegría. Y dentro de él, los trabajos técnicos son punto menos que inexistentes. Por fin, una excepción: el presente libro de José Berenguer. La música electrónica no disfruta de excesiva buena prensa entre nosotros. En líneas generales, se la sigue considerando como una actividad "experimental", dando a esta palabra un sentido peyorativo —todo un síntoma—, o sea, algo aun no cuajado, en vías de formación, balbuciente y sólo interesante —cuando lo es— para profesionales. Naturalmente y como siempre, tal postura presupone la aburrida y exasperante desconfianza hacia todo lo nuevo —en este caso, relativamente nuevo, se podría decir: nuevo para la tónica de pereza e ignorancia medias reinantes en nuestro ambiente musical—, desconfianza en gran parte responsable de nuestra atonía y falta de capacidad creadora de estructuras que hagan posible una vida musical armoniosa y completa (no nos engañemos: tanta falta nos hacen laboratorios de música electrónica como audiciones realmente públicas de Monteverdi, de las músicas de Bali, o de una programación coherente de los clásicos). En esta anarquía más o menos deliberada —en el fondo, casi nadie con capacidad decisoria está interesado en que esta situación cultural cambie—, el libro de Berenguer parece casi un reto, seguramente sin proponérselo. Un libro que explica el cómo hacer música electrónica, cuáles son sus medios tradicionales y la manera de servirse de ellos. Y todo esto en un país como el nuestro, en el que los laboratorios de música electrónica apenas si existen, con poquísimas excepciones. La tentativa es temeraria, a la par que valiente. En las circunstancias actuales, este libro sólo puede tener dos consecuencias: la primera, hacer soñar al joven compositor con paraísos fuera de su alcance; la segunda, ayudar a crear un estado de conciencia entre los compositores y, sobre todo, entre los responsables de la vida cultural, sobre la necesidad ineludible —a punto ya de convertirse en auténtica vergüenza nacional— de crear no uno, sino varios estudios electrónicos en los que se produzca este tipo de música normalmente, no como algo excepcional o arriesgado. Hasta hoy, la iniciativa privada ha sido y es la única que ha hecho posible la creación electrónica en España. Sería triste tenerse que felicitar por ello...

Por otra parte, el libro de Berenguer tiene además un mérito evidente: el huir de cualquier tipo de especulación teórica —naturalmente, hasta donde tal cosa es posible— y presentar una guía primordialmente técnica. El lector atento sabrá cómo se puede hacer música electrónica, o sea qué medios existen hoy para hacerla y cómo se suelen emplear. Esta postura eminentemente práctica es también bastante sana, ya que aleja del estudioso toda la idea de gratuidad, facilidad o improvisación caprichosa: la música electrónica requiere una disciplina que hay que dominar si se quiere, *después*, ser libre. O sea, la técnica de la música electrónica es como cualquier otra técnica musical. Este descubrimiento que tanto se asemeja al del Mediterráneo, está aun por ser asumido *de veras*, entre nosotros. El libro de Berenguer puede ser un gran paso hacia adelante, también en ese sentido.

Y termino dando las gracias a José Berenguer por haber tenido, primero la valerosa ocurrencia de escribir el presente libro y después la perseverancia, el entusiasmo y la generosidad necesarias para realizarlo. Mis primeros escarceos electrónicos datan de 1965: casi diez años. Pocos éramos y pocos somos. Creo que este libro ayudará a aumentar nuestro número, a elevar nuestro nivel, a ver más claro y justo, a terminar con un "status" de irritante excepcionalidad. Olvidar la existencia de la música electrónica es sólo tan necio como pensar que la misma puede acabar con la instrumental. El libro de Berenguer, con su absoluta honestidad informativa, ayudará eficazmente a dejar las cosas en su sitio.

Luis de Pablo
Askatasuna, agosto 1974

INTRODUCCIÓN

Es posible que, para algunos, la aparición de un tratado de música electroacústica, y sobre todo en una forma tan elemental como el presente trabajo, parezca desfasada debido a que es una forma de hacer música puesta en práctica hace ya bastantes años, al menos fuera de nuestras fronteras.

No obstante, creemos que la lectura de lo aquí expuesto podrá conducir al empleo de estas técnicas en beneficio para la composición musical. Todo arte implica el conocimiento de un número, cada vez más elevado, de planteamientos técnicos, teóricos y prácticos. Toda esta técnica es cada vez más solicitada por la música. Por otra parte, no creemos que sea más extramusical el estudio de la acústica que el de la armonía o el contrapunto. Téngase en cuenta que las leyes dictadas en estas dos últimas disciplinas vienen formuladas por la práctica musical de hace muchos años, es decir, que se trata de leyes empíricas. Con el desarrollo técnico, el empirismo ha podido reducirse a un mínimo, y así, estas nuevas disciplinas han podido formularse en mucho menos tiempo.

Este pequeño y breve tratado va dirigido hacia los músicos o estudiantes de música, por lo que las exposiciones técnicas, a veces tan necesarias, han sido reducidas a un mínimo. Solamente se piden unos conocimientos elementales de física, a nivel de bachiller.

El arte debe valerse, porque no, del progreso tecnológico que le depara la época y, aunque este no se haya desarrollado pensando en su aplicación estética, es tarea del artista el adoptarlo y adaptarlo para una mejor realización de sus ideas.

No queremos, en absoluto, el abandonarnos a este progreso en una especulación puramente científica. Tampoco queremos, por otra parte, abandonarnos a realizaciones artísticas decimonónicas que ya han cumplido sobradamente su misión y que, por tanto, carece de sentido el utilizarlas hoy.

Con el empleo de la música electroacústica, no trata de desplazarse los sistemas más o menos convencionales de utilizar la materia sonora, sino de complementarse con estos. Es por esto que, aunque con procedimientos eléctricos pueda crearse música capaz de tener sentido por sí misma, en la mayoría de los casos

podrá ir asociada a los procedimientos vocales e instrumentales de hábito normal, como un instrumento más. No olvidemos tampoco la inclusión de la electroacústica en la orquesta, con sus procedimientos de realización en vivo, elaborando y transformando el sonido.

Los campos de las músicas concreta y electrónica, así como la tape-music americana, han visto cada vez menos delimitadas sus fronteras y, hoy día, tanto estas como todas aquellas que llevan implícito el uso de instrumental electrónico, complejo o sencillo, entran de lleno en la música electroacústica.

La mayoría de los países han proveído de medios para que estas técnicas, aparecidas después de la segunda guerra mundial, siguieran su curso, adoptando al mismo tiempo, su enseñanza oficial.

Creemos que este es el primer tratado sobre música electroacústica que se publica en España. Esto no nos llena precisamente de orgullo, pero intentamos con ello poner en manos de personas interesadas un resumen de experiencias, tanto nuestras como de compositores y técnicos de gran valía.

Sabemos que el instrumental que llevan aparejado estas técnicas, es más que suficiente para desanimar incluso a espíritus emprendedores, pero siempre es posible adecuar la idea musical al material disponible.

De no poseer los suficientes conocimientos, el músico debe apoyarse en el técnico, tanto en acústica como en electrónica. Los estudios dedicados a este género de trabajos cuentan con ellos.

Es imprescindible la práctica y experiencia directas, así como el estudio de las técnicas aquí expuestas, ya que de ellas se desprenderá una mejor utilización del material sonoro.

José Berenguer
Valencia junio 1974

I. LOS COMIENZOS

En la primera década del siglo XX, se inicia la progresiva exploración de nuevos dominios sonoros.

Con Debussy y con Mahler, se ve prácticamente desplazada la efectividad del intocable sistema tonal.

El paso decisivo lo da Schoenberg al anular la jerarquía de unos sonidos sobre otros, independizándolos entre sí. El primer aporte de Schoenberg en la liberación del sonido, se llamó atonal libre. Aquí el intervalo tiene primacía como elemento ordenador. Después formuló leyes para la ordenación de los doce sonidos. Este fue el período serial.

Strawinsky, a su vez, valoró la rítmica, liberándola de periodicidades y simetrías.

Anton Webern llevó más allá lo propuesto por su maestro Schoenberg, creando un estándar de la proporción, valorando el intervalo y los grados de disonancia, proporcionando grados de tensión más o menos amplios. La quinta de sus Seis bagatelas, está construida, en gran parte, sobre la simultaneidad de segundas menores, que en nuestro sistema temperado es el intervalo que produce un proceso vibratorio más complejo.

Edgar Varèse, elevando de rango a la familia pobre de la orquesta, la percusión, y John Cage, degenerando el tradicional sonido del piano, dan los primeros pasos para incluir el ruido dentro de la música.

Con anterioridad, en 1913, época del futurismo, Luigi Russolo intentó incorporar el ruido a un ordenamiento musical con sus "intona rumori". En aquella época levantó grandes alborotos en crítica y público.

Más tarde, el desarrollo de la electrónica impulsó notablemente el estudio de todos los elementos formales del sonido. La radio, los sistemas de grabación, reproducción, amplificación, generación y transformación, crearon la electroacústica.

Ante tal conjunción de medios y posibilidades, no es de extrañar que al alcanzar el nivel de calidad necesario, fueran reconocidas y aprovechadas las aptitudes implícitas en estos procedimientos.

Después de la Segunda Guerra Mundial, compositores de diversos países, principalmente de Francia, Alemania e Italia, ponen manos a la obra que refleja la voluntad de superar la heterogeneidad

estilística que caracteriza la primera mitad del siglo. Con todas las soluciones parciales aportadas hasta entonces, se hizo precisa una síntesis coherente de medios formales.

Pierre Schaeffer comenzó, en 1948, a experimentar en lo que llamó música concreta. Las notas musicales son aquí sustituidas por objetos sonoros, tomados del medio ambiente, registrados sobre cinta, sometidos o no a un proceso de tratamiento o desnaturalización y compuestos, finalmente con un criterio musical, con las técnicas de montaje utilizadas en grabación. Él mismo, dice, que repetir dos veces el mismo fragmento ya es música. Con este proceso de montaje, compositor e intérprete son una misma persona, fijándose así la versión única y definitiva de la obra.

Estos trabajos se llevaron a cabo en los estudios de la Radiodifusión Francesa, entidad que, por otra parte, disponía de los necesarios medios técnicos.

En 1951, Herbert Eimert crea, junto con Robert Bayer y Werner Meyer-Eppeler, en la radio de Colonia, el primer estudio de música electrónica, gracias a la colaboración de su intendente Hans Hartmann.

Más tarde se incorporaron numerosos compositores como Boulez, Stochhausen, Nono, Křenek, Pousseur, König, etc., extrayendo importantes consecuencias y realizando trabajos decisivos.

También en Italia, en el Instituto de Fonología de la Radio de Milán, efectuaron trabajos compositores de tanta valía como Luigi Nono, Luciano Berio y Bruno Maderna.

La verdadera música electroacústica, no permite efectos a la moda ni asociativos. También presenta un terreno particularmente resbaladizo a quienes no tengan un riguroso criterio de selección. Ni el efectismo ni los efectos puramente decorativos son aquí admitidos. Hay que trabajar con gran honradez, pues es muy fácil asombrar al profano y maleducarlo, al seducirlo con efectos fáciles; la música electroacústica es, ante todo, música. No hay más diferencia de que se beneficia con los nuevos aportes de la ciencia y de que el compositor crea el sonido; un universo sonoro específico para cada obra. Es natural, además, que parta también de las últimas bases establecidas en la nueva música.

Naturalmente que podría hacerse música tradicional, pero esto sería tratar problemas antiguos con instrumentos nuevos; algo así como un nuevo tratado de instrumentación.

Aquí existen grandes posibilidades de ampliación sobre las técnicas anteriores. La rítmica, duraciones temporales, intensidades sonoras y alturas, se hacen fácilmente medibles y controlables. Encarar el problema del temperamento de la escala, permite múltiples facetas. Lo mismo puede ser posible escalonar los intervalos dentro de la octava que fuera de ella. Por otra parte, el sonido sintético es continuo, por lo que tampoco es preciso temperar los intervalos.

Ante tantas posibilidades nos desconcertamos. Se vislumbra un barroquismo inusitado entre tanta riqueza de posibilidades. Por ello, es preciso economizarlas. La verdadera obra de arte es la que se hace con economía de medios, aun teniendo muchos de ellos al alcance.

Por otra parte, cuando por razones diversas, los medios son restringidos, es preciso adecuar a ellos los resultados que se pretendían.

II. EL SONIDO ELECTRÓNICO

La música electroacústica se basa en sonidos generados electrónicamente y en sonidos captados a través de un micrófono.

Los sonidos electrónicos podemos dividirlos en cinco categorías, de menor a mayor complejidad física:

- 1) Sonido simple o senoidal (también llamado tono)
- 2) Sonido complejo (con armónicos)
- 3) Impulsos
- 4) Ruido coloreado
- 5) Ruido blanco

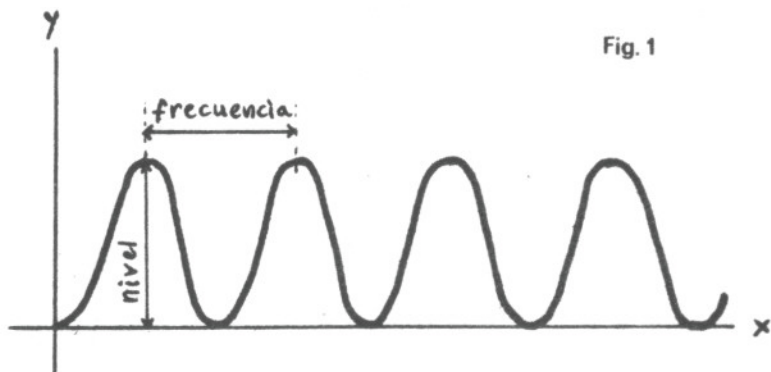
Como el análisis de estos sonidos generados eléctricamente es el que tiene un mayor interés, vamos a hacerlo separadamente.

TONO SENOIDAL.—El tono senoidal o sinusoidal, es el sonido puro, pues está desprovisto de armónicos. Por otra parte, es difícil definir la sensación exacta de altura que produce al oído, pues este órgano está preparado para sonidos más complejos.

Podemos descomponerlo en tres dimensiones, como son: nivel, altura y duración.

Los dos primeros parámetros no son captables directamente por el oído, pero sí su progresión logarítmica, como veremos a continuación.

Se llama nivel al logaritmo de la *amplitud* y se mide en decibelios. La altura del sonido es el logaritmo de su *frecuencia*. Por otra parte, el sonido es finito, o sea, que tiene un comienzo y un término, por lo cual, el concepto de duración toma lugar como otra dimensión.



En la figura núm. 1 se ha representado, sobre unos ejes cartesianos, una onda senoidal. Vemos que la amplitud o intensidad con que es percibido el sonido, depende de la mayor o menor relación entre sus puntos alto y bajo (eje de y). Su frecuencia depende de la cantidad de veces que se encuentre un mismo punto de la curva durante un segundo (eje de x). Así, un tono de 6200 ciclos por segundo, significa que un punto cualquiera de la curva, se repite 6200 veces por segundo, de lo que depende la sensación de altura. Como el oído integra sobre los 20 ciclos, toda frecuencia más alta que ésta, será percibida como altura. La frecuencia se mide en ciclos por segundo (C/seg.) ó Hertz (Hz).

El tono senoidal se genera por medio de osciladores especiales, pues no existe en la naturaleza.

EL SONIDO COMPLEJO.—Un sonido complejo puede ser reducido, por análisis, a la combinación de un número suficiente de sonidos puros o senoidales, variables estos en cantidad y amplitud. Estas son las características del timbre del sonido.

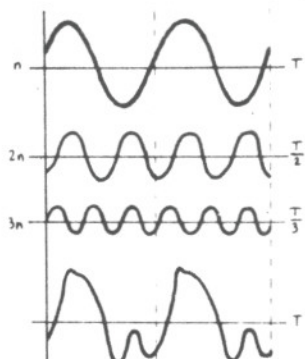
El sonido complejo está compuesto: 1º, por la frecuencia más grave, que es la que se llama fundamental o primer armónico; 2º, por uno o más sonidos simples de mayor altura que la fundamental, llamados armónicos.

Se llama escala de los armónicos naturales o escala de la resonancia superior de un sonido puro de frecuencia "n", a la sucesión de sonidos puros cuyas frecuencias son múltiplos enteros de "n" (2n, 3n, 4n,...). El sonido de frecuencia "n" es la fundamental y los demás sonidos son, por orden creciente, el 2º, el 3º armónico, etc. Conociendo la frecuencia de "n", bastará conocer el número de orden de un armónico para conocer su frecuencia. El 3º armónico del La₄ de 440 Hz será $3 \times 440 = 1320$ Hz (Mi₆). La operación inversa: si el La₅ de 880 Hz es 8º armónico de un sonido, éste será $880 \div 8 = 110$ Hz (La₂).

Un movimiento vibratorio de ^{período}frecuencia T, es siempre expresable como una suma de movimientos armónicos simples, cuyos períodos serán $T, \frac{T}{2}, \frac{T}{3}, \frac{T}{4}, \dots$ (frecuencias n, 2n, 3n, 4n,...). Por tanto, por complejo que resulte la forma de una onda periódica, siempre podrá descomponerse en un número variable de sinusoides.

En la figura núm. 2, puede verse la síntesis de una forma compleja (X_4), por la adición de tres frecuencias simples.

Fig. 2



Hay dos tipos de sonido complejo, que por la regularidad de su forma de onda, pueden considerarse como modelos. Son la cuadrada o rectangular y la triangular.

La forma cuadrada solamente contiene armónicos de orden impar. Produce un sonido hueco parecido al del clarinete. La forma de onda que se observa si se inyecta una señal de este tipo a un osciloscopio, es la que representa la fig. núm. 3.

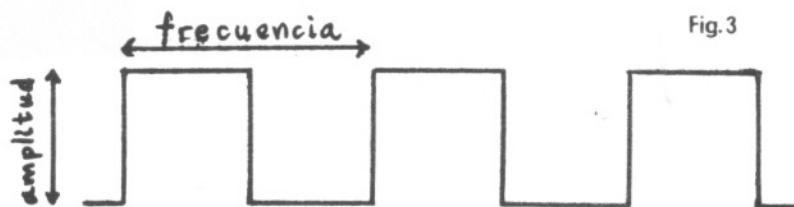


Fig.3

La forma de onda triangular, contiene armónicos de orden par e impar. Su sonido está emparentado con el del oboe. La forma de onda corresponde a la fig. núm. 4.

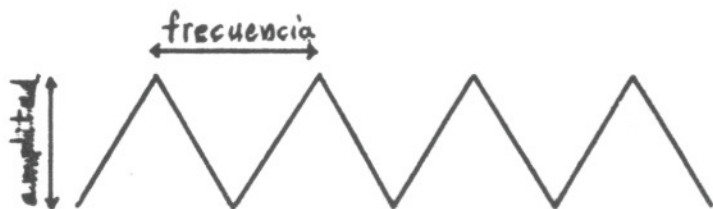


Fig. 4

Otra variante de la triangular, es el diente de sierra. Figura núm.5

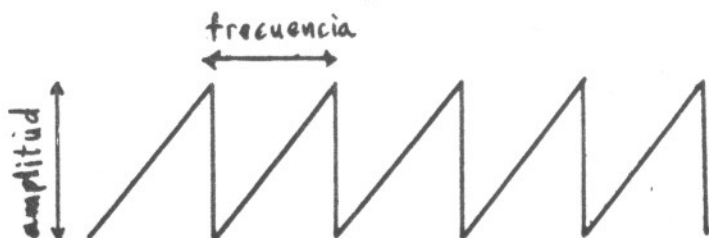


Fig. 5

Como veremos más adelante, estas formas de onda, encontrarán su aplicación, más que en sus efectos tímbricos, en los procedimientos de modulación del sonido. La generación de todas estas formas complejas, también se hace con osciladores especiales.

IMPULSOS.— Cuando la onda cuadrada pierde su regularidad, se transforma en impulsos. Por procedimientos de diferenciación de la onda cuadrada, pueden obtenerse estos, o bien, con un generador especial. Los impulsos pueden variar en duración, lo que también influye en el timbre que producen. Véase en la figura 6 cómo dos impulsos, uno corto y otro largo, pueden estar contenidos en el mismo intervalo de tiempo, es decir, tener la misma frecuencia de repetición, pero que sin embargo, sin alterar esta frecuencia, diferenciarse claramente por lo que respecta al timbre.

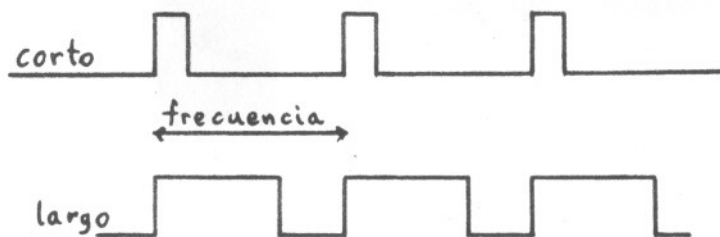


Fig. 6

RUIDO.— El ruido es una mezcla confusa y aleatoria de multitud de frecuencias. Este es el caso del ruido blanco, que contiene integralmente todo el espectro audible, y que se llama así por su similitud, dentro de la óptica, con la luz blanca.

El ruido coloreado es una fracción de ruido blanco, pero que contiene un número indeterminado de frecuencias entre unos límites, grave y agudo, resultando así como una cinta de sonido en la cual puede distinguirse una altura más o menos determinada, pero que no es claramente discernible.

El ruido blanco es claramente percible en el sonido que produce un chorro de vapor, aire o agua, mientras que el ruido coloreado se produce muchas veces por efectos del viento al entrar por ranuras de ventanas.

Existen generadores especiales que producen ruido como fuente de utilización, pero también puede producirse por síntesis, como se explicará más adelante.

El ruido blanco no tiene forma de onda definida, por estar constituido por multitud de frecuencias.

Hay una forma de ruido blanco, que se oye como más uniforme y que es el ruido rosa. No es más que ruido blanco pero ecualizado dentro del espectro audible, de forma que se adapte a la sensibilidad espectral del oído.

El ruido blanco o rosa filtrado a través de un filtro eléctrico, se colorea, como se ha dicho más arriba, con una altura determinada, de parecida manera que si se mira un objeto blanco a través de un filtro rojo, por ejemplo. Todos los rayos que no se correspondan con la coloración del filtro, serán absorbidos o desplazados por él, y así el objeto que antes se veía como blanco, aparecerá ahora como rojo. Si el objeto fuera de color azul, quedaría absorbido por el color del filtro, y se vería a través de él, como negro, es decir, carente de color. Idéntico papel produce el filtro en frecuencias eléctricas, eliminando las que no interesan y dejando pasar un haz estrecho de las seleccionadas. Volveremos sobre ello más adelante.

INTENSIDAD DEL SONIDO. CONCEPTOS Y MEDICIÓN.—La Intensidad del sonido, es la cualidad de sensación que nos hace distinguir entre un sonido débil y otro fuerte. Depende, principalmente, de la amplitud del sonido, aunque, como se verá más adelante, también tiene cierta dependencia con la frecuencia.

Desde el punto de vista auditivo, se mide de dos maneras: como intensidad absoluta, expresando la energía de la onda sonora como unidades de potencia o de presión —sobre el tímpano— y como intensidad relativa, mediante escalas que se forman tomando como unidad de medida para cada sonido, su intensidad absoluta en el umbral de audibilidad.

Puesto que la sensibilidad auditiva no es la misma para todas las frecuencias, para medir la intensidad absoluta se utiliza el llamado umbral de audibilidad (ver cap. III) a 1000 Hz, como punto cero. En esta escala, que se llama de sonoridad, cada unidad de aumento

equivale al 25 % de aumento en intensidad absoluta. La unidad de medida es, en este caso, el phon o fono.

La intensidad relativa se mide en decibelios (dB). Se dice que ésta ha aumentado 1 dB, cuando su intensidad absoluta ha aumentado en un 25 %, o sea, cuando valga 1,25 x. Cuando la intensidad absoluta haya aumentado en otro 25 %, la relativa habrá aumentado en otro dB más. El decibelio equivale prácticamente al umbral diferencial para las sensaciones de intensidad de muchos sonidos.

Normalmente, las intensidades relativas se utilizan tomando el nivel de 0 dB como intensidad máxima, descendiendo en números negativos hasta -25 ó -30 dB.

SÍNTESIS Y ANÁLISIS.—Los dos procedimientos utilizados en música electroacústica para la creación de los timbres son, esencialmente, dos: síntesis y análisis.

Síntesis.—Los sonidos complejos están compuestos por más o menos sonidos simples o sinusoidales. Es por la mezcla de estos que puede lograrse sintetizar uno más complejo. Así la superposición espectral sobre un sonido base o fundamental, de otros sonidos que actúan como armónicos de éste, dará lugar a otro sonido de la misma altura pero con característica tímbrica diferente. Con el procedimiento de síntesis es posible imitar cualquier instrumento o crear sonidos jamás oídos. La imitación de lo ya existente es ajeno a la música electroacústica, que parte de otros planteamientos para su desarrollo.

Al sintetizar sonidos complejos por medio de sinusoidales, debe darse más intensidad a la frecuencia que hará las funciones de fundamental. En primer lugar, para dejar claramente establecida una base de altura, y en segundo lugar, para que las frecuencias que actúen como armónicos, ya sean superiores, o superiores e inferiores, no se oigan por separado y den la sensación de "acorde". Estos armónicos es posible establecerlos en una sucesión armónica natural o en sucesión no armónica. Por los procedimientos de análisis de Fourier, que antes hemos visto, obtendremos el equivalente sonoro de una onda compleja. Por ello, es necesaria una fundamental que, en este caso, puede ser la más grave o una intermedia y que estará determinada por un nivel de intensidad superior a las demás.

Por otra parte, con una distribución regular de las frecuencias simples, es decir, con los mismos intervalos entre ellas, y todas con la misma intensidad, se crean timbres emparentados con el ruido coloreado, sin ninguna fundamental definida y, por tanto, con una sensación imprecisa de altura, tanto más cuanto mayor sea el intervalo que separe estas frecuencias parciales.

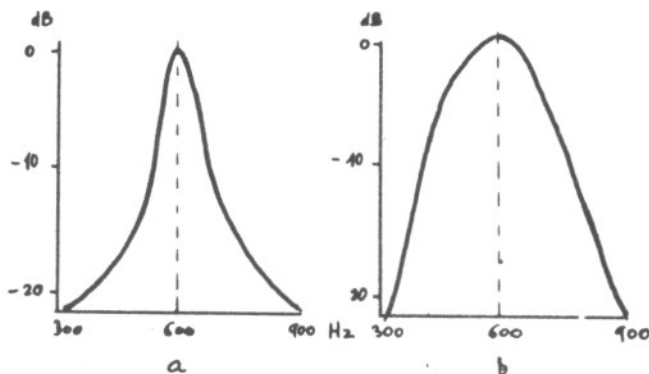
Por procedimientos de modulación de frecuencia, que estudiaremos más adelante, es posible sintetizar una banda de ruido coloreado que, en lugar de tener un número fijo de parciales, tenga una acumulación estadística de todas las frecuencias posibles entre los límites superior e inferior de esta banda. El sonido producido por este sistema, tiene mucha consistencia.

También es posible emplear como parciales, no sonidos sinusoidales, sino más complejos, como cuadradas, dientes de sierra, impulsos filtrados o sin filtrar. De la acumulación de estos elementos, resultarán sonidos más o menos compactos, imprevisibles y sólo determinables empíricamente.

Análisis.—Parte de un concepto inverso a la síntesis. Los procedimientos de análisis son muy interesantes, pero nunca tan completos como los anteriormente descritos.

A partir de ruidos o impulsos por filtración, puede extraerse una banda de frecuencias más o menos definida, según sea la anchura de banda con la que se opere. Hay que destacar, que los procedimientos de filtración con filtros de banda, llevan implícitos una fundamental, que es la frecuencia seleccionada. Por encima y debajo de esta fundamental, las frecuencias estadísticas van disminuyendo de nivel. Esto es más acusado cuanto más estrecha sea la banda pasante del filtro. En la fig. núm. 7, pueden verse estas características

Fig. 7



En ellas vemos que la anchura de banda en la figura 7a es más estrecha, por lo que la frecuencia central de 600 Hz resaltará más sobre sus acompañantes. En la figura 7b, esta anchura de banda se ha elegido más amplia, siendo entonces más confusa la señal lograda. Cuánto más estrecha sea la anchura de banda elegida, tanto más se aproximará el resultado sonoro a una sinusoidal, y cuanto más ancha sea la banda, mayor será la confusión de altura. Tanto es así, que pasando de ciertos límites, ésta desaparecerá, dando sólo la sensación de un ruido blanco más claro o más

En la figura núm. 8, pueden verse dos imágenes oscilográficas, obtenidas a partir de las curvas de filtración anteriores.

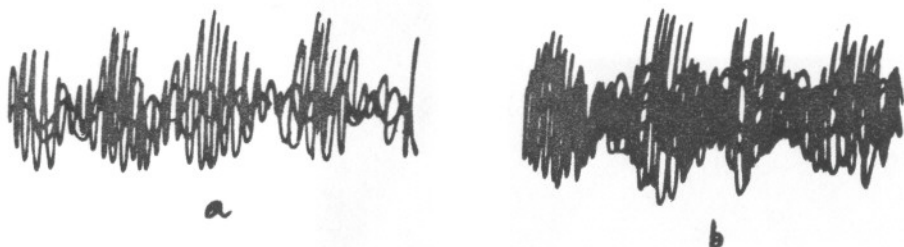


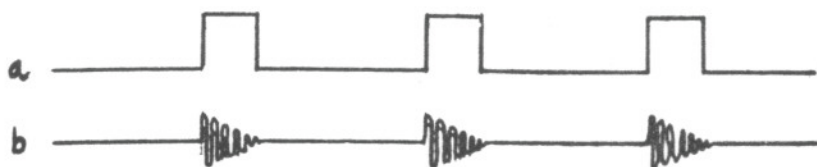
Fig. 8

Como se vé, hay lugar a más proce-sis aleatorios en b, que en a. La sensación será, pues, tanto más confusa cuanto mayor sea la anchura de banda elegida.

Obviamente, con una tolerancia de banda estrechísima, del orden de 1 a 2 Hz, podría llegarse a obtener sinusoidales perfectas, pero para este fin ya existen los generadores apropiados. Esto puede tener interés en el caso de querer analizar los armónicos de un sonido complejo del que se desconoce su constitución.

En lo referente al filtrado de impulsos, que oídos a muy bajas frecuencias dan la sensación de golpes secos, debido a su gran contenido armónico, es posible darles una altura clara y determinada. Cualquier pulso puede filtrarse a casi cualquier frecuencia.

Fig 9



En la figura núm. 9 vemos que, por ejemplo, un tren de impulsos de 1 Hz —un pulso por segundo— oído tal como está representado en la figura 9ª, resultará como un golpe seco una vez por segundo. En este principio se basan los metrónomos electrónicos. Una vez filtrado a cualquier frecuencia (fig. 9b), oiremos un sonido claro que pulsa una vez por segundo, pero esta vez con una altura muy determinada, que es la que ha seleccionado el filtro de banda.

Por procesos de filtración similares, podemos someter también otros sonidos no procedentes del ámbito electrónico propiamente dicho. Cualquier sonido vocal, instrumental, ambiental, etc., previamente grabado o transmitido directamente por un micrófono, puede ser tratado para quitarle determinadas características. Más adelante, y en el capítulo dedicado a la instrumentación, serán descritos otros filtros, como el pasa alto y el pasa bajo que, aparte del pasa banda, pueden tener interés en estas aplicaciones.

ENVOLVENTE.— Se llama envolvente, o curva envolvente de intensidades, a los diferentes grados de intensidad dinámica que regulan la emisión de un sonido dado. La envolvente tiene tres puntos principales a saber: ataque, duración y cese del sonido. Así, las envolventes de los sonidos del violín, por ejemplo, no son las mismas si se toca por diferentes procedimientos, como pueden ser, arco sul tasto, sul ponticello, pizzicato, col.legno, etc., e incluso la modificación del ataque que se produce al tocar con el talón o la punta del arco. Estas modificaciones, continuas o transitorias, influyen decisivamente sobre el timbre; en la mayor parte de los casos, en el ataque o emisión de la nota. En este caso, el primer punto de la envolvente dinámica, se revela como el más característico, debido a la formación de una especie de fonema por modificaciones transitorias de la intensidad total y de las intensidades parciales de cada uno de los armónicos del sonido tratado.

Sobre este punto, diremos que la aparición o no aparición de termonados armónicos, es contundente desde el punto de vista auditivo.

La envolvente, según sea su característica, puede provocar la aparición de un sonido de gran riqueza armónica en el momento del ataque; seguida de una desaparición de ciertos armónicos que, a su vez, pueden variar, o no, en dosificación mientras dure el sonido y acabar bruscamente o extinguirse, hasta hacerse inaudible en el tercer punto de la envolvente dinámica. Ver en la figura núm. 10, diferentes formas envolventes, teniendo en cuenta que los ejes verticales corresponden a la intensidad y los horizontales al tiempo.

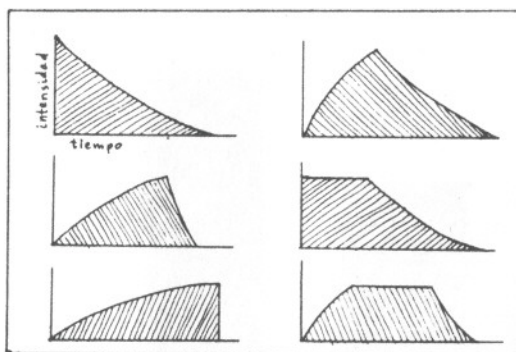


Fig. 10

Las posibilidades que brinda la síntesis por sonidos, son múltiples, ya que es posible hacer modificaciones transitorias en cada elemento simple que constituye el complejo, consiguiendo así grados tímbricos y dinámicos continuos, y modificaciones graduales o transitorias en la microestructura de la obra musical.

Existen procedimientos por los que es posible programar un desarrollo complejo de un bloque sonoro sintético, mediante una cantidad adecuada de los llamados *generadores de envolvente*.

Esta programación es relativamente sencilla cuando se ha alcanzado cierta práctica, no es económicamente costosa y, por supuesto, siempre tiene mayor exactitud y rapidez que la regulación manual por potenciómetro.

La regulación manual sólo puede ser admitida en el caso de envolventes generales, pero nunca de las parciales. De todos modos, también aquí será más práctico trabajar con el medio antes descrito.

Resumiendo lo estudiado sobre la curva envolvente, podemos decir ahora que, en un complejo creado sintéticamente, cada elemento simple puede tener su propia envolvente, y que todas las envolventes parciales se desarrollan simultáneamente, creando la sensación de envolvente única.

MODULACIÓN.—La acción entre dos frecuencias, de forma que una modifique ciertos parámetros de la otra, es decir, que la influida siga en alguna manera las características o módulo de la influyente, se llama modulación. La señal sobre la que se actúa y que es precisamente la que trata de modularse, se llama *portadora*, y la que ejerce su influencia, *moduladora*. La moduladora no interesa que se oiga como altura sonora real, sino solamente que deje sentir sus efectos sobre la portadora que es, en este caso, la que vamos a utilizar.

La moduladora puede actuar sobre todos los parámetros del sonido. Aquí estudiaremos cuatro tipos de modulación, aunque las dos primeras son las más importantes.

MODULACIÓN DE AMPLITUD.—Es la que modifica la intensidad de la portadora entre los niveles máximo y mínimo de la moduladora. En el caso anteriormente estudiado de envolvente dinámica, se trataba de una auténtica modulación aperiódica. En este caso, se trata de una modulación periódica, en la mayor parte de los casos por modular normalmente con frecuencias de una longitud de onda determinada. En la fig. 11, pueden verse los resultados de modulaciones periódicas y aperiódicas, utilizando formas de onda ya estudiadas y envolventes aperiódicas.

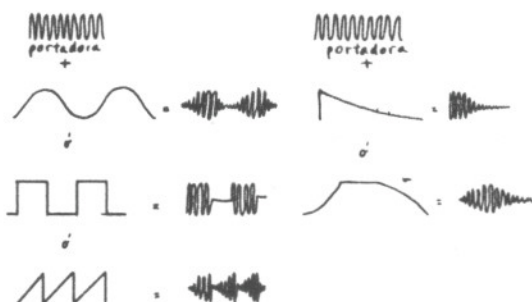


Fig. 11

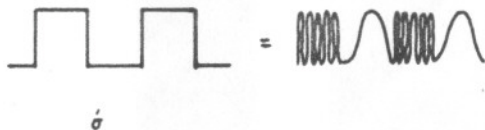
Como se vé, la portadora sigue fielmente en amplitud, todas las inflexiones de la moduladora. Asimismo, no es preciso limitarse

para modular en amplitud, a las frecuencias simples o complejas. También puede modularse el ruido, sonidos vocales o cualquier otro sonido ya existente. La modulación en amplitud puede aplicarse también a sonidos registrados en cinta. Se emplean moduladoras de frecuencia baja o infrasónica, menores de 20 Hz, con el fin de que el oído capte separadamente los altibajos de la modulación.

MODULACIÓN DE FRECUENCIA.—La moduladora actúa, en este caso, sobre la altura del sonido. Aquí no es posible actuar más que sobre la fuente que lo produce; en este caso, un generador de frecuencias de cualquier tipo de onda. Los generadores u osciladores pueden ser influidos, tanto manualmente como eléctricamente, al menos los contruidos especialmente para usos musicales. La figura 12, contiene algunos ejemplos.



Fig. 12



Según el nivel instantáneo de la moduladora, habrá una traducción en variaciones de frecuencia. Para que estas variaciones sean perceptibles como tales, es preciso en primer lugar, que la frecuencia de la moduladora sea menor de 7 Hz, y segundo, que el desplazamiento de frecuencia sea, por lo menos, de la dimensión de la frecuencia de la moduladora. (regla de Stewart).

Para que una modulación de frecuencia de 3 Hz sea audible como fluctuación de altura sonora, la frecuencia portadora de, por ejemplo, 440 Hz, deberá fluctuar tres veces por segundo entre por lo menos 437 y 443 Hz.

Con la curva producida por un generador de envolvente, puede también influirse sobre el oscilador, transformando estas curvas de intensidad en alturas sonoras móviles y produciendo glissandos más o menos complicados.

Utilizando el hecho de que modulando a más de 7 Hz no es perceptible la fluctuación de altura sonora, se presentan dos oportunidades:

1º) Modulando a más de 7 Hz una portadora con una onda cuadrada, se creará el efecto de oír simultáneamente dos sonidos; variando la separación de éstos con la amplitud de la onda cuadrada moduladora.

2º) Modulando a más de 7 Hz una portadora con diente de sierra, se conseguirá una banda de ruido delimitada perfectamente. La anchura de esta banda dependerá de la amplitud de la moduladora.

MODULACIÓN DE TIMBRE.—Con este tipo de modulación se consigue variar la dosificación de armónicos de la portadora. La frecuencia moduladora puede actuar sobre un filtro controlado por tensión. De esta forma, puede actuarse sobre un sonido complejo o ruido de cualquier tipo.

Actuando sobre filtros paso bajo, pasa banda y paso alto, pueden conseguirse efectos muy variados, según la aplicación a que se destinen.

MODULACIÓN EN ANILLO.—Inyectando dos frecuencias a un modulador de anillo, se obtendrá a su salida, una señal que corresponderá a la suma y a la diferencia entre las primeras.

En el caso de una señal pura y otra compleja, o bien de dos frecuencias complejas, los efectos de la modulación se dejarán sentir tanto en las fundamentales como en sus armónicos.

Manteniendo una señal fija y haciendo subir de frecuencia la otra, a medida que se aproximen sus frecuencias, tendremos una suma cada vez mayor y una diferencia cada vez menor; por tanto, dos sonidos en movimiento contrario. Si se continua ascendiendo, una suma cada vez mayor y una diferencia también cada vez mayor. Si este movimiento se efectúa melódicamente, ocurren una serie de transformaciones muy complejas que afectan tanto a la altura como al timbre.

MODULACIÓN ALEATORIA.—La modulación aleatoria o estadística, está basada en obtener una oscilación moduladora no periódica, sino continua e imprevisiblemente variable, es decir, que su frecuencia y amplitud dependa de la casualidad, dentro de ciertos límites.

La moduladora aleatoria puede obtenerse filtrando ruido con un filtro de banda cuya anchura no sea mayor de 10 Hz. La oscilación aleatoria así obtenida, tendrá una frecuencia momentánea media que se encontrará en el centro del campo de tolerancia del filtro, y una amplitud que fluctuará aleatoriamente con una frecuencia momentánea media equivalente a medio ancho de la banda del filtro.

Esta oscilación aleatoria puede utilizarse para modular por cada uno de los procedimientos anteriormente descritos, obteniéndose de ellos procesos modulatorios estadísticos. Cuanto más ancha sea la banda de frecuencia elegida y también su amplitud efectiva, tanto más se acercará el resultado sonoro de la modulación al ruido, es decir, a un proceso sonoro cuya altura ya no puede determinarse con exactitud.

III. ADECUACIÓN DEL PENSAMIENTO MUSICAL

AL RESULTADO SONORO

En música instrumental, la interpretación está condicionada por el límite de lo instrumentalmente ejecutable. Ese límite es, principalmente, en lo que se refiere a valores rítmicos y velocidad de ejecución. El límite de audibilidad coincide aproximadamente con estos límites instrumentales, de forma que la capacidad disociativa del oído en lo referente a sucesiones temporales permanece dentro de estos márgenes. Por medios electrónicos, es posible hacer este tipo de sucesiones, de forma que excedan estos límites. La gama de frecuencias audibles como altura sonora es, aproximadamente, de 20 a 18000 Hz; más o menos de nueve octavas y media. Las frecuencias inferiores a 20 Hz, pueden ser percibidas en determinados casos como sucesiones temporales rápidas o lentas, pero no como alturas. La región superior a los 18000 Hz entra en el campo de los ultrasonidos, no percibibles por el oído humano. Por otra parte, vemos que las sucesiones temporales de alrededor de los 20 Hz, empiezan a percibirse como altura sonora, con lo cual se pierde el sentido rítmico. Más adelante, veremos que por técnicas especiales de montaje y corte de cinta, pueden elaborarse estructuras rítmicas muy complicadas, pero que si sobrepasan esta capacidad disociativa, no serán percibidas como tales.

La percepción corresponde a relaciones logarítmicas de los estímulos. En el caso del oído, este no es capaz de percibir la diferencia entre dos valores de tiempo muy largos que apenas difieran en su duración. Si los mismos grados de diferencia aparecen en valores muy cortos, la diferencia se hace considerable; de manera que el oído no mide en general diferencias absolutas, sino proporciones relativas. Las combinaciones sucesivas o simultáneas de valores de tiempo, deben ser consideradas de manera distinta. Esto ~~no~~ puede aplicarse también al caso de los intervalos entre alturas de sonido pequeñas y grandes. Una escala aritmética se percibe mejor en una sucesión estrecha de valores, aun en el caso de una progresión muy pequeña, mientras que una escala logarítmica se adecua mejor a la percepción de un espacio temporal más dilatado y diferenciado.

Otra percepción a considerar, es la que se refiere a la intensidad. Si dos sonidos de igual longitud tienen distinta intensidad, percibi-

mos el más intenso como el más largo y el menos intenso como el más corto.

En el caso de un sonido puro o sinusoidal, la intensidad de éste puede tener repercusión sobre la altura. Esta sensación es, desde luego, fisiológica, puesto que realmente, la frecuencia no varía.

Inversamente, la intensidad de un sonido sinusoidal de amplitud constante varía considerablemente al variar la frecuencia, y esta variación depende también de la amplitud elegida. Esto es comprensible si tenemos en cuenta que la sensibilidad espectral del oído no es lineal para todas las frecuencias (fig. 13). Si se quiere oír con una intensidad uniforme toda la escala audible, será preciso compensar ésta dando más intensidad a las zonas de menor sensibilidad auditiva, es decir, producir una curva inversa a la del oído, con el fin de linealizarla. A esto se le llama ecualización. En la figura 13 puede verse que para conseguir sensación de igual intensidad a diferentes frecuencias simples, deben emitirse éstas con diferentes niveles. Al propio tiempo, se observa que a mayores intensidades corresponden curvas cada vez más planas.

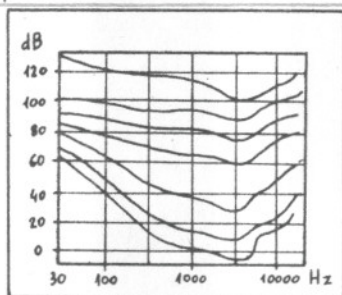


Fig. 13

Cuando se escucha un sonido determinado, la altura que el oído reconoce, es la de su fundamental. Es posible ir eliminando de abajo a arriba la fundamental y muchos armónicos sin que nada se altere. Pero si se interrumpe el sonido así mutilado, sólo una fracción de segundo, la percepción sonora cambia completamente. En lugar del anterior sonido residual sobre la fundamental, ahora se oye repentinamente otra altura sonora, que coincide aproximadamente, con la posición del más intenso de los armónicos restantes, y que se denomina altura de sonido formante. Con cierta práctica se hace posible oír simultáneamente la altura sonora del residuo y la del formante, aunque, como cualidades distintas e inconfundibles, y así es posible dar una sucesión monódica el carácter de un movimiento a dos voces o, por lo menos, el de un claro fundamento armónico,

por medio del movimiento opuesto de sonidos residuales y sonidos formantes (W. Meyer-Eppler).

También el batido entre frecuencias provoca la aparición de nuevos sonidos, sobre todo en la zona grave y que denominaremos sonido de batido o pulsaciones, según su frecuencia.

Si generamos simultáneamente dos sinusoidales, por ejemplo, de 1000 y 1030 Hz, percibiremos, además, otra frecuencia de 30 Hz, que es la diferencia entre las dos. Si esta diferencia es muy baja, del orden de 1 a 10 Hz, se acusará una pulsación parecida a una modulación en amplitud, porque no será audible como altura sonora. Si se mantiene fija una de ellas, la más baja, y se hace ascender la otra, el sonido de batido ascenderá paralelamente, porque cada vez la diferencia será mayor. Sólomente, cuando haya coincidencia con la octava o con la quinta justa, no se producirá batido, puesto que el sonido más agudo coincidirá en orden par con el más grave. Este procedimiento se utiliza habitualmente en la afinación de pianos.

En la región grave se producen fácilmente pulsaciones lentas, pues de un sonido a otro varía poco la frecuencia, y es por esta razón que al orquestrar se colocan normalmente los intervalos mayores en la región grave, salvo cuando se desea obtener efectos confusos.

El batido entre frecuencias complejas, será también complejo, pues en este caso habrá que contar con los batidos o pulsaciones entre sus armónicos.

En lo referente a la sensación de altura sonora, hay también fenómenos acústicos a considerar.

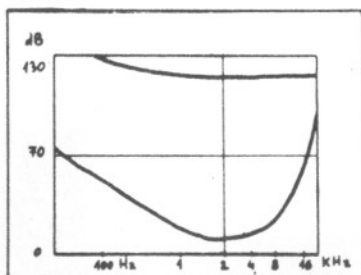
Ejecutados sucesivamente un sonido de 400 Hz y otro de 205 Hz, pueden producir la sensación de octava, pero simultáneamente, son discordantes.

Los umbrales diferenciales para la sensación de altura varían mucho con la frecuencia y la intensidad de los sonidos, como ya se dijo antes. En la región de los 1000 Hz, el oído puede percibir diferencias de frecuencia de 3 Hz (0,3 %), o sea de 1/16 de semitono, mientras que en la región grave de los 60 Hz, la sensibilidad es sólo del 1 %, o sea, de casi un semitono. Hacia la región aguda, la sensibilidad del oído decae nuevamente. Aquí se ve cómo la percepción auditiva no es lineal con la frecuencia, sino que posee un máximo en las regiones medias. Si la curva de sensibilidad espectral auditiva queremos hacerla lineal, tendremos que ecualizarla obteniendo una curva inversa a la primera.

Para que un sonido produzca una sensación clara de altura, su duración mínima debe ser de $1/20$ de segundo. Téngase en cuenta que al trabajar por técnicas de corte y montaje de cinta, sobre todo a velocidades elevadas (38 a 76 cm/seg.), es posible controlar hasta $1/380$ ó $1/760$ de segundo, según velocidad y que equivale en ambos casos al corte de 1 mm de cinta magnética.

El umbral de audibilidad para un sonido de frecuencia dada, es el punto en que la intensidad del sonido no puede disminuir sin que cese de ser oído. La cima de las sensaciones de intensidad es el punto donde éstas no pueden aumentar sin convertirse en sensaciones dolorosas. (fig. 14).

Fig 14



Otro fenómeno de importancia a tener en cuenta, es el que se refiere a las interferencias por fase.

Se dice que dos sonidos o frecuencias están en fase cuando siendo exactamente de la misma frecuencia, sus movimientos vibratorios son superponibles, es decir, que a la parte más alta de uno, o cresta, corresponda la del otro, y a la parte más baja de uno, o valle, corresponda asimismo la del otro. Si las dos frecuencias están exactamente en concordancia de fase, habrá suma de amplitudes, con lo cual el sonido se reforzará en intensidad. Si, por el contrario, existe oposición total de fase, o sea, un desplazamiento de 180° , a cada cresta de uno se superpondrá un valle del otro, y viceversa, por lo que el movimiento vibratorio tenderá a anularse ocasionando la extinción del sonido. Si uno de los dos sonidos tuviera más amplitud que el otro, entonces simplemente se originaría una resta de amplitudes.

Es interesante observar este hecho con el fin de evitar grabar un mismo sonido simultáneamente consigo mismo, cosa muy factible en regrabación, pues cabe dentro de lo posible, anulaciones sonoras no previstas. Estas diferencias de fase, en sonidos de frecuencia parecida o diferente, son las que originan las pulsaciones y los sonidos diferenciales que hemos estudiado anteriormente.

IV. NOTACIÓN ELECTROACÚSTICA

La grafía o realización de la partitura en música electroacústica, puede tener dos fines: La realización en estudio sobre cinta magnética, ya sea para producir una obra completa o una parte destinada a ser interpretada junto con orquesta, y la realización en vivo.

Al primer grupo puede corresponder una partitura de trabajo muy detallada, con tratamientos complejos del sonido, ya que en el estudio de grabación es posible una manipulación muy laboriosa del material.

Al segundo grupo corresponderá algo menos complicado, aún en el caso de trabajar sobre un sintetizador, pues las manipulaciones posibles son menores. Aparte de los datos técnicos, pueden ser interesantes aquí los estímulos visuales a base de grafías y de colores.

Queda una tercera categoría que, en sí, es una subcategoría de la primera, y corresponde a las obras mixtas. En ellas, el director de orquesta tiene en sí las partes de la misma junto con la parte electroacústica, con el fin de amoldar el tempo de la orquesta a la parte de cinta, o concertar él a los ejecutantes electroacústicos integrados en la orquesta. En estos casos, el director tendrá ante sí una parte simplificada de la notación electrónica, con sus puntos más destacados y a base de grafías muy expresivas, acotada en segundos de tiempo para controlar duraciones.

Normalmente, una partitura electrónica, se plantea a base de tener un conocimiento del desarrollo musical a obtener, como es natural, pero hay que tener en cuenta que el universo sonoro con el que se trabaja es vastísimo. Hace falta oír mucho, experimentar con el material sonoro y adecuarlo a las necesidades de la obra. Las posibilidades son inmensas, pero hay que trabajar con un riguroso criterio de selección para no caer en el efectismo vulgar, cosa fácil, dada la ductilidad del material. No hay nada establecido definitivamente sobre la grafía, y esta es propia de cada compositor, puesto, que la mayoría de las veces él es el propio intérprete de su obra. Puede confeccionarse a base de guarismos o representaciones gráficas y símbolos más o menos expresivos. Una forma relativamente normalizada es la de usar papel milimetrado y poner en el eje de ordenadas las frecuencias en orden creciente, y en el de abscisas los tiempos en segundos o en centímetros de cinta. Paralelamente

al eje de tiempos y correspondiendo con estos, puede ir el de intensidades, dentro de una escala dinámica desde -30 ó -20 db hasta 0 dB. El tratamiento sonoro tímbrico y modulador, puede estar notado secuencialmente, por ejemplo, un bloque de armónicos superpuestos, o estar acotado con cifras de frecuencia o, en fin, utilizar signos convencionales.

Las escalas a utilizar en cada parámetro, pueden ser continuas o discontinuas, es decir, estar o no sujetas a un temperamento por puntos o intervalos, y pudiendo utilizarse un sistema serial o no. A veces, las necesidades de cada obra particular, darán lugar a sistemas de notación distintos. Aquí, todo debe ser muy funcional.

Cuando comenzaron a hacerse los primeros trabajos de composición, en Francia con la música concreta y en Alemania con la electrónica, se utilizó con normalidad la técnica serial y, el la mayoría de los casos, la serial integral. Křenek, en su obra «*Spiritus intelligentiae sanctus*», para voces cantantes y tonos electrónicos, utilizó la serie de doce sonidos de nuestro sistema temperado. Después se ha utilizado temperamentos de escala de diferente número de tonos, con bases propuestas por el mismo compositor. El carácter integral, exigía fiscalizar hasta su más mínimo detalle, todos los parámetros: alturas, timbres, intensidades y tiempo. Con el advenimiento de las técnicas de grabación a más de dos pistas simultáneas, o estereofonía múltiple, también tuvo importancia el serialismo que controlaba las posiciones exactamente establecidas de las fuentes sonoras en el espacio.

Las bases del dodecafonismo, elaboradas por Schoenberg, dicen que la serie de doce sonidos tiene cuatro representaciones básicas, como son: original, retrógrada de la original, inversa y retrógrada de la inversa. Estas cuatro series, derivadas de una sola, pueden transportarse, además, por semitonos hasta doce alturas distintas, que, en total, dan hasta cuarenta y ocho representaciones de la serie básica. Además, en el juego polifónico, estas series pueden partirse de un pentagrama a otro de la partitura, combinándose entre sí.

Como hemos dicho antes, estas leyes pueden ampliarse a todos los parámetros musicales, proporcionando así un orden común e infinitas posibilidades. De hecho, es muy probable que la música electroacústica no hubiera podido desarrollarse como tal de no haber estado firmemente enraizada en los principios seriales.

A continuación, siguen unos ejemplos de notaciones ya utilizadas para la producción de las cintas magnéticas. Hay que tener en cuenta que tratándose de trabajos grabados de una vez para siempre sobre cinta, la función de la partitura solamente tiene sentido en el momento de la realización, tratándose de verdaderos croquis sonoros. Posteriormente, sólo puede tener utilidad para su estudio, ya que no es probable que nadie vaya a utilizarla para hacer lo que ya está hecho.

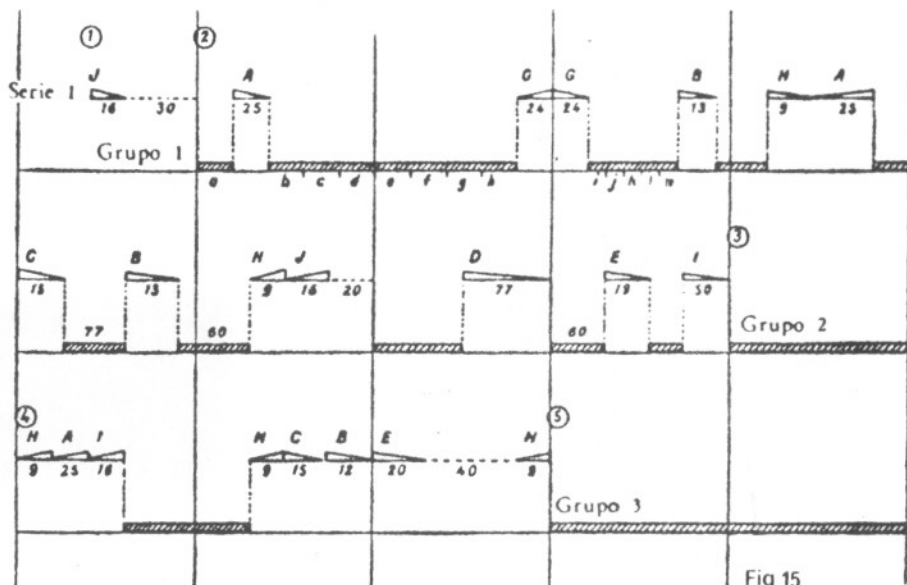


Fig 15

Pierre Henry: «Antiphonie» (fig. 15). Opone, a modo de dos coros, células en continúa variación y sonido complejos en series sonoras de materia disímil. El todo es tratado de manera sistemáticamente diferente.

Pierre Boulez: «Estudio sobre un sonido» (fig. 16). Boulez se propone obtener un único sonido, variaciones sistemáticas por acción sobre uno de los parámetros. Este estudio se basa en la interpolación de las transposiciones de un sonido en tesitura y duración. Después de conseguir doce sonidos cromáticos, se multiplica o se divide la velocidad de reproducción, lo que da seis registros, múltiplos o submúltiplos de la velocidad normal N, o su mitad, $M = N/2$, $4N$, $2N$, $M/2$, $M/4$. El registro $4N$ comprende los

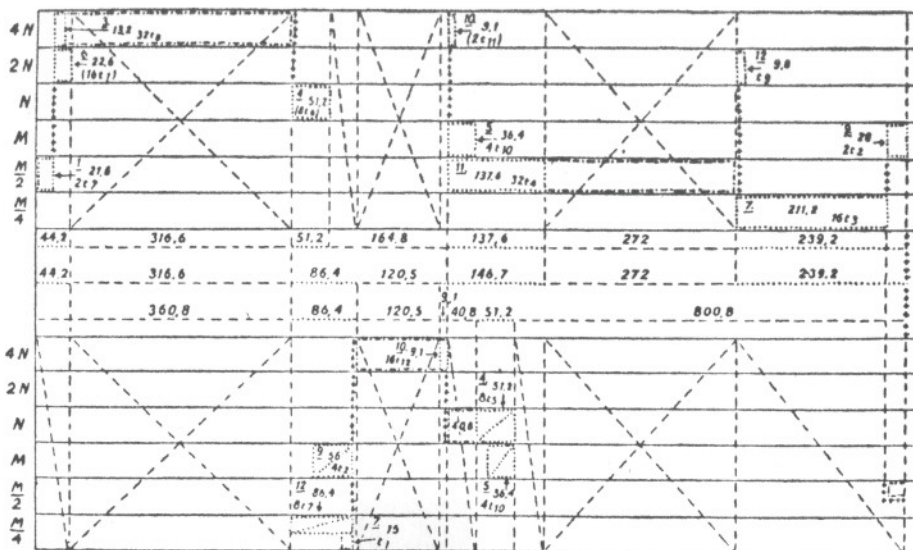


Fig. 16

doce sonidos representados en la notación t_1 , t_2 , etc. Cuando la velocidad de desarrollo sea $2N$, el sonido 1 tendrá la duración $2t_1$, el sonido 2, $2t_2$, etc. De esta manera, existe una especie de tésitura de los tiempos. El estudio está compuesto por series de sonidos que toman duraciones calculadas para formar series paralelas; por ejemplo, cuando el sonido t_3 ($4N$) toma el valor de duración $32t$, resulta un silencio que figura en punteado. Los sonidos figuran cercados si pasan en sonido directo, y atravesados por una diagonal si pasan en sentido inverso. El estudio comporta la superposición concertante de dos polifonías.

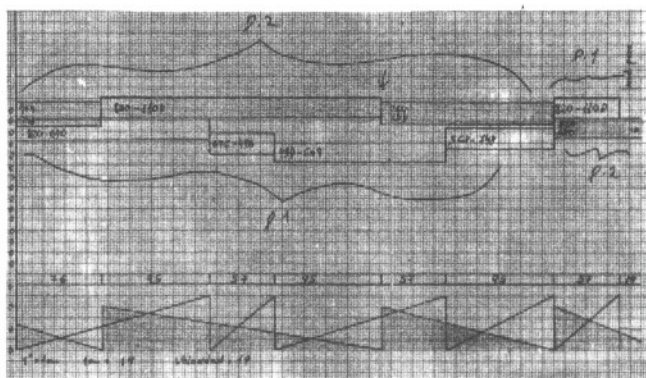


Fig 17a

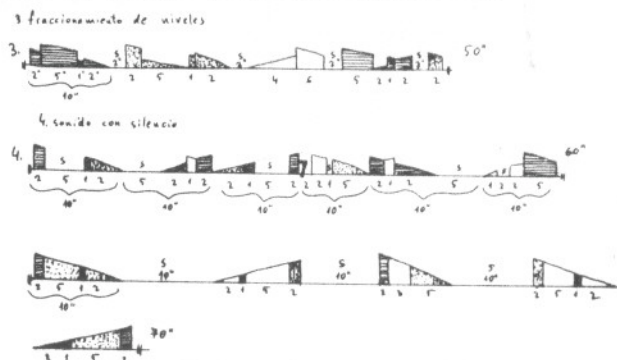
José Berenguer: «Estratos sonoros» (fig. 17a). Esta obra es mixta, para ORQUESTA Y ELECTRÓNICA: En este fragmento de la partitura electrónica, pueden verse dos voces, compuestas por dos series de Fibonazzi en contraposición, una creciente y otra decreciente, una con la dinámica de mayor a menor y la otra a la inversa.

Fig. 17 b



Los bloques de sonido están compuestos por seis o doce sonidos sinusoidales, con los intervalos temperados por un número base, al igual que la parte de orquesta (fig. 17b). En esta, se ve la función de la partitura para el director. En el extremo inferior lleva las indicaciones de tiempo y de cinta magnética.

Fig. 18



José Berenguer: «Ensamblajes» fragmento 3º y 4º (fig. 18). Este estudio, concebido como modular, para ser exhibido junto con escultura del mismo tipo, está formado por tres objetos sonoros, como módulos generadores. Por ello, la partitura aparece muy simplificada. Estos tres objetos tienen la misma duración, pero pueden intercalarse entre ellos y el silencio.

NOTACIÓN POR ESTÍMULOS VISUALES. — Es la utilizada normalmente en las interpretaciones en vivo. La interpretación en directo puede ser entre formas principales: generación directa de sonidos mediante sintetizador; transformación directa de sonidos habituales como voz, instrumentos, etc., y la unión de los dos primeros procedimientos.

En el primer caso, las instrucciones de la partitura, concretarán sobre los elementos técnicos a concertar, como puede ser la programación, para determinadas secuencias musicales, de los diferentes elementos de que consta el sintetizador, y la interconexión entre ellos. Sobre estas bases, el desarrollo musical puede discurrir sobre grafías eminentemente plásticas.

Veánse algunas sugerencias (fig. 19).

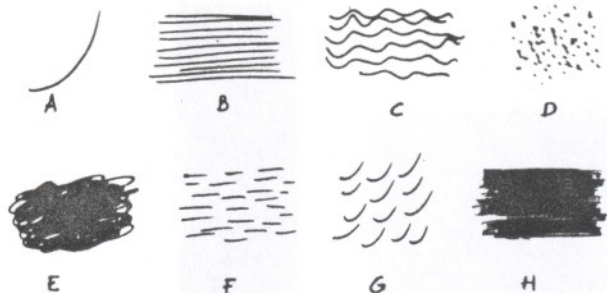


Fig. 19

Aunque se trata de ejemplos aislados, sin continuidad musical, una interpretación posible de ellos sería, teniendo en cuenta que la lectura lineal es de izquierda a derecha:

- A sonido ascendente.
- B grupo de sonidos tersos.
- C grupo de sonidos ondulantes o modulados.
- D sonidos pulverizados o atomización.
- E densidad indefinida y heterogénea.
- F grupo de sonidos breves.
- G grupo de sonidos ascendentes.
- H grupo de sonidos densos o grupo denso de sonido.

Dando color a los elementos, pueden también introducirse variaciones, sobre todo en las alturas de los sonidos.

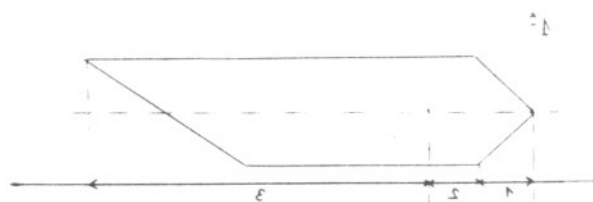
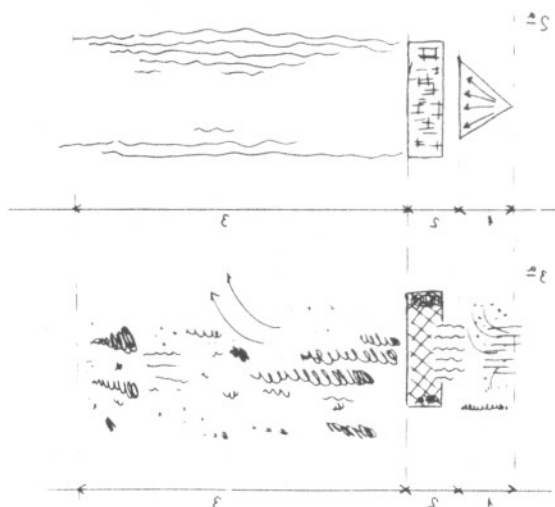


Fig. 20



A continuación, damos el plan general para una obra nuestra, destinada a integrarse en un espectáculo plástico cinético (fig. 20).

La obra presenta tres diagramas superponibles. El primero es el esquema general, en bloque, del desarrollo sonoro y plástico. La duración es indeterminada.

El segundo bloque consta de elementos fijos grabados en cinta magnética, por lo que la duración de esta debe determinarse según la duración total. Esta cinta, como todo el espectáculo, consta de tres partes:

- 1) sinusoidales en abanico, abriéndose en frecuencia, aumentando en número y subiendo de nivel.

- 2) espacio de silencio, seguido de «collages» publicitarios, televisivos y «pop» a máximo nivel.
- 3) Ondas cuadradas moduladas en frecuencia y sinusoidales en amplitud. Densidad alta en las altas frecuencias, nula en las centrales y baja en las graves. Decece el volumen por disminución de la densidad.

Sobre esta base fija, se establece una móvil que se interpreta en directo, y que consta de lo siguiente:

- 1) Haz compacto de varios tipos de onda. Incorpora impulsos y barrido de frecuencias. Ruidos filtrados.
- 2) Haz leve de ondas cuadradas moduladas en frecuencia, seguido de ruido blanco con coloraciones adicionales.
- 3) Ruidos filtrados. Con líneas y puntos, también barridos de frecuencias. Al final, decrecen en amplitud hasta anularse.

Otra obra que ponemos como ejemplo, es "Soledad interrumpida", cuya parte musical es de Luis de Pablo, también con elementos fijos y móviles, que está integrada dentro de un espectáculo plástico cinético. En el original, hay intervención de colores, dentro de la representación gráfica (fig. 21).

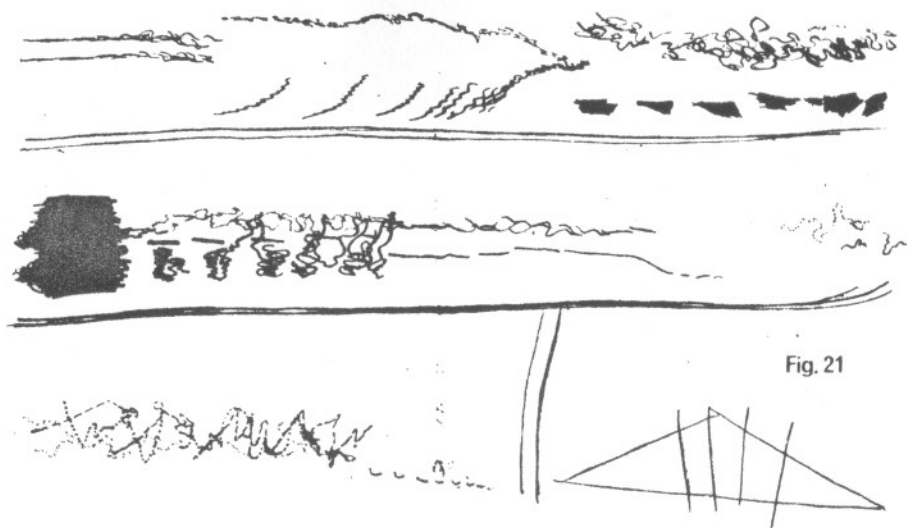


Fig. 21

V. TRATAMIENTO DEL MATERIAL SONORO.

TÉCNICAS DE ESTUDIO

Las técnicas que vamos a describir a continuación, solo pueden aprenderse, realmente, después de un prolongado contacto personal con el material electroacústico; sonidos y aparatos. No obstante, intentaremos enumerar una serie de técnicas que tienen por fin la producción del sonido, su elaboración, registro, montaje, etc.

MAGNETÓFONOS.—Los instrumentos imprescindibles en el estudio, son los magnetófonos. Hace falta un mínimo de dos, para hacer las copias. Deben poseer varias velocidades, pero la velocidad normal de trabajo será de 38 cms/seg. (15" ps). Se trata, naturalmente, de aparatos profesionales a una velocidad absolutamente constante, dotados de tres motores y tres cabezas magnéticas. Deben tener posibilidad de sincronización entre sí. Lo ideal sería que un aparato fuera de plena pista (grabación de todo el ancho de la cinta normal de 1/4 de pulgada) y el otro, u otros, pudieran trabajar a dos o más pistas simultáneas. Deben proscribirse los aparatos de cuarto de pista. Para uso de cuatro pistas en adelante, sólo pueden utilizarse magnetófonos que trabajen con cinta de 1/2 a 1 pulgada de ancho, aparatos que, por otra parte, son de muy elevado precio. Esta es la parte del equipo de mayor coste de todo el estudio.

También es interesante la utilización —o preparación— de magnetófonos de velocidad continuamente variable, así como de magnetófonos de cabezas giratorias. Más adelante, destacaremos el interés especial que pueden tener estos dos últimos tipos de magnetófonos.

PRODUCCIÓN DEL SONIDO.—A los magnetófonos, y a través de un mezclador de sonido, se les unen las fuentes que proporcionan señales eléctricas para su registro en la cinta magnética. Estas fuentes pueden variar, según los casos, desde un simple micrófono o un registro practicado con anterioridad, pasando por uno o varios generadores de señal, o bien, un sintetizador. También puede tratarse de modificar un sonido mediante filtros o moduladores.

Si las fuentes de sonido deben grabarse simultáneamente, puede utilizarse tantas como haga falta, o bien grabar la cinta con las que se disponga y volver a grabar simultáneamente con las anteriores y con la cinta ya grabada. En este último caso, se hará la copia sobre otro magnetófono, o bien, si este lo permite, sobre el primero, utilizando la técnica de regrabación.

Todos los sonidos que requiera la partitura, deben registrarse previamente, con el fin de archivarlos antes de proceder al montaje.

Esta cinta maestra puede copiarse tantas veces como sea necesario, para disponer del número de objetos sonoros que se precise.

ELABORACIÓN DEL SONIDO.—Si no se ha hecho en el momento de la grabación, los sonidos ya registrados pueden tratarse posteriormente. Sólomente la modulación en frecuencia es difícilmente accesible a sonidos ya grabados, pues esta se efectúa directamente sobre el generador de frecuencias.

En el resto de los casos, es posible hacer las modulaciones ya descritos, así como el filtrado y la transposición a diversas alturas.

Para efectuar transposiciones continuas, la cinta, que puede ir cerrada en forma de bucle o anillo, se hace pasar por un magnetófono de velocidad continuamente variable. Para transponer sólomente a diversas octavas, se usará el cambio de velocidad de que está provisto el magnetófono normal. A doble velocidad, resultará una octava alta, y a mitad de velocidad la octava baja. En el caso de sonido continuos, esto no ofrece problema, pero si se trata de sonidos discontinuos, como pulsos, o bien de estructuras rítmicas, el efecto del cambio de velocidad tiene repercusión, al mismo tiempo que sobre la altura, en la duración, por lo que, en el caso anterior, a doble velocidad de la nominal, sería octava alta y mitad de duración, y a una velocidad mitad, octava baja y duración doble. Este inconveniente, sólo es posible remediarlo mediante el citado magnetófono de cabezas giratorias. Según se relacione la velocidad de paso de la cinta con la velocidad de rotación de las cabezas, es posible obtener cambios de altura y cambios de tiempo independientes entre sí, es decir, sin que unos afecten a otros. La lectura dada por el magnetófono giratorio, se registra sobre otro normal, y esta cinta se hace pasar sobre otro de velocidad variable para restituir la altura o la duración, según se desee. El principio en que se basa este aparato, será descrito en el apartado de instrumentación.

TRATAMIENTO DEL TIEMPO.—Utilizando magnetófonos, el tratamiento temporal puede hacerse con una precisión inusitada mediante el corte y el montaje de la cinta. Dada la velocidad de registro, el tiempo se hace fácilmente accesible al ser medido en longitudes de cinta, por lo que se comprenderá que a mayores velocidades de cinta corresponda mayores longitudes, con lo cual el montaje se facilita.

El corte de la cinta se hace con tijeras antimagnéticas, con el fin de evitar ruidos, y el montaje con cinta adhesiva especial para estos fines.

Si se trabaja a una velocidad de 38 cms/seg., aparte de obtener mejor calidad y mejor dinámica, un segundo de tiempo corresponderá a una longitud de cinta de 38 cms. Si se ha de efectuar un montaje en el que cada sonido deba durar una décima de segundo, al dividir el segundo en diez partes, quedarán longitudes de 38 milímetros.

Mucha parte del montaje puede evitarse con técnicas más actualizadas mediante aparatos provistos de un teclado o mediante un secuenciador de procesos.

Como ya se ha dicho, pueden establecerse temporizaciones en forma de progresiones aritméticas, geométricas y logarítmicas. Cristóbal Halffter ha utilizado secciones áureas de segmentos temporales. El uso de estas longitudes áureas, viene determinada perfectamente por las series de Fibonazzi. Así, una cabeza de serie, el dos, por ejemplo, viene determinada por la sucesión de Fibonazzi siguiente:

2, 4, 6, 10, 16, 26, 42, etc., obteniéndose ésta por sumar la cabeza de la sucesión consigo misma, $2 + 2 = 4$; a este resultado se le suma el anterior: $2 + 4 = 6$, y así sucesivamente. El oído reconoce satisfactoriamente toda la progresión en su desarrollo temporal. Esta progresión creciente, puede combinarse entre sí al objeto de constituir una serie.

En los comienzos del estudio de Colonia, se utilizó una técnica de montaje altamente artesanal. Cada parte del complejo, es decir cada línea de la polifonía, estaba montada en una cinta independiente. Se utilizaba como base una cinta inerte blanca, de las que se usan para separar programas grabados. Sobre ella, se iban pegando uno tras otro todos los sonidos. Como las curvas envolventes tenían que ser reguladas a mano por medio del potenciómetro, para conseguir curvas de muy corta duración se

recurrió a recortarlas en cinta magnética, sobre la que ya se había grabado el sonido correspondiente, en forma de triángulos (fig. 22A), que luego se incorporaban a la cinta inerte (fig. 22B).

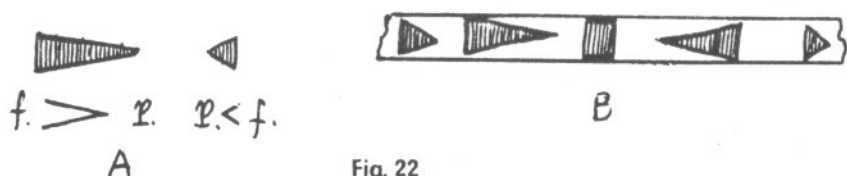


Fig. 22

Usando uno o varios generadores de envolvente, es posible simplificar considerablemente este proceso, pues las envolventes de intensidad vienen dadas por diferentes niveles de grabación en la propia cinta, por lo que, como máximo, sólo deben empalmarse segmentos de cinta entre sí, de la manera usual.

EMPALME DE LA CINTA.—La cinta magnética se empalma por medio de una cinta adhesiva especial. Hay dos tipos de empalme, según sea el corte de los extremos de la cinta: en diagonal y ángulo recto (fig. 23).



Fig. 23

El empalme en diagonal es menos crítico que el de ángulo recto, pero según las necesidades del montaje, debe usarse uno u otro. Los dos extremos de la cinta van unidos "a testa" y sobre la parte no activa se pega un trozo de cinta adhesiva. Los extremos de la cinta empalmada deben estar siempre a tope, tocando uno con otro, pues de no ser así, lo más probable es que el empalme sea detectable como un chasquido.

Aunque el proceso de empalme es en sí mismo relativamente sencillo, requiere mucha precisión, por lo que en ningún caso debe efectuarse apresurada o descuidadamente.

El empalme en diagonal es menos crítico, por lo que resulta menos audible, ya que toda la longitud de éste, tarda cierto tiempo en desfilar por delante de las cabezas del magnetófono. El empalme en ángulo recto, en cambio, pasa instantáneamente, por lo que no hay ninguna transición entre las partes de cinta empalmada. Si se desean cambios radicales de un trozo a otro de la cinta, deberá emplearse este segundo tipo de empalme.

MONTAJE FINAL. — Cuando las secciones constitutivas de una polifonía, por citar un caso complejo, están debidamente montadas y perfectamente acabadas en cuanto a su duración individual, los rollos resultantes deberán tener exactamente la misma longitud, lo que equivale a decir que deberán durar exactamente el mismo tiempo. Las partes se copian después simultánea o sucesivamente, según el número de magnetófonos de que se disponga, sobre la cinta final, generalmente en un aparato multipista. Estas partes separadas, pueden copiarse sobre pistas independientes, o bien, mezclarse dos o más sobre cada pista, lo cual exige que la mezcla de estas partes sea simultánea.

Los magnetófonos individuales deberán estar rigurosamente sincronizados con el multipista, a fin de conseguir una perfecta yuxtaposición entre todos los elementos y evitar así desplazamientos entre pistas.

La sincronización se efectúa normalmente utilizando una fuente de frecuencia patrón (generador de transposición) para los motores síncronos de arrastre de todos los magnetófonos del estudio, utilizándola como alimentación de los citados motores, o como elemento de comparación entre ellos.

Si la duración de la pieza no excede de unos pocos minutos, puede intentarse, no obstante, una sincronización por medio del cronómetro, aunque éste procedimiento no es del todo exacto y conduce a tener que hacer numerosas tentativas antes de dar por terminado el trabajo.

En todos los casos, deberá darse la antrada a todas las cintas de forma automática, de manera que al poner en marcha un magnetófono, también lo hagan los demás, y también deben situarse los comienzos de las cintas unos segundos antes de los comienzos verdaderos, con el fin de eleminar el arrastre de la puesta en marcha.

Durante el montaje final, o bien en una copia posterior, puede efectuarse el balance entre pistas y conseguir desplazamientos progresivos del sonido de unas pistas a otras (sonidos cinemáticos). Para conseguir estos desplazamientos, el mezclador que se utilice deberá estar dotado de controles de balance entre sus salidas.

En el proceso de copiado de las cintas, se introduce un factor perjudicial que es el ruido de fondo y el soplido propio de la cinta, los cuales van incrementándose a medida que se aumenta el número de regrabaciones. Este inconveniente puede remediarse en su casi totalidad incorporando durante los procesos de grabación y reproducción un sistema Dolby, tanto en su versión profesional como en su versión popular, llamado en este caso, Dolby B. Este sistema ha sido adoptado por la totalidad de estudios de grabación de sonido con resultados ampliamente satisfactorios.

VI. INSTRUMENTACIÓN

En este breve apartado, vamos a describir superficialmente los principales instrumentos de que se vale la música electroacústica para generar y elaborar el sonido. Para una información más extensa, será necesario acudir a textos especializados en acústica y electrónica.

SINTETIZADOR.—Este aparato, tan en boga desde hace pocos años, es un auténtico y completo laboratorio del sonido. Gracias a las técnicas de miniaturización con circuitos integrados, ha sido posible reducir a escaso volumen todos los componentes que antes ocupaban una habitación entera. Con un sintetizador y magnetófonos, es posible poner en juego todas las técnicas de producción y elaboración del sonido.

Podemos describir tres tipos de sintetizadores completos.

El primero consta de un elevado número de osciladores sinusoidales, convertibles a su vez, en otros tipos de onda. Ofrece la posibilidad de componer timbres por síntesis o superposición de sonidos.

El segundo consta de menos generadores que el primero, y funciona por interacción de dos o más generadores ricos en armónicos. Por medio de filtración, pueden reducirse estos armónicos a la cantidad necesaria. A este tipo pertenece el sintetizador Moog.

Un tercer tipo es el que proporciona directamente la forma de onda deseada, por la intersección de pulsos que forman desde diez a cien puntos de la citada forma de onda.

Todos estos sintetizadores llevan ajustes manuales de frecuencia e intensidad, pero también es posible adaptarles un teclado convencional para obtener toda una serie de frecuencias musicales, pudiéndose, además, obrar sobre el temperamento de la escala, es decir, que no es preciso limitarse al temperamento igual o desigual en semitonos, sino que el intervalo entre cada dos teclas puede hacerse variar a más o menos del semitono, independientemente de las demás.

Además de la serie de generadores de frecuencia de que van provistos, llevan también otros elementos de generación y transformación, como son los filtros, moduladores, ruido blanco y rosa, generadores de envolvente, mezclador, etc.

Terminada esta breve descripción, pasamos a enumerar todos los elementos que puedan existir, tanto por separado como incorporados al sintetizador.

GENERADOR.—Como palabra más adecuada, podría utilizarse la de oscilador. La corriente eléctrica que circula por él, oscila a una frecuencia que viene determinada por la sintonía de un circuito, controlado desde el exterior. Según el tipo de generador, su extensa gama de frecuencias puede producirse en un barrido continuo, desde la más grave a la más aguda, o bien barridos por secciones, en fracciones de unas tres octavas cada una. Los osciladores utilizados en laboratorios de sonido, generalmente proporcionan varios tipos de forma de onda.

Además de estos generadores de frecuencia cíclica, debemos citar ahora el de envolvente, nombrado numerosas veces con anterioridad. Se trata de un dispositivo que, alimentado por una corriente continua y, merced a unos ajustes previos, la obliga a describir una curva de tensión variable, que corresponde a la envolvente del sonido que se desea. Esta curva de tensión actúa sobre un amplificador que, en consecuencia, regula el volumen del sonido. Por la fig. 24, podrá comprobarse mejor este proceso.

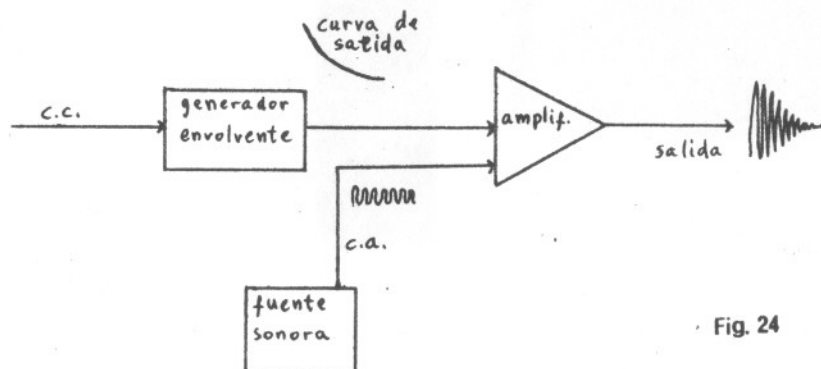


Fig. 24

MODULADOR.—En el apartado de modulación se ha descrito convenientemente la función de este fenómeno. Como moduladores propiamente dichos, sólo podemos citar el de amplitud y el de anillo. Los otros tipos de modulación, como son las de frecuencia y las de timbre, se efectúan directamente sobre osciladores y filtros. Como modulador de amplitud, puede utilizarse el amplificador de un generador de envolvente.

FILTRO.—Los filtros aquí utilizados son del tipo activo, y pueden clasificarse en cuatro tipos, según sus efectos.

El más importante es el paso de banda. Cumple la función de recortar frecuencias por encima y por debajo de la seleccionada, con el objeto de conseguir una banda más o menos estrecha de sonido.

El pasa bajos permite el paso de todas las frecuencias graves, hasta el punto de corte elegido. Inversa función cumple el pasa altos.

Hay un paso de banda que cumple con su cometido de forma inversa al normal, y es el filtro tapón. Este filtro deja pasar todo el espectro de frecuencias, excepto la banda indeseable.

Todos estos filtros llevan un control externo de frecuencias y también pueden estar dotados de regulación del ancho de banda.

CONTROL POR VOLTAJE.—Los elementos que llevan un acceso manual para modificar sus características, como puedan ser oscilador, filtro, amplificador, mezclador, etc., pueden ser influídos también por un determinado voltaje. Esto tiene por objeto el que puedan ser comandados a distancia, ya sea por teclado, por pedal o por generador de envolvente. También es posible obtener estas modificaciones por la tensión que se obtiene de una fuente exterior, tanto de un micrófono como de cualquier registro en disco o cinta.

MAGNETÓFONO.—Como el magnetófono normal ya ha sido descrito con anterioridad, resumiremos ahora el de velocidad variable y el de cabezas giratorias.

El primero es un aparato normal que, merced a ciertas intervenciones mecánicas o eléctricas, se ha conseguido que su velocidad sea continuamente desplazable, desde la más baja a la más alta.

El magnetófono de cabezas giratorias, proporciona un sistema de transposición de escalas sin alterar los tiempos e, inversamente, un sistema de recorte o aumento de tiempos sin alterar las frecuencias.

Para comprender el principio del sistema, supongamos que se ha grabado una frase normal a una velocidad de cinta de 38 cms. por segundo. La cinta se ha cortado en trozos de 19 mm., representado cada sección 1/20 de segundo. Si se quitase de cada sección un trozo de 3,8 mm. y se empalmasen de nuevo los cuatro trozos restantes, la cinta reconstruida reproduciría la frase original en un tiempo que sería igual a las cuatro quintas partes del tiempo

primitivo sin alterar las frecuencias grabadas. Con este ejemplo hemos conseguido una reducción del tiempo en una proporción del 20 % que no perjudica en absoluto a la inteligibilidad. Del mismo modo, si se cortan dos cintas grabadas simultáneamente, pero esta vez, una de las secciones de 3,8 mm. se agrega a las cinco secciones en que fue dividida la otra, ésta aumentará su longitud en un 20 % y reproducirá la grabación original en forma ampliada.

Para realizar esta segmentación sin tener que cortar la cinta, se emplea un magnetófono grabador y reproductor que está provisto de un plato giratorio con cuatro cabezas reproductoras. En cada momento sólo una de ellas está en contacto con la cinta. Según la velocidad de rotación y su sentido de giro, segmentos de cinta quedarán sin explorar o se explorarán durante más tiempo del normal, lo que determinará una ampliación o reducción del tiempo. Al pasar esta grabación por un aparato de velocidad variable, podrá restituirse la altura o el tiempo.

MEZCLADOR.— Cuando han de aplicarse simultáneamente a un magnetófono o amplificador dos o más señales, se utiliza el mezclador, con objeto de que éstas, que entran en él por vías independientes, salgan por una sola vía debidamente mezcladas. A cada entrada le corresponde un regulador de volumen, y entre las salidas, si hay más de una, pueden estar situados los mandos de balance o desvanecido.

El mezclador lleva incorporado un preamplificador por cada entrada y una unidad mezcladora por cada salida. Cada una de las salidas puede llevar un regulador de volumen general para todas las entradas pertenecientes a ella.

ECO.— Es un fenómeno que, en la naturaleza, se forma por la reflexión del sonido sobre obstáculos, suficientemente alejados de la fuente sonora. Para que esta reflexión que, por otra parte, puede ser sencilla o múltiple, sea oída como eco, es necesario que el intervalo entre sonidos diste, como mínimo $1/20$ de segundo.

Por medio del magnetófono o de aparatos ya adecuados a este fin, puede reproducirse el efecto con toda precisión.

Si se registra un sonido sobre cinta, con la cabeza de grabación del magnetófono y se reproduce inmediatamente con la de lectura, habrá un desfase de tiempo entre la emisión del sonido y su reproducción, proporcional a la velocidad de la cinta. Si se provee una realimentación adecuada entre los amplificadores de registro y

lectura del magnetófono, el sonido reproducido volverá a grabarse, y así sucesivamente hasta desvanecerse. Hay aparatos de cinta o disco magnético con los que puede conseguirse multitud de efectos de eco y reverberación.

REVERBERACIÓN.—El término de reverberación proviene de comprobar que la mayoría de los sonidos, al irradiar en una sala de audición y, a pesar de haberse extinguido, conservan durante cierto tiempo su presencia, introduciendo un prolongamiento sistemático para el oyente, y es debida a las reflexiones múltiples del sonido con las paredes y el techo de la sala. Estas reflexiones se confunden entre sí cuando su frecuencia de repetición es superior a $1/20$ de segundo, por lo que da la apariencia de un halo sonoro.

Para reproducir este fenómeno existen aparatos, además del ya descrito, que funcionan a base de hacer resonar unos muelles o una plancha de acero, y que obran como un retardo mecánico del sonido.

BANDA PASANTE.—Es la porción de espectro sonoro que deja pasar un dispositivo, y está comprendida entre las frecuencias más alta y más baja discriminadas por el dispositivo. La banda pasante del oído humano es el espectro sonoro.

OSCILOSCOPIO.—Se trata de un instrumento de medición y control que permite visualizar sobre una pantalla cualquier fenómeno eléctrico. Es muy útil para ver las formas de onda y para ir comprobando cada paso del trabajo. Hay que tener en cuenta, que el osciloscopio es más exigente que el mejor oído del mundo.

FRECUENCIÓMETRO.—Instrumento digital de medida que visualiza las frecuencias en forma de números. Es imprescindible para calibrar los osciladores cuando tenga que efectuarse un trabajo de precisión.

Con todo lo dicho en este capítulo, queda completado lo concerniente a la instrumentación. Como se ha dicho al principio del mismo, para mayor adquisición de datos, habrá que recurrir a textos especializados, así como a la manipulación material, complemento éste, absolutamente necesario a la teoría aquí expuesta.

VII. INTRODUCCIÓN DEL ORDENADOR EN LA MÚSICA

El ordenador ya ha representado importantes papeles en las artes, tanto para analizar obras ya existentes como para colaborar en la creación de otras nuevas. Las artes plásticas lo han utilizado con frecuencia.

Por su parte, la música ha hecho algunas incursiones en el terreno del ordenador.

Nadie debe rasgarse las vestiduras. El ordenador o "cerebro electrónico", como reverentemente lo llaman algunos, no es precisamente un creador nato. Se le ha llamado un gran tonto, porque en realidad no sabe más que sumar y restar. Pero es que, debidamente programado, lo hace a tal velocidad que los cálculos más complejos los efectúa en un tiempo increíblemente corto. El verdadero ordenador es el hombre, pero es demasiado lento. En cambio, el ordenador máquina, reacciona rápidamente ante las propuestas del hombre y le da una contestación rápida.

El compositor, en este caso, suministra las constantes y variables de un problema determinado, y el ordenador le selecciona todos los casos posibles de combinación entre ellas. Después, el compositor las aplica tal como están, o bien hace una selección según sus conveniencias.

El ordenador puede comunicar sus datos por medios alfanuméricos, puede trazar partituras por medio de plotters y también puede dar directamente los resultados por medios sonoros.

La expresión "máquina para componer" no evoca pues en principio, ningún objeto material, tangible; ningún montaje físico de piezas mecánicas o electrónicas. Se concibe que un conjunto de instrucciones pueda ser explotado, si no es muy voluminoso, gracias a secuencias equiprobables de base, proporcionadas por dados, cara o cruz, números aleatorios, etc. Pero cuando los cálculos definidos en las instrucciones alcanzan cierto volumen, que prácticamente llega a ser desproporcionado a las posibilidades del ser humano, el empleo del ordenador se hace necesario.

Las instrucciones primitivas son entonces descompuestas en instrucciones más detalladas, en un lenguaje accesible al ordenador, para constituir un programa de cálculo análogo a los que se explotan normalmente en otros dominios.

Los resultados así obtenidos son habitualmente denominados bajo el nombre de música algorítmica. Estos resultados son almacenados en forma numérica en las memorias del ordenador, de donde pueden ser extraídos bajo cualquiera de las formas expuestas anteriormente.

En febrero de 1962, Iannis Xenakis presenta al público, en el curso de un pequeño concierto organizado en París, ST 10, pieza compuesta con ordenador. Este autor ha alcanzado desde entonces una notoriedad en este dominio, favorecida en parte por el hecho de que, reservándose el derecho de retocar los resultados que el ordenador le propone, tranquiliza a un cierto público horrorizado ante unas experiencias que han sido a menudo calificadas de inhumanas.

Otra posición diferente es la adoptada por Pierre Barbaud, la cual se basa en que las leyes de la mente, ejerciéndose sobre un conjunto de datos en el interior de un programa, sea implacablemente respetada, sin que en ningún momento intervenga una decisión que no resulte de un cálculo premeditado. No hay nada en estas músicas de carácter ascético, que las asemeje a cualquier modelo susceptible de tranquilizar al gran público, o al más restringido de la música contemporánea. Nada de dionisiaco que venga a alterar los seres abstractos que ella pone en juego: monócromas, ya que no emplean sino un mismo timbre para todas las frecuencias que utilizan, ejecutadas de principio a fin en un matiz moderado sin ninguna variación dinámica, desprovistas de todo matiz expresivo; no son sino música.

La primera melodía compuesta por medio de ordenador data del año 1956. Su título es "Push Button Bertha", y fue programada sobre un Datatron en los Estados Unidos. La "Illiac Suite" de L. A. Hiller y L. Isaacson se estrenó también en 1956 en la Universidad de Illinois.

Existen poesías de computador, entre otras, de G. Stickel, posteriormente en colaboración con O. Beckmann y S. R. Levin; estos trabajos se iniciaron en 1963. Anteriormente, T. T. Lutz había experimentado con texteos estocásticos. Tuvo que pasar mucho tiempo antes de que el público prestase atención al arte del ordenador. La primera exposición mundial del arte del computador, tuvo lugar en las galerías Howard Wise, de Nueva York, en 1965.

En contraste con las máquinas que transforman energía, el computador procesa información. Es un medio para concebir

ordenaciones estructurales, y permite, por tanto, su utilización como medio auxiliar para la creación de un orden estético.

Los objetos de arte del computador se producen generalmente con dispositivos de salida de control automático, plotters, altavoz, teletipo, etc. Pero lo esencial no es la automatización de la fase de producción, sino de la fase conceptual, la fase creativa de la obra de arte.

Mientras que en la música es conocido y habitual el empleo de máquinas físicas como unidades de salida, los instrumentos, la delegación de las fases creativas en la máquina representa algo radicalmente nuevo. El empleo de ordenadores obliga siempre a una formulación clara de los problemas, a una elaboración completa de los planos de trabajo y a una descripción precisa de los procesos de la realización. Por consiguiente, surge para la práctica y teoría del arte la necesidad de un vocabulario nuevo que renuncie a las ambigüedades que caracterizan los conceptos inteligibles exclusivamente por vía asociativa o alegórica y de que reciban, por tanto, nuevos impulsos los esfuerzos para conseguir una estética exacta. No es imprescindible en la producción de obras de arte el computador, una teoría del arte orientada sobre las ciencias exactas. Se puede trabajar según el método "intento y error", es decir, iniciar un rumbo por medio de experimentos hacia una meta previamente no discernible, o bien podemos basarnos en normas determinadas por medios estadísticos, dentro del marco de un método cibernético-científico del mundo.

Por otra parte, la comprensión de la función y del modo de actuar del arte constituirá —si tal comprensión existiese— el mejor método para la elaboración de programas estéticos. Resultados de recientes investigaciones, especialmente en el sector cibernético, nos permiten suponer que la clave del arte reside en el ámbito de los fenómenos perceptivos y mentales.

La explicación del fenómeno artístico deberá hallarse, pues, en un plano muy generalizado de la conducta humana. Esto queda demostrado, asimismo, por el hecho de que el instrumento constituido por el computador es utilizable en todos los campos del arte, desde la música, pasando por el cine, la gráfica, escultura, hasta la poesía. Por encima de todas las divergencias que existen entre las distintas formas del arte, las características de los programas posee cierta analogía, por ejemplo, la acción técnica-entre redundancia e información, que se manifiesta técnicamente

mediante el empleo de generadores de magnitudes aleatorias (generadores casuales). Hoy por hoy, todo trabajo dedicado al arte del computador constituye una aportación a la investigación estética, incluso en ausencia de tal propósito. Es probable que éste sea el aspecto más notable del actual arte del computador.

El arte del computador no se presenta a la opinión pública como método científico de trabajo, sino como ámbito de creación estética y, ocasionalmente incluso, con la pretensión de ser reconocido como arte. Si bien este aspecto es de importancia secundaria en el marco de lo que aquí tratamos, el contacto con el mundo exterior, la confrontación con la crítica y la situación de competencia que, de hecho resulta, es indudablemente beneficiosa para el arte de computador, el cual se verá obligado a afrontar la discusión y a intentar presentar objetos que no tengan que temer una comparación con obras reconocidas.

Una de las dificultades planteadas es la de la definición de una idea estética por medio de un programa. Ha sido necesario el desarrollo de lenguajes especiales de programación estética adecuados a las intenciones del artista.

Por medio de estos programas, el ordenador recibe una serie de instrucciones que le sirven de base para calcular la configuración del trabajo terminado. En principio se puede dar la salida por una pantalla durante el proceso de cálculo, pero en la mayoría de los casos se transfieren los datos a una cinta magnética para controlar posteriormente los dispositivos de salida.

La inclusión de la casualidad es una particularidad de muchos programas de estructuras estéticas. En el esquema constructivo se dejan algunos espacios en blanco, de los cuales será preciso disponer en el curso de la realización. El programa no especifica sólo una obra de arte, sino toda una variedad de ellas. Para establecer los parámetros que han quedado sin fijar, se utiliza un dispositivo de señales aleatorias denominado generador de casualidad. Para lograr esto, se puede emplear un aparato físico que emita señales aleatorias, como un contador Geiger, el cual registra el impacto de partículas emitidas por materiales radioactivos. Para ahorrarse un dispositivo suplementario de este tipo, puede operarse con la seudocasualidad. Se trata en este caso de programas que, si bien no suministran números aleatorios puros, emiten números que hacen pausable su utilización como series totalmente desordenadas.

Con la asistencia de programas estocásticos, que incluyen la casualidad, es posible distribuir elementos con arreglo a determinadas instrucciones de densidad, o bien, determinar la frecuencia de sonidos o de combinaciones de éstos sin que sea necesario establecerlos previamente, así como el lugar donde deban insertarse los sonidos en la partitura.

La utilización de programas estocásticos en estos ámbitos, son un ejemplo de experiencias generalmente válidas en el arte, y que proceden del trabajo con el ordenador; parece ser una característica fundamental de las obras de arte, el que no estén totalmente determinadas por normas, sino, que exista cierta libertad en la selección de parámetros, magnitudes, características, etc. El artista humano dispone de ellas con intuición. En el arte del computador el fin del generador de casualidad es el mismo: es el modelo cibernético de un organismo dotado de intuición.

LA PROGRAMACION EN LA MÚSICA.—En el estilo sobrio del método explicativo de la estética exacta, se concibe la creación de una obra de arte como la distribución de elementos sobre una retícula base, compuesta de puntos destinados a ser ocupados. Las leyes estilísticas constituyen entonces las normas que determinan la selección y distribución de los elementos. La extensión limitada de esta retícula y la amplitud del repertorio de elementos, constituyen magnitudes que limitan la diversidad de realizaciones posibles. En la gráfica, la retícula base se extiende sobre un plano de dibujo bidimensional; en la música es un retículo lineal, representado por la escritura pentalineal.

Como principio generador de la música del computador, puede aceptarse como válido:

- 1 Emisión de números casuales (asignado cada uno de ellos a un sonido o nota).
- 2 El ordenador verifica si la nota especificada corresponde al orden establecido por el programa.
- 3 En caso afirmativo: emisión de la nota.

En caso negativo: supresión de la misma y extracción del número aleatorio siguiente.

Las normas que emanan del orden prescrito pueden seleccionarse con relativa libertad, siendo siempre aconsejable tener en cuenta la capacidad perceptiva. Durante una fase posterior de

convalidación, podrá comprobarse en qué medida puede ser considerado el resultado como estéticamente aceptable. Más interés tiene el caso de un análisis previo. En el curso de la composición tradicional, esta fase preliminar se sitúa en el proceso de aprendizaje del artista. En el ámbito del computador, este análisis puede llevarse a cabo automáticamente. Para esta tarea tenemos a nuestra disposición los métodos del cálculo de probabilidades; cualquier fenómeno imaginable sujeto a normas, incluso los estéticos, puede representarse por medio de correlaciones que admiten una expresión estadística. Realmente, un análisis de este tipo es difícil, ya que los sonidos pueden estar en relación no sólo con los precedentes o posteriores, sino con cualesquiera otros. Se puede conseguir cierta simplificación con el método de las cadenas de Markoff, el cual sólo considera relaciones dentro de ciertas distancias límites. Utilizando una cadena de Markoff de tercer orden, sólo se consideran las relaciones entre cada tres sonidos sucesivos.

El resultado de un análisis por este sistema, puede servir como base para la síntesis de la música del computador. Si se elige un orden de cadenas de Markoff demasiado bajo, prevalecerá la influencia aleatoria, y si es demasiado alto, se obtiene una sucesión de fragmentos de la composición original. De este modo puede establecerse la extensión de las notas sobre las que las normas estéticas mantienen su eficacia.

ASPECTOS FUTUROS.—Como demuestra la estética cibernética, los objetos estéticos y didácticos obedecen a las mismas normas. Por consiguiente, la teoría científico natural y la técnica del computador, conducen a una aproximación entre ámbitos que anteriormente estaban separados. Carece de sentido la distinción entre creación exenta de cualquier finalidad y la creación con ella, porque se ha podido comprobar que incluso el arte, sirve a fines biológicos y sociológicos, como adiestramiento de la percepción del aparato visual y auditivo, y como estímulo a una actividad creativa. Está comprobado que el espectador, el oyente o el lector no son, ni mucho menos, tan pasivos como se ha supuesto hasta ahora. Durante el "consumo" de arte, realiza una aportación realmente suya.

El arte del computador dispone de recursos para cerrar el abismo que separa al artista del público. Los programas estéticos no están obligados a orientarse hacia la realización estética, sino que pueden tener por objeto cualquier gama de variabilidad. En esta situación,

se le ofrece al espectador la posibilidad de una intervención creadora: puede iniciar un diálogo con el programa estético, conseguir, por medio de un proceso de comunicación, realizaciones que correspondan a su imaginación. Tales posibilidades se insinúan actualmente, por ejemplo, en el programa "KNOBS" de J. Cage y L. Hiller, o en programa de muestra gráfica elaborado por K. Thomas para la IBM.

Estos ejemplos demuestran que la técnica no tiene por qué ser necesariamente hostil al arte. Por el contrario, si no se interpreta el arte como un fenómeno histórico, sino más bien como un proceso de evolución vital, entonces esta evolución puede ser conducida por la técnica a espacios totalmente nuevos. Por encontrarse en sus principios, el arte del computador es ciertamente más que un fenómeno pasajero de la moda.

VIII. DIVERSIDAD DE TENDENCIAS EN LA COMPOSICIÓN.

Las tendencias compositivas han variado y varían, desde el constructivismo más perfecto, hasta la más absoluta aleatoriedad.

Ya son conocidas las premisas de que se ha valido el dodecafonismo, y anteriormente hemos citado con brevedad las del serialismo integral. Así nacieron en Colonia las primeras composiciones electrónicas. Fue una forma perfectamente lógica de poner en orden un extenso conjunto de palabras nuevas.

Hace una veintena de años, el compositor y arquitecto Iannis Xenakis, presentó en el festival de Donaueschingen su composición titulada *Metastasis*. El sistema de composición, inédito en aquellas fechas, estaba basado en el cálculo de probabilidades. Se trata de la estocástica, término ya conocido por haberlo tratado en la música del computador.

La opinión de Xenakis aparece reflejada en un artículo aparecido en 1955 en *Gravesaner Blätter*, titulado "La Crise de la Musique Sérielle".

"La polifonía lineal se destruye ella misma por su complejidad actual. Lo que se escucha no es en realidad más que un amontonamiento de notas con registros variados. La enorme complejidad impide a la audición el seguir el enredo de las líneas, y tiene como efecto una dispersión irrazonable y fortuita de los sonidos en toda la extensión del espectro sonoro. Hay, por consecuencia, contradicción entre el sistema polifónico lineal y el resultado escuchado, que es superficie, masas.

Esta contradicción inherente a la polifonía, desaparecerá cuando la independencia de los sonidos sea total. En efecto, en las combinaciones lineales y sus superposiciones polifónicas, no siendo ya operantes, lo que contará será la estadística media de los estados aislados de la transformación de los componentes en un momento dado. El efecto macroscópico podrá controlarse por la media del movimiento de los objetos escogidos por nosotros. Resulta de esto la introducción de la noción de probabilidades, que en este caso preciso, implica el cálculo de combinaciones. He aquí, en pocas palabras, el posible exceso en la categoría lineal del pensamiento musical".

Xenakis ha escrito tres obras electrónicas: "*Diamorphoses*", "*Orient-Occident*" y "*Concret P.H.*". La contribución de la estocástica ha sido definitiva en el caso de la orquesta (tantas partes

separadas como instrumentos), pero también encuentra una eficiente aplicación en la composición para electroacústica.

Frente a este constructivismo, elaborado al máximo, nos encontramos con otra tendencia opuesta: música aleatoria, abierta, elástica y música que lleva los procedimientos del azar al máximo, incluso en lo que se refiere a las macroestructuras. Aquí es donde tiene oportunidad amplia la interpretación en vivo con los medios electroacústicos.

John Cage, junto con Early Brown, son los exponentes máximos de esta tendencia. Partituras con grafías insólitas que proporcionan estímulos al intérprete, partituras, por llamarlas así, que no contienen más que unas observaciones relativas a la interpretación, y que es una absoluta novedad cada vez que se escucha.

John Cage nos habla así, al referirse a la composición de Williams Mix (1952):

«Era una colección de sonidos que habían sido divididos en seis categorías: sonidos del campo, electrónicos, urbanos, del viento y sonidos tan tenues que exigían amplificación. A través de medios elaborados al azar, determiné previamente cuáles de aquellas categorías tenían que agruparse y qué parámetros había que modificar. Se llamó a las categorías: A, B, C, D y F, y la agrupación de estos elementos venía determinada por operaciones al azar del I Ching. Esto es lo que hay que hacer si se quiere escribir por medio de operaciones al azar. Es necesario enfocar exactamente cuáles son las preguntas que hay que formular cuando se escribe música, y luego echar a cara o cruz para ayudarse a responder a cada pregunta. Una vez se termina esto, los resultados se transforman en una fórmula para hacer una grabación».

Luego habla de la partitura de "Variations V":

«Eché monedas a cara o cruz, estableciendo como límite entonces, sesenta y cuatro observaciones explicativas. Llegué al número treinta y cinco. Luego eché de nuevo a cara o cruz para ver cuantas palabras debía contener cada observación. Me salió que cinco. Después me enfrenté con el problema de escribir cinco palabras sobre Variations V, que fuesen una ayuda para cualquier otro que quisiese

interpretarla. Luego escribí las observaciones. Hice treinta y cinco, y eso es la partitura».

En este breve apartado sobre las diferentes tendencias en la composición actual, sólo hemos destacado los dos extremos. Entre ellos hay una cantidad de matices imposibles de tratar aquí. El procedimiento de composición estará dentro de lo que se persiga en cada obra, pero indudablemente, será un fiel reflejo de la personalidad humana del compositor.

IX. UNA REALIZACIÓN PRÁCTICA

Es posible que la utilización musical de un material como el descrito hasta ahora, parezca un tanto ambigua, primero por la naturaleza intrínseca de éste y después por el inevitable uso de guarismos y medidas, al parecer extramusicales.

Trataremos de aclararlo con un ejemplo que consideramos interesante, tanto como ejercicio de composición con posterior desarrollo, como también como ejercicio de realización. Describiremos todo ello paso a paso.

Pretendemos realizar una obra por procedimientos electroacústicos. Para ello, tendremos que dar por sentados ciertos presupuestos.

Se le va a dar la forma de un canon por disminución a cuatro voces. Utilizaremos una estructura serial para la determinación de las alturas y otra para los tiempos. Un timbre único para las cuatro voces, pero cada una de ellas situada en una tesitura propia; no habrá cruce de voces. Para no complicar excesivamente las cosas, las intensidades de sonido no se someterán al sistema serial.

Dando esto por sentado, comenzaremos a estructurar la serie de tiempos de cada voz. La numeración obtenida en cada serie, vá en centímetros de cinta, suponiendo que el trabajo se realizará a una velocidad de 38 cms/seg.

Utilizaremos cuatro series de Fibonazzi, ya explicada con anterioridad.

Serie de partida: 1 - 2 - 3 - 5

Voz 1	Voz 2	Voz 3	Voz 4
1	2	3	5
2	4	6	10
3	6	9	15
5	10	15	25
8	16	24	40
13	26	39	65
21	42	63	105
34	68	102	170
55	110	165	275
89	178	267	445

Como puede verse por las cabezas de serie, son todas ampli-ficaciones de la primera (1-2-3-5), lo que supone que la primera es la mitad de la segunda, un tercio de la tercera y un quinto de la cuarta, y la misma relación tienen cada una de sus partes. En total diez elementos cada serie.

La utilización de estas series crecientes en su estado original para la aplicación directa a la composición, carecería de interés, entre otras causas por ser altamente perceptible en forma de progresión creciente y también porque al utilizarla en estado original como serie generadora, a lo largo del trabajo, no admitiría cambios radicales; si la utilizáramos en forma retrógrada, el problema sería el mismo: una progresión decreciente.

Para ello, y siguiendo un criterio puramente personal, se desordena para volver a ordenar.

Voz 1	Voz 2	Voz 3	Voz 4
13	26	39	65
8	16	24	40
3	6	9	15
1	2	3	5
2	4	6	10
5	10	15	25
21	42	63	105
55	110	165	275
89	178	267	445
34	68	102	170

Este nuevo orden ha sido simultáneo para las cuatro series, con el fin de que todas conserven sus correspondencias entre sí. Por tanto, rigen los mismos valores (X1, X2, X3, X5).

Para organizar ahora la serie de alturas, nos valdremos de que las series de tiempos tienen diez términos cada una. Cada octava será, pues, dividida en diez tonos, con nueve intervalos entre ellos.

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

Volvemos a desordenar para ordenar nuevamente:

1-6-3-7-4-9-10-8-5-2

Estos diez tonos se relacionarán con frecuencias, utilizando el sistema de Chladni, que luego explicaremos. La razón de la escala será de $\sqrt[10]{2}$ y una escala completa estará formada por la progresión creciente de diez tonos:

60-64-69-74-79-85-91-97-104 y 112 Hz.

Las octavas siguientes serán obtenidas multiplicando por dos la anterior, lo que conducirá a la siguiente tabla completa:

60	64	69	74	79	85	91	97	104	112
120	128	138	148	158	170	182	194	208	224
240	256	276	296	316	340	364	388	416	448
480	512	552	592	632	680	728	776	832	896
960	1024	1104	1184	1264	1360	1456	1542	1664	1792
1920	2048	2208	2368	2528	2720	2912	3084	3328	3584
3840	4096	4416	4736	5056	5440	5824	6168	6656	7168
7680	8192	8832	9472	10112	10880	11648	12336	13312	14336
15360									

En total hay siete octavas temperadas de diez tonos cada una y que varían de 60 a 15360 Hz. Estos escalones de frecuencias o tonos, son los que se utilizarán para este ejercicio de composición.

Tomaremos como ámbito de alturas para cada voz:

<u>Voz 1</u>	<u>Voz 2</u>	<u>Voz 3</u>	<u>Voz 4</u>
de 3840 a 15360;	de 960 a 3840;	de 240 a 960;	de 60 a 240

O sea, dos octavas completas de registro para cada voz, pero cada una en una tesitura determinada. Cada sonido estará compuesto de un bloque de cuatro sinusoidales contiguas en la escala de tonos. Así, para dar la entrada a la voz cuarta, que es la que tiene más longitud según la serie de tiempos, comenzaremos por el primer sonido de la serie de alturas, que es el 1. Este primer sonido estará constituido de la forma siguiente:

120 - 124 - 130 - 138 Hz, o sea, de cuatro frecuencias contiguas a partir de la 1. Como empezamos cada voz en su tesitura media, en este caso tomaremos 120 Hz como límite inferior del bloque de cuatro frecuencias. Su longitud sería de 65 cms.; poco menos de dos segundos.

El siguiente término sería el 6, y quedaría formado por:

156 - 168 - 182 - 204 Hz., con longitud de 40 cms., y así sucesivamente.

Utilizando una partitura sobre papel milimetrado, tal como se ha expuesto anteriormente, quedaría fijado según la fig. 25, siendo los cuatro sistemas numerados las cuatro voces temperadas para cada una de las cuatro voces, las líneas de separación correspondientes a las longitudes para cada voz, y el sistema inferior una escala temperada de intensidades, con utilización normal desde -25 a 0 dB

y hasta +5 dB sólo para sonidos transitorios de muy breve duración.

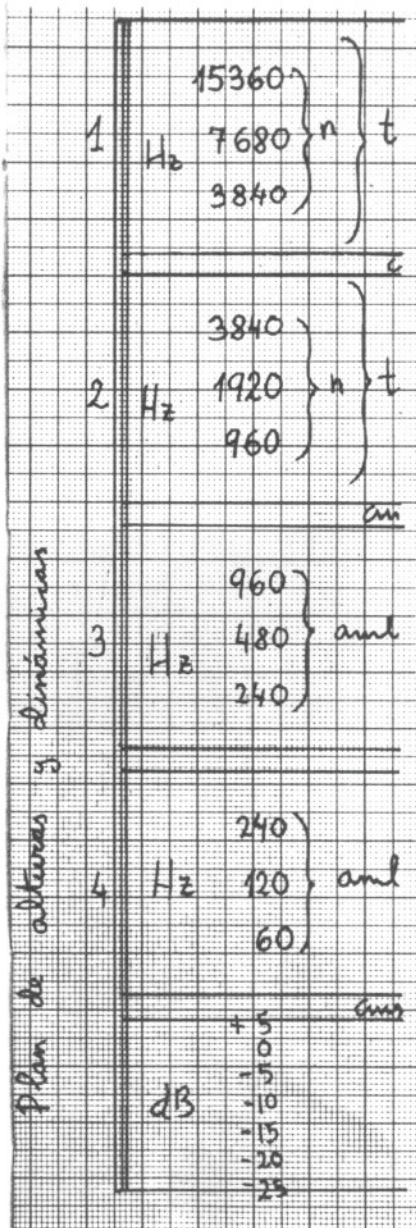


Fig. 25

La partitura completa del canon puede verse en las cuatro páginas siguientes.

En los intervalos de entrada de cada una de las cuatro voces, se han intercalado algunos sonidos de breve duración, como pulsos, que no tienen que ver con el desarrollo contrapuntístico de las voces, y que se considerarán como de adorno.

Encima de los bloques de sonido va marcado para mayor orientación, el número de la serie de alturas, mientras que en la línea inferior va la serie de duraciones en centímetros.

Aunque el ejemplo dado se queda en la simple exposición de las series en su estado original, sería posible continuar la obra, tanto a base de usar retrogradaciones e inversiones simultáneamente en ambas series de tiempo y alturas, o independientemente.

También las series correspondientes a las cuatro voces podrían combinarse entre sí por cederse elementos de ellas entre las voces. Posteriormente, también podría utilizarse una sucesión tímbrica para cada una de las voces.

Para llevar a cabo la realización en el estudio de estas cuatro páginas de partitura, sería necesario contar con un mínimo de equipo técnico:

- 4 osciladores sinusoidales
- 1 mezclador de cuatro entradas
- 1 magnetófono monopista a 38 cms/seg
- 1 Magnetófono bipista a 38 cms/seg

Para poder realizar, además, los sonidos independientes al contrapunto, debería completarse el equipo con:

- 1 generador de impulsos
- 1 filtro de banda.
- 1 aparato de eco - reverberación

Con el fin de dar mayor sencillez al desarrollo de la realización práctica, utilizaremos solamente el primer equipo, que es el que servirá para las cuatro voces del canon.

En primer lugar, se sintonizarán las frecuencias de los cuatro osciladores a las fijadas por el primer término de la serie para la voz cuarta. Una vez conseguido esto, se equilibrarán en nivel una por una, de modo que las cuatro juntas de un total de -5 dB. Se registrará la mezcla producida a través del mezclador sobre el magnetófono de una pista, según la fig. 26.

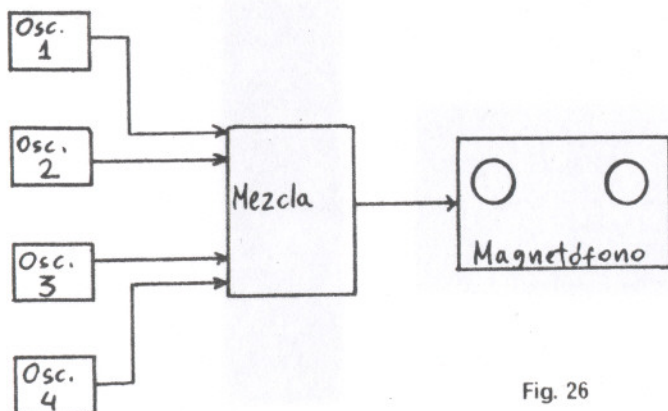


Fig. 26

Como se necesitan 65 cms. de cinta para el primer término de la serie de tiempos, se registra un poco más de la longitud necesaria. Después se repasa la grabación por si se escucha algún defecto, y a continuación se sigue de la misma manera con el resto de las diez partes de la serie.

Una vez obtenida la cinta, se cortarán los trozos de cada sonido, midiendo escrupulosamente para obtener en cada uno de ellos la longitud exacta. Los trozos obtenidos irán ordenándose a medida que se corten. Seguidamente se procederá al montaje uniendo unos tras otros, tal como viene determinado por la serie utilizada. Al principio y al final del montaje se pondrán unas colas de cinta inerte, blanca o de color, y se archivará.

Se procederá de igual manera con el resto de las voces, con la única diferencia de que, al ser más cortas las duraciones de las voces e ir retrasadas las entradas de unas con otras, habrá que complementar con cinta inerte el espacio de silencio, con el fin de que todas queden con la misma longitud. (Fig. 27).

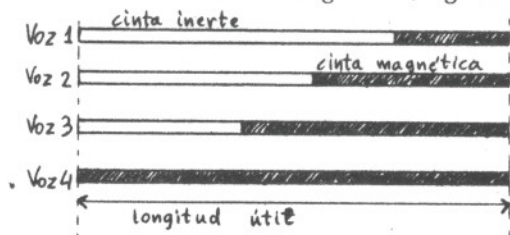


Fig. 27

Conseguidas las cuatro cintas que contienen las cuatro voces independientes, sólo resta mezclarlas sobre otra cinta, que es la que contendrá la obra completa.

El proceso es el que sigue.

Suponiendo que sólo existan dos magnetófonos, el monopista y el estéreo bipista, el proceso de transcripción tendrá que hacerse por reducción del número de cintas. Nos explicaremos.

Se copiará íntegra la cinta n° 4 sobre la pista A del bipista. Seguidamente, y mientras se escucha la grabación, se copiará la cinta n° 3 sobre la pista B. Si ambos magnetófonos tienen sincronismo común, lo más probable es que la superposición sea exacta al primer intento. De no haber sincronismo, los dos magnetófonos deberán accionarse simultáneamente, ya sea por medio de algún artificio, por el propio operador, o por un ayudante. La copia se repetirá tantas veces como sea necesario hasta que la coincidencia sea exacta. Esta cinta se archivará.

Sobre otra cinta se repite el mismo proceso con las n° 1 y 2.

Ya en posesión de estas dobles grabaciones, que llamaremos (A4 + B3) y (A2 + B1), se harán pasar de la misma forma por el monopista, de forma que los dos canales se mezclen en uno solo. Repitiendo igualmente el proceso dos veces, una sobre cada pista de la cinta definitiva, se obtendrá el montaje final. (Fig. 28).

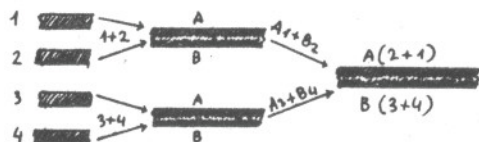
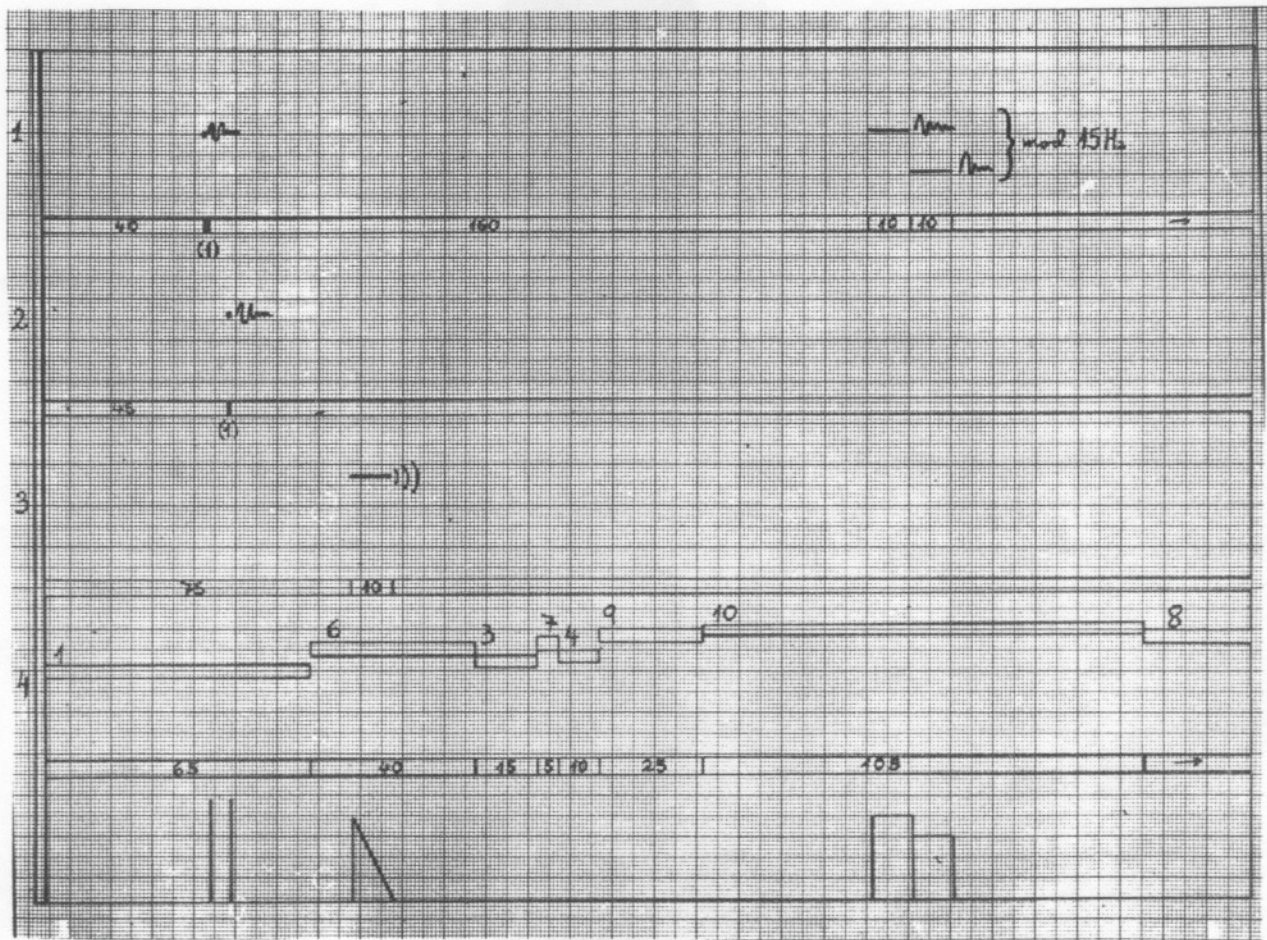


Fig 28



1

→

180

70

2

→))) →))) →))) →)))

→

10 10 10 10 10 10 10 10

320

3

1

6

3

7

9

10

39

20

19

16

15

43

→

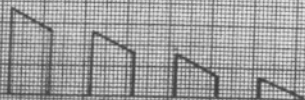
4

5

→

275

→

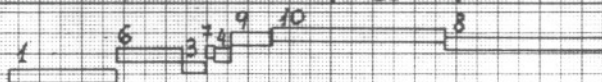


1

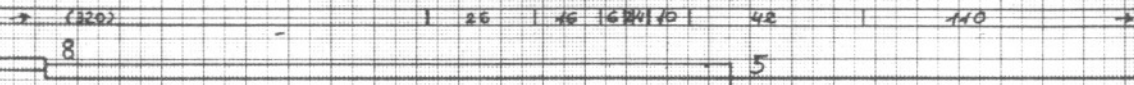
)))

mod 15 Hz
1mm

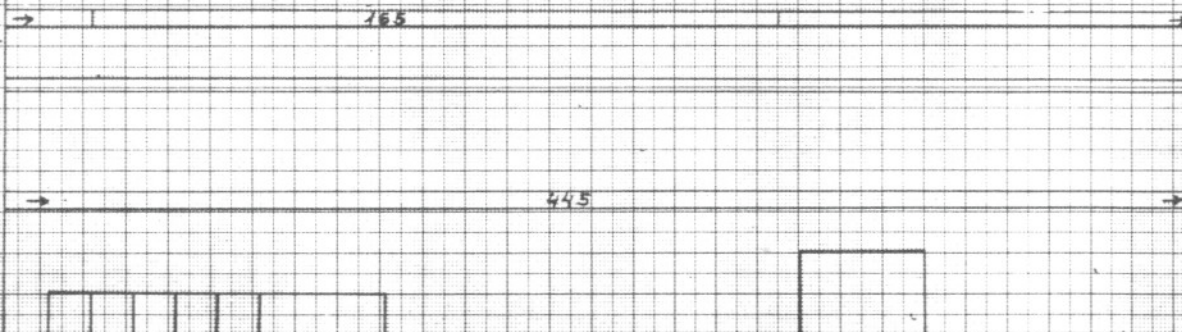
2



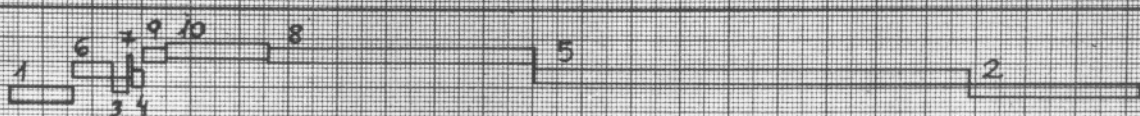
3



4



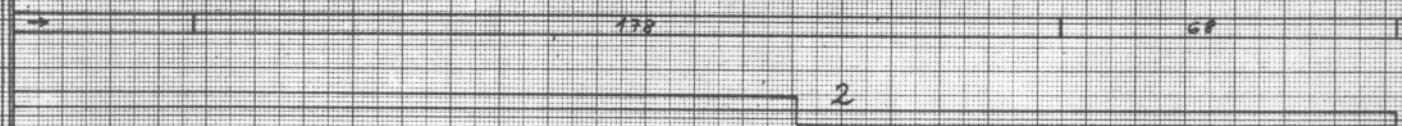
1



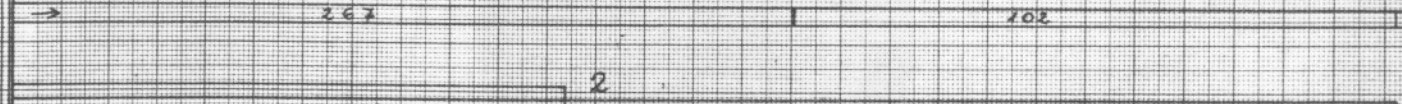
2



3



4



Disponiendo de un magnetófono de cuatro pistas simultáneas, el proceso es más sencillo y breve. Bastaría con grabar la cinta 4 en la pista A; la 3 en la B; la 2 en la C y la 1 en la D.

Todo el proceso aquí descrito, podría simplificarse en parte con algo de práctica, pero creemos que es este el procedimiento que con pocos medios puede conducir a mejores resultados.

TEMPERAMENTO DE LA ESCALA MUSICAL.—Para establecer un temperamento igual en la escala, partiremos de la utilizada para la escala cromática de doce semitonos. Se trata del procedimiento de Chladni, y consiste en establecer una progresión geométrica cuyo primer término es 1 y cuyo último término es 2, es decir, la octava o el doble del 1°. La razón de la progresión será $\sqrt[12]{2} = 1,05946$, o sea, un número que multiplicado doce veces

por sí mismo dará 2, o lo que es lo mismo, un número que elevado a la duodécima potencia dará 2.

Para calcular la frecuencia de un sonido "n" semitonos más alto que otro, se multiplicará la frecuencia del primer sonido "n" veces por 1,05946; inversamente, para descender "n" semitonos, se dividirá "n" veces el sonido más alto por 1,05946.

El mismo sistema sirve para templar una escala de mayor o menor de tonos por octava. Así, en el ejercicio anteriormente expuesto, la razón correspondiente a los 10 tonos por octava, sería de $\sqrt[10]{2} = 1,0801$.

Queremos recordar que el cálculo de raíces de elevado índice, no ofrece dificultad alguna utilizando las tablas de logaritmos. A este respecto, diremos que el logaritmo de 2 es 0,301030 y que la resolución de la raíz viene expresada por:

$$\log \sqrt[n]{A} = \frac{\log A}{n}$$

Asimismo, para elevar a potencias:

$$\log \sqrt[n]{A} = n \cdot \log A$$

ESTUDIO II, DE KARLHEINZ STOCKHAUSEN.—Esta es una obra ya clásica dentro de la producción del serialismo integral, aplicado a la música electrónica. La parte superior de la hoja de partitura aquí reproducida, corresponde a una escala temperada de frecuencias con unidad interválica, o razón de la progresión.

de $\sqrt[25]{5} = 1,066491$, entre 100 y 17426 Hz. Cada bloque sonoro esta compuesto por una mezcla de cinco sinusoidales de idéntica intensidad. Hay también cinco tipos de bloques, cada uno con diferente densidad (1, 2, 3, 4 y 5). A cada mezcla de sonidos le corresponde una curva envolvente de intensidad, representada en la parte inferior dentro de una escala temperada de intensidades con intervalo de 1 dB, entre -30 y 0 dB. Al superponerse parcialmente estas distintas mezclas, producirán sonidos más densos, pero individualizados en cuanto a tener curvas envolventes distintas. (Fig. 29).

El tiempo va expresado en centímetros, a una velocidad de cinta de 76 cms/seg.

El módulo o razón de que se ha servido Stockhausen en esta ocasión, pasa más allá de la octava. Esto expresa una progresión de 1 a 5, y no de 1 a 2 que sería la octava. Multiplicando por sí mismos esta razón veinticinco veces, se obtiene el fin de la progresión, que es 5, es decir, que el último término es cinco veces superior al primero.

En la tabla adjunta, que comprende todas las frecuencias utilizadas en esta composición, vemos que partiendo de 100 Hz., llega a 500, después a 2500 y, finalmente, a 17246, que es la frecuencia más alta. Cada ciclo consta, aproximadamente de dos octavas y cuarto que, en terminología tradicional, podría expresarse como una dieciochava.

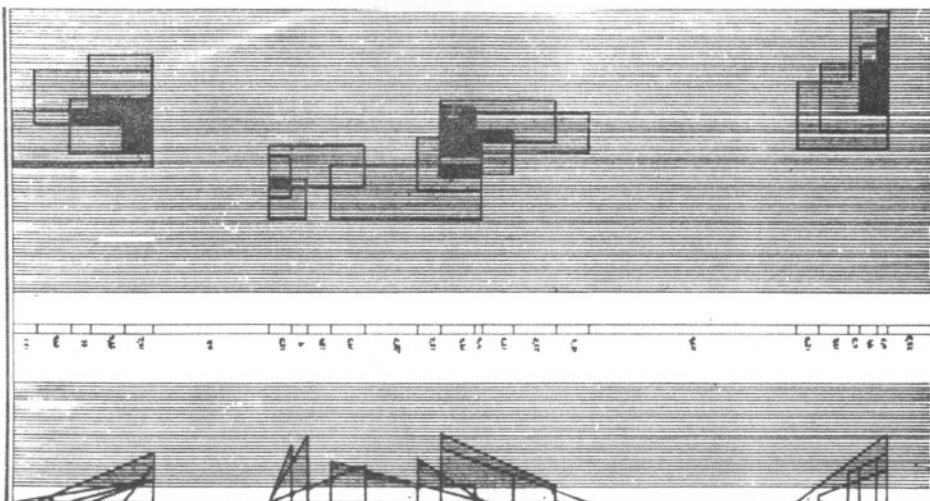


Fig 29

Con esto se consigue, prácticamente, la no repetición de sonidos en un espectro casi continuo, como de ruido, además de la obtención de unos timbres muy uniformes que sólo varían en transparencia, según la mayor o menor separación de los componentes simples que los forman.

Tabla temperada de frecuencias. Estudio II. K. Stockhausen.

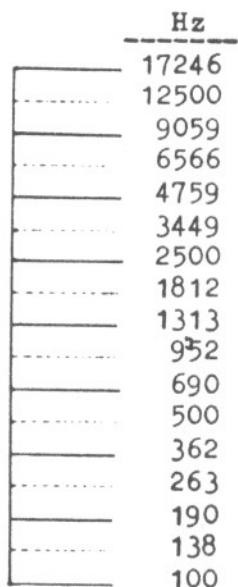
	12500	2500	500
	11719	2344	469
	10304	2198	440
	10989	2061	412
	9661	1932	386
	9059	1812	362
	8494	1699	340
	7965	1593	319
	7468	1494	299
	7002	1400	280
	6566	1313	263
	6156	1231	246
	5773	1154	231
	5413	1082	216
	5075	1015	203
	4759	952	190
	4462	892	178
	4184	837	167
	3923	784	157
17246	3679	736	147
16171	3449	690	138
15162	3234	647	129
14217	3032	606	121
13331	2843	569	114
	2666	533	107
			100

La distribución de frecuencias en la extensión del "pentagrama" sería la de la fig. 30.

Para hacerse una idea de los diferentes grados de transparencia de cada bloque, damos aquí cinco bloques, partiendo de los 100 Hz.

x 1	x 2	x 3	x 4	x 5
129	167	216	280	362
121	147	178	216	263
114	129	147	167	190
107	114	121	129	138
100	100	100	100	100

Fig 30



En la partitura, estos bloques están representados por anchos de 20, 16, 12, 8 y 4 milímetros, respectivamente.

Estos cinco elementos forman cinco tipos de mezclas diferentes entre sí, solamente caracterizables por el timbre, y diferenciables por sus diversos grados de transparencia.

De todos los grados de la escala temperada por V_5^{25} , que figura más arriba, el primer elemento los toma de uno en uno. El segundo de dos en dos, y así hasta el número cinco que los toma de cinco en cinco. Este último tiene una densidad cinco veces menor que el primero.

La disposición de las mezclas a diferentes alturas, así como las superposiciones, intensidad y rítmica, depende de la serie que ha establecido el autor. El sistema serial que preside esta composición, pionera en el ámbito de la música electrónica, está formado por las siguientes series principales:

- 1) Serie de alturas, que, en conjunto, da la mezclas.
- 2) Serie de intensidades.
- 3) Serie de tiempos.
- 4) Serie de localización espacial.

Todo esto aplicado a cada diferente tipo de mezcla.

X. LA ESTEREOFONÍA

COMO VALOR ESTRUCTURAL.

La utilización de la estereofonía, consciente o inconscientemente de su valor, nos lleva a la época del Renacimiento, en la que Andrea y Giovanni Gabrielli hicieron uso de ella al oponer dos coros instrumentales en posiciones opuestas.

En pleno siglo XVIII, Vivaldi utilizó matices instrumentales que evocaban eco, a modo de planos sonoros. J. S. Bach también la utilizó en la Pasión según S. Mateo, al oponer dos coros y dos orquestas. En el siglo XIX, Berlioz pone músicos fuera del escenario y, más tarde, Mahler usa de efectos cinemáticos, como son los de instrumentos moviéndose por detrás del escenario.

Este uso de la estereofonía tuvo, entonces, un valor más bien decorativo o, a lo sumo, para justificar algún determinado movimiento de actores en la escena.

Probablemente, la verdadera conciencia de la situación espacial de la fuente sonora, se adquirió al comprobar las sorprendentes posibilidades de la reproducción simultánea de varias pistas sonoras. Aparte del uso de ella en la música concreta, con el proyector de música espacial, Stockhausen la ha utilizado con pleno conocimiento de causa al incorporarla a partir de su Estudio II. En su obra electrónica más acabada, el Canto del Adolescente, emplea una estereofonía múltiple a cinco canales; en Contactos, usa de cuatro de ellos. Posteriormente, se ha aplicado y se aplica a obras mixtas o sólo instrumentales. Pierre Boulez también opone una grabación múltiple a cuatro orquestas en Poesie pour pouvoir. Cristóbal Halffter, en líneas y puntos, una grabación a dos canales con una orquesta. Todo ello teniendo en cuenta un plano de la instalación de altavoces y de la situación de los instrumentistas.

El uso de la cinemática ha sido también frecuente, pero costoso, debido a tener que inundar prácticamente la sala de audiciones de altavoces, en los cuales el sonido describe movimientos circulares en varios planos y giros vertiginosos.

Otros efectos, en este caso de pseudoestereofonía, pueden obtenerse a partir de una grabación monoaural que se haya hecho con el propósito de separar rangos de frecuencia determinada en el

momento de la reproducción, por medio de filtros separadores. En este caso se tiene una localización espacial de bandas de frecuencia sonora.

En la reproducción por medio de una sola fuente sonora, también pueden aparecer ciertos efectos de estereofonía vertical debido a que el oído localiza espacialmente más altos los agudos, con relación a los sonidos graves.

Es un hecho demostrado por la práctica, que el uso consciente del espacio, en este caso, estereofónico, incorpora una nueva estructura a la música.

Un concepto nuevo ha sido introducido por Luis de Pablo en su obra "Soledad Interrumpida". Las seis pistas reales de que consta la obra —cuatro fijas en cinta y dos realizadas con sintetizador VCS 3 en vivo— siguen al espectador y de alguna forma lo guían en el espacio en el que el espectáculo pasa —recordemos que esta obra es audiovisual—. En este caso, los pasos del espectador son guiados por la dirección del sonido. La estereofonía tiene aquí un valor de orientadora en la óptica del espectáculo. Lógicamente, en cada versión la disposición es distinta.

XI. TÉCNICAS DE REALIZACIÓN EN VIVO

Hasta ahora hemos hecho hincapié en las técnicas de realización dentro del estudio, por creerlas más apropiadas para una eficaz formación del compositor.

Adquiridos por la práctica un número suficiente de conocimientos, será posible planear realizaciones, en cierto modo más ambiguas y de carácter más aleatorio, como es la realización en vivo, ya sea por procedimientos exclusivamente electroacústicos como en colaboración con instrumentos tradicionales.

Aparte de la inclusión de elementos grabados en la cinta para que colaboren con los elaborados en un instante preciso, pasaremos ahora a ocuparnos exclusivamente del tratamiento eléctrico del sonido en la sala de conciertos.

La mayor posibilidad en este tipo de realizaciones es la que concierne a la transformación del sonido.

Podemos partir del tratamiento de los medios vocales e instrumentales por medio de magnetófonos. A este fin, se disponen micrófonos que registran el sonido producido sobre un magnetófono. La cinta se graba en él y formando un anillo, se reproduce en otros magnetófonos, lo que produce varios retardos del sonido original. Puede citarse como ejemplo "Solo" de Stockhausen y "Cánones en homenaje a Galileo" de Mestres Quadreny. Por este tipo de procedimiento puede obtenerse cualquier retardo variando la velocidad de la cinta y la separación entre magnetófonos.

El siguiente tratamiento del sonido es el que resulta de su amplificación por medio de micrófonos normales o de contacto. Este último tipo de micrófono resulta interesante, ya que no capta directamente el sonido, sino su vibración sobre cuerpos sólidos. John Cage los ha utilizado frecuentemente al disponerlos en cierta cantidad sobre un piano preparado. Estos micrófonos van colocados en varios puntos del piano y, sobre todo, debajo de la tabla armónica, sujetos con cinta adhesiva.

Una obra interesante del mismo autor es "Fontana-Mix-Feed", para un percusionista. El sonido que de ella se desprende, dá la sensación de ser puramente electrónico y, sin embargo, está producido por interacción y mezcla de dos canales microfónicos.

Los micrófonos están situados sobre elementos de percusión de parche o membrana y las regulaciones que el ejecutante debe hacer con el mezclador sobre los distintos canales, van indicadas en la partitura de Cage. Por diversos motivos, dos realizaciones, incluso sucesivas, tienen efectos completamente diferentes.

Los elementos de percusión se prestan mucho a ser amplificados y especialmente aquellos sonidos que por su débil intensidad no pueden ser percibidos directamente. Estas magnificaciones revelan un universo sonoro nuevo.

Un tercer tipo de tratamiento, es aquel en el cual los instrumentos tradicionales son tratados por un sistema electrónico con el fin de despostrarlos de determinadas características o bien de incorporarles otras nuevas.

A este fin, el sonido del instrumento en cuestión es captado por un micrófono que lo introduce a su vez en un sistema de filtros o de moduladores.

El mismo sonido del instrumento puede actuar como modificador de otros sonidos; recordemos el efecto de la moduladora sobre la portadora en el apartado de modulación. La cantidad de efectos producidos por el sistema, puede ser regulada y controlada por una persona desde una mesa de mezclas o también por el propio ejecutante, que puede disponer de una serie de botones o pedales que le permitan poner en juego tal o cual efecto deseado.

Otro procedimiento utilizado para realizaciones en vivo, es el que incorpora uno o más sintetizadores manejados por varios ejecutantes y que, aparte de poder transformar sonidos exteriores, se encarguen también de producirlos. En este sistema es a veces aconsejable el uso de teclados para dar mayor agilidad al movimiento del sonido. Téngase en cuenta que los intervalos normales del teclado, los semitonos, pueden temperarse igualmente para intervalos microtónicos o macrotónicos y que también admiten un temperamento desigual en el que los intervalos conjuntos entre tecla y tecla, varíen grandemente.

Toda esta extensa gama de efectos admite una utilización musical, y puede ir notada sobre la partitura. Otros efectos secundarios serán imprevisibles en mayor o menor grado y de ellos dependerá también un grado de aleatoriedad más o menos profundo.

LISTA DE ALGUNOS AUTORES Y ALGUNAS OBRAS ELECTROACÚSTICAS

- LUCIANO BERIO, *Omaggio a Joice* (1958), *Momenti* (1960).
 PIERRE BOULEZ, *Estudio sobre un sonido. Poesie pour pouvuoir* (1958)
 MILTON BABBIT, *Ensembles for Synthesizer*.
 JOSÉ LUIS DE DELÁS, *Textes*.
 ANDRZEJ DOBROWLSKI, *Música para cinta magnética n° 1* (1961). *Música para banda magnética y oboe*.
 KAREL GOEYVAERTS, *Composición n° 5*.
 HERBERT HEIMERT, *Estudio electrónico. Estudio sobre mezclas de sonidos. Glockenspiel. Fünf Stücke. Selektion I*.
 PIERRE HENRY, *Antiphonie. Coexistence. Variations. Granulometria. Apocalipsis. Vocalises*.
 JUAN HIDALGO, *Etude de stage* (1961).
 ERNST KRENEK, *Spiritu intelligentiae sanctus*.
 GOTTFRIED MICHAEL KONIG, *Figuras sonoras* (1955).
 GYÖRGY LIGETI, *Artikulation* (1958). *Pieza electrónica I, II y III*.
 BRUNO MADERNA, *Continuo. Serenata III* (1961).
 LOUIS DE MEESTER, *Incantations*.
 J.M. MESTRES QUADRENY, *Suite Bufo. Cánones en homenaje a Galileo*.
 CRISTOBAL HALFFTER, *Espejos. Líneas y puntos* (1966).
 O. MESSIAEN, *Modos de valores e intensidades (realización concreta de Pierre Henry)*.
 BO NILSON, *Frecuencias* (1956).
 KRZYSTOF PENDERECKI, *Salmos* (1961). *Sinfonía para orquesta y cinta sonora* (1962).
 PAUL GREDDINGER, *Formantes*.
 LUIGI NONO, *Omaggio a E. Vedova* (1960). *La fabbrica illuminata* (1963). *Ricorda cosa ti hanno fatto in Auschwitz* (1965).
 LUIS DE PABLO, *Mitología* (1965). *We* (1969-70). *Tamaño natural* (1970). *Historia natural* (1970). *Soledad interrumpida* (1971).
 HENRY POUSSEUR, *Sismoqramas. Etude*.
 PIERRE SCHAEFFER, *Aux Chemins de Fer, Au Tourniquet, Aux Casseroles* (1948). *Étude aux objets. Sinfonía para un hombre solo* (1950). *Orfeo 53* (1953). *Étude aux allures, Étude aux sons animés* (1958-61).
 KARLHEINZ STOCKHAUSEN, *Estudio Concreto* (1953). *Estudio I. Estudio II. Canto del adolescente* (1956). *Solo. Himnem. Mikrophonie I* (1964). *Mixtur* (1964). *Telemusik. Kontakte* (1960).
 JOHN CAGE, *Imaginary landscape* (1939-1952). *Fontana Mix* (1958). *WBAI* (1960). *Rozart Mix* (1965). *Cartridge music* (1960). *Where are we going? and what are we doing?* (1960). *Electronic music for piano* (1965). *Music for amplified toy pianos* (1960).
 EDGAR VARESE, *Poeme électronique*.
 IANIS XENAKIS, *Concret P. H.* (1958). *Orient-Occident* (1960). *Diamorphoses. Analogique B*.
 ANDRÉ ZUMBACH, *Chris*.
 FRANCISCO GUERRERO, *Ordeno cambiar las camelias según se vayan marchitando*.

MICHAEL PHILIPPOT, *Étude. Ambiance I. Ambiance II.*
 ANDRE BOUCOURECHLIER, *Texte II* (1953).
 NICCOLO CASTIGLIONI, *Divertimento* (1960).
 MIREILLE CHAMASS, *Étude n° 1* (1960).
 FRANCO EVANGELISTI, *Incontri de fasce sonore* (1956-57).
 LUC FERRARI, *Tête et queue du dragon* (1960). *Étude aux accidents,*
Étude aux sonstenus, Visage V.
 MAURICIO KAGEL, *Transición I* (1958-60).
 WLODZIMIERZ KOTONSKI, *Studio ad un colpo su piatti* (1960).
 ANDRZEJ MARKOWSKI, *Música cinematográfica* (1961).
 MAKOTO MOROI, *Stars of Pithagoras* (1959).
 TOSHIRO MAYUZUMI, *Music on sine waves with a radio of primal*
numbers (1954).
 DARIUS MILHAUD, *Rivière Endormie.*
 HENRI SAUQUET, *Trois Aspects Sentimentaux.*
 R. VANDELLE, *Crucifixion.*

LISTA DE ALGUNAS OBRAS COMPUESTAS POR COMPUTADOR

- PIERRE BARBAUD, *C'est 7. French Gagaku* (1969). *Temps partagé*.
MARCEL GOLDMANN, *Trois Jeux. Hével. Hével Havalime*.
HUBERT LUCOT, *Opera pour un graphe* (1971).
HERBERT BRÜN, *Infraudibles*.
PIETRO GROSSI, *El sacrificio musical. Capriccio n°. 5. Mixed Paganini. Permutations of five sounds*.
LEJAREN A. HILLER, *Illiad Suite for string* (1957). *Computer cantata* (1963). *HPSCHD* (con la colaboración de J. Cage).
MAX V. MATHEWS, *Desarrollos rítmicos. Los granaderos británicos. Johnnie vuelve a casa. International Lullaby. Eight-Tone canon*.
LAMBERT MEERTENS, *Cuarteto n° 1, para cuerdas*.
J.k.RANDALL, *Variations 6-10*.
ARTHUR ROBERTS, *Sonatina for CDC-3600*.
M.KLEIN, *Push Button Bertha* (1956).
IANNIS XENAKIS, *ST 10* (1962).

Goethals L.	Cellotape (Piano, Cello, Kontaktmikrofoon, Modulator und Tonband) vierspurig	1965
Goethals L.	Sinfonia en gris mayor (Zwei Orchester, Schlagwerk und Tonband vierspurig)	1965
Goeyvaerts K.	Stuk voor piano (Piano und Tonband)	1964
Pousseur H.	Votre Faust (Elektronische Teile aus der Oper)	1965/66
Rosseau N.	De Twee-Weertij-Klokhuisruimte (Gesang und Tonband)	1964

Música aplicada

Bartholomée P.	Les Etrusques (Film)	1964
Boesmans Ph.	Adorable Vampire (Hörspiel)	1964
Defossez R.	Le Pêcheur et son Ame (Hörspiel)	1965
De Meester L.	Sieraden der Diepte (Film)	1962
De Meester L.	Katten in de Buurt (Film)	1962
De Meester L.	Don Juan (Ballett)	1962
De Meester L.	Polyester (Musik für eine Plastik)	1962
De Meester L.	Escurial (Fernsehspiel)	1963
De Meester L.	De Vertraagde films (Bühnenmusik)	1963
De Meester L.	Les Géants de la Montagne (Bühnenmusik)	1963
De Meester L.	De Vrouw in de Ochtend (Bühnenmusik)	1963
De Meester L.	Magie Rouge (Bühnenmusik)	1963
De Meester L.	De Koenung die Sterft (Bühnenmusik)	1963
De Meester L.	Elektron (Ballet)	1963
De Meester L.	Kreet en Kennis (Film)	1964
De Meester L.	Le Drame du Fukuryu Maru (Bühnenmusik)	1964
De Meester L.	De Gecroonde Leersse (Fernsehspiel)	1964
De Meester L.	Duel met de Tanker (Film)	1964
De Meester L.	Netsuke (Film)	1964
De Meester L.	Snecken (Film)	1965
De Meester L.	De Menschwording (Fernsehspiel)	1965
De Meester L.	Moordenaar Gods (Fernsehspiel)	1965
De Meester L.	Oscar of de Wet op de Zwaartekracht (Hörspiel)	1965
De Meester L.	Trijntje Cornelis (Bühnenmusik)	1965
De Meester L.	De Zoemende Muzikant (Hörspiel)	1966
De Meester L.	De Huisbewaarder (Bühnenmusik)	1966
De Meester L.	Twee Engelen op Bezoek (Bühnenmusik)	1966
De Meester L.	Op het Einde van de Regenboog (Hörspiel)	1966
De Meester L.	Het Systeem Fabrizio (Bühnenmusik)	1966
De Meester L.	Thyestes (Bühnenmusik)	1966
De Meester L.		
Goethals L.	Biedermann en de Brandstichters (Bühnenmusik)	1965
Goethals L.	Les Poissons (Film)	1963
Goethals L.	Reinaert de Vos (Freilichtspiel)	1963
Goethals L.	Het Glapion Effect (Bühnenmusik)	1963
Goethals L.	Het Huilen verieren zu niet (Bühnenmusik)	1964
Groep «Spectra»	Patent 2003 (Ballet)	1964
Van de Woestyne D.	Les Céphalopodes (Film)	1962
Van Weerst E.	Cybernetica (Film)	1964

CANADÁ

The Electronic Music Studio at the University of Toronto, Toronto, Ontario (UTEMS)¹

Música sola

Schaeffer M.	Etude op. 1	1959
Schaeffer M.	White noise etude	1959
Schaeffer M.	Bell etude in the form of a passacaglia (2 track)	1960
Schaeffer M.	Bridge N° 1 (two versions, 1 and 2 track)	1960
Schaeffer M.	Dance 4:3 (2 track)	1960
Schaeffer M.	Psalm XXIII	1960
Schaeffer M.	Allegro for tape recorder	1961
Schaeffer M.	Etude with voices	1961
Schaeffer M.	Haiku N° 1 (version 1, male voice)	1961
Schaeffer M., Walter A. u. Olnick H.	Project A	1961
Schaeffer M.	Voices and bells	1961
Aitken	Soliloquy (2 track)	1962
Schaeffer M.	Haiku N° 1 (version 2, female voice, 2 track)	1962
Schaeffer M.	Haiku N° 2 (2 track)	1962
Schaeffer M.	Haiku N° 3 (2 track)	1962
Schaeffer M.	New Intruder, Suite (2 track)	1962
Aitken	Composition for flute and tape recorder (2 track)	1963
Aitken	Noesis (2 + 2 track)	1963
Lilburn	Four studies (2 track)	1963
Schaeffer M.	Lament from Jephtha (2 track)	1963
Aitken	Suite from music for Hamlet (2 track)	1964
Avni	Study for the «Tower of Babel» (2 track)	1964
Glasgow	Chimes (2 track)	1964
Gnazzo	Music for two pianos and electronic sounds (2 track)	1964
Hassell	Sequence arrangement N° 1 (2 track)	1964
Henry O.	Praeludium (2 track)	1964
Henry O.	Three Humors (2 track)	1964
Henry O.	Variations (2 track)	1964
Ivey	Enter three witches (2 track)	1964
Pedersen	The lone tree (2 track)	1964
Robb	Montage (2 track)	1964
Robb	Pleasant obsession (2 track)	1964
Robb	Torontoniana (2 track)	1964
Robinson	Transpositions (2 track)	1964
Rusling	Composition N° 1	1964
Beckwith	Electronic composition N.° 1 (2 track)	1965
Beckwith	Electronic composition N.° 2 (2 track)	1965
Beckwith	Electronic composition N.° 3 (2 track)	1965
Charpentier	December 17th (2 track)	1965
Ciamağa	One part invention (2 track)	1965
Ciamağa	Two part invention (2 track)	1965
Cross	Three etudes for Hugh Le Caine (2 track)	1965

¹⁾ Dos estudios: uno didáctico y otro de práctica creativa

Guthro	Opus 3 (2 + 2 track)	1965
Lawryshyn	Fugue for harpsichord, cats and clarinet (2 track)	1965
Mather	Etude un (2 track)	1965
Mills-Cockell	Gamelon (2 track)	1965
Mills-Cockell	Ganges (2 track)	1965
Olejar	Incomunicado (2 track)	1965
Pedersen	Mel scale canon	1965
Pedersen	Pictures from the old testament (2 track)	1965
Southam	Electronic study No. 1 (2 track)	1965
Williams	Two electronic studies (2 track)	1965
Charpentier	AJA (2 track)	1966
Charpentier	Alchemy (2 track)	1966
Cherney	Death of a tragedy (2 track)	1966
Cherney	Doshchyk (2 track)	1966
Cherney	Night music (2 track)	1966
Cherney	Intitled (Jan 1966, 2 track)	1966
Cherney	Intitled (Feb. 1966, 2 track)	1966
Ciamaga	Two part invention No. 2 (2 track)	1966
Ciamaga	Scherzo (new version, 2 track)	1966
Mather	Etude 4 (2 track)	1966
Mills-Cockell	Cartoon (2 track)	1966
Mills-Cockell	Dialogue (2 track)	1966
Mills-Cockell	Fragment for two pianos and stereo magnetic tape	1966
Mills-Cockell	Imitation (2 + 2 track)	1966
Mills-Cockell	Soft-cell (2 track)	1966
Robb	Little suite (2 track)	1966
Southam	Sonosphere (2 track)	1966
Williams	Cacophony (2 track)	1966
Williams	Driveration (2 track)	1966
Williams	Electronic Study No. 3 (2 track)	1966
Williams	Here and there (2 track)	1966
Williams	Mood (2 track)	1966
Williams	This and that (2 track)	1966
Lawryshyn	Gestures (2 track)	1966
Lawryshyn	Electronic poem (2 track)	1966
Tahourdin	Rondo (2 track)	1966
Tahourdin	Passacaglia (2 track)	1967
Ciamaga	Two part invention No. 3 (2 track)	1967
Beecroft	Two went to sleep (4 and 2 track)	1967
Rusling	Composition 67-1 (2 track)	1967
<i>Música aplicada</i>		
Schaeffer M.	Many Faces of man (ballet)	1959
Schaeffer M., Walter A. u. Olnick H.	Summer idyll (TV)	1960
Walter A. u. Olnick H.	Indian ballet	1960
Applebaum u. Schaeffer M.	The mask (film)	1961

Schaeffer M.	New Intruder (film)	1962
Schaeffer M., Walter A. u. Olnick H.	Project TV	1962
Schaeffer M.	The smile (film)	1962
Schaeffer M., Walter A. u. Olnick H.	Electronic dance «Becoming», ballet)	1963
Po*tebaum	How the animals got their names (film)	1964
Ciamaga u. Cross	Phone-Phugue (TV film)	1965
Cross	Video II (B) (TV special technique)	1965
Gnazzo	Music for one or more dancers (dance)	1965
Gnazzo	Space and motion study for dancer No. 2 (dance)	1965
Gnazzo	Space and motion study for dancer No. 3 (dance)	1965
Olejar	Dance from the Noh (ballet)	1965
Somers	The gift (TV)	1965
Ciamaga	Mosaic (film)	1966
Applebaum u. Ciamaga	«Ottawa, 1967 (provisional title, electronic sections, outdoor theatre)	1966
Gnazzo u. Ciamaga	«Margaree» (TV film)	1966

PD: *Other composers* who have worked or experimented in the studio include: Samuel Dolin, R. Murray Schaeffer, Pauline Oliveros and Ivan Tcherepnin. *Other tapes* realized at the studio and found in the UTEMs library include: a) experiments with the Hamograph, Multitrack recorder and Serial Sound Structure Generator. b) Sound records of recent experiments with hybrid computers. c) Various «effects» etc. for radio, television and theatre.

DINAMARCA

Laboratoire du son de la Radio danoise, Copenhagen et Studios privés

Música sola

Pede E.M.	Symphonie magnétique	1959
Pede E.M.	Glasperlenspiel I-II	
Plaetner J.	Cantate électronique	
Plaetner J.	Elementi	
Plaetner J.	Continuo	

Música aplicada

Pede E.M.	Musique pour la petite sirène	
Pede E.M.	Syv cirkler (pour les programmes Vortex, San Francisco)	
Plaetner J.	Opéra électronique: Ophélie retrouvée	

ALEMANIA FEDERAL

Studio für elektronische Musik, Südwestfunk Baden-Baden

Boulez P.	Poésie pour pouvoir	1958
Boulez P.	Das Kalte Licht	1958
Boulez P.	Von den unglücklichen Lebensbedingungen der Thunfische	1958

Arbeitskreis für Elektronische Musik an der Technischen Universität Berlin.

Música sola (técnica de 4 pistas)

Thärichen W.	Musik auf Pauken (Weltausstellung Brüssel)	1958
Krenek E.	Studie für serielle Musik	1962
AEMB ¹⁾	Multiple Perspektiven für Original-Klavier und drei Klangstrahler	1962
AEMB	Glissierende Deviationen	1962
AEMB	Negro Spiritual	1962
AEMB	Persischer Sinnspruch (Elektronische Studie zur Sprachverformung)	1963
AEMB	Der Astronaut (Raumstudie)	1963
AEMB	Spacio vocale e instrumentale	1963
AEMB	Skalen 2:3:4 (Vierteltonstudie)	1964
AEMB	«Morsezeichen» (Gratulation für U. Tuchel zum 60. Geburtstag)	1964
AEMB	«Wasser» — Klavierstudie für einen Film von E. Reinboth (Interferenzen)	1965
Hartig H.F.	«Who in» — Oratorium für Orchester und elektro- mischen Chor auf Band	1965
AEMB	Elektronische Impulsketten	1966
AEMB	Electronische Teile der Blacher-Oper «Zwischenfälle bei einer Notlandung» als Konzertbearbeitung	1966/67
Shinohara M., Winckel F., u. Rüfer R.	Konzonantische Musikstudie	1967
AEMB	Orbiter Lunar III	1967

Música aplicada

Schröpfer W.	«Musique concrète» (Film)	1955
Schröpfer W.	«Mechanisches Theater» (Surrealistisches Mario- nettenspiel von H. Kramer)	1955
Grübnaul L.	Die Welt von morgen (Film)	1958
AEMB	Elektronische Musik zu «androklos und der Löwe» (Shaw)	1962
Winckel F. u. Krause M.	Fernsehfilm über elektronische Musik (NDR Hamburg)	1963

¹⁾ AEMB = Grupo de trabajo para la música electrónica, de la Universidad Técnica de Berlín.

Winckel F. u. Krause E. Blacher B.	Film und Schallplatte (Herzschall) zusammen mit K. Holldack Oper «Zwischenfälle bei einer Notlandung». Elektronik: AEMB	1966 1965/66
Haubenstock- Ramati R.	Oper «Amerika». Montage in 4-Spur-Technik: F. Winckel	1966

Studio für elektronische Musik des Westdeutschen Rundfunks Köln

Música sola

Eimert H. u. Beyer R.	Klangstudie I und II	1953
Eimert H. u. Beyer R.	Klang im unbegrenzten Raum	1953
Eimert H. u. Beyer R.	Ostinate Figuren und Rhythmen	1953
Heiss H.	Elektronische Studie	1953
Eimert H.	Glockenspiel	1953/54
Eimert H.	Etüde über Tongemische	1953/54
Eimert H.	Fünf Stüke	1953/54
Eimert H.	Selektion	1953/54
Goeyvaerts K.	2 Kompositionen	1953/54
Stockhausen K.	Studie I	1953/54
Stockhausen K.	Studie II	1953/54
Gredinger P.	Formanten I und II	1954
Klebe G.	Interferenzen	1954
Koenig G.M.	Klangfiguren I und II	1954
Krenek E.	Spiritus Intelligentiae Sanctus	1954
Heiss H.	Elektronisches Diskontinuum	1954
Heiss H.	Elektronisches Diskontinuum mit Schlagzeug	1954
Pousseur H.	Sismogramme I und II	1954/55
Hambraeus B.	Doppelohr II	1956
Heiss H.	Elektronische Komposition I	1956
Stockhausen K.	Gesang der Jünglinge	1956
Evangelisti F.	Incontri di fasce sonore	1957
Brun H.	Anepigraphie	1958
Koenig G.M.	Essay	1958
Nilson B.	Audiogramme	1958
Kagel M.	Transición I	1958/59
Stockhausen K.	Kontakte	1959/60
Koenig G.M.	Terminus I	1962/63
Boehmer K.	Position (mit Instrumenten und Vokalklängen)	1962/63
Eimert H.	Epitaph	1962/63
Fritsch J.G.	Fabula rasa (für 4 Lautsprecher)	
von Biel M.	Fassung (für 5 Lautsprecher)	
Stockhausen K.	Microphonie II (Chor und Orgel, Ringmodulation)	

Studio für elektronische Musik an der Staatlichen Hochschule für Musik, Köln

Música sola

Zimmermann B.A. Tratto (für vier Lautsprechergruppen) 1967

Música aplicada

Zimmermann B.A. Elektronischer Teil der Oper «Die Soldaten» 1965

Studio für elektronische Komposition Hermann Heiss, Darmstadt

Música sola

Heiss H.	Essay I	1957
Heiss H.	Essay II	1958
Heiss H.	Elektronische Komposition II «laut und Stille»	1959
Heiss H.	Studie 59 (zu AS 60)	1959
Heiss H.	Elektronische Komposition III «AS 60»	1960
Heiss H.	Variante AS 60	1960
Heiss H.	Elektronische Komposition IV	1961
Heiss H.	Zuordnung zwei	1961
Heiss H.	Zuordnung drei «LTM 61» (Licht, Tanz und Musik)	1961
Heiss H.	Proportionen	1961
Heiss H.	Logatome (Bandkomposition für Sprecher, Instrumente und elektronische Klänge)	1961
Heiss H.	LTM 62 (Licht, Tanz und Musik)	1962
Heiss H.	Zuordnung vier	1963
Heiss H.	Zuordnung vier (variabel für 4 Magnetophone)	1963
Heiss H.	Präludium «Ananke»	1964
Heiss H.	Missa (für Alt, Tenor, gemischten Chor und elektronisches Tonband)	1964
Heiss H.	Variable Musik für 4 Magnetophone	1966
Heiss H.	Salutatio (Worte aus «Hyperion» von Hölderlin) für eine Singstimme, eine Sprechstimme und elektronisches Tonband	1966

Música aplicada

Heiss H.	Der Feind des Präsidenten (Hörspielmusik)	1957
Heiss H.	Undine (Bühnenmusik)	1957
Heiss H.	Die Tat (Bühnenmusik)	1958
Heiss H.	Die Troerinnen (Bühnenmusik)	1960
Heiss H.	Lemuren	1960
Heiss H.	Zikaden	1960
Heiss H.	Ferne Trommeln - ferne Glocken	1960
Heiss H.	Meteore	1960
Heiss H.	Battements	1960
Heiss H.	Monophon	1960
Heiss H.	Die Fliegen (Bühnenmusik)	1961
Heiss H.	Die Tat (Ballett)	1961
Heiss H.	Peitschenmusik	1961
Heiss H.	Gespentische Visionen	1962

Heiss H.	Resonanzen	1962
Heiss H.	Diableries	1962
Heiss H.	Aniara (Oper)	1963
Heiss H.	Grobe Paukenmaschine	1963
Heiss H.	Eisenhütte	1963

Studio für elektronische Musik München (Geschwister-Scholl-Stiftung)

Música sola

Riedl J.A.	Folge von vier Studien für elektronische Klänge	1959-1962
Hanisch E.	Das neue Paradies	1959
Hashagen K.	Der Bau des Tempels	1960
Brün H.	Klänge unterwegs	1961
Kagel M.	Antithese, Komposition für elektronische und öffentliche Klänge	1962
Hambraeus B.	Rota II. Komposition für elektronische. Glockenund Orgelklänge	1963
Riedl J.A.	3 Stöche aus der Musik zu Leonce und Lena	1963
Riedl J.A.	Komposition für elektronische Klänge Nr. 2	1963 u. 1965
Cage J. u. Kagel M.	Imaginary Landscape Nr. 3	(1942) 1965
Kelemen M.	2 Stücke aus der Musik zu Judith	1966

Música aplicada

Riedl J.A.	Impulse unserer Zeit (Film)	1959
Riedl J.A.	Stunde X (Film)	1959
Riedl J.A.	Kains Bruder ist umsonst gestorben (Hörspielmusik)	1959
Riedl J.A.	Yokatan (Film)	1960
Killmayer W.	Medea (Hörspielmusik)	1960
Riedl J.A.	Kommunikation (Film)	1961
von Cramer H.	Das große Ebenbild (Hörspielmusik)	1962
Riedl J.A.	Der Hausmeister (Bühnenmusik)	1962
Riedl J.A.	Geschwindigkeit (Film)	1963
Killmayer W.	Die Nashörner (Film)	1963
Kagel M.	Spiel für einen Darsteller mit elektronischen und öffentlichen Klängen (Antithese, Fernsehen)	1963
Pörtner P.	Schallstudie I (Hörspielmusik)	1963
Riedl J.A.	Leonce und Lena (Fernsehen)	1964
Barbaud P.	Der Damm (Film)	1964
Riedl J.A.	Grenzen (Film)	1964
Bialas G.	Es regnet in mein Haus (Hörspielmusik)	1964
Riedl J.A.	Das Spiel (Bühnenmusik)	1964
Pörtner P.	Schallstudie II (Hörspielmusik)	1965
Kelemen M.	Judith (Fernsehen)	1966
Riedl J.A.	Thunder over Mexico (Film)	1966
Riedl J.A.	Autoportrait (Film)	1966

FINLANDIA

**Electronic Music Studio of the Finnish Broadcasting Company Oy.
Yleisradio Ab. Helsinki.**

Música sola

Johansson B.	Kolme elektronista harjoitelma (Three Electronic Etudes)	1960
Jyrkiäinen R.	Sounds 1 (Concrete Music)	1963
Jyrkiäinen R.	Sounds 2 (Concrete Music)	1963
Jyrkiäinen R.	Idiopostic 1 (Electronic Music)	1963
Kuusisto I.	Ritmo acustico (Concrete Music)	1963
Salmenhaara	Konsertto Kahdelle sooloviululle ja kaiuttimille (Concerto for two Solo Violins and Loudspeakers)	1963
Salmenhaara	Pan ja Kaiku (Pan and the Echo) for Percussion and Loudspeakers	1963
Donner H.O.	For Emmy 2 (Electronic Music, realised in Bilthoven)	1963
Jörns H.	Dresden, am 13. Februar 1945 (Electronic Music)	1964
Jörns H.	«Eli, Eli lama asaphtani» für Horn, Violoncello, Klavier und Tonband (Concrete Music and instruments)	1964
Rautavaara	Ludus verbalis (for mixed chorus)	1964
Jörns H.	Illness and Death (Electronic Music)	1964
Helistö P.	Pianonvirtittäjän vaoapäivä (Freeday of a piano tuner, Concrete Music)	
Jyrkiäinen R.	Idiopostic 2 (Electronic Music, a new version of Idiopostic 1, stereophonic tape)	1966

Música aplicada

Meriläinen U.	Eras and Psyche (Incidental music for the play)	1964
Kuusisto I.	Tarvo 1754 (film)	1964
Rydman K.	Kitta i Lappland (film)	1964
Jyrkiäinen R.	Sounds 3 (Concrete Music for an exhibition, 2 track)	1966

FRANCIA

Groupes de Recherches musicales du Service de la Recherche de l'O.R.T.F., Paris

Música sola

Schaeffer P.	Etude aux chemins de fer	1948
Schaeffer P.	Etude aux casseroles	1948
Schaeffer P.	Etude aux tourniquets	1948
Schaeffer P.	Etude violette	1948
Schaeffer P.	Etude pathétique	1948
Schaeffer P.	Etude au piano	1948
Schaeffer P.	Concertino diapason	1948
Schaeffer P.	Variations sur une flûte mexicaine	1949
Schaeffer P.	Suite pour 14 instruments	1949
Henry P.	Musique sans titre	1950
Henry P.	Le microphone bien tempéré	1950

Schaeffer P. u		
Henry P.	Concerto des ambiguïtés	1950
Schaeffer P. u.		
Henry P.	Bidule en UT	1950
Schaeffer P.	L'Oiseau RAI	1950
Schaeffer P.	Symphonie pour un homme seul	1950
Henry P.	Vocalises	1951
Hodier A.	Jazz et jazz	1951
Schaeffer P.	Toutte la lyre	1951
Boulez P.	Etudes I et II	1952
Henry P.	Antiphonie	1952
Messiaen O.	Timbres-durée	1952
Rollin M.	Motet	1952
Barraque	Etude	1953
Henry P.	Le voile d'Orphée (opéra vers. concr.)	1953
Philippot M.	Etude I	1953
Schaeffer P. u.		
Henry P.	Orphée (opéra)	1954
Varèse E.	Déserts (1e version mus. concr. et orch.)	1954
Arthuys P.	Boite à musique	1955
Arthuys P.	La crabe qui jouait avec la mer	1955
Arthuys P.	Ils le livrèrent à Ponce Pilate	1956
Arthuys P.	Etude chinoise	1956
Haubenstock-		
Ramati R.	Passacaille	1956
Philippot M.	Etude II	1956
Arthuys P.	Nature morte à la guitare	1957
Haubenstock-		
Ramati R.	Chants et prismes	1957
Haubenstock-		
Ramati R.	Exergue pour une symphonie	1957
Haubenstock-		
Ramati R.	L'amen de verre	1957
Henry P.	Haut voltage	1957
Malec I.	Mavena	1957
Sauguet H.	Aspect sentimentaux	1957
Ferrari L.	Etude floue	1958
Ferrari L.	Etude aux accidents	1958
Ferrari L.	Etude aux sons tendus	1958
Schaeffer P. u.		
Ferrari L.	Continuo	1958
Schaeffer P.	Etude aux allures	1958
Schaeffer P.	Etude aux sons animés	1958
Xenakis I.	Concret PH	1958
Xenakis I.	Diamorphoses	1958
Boucourechliev	Texte II 1ère version	1959
Boucourechliev	Texte II 2e version	1959
Ferrari L.	Visage V.	1959
Mache F.B.	Prélude	1959
Philippot M.	Ambiance I et II	1959

Schaeffer P.	Simultané Camerounais	1959
Schaeffer P.	Etude aux objets	1959
Chamass M.	Etude I	1960
Ferrari L.	Tête et queue du dragon	1960
Mache F.B.	Volume	1960
Philippot M.	Maldoror	1960
Vandelle R.	Crucifixion	1960
Xenakis I.	Analogique B, Analogique A + B	1960
Ballif C.	Etude	1961
Bayle F.	Tremplins	1961
Canton E.	Etude	1961
Carson P.	Etude	1961
Clouzot O.	Etude	1961
Gauthier S.	Etude	1961
Hidalgo	Etude	1961
Malec I.	Etude	1961
Parmegiani B.	Etude	1961
Perrini L.	Etude	1961
De Raulin B.	Etude	1961
Vandelle R.	Etude	1961
Bayle F.	Lignes et points	1961
Ferrari L.	Taulogos I et II	1961
Marie J.-E.	Images Thanaiques	1961

Música aplicada

Henry P.	La grande et la petite manœuvre	1950
Schaeffer P.	La course au Kilocycle (Hörspiel)	1950
Schaeffer P.	Masquerage (Film)	1952
Henry P.	Astrologie (Film)	1953
Henry P.	Art populaire mexicain (Film)	1953
Henry P.	Leonard da Vinci (Film)	1953
Henry P.	Les fils de l'eau (Film)	1953
Henry P.	Art Précolombien (Film)	1953
Arthuys P.	Mississippi (Bühnenmusik)	1955
Henry P.	Le musée d'or de Bogota (Film)	1955
Henry P.	L'amour des 4 colonels (Bühnenmusik)	1955
Arthuys P.	Le voyageur (Film)	1956
Schaeffer P.	Fer chaud (Film)	1956
Schaeffer P. u. Henry P.	Shara d'aujourd'hui (Film)	1957
Boucocrechliev A.	Tic-tac (Film)	1959
Ferrari L.	Passage (Ballettmusik)	1959
Mache F.B.	Caustiques (Film)	1959
Schaeffer P.	Musique de scène pour Phèdre	1959
Schaeffer P.	Nocturne aux chemins de fer (Mime)	1959
Carson P.	Bredermann und die Brandstifter (Bühnenmusik)	1960
Chamass M.	Egypte, ô Egypte (Film)	1960
Mache F.B.	Conte (Film)	1960
Parmegiani B.	Jour de mes années (Film)	1960
Parmegiani B.	Patamorphoses (Television)	1960

Parmegiani B.	Steinberg (Film)	1960
Permegiani B.	Indicatif France I (O.R.T.F.)	1960
Xenakis I.	Vasarely (Film)	1960
Xenakis I.	Orient-Occident (Film)	1960
Bayle F.	Llanto (Ballettmusik)	1961
Bayle F.	Lignes et points (Film)	1961
Canton E.	Impression des Andes (Film)	1961
Canton E.	Sensemaya (Ballettmusik)	1961
Canton E.	Friction 60 (Film)	1961
Canton E.	Douce Amère (Film)	1961
Canton E.	Les maladies mentales (Film)	1961
Canton E.	Axel (Bühnenmusik)	1961
Carson P.	Danse II (Film)	1961
Carson P.	Les dents du signe (Film)	1961
Carson P.	Exposition de Stuyvesant (Sonorisation)	1961
Chamass M.	Rimoi (Film)	1961
Chamass M.	Rémanences (Film)	1961
Malec I.	Structures (Film)	1961
Malec I.	Reflets (Film)	1961
Parmegiani B.	Guerre et poésie (Bühnenmusik)	1961
Parmegiani B.	Le repos du guerrier (Bühnenmusik)	1961
Parmegiani B.	Rhinomorphoses (Film)	1961
Parmegiani B.	Balcon sur le rêve (Radio)	1961
Parmegiani B.	Danse I (Film)	1961
Parmegiani B.	La France déjeune (Film)	1961
Parmegiani B.	Marché Magique	1961
Parmegiani B.	Die Ehe des Herrn Mississippi (Bühnenmusik)	1961
Parmegiani B.	Martien 0001 (Film)	1961
Parmegiani B.	Sonorisation pour spectacle (Musée Grévin)	1961

Studio APSOME Paris

Música sola

Henry P.	Coexistence	1958
Henry P.	Composition i Ovalisée	1959
Henry P.	Le livre des Mutations	1960
Baronnet J. u. Dufrene F.	U 47	1960
Dufrene F.	Anti-Etude	1960
Henry P.	Entité	1961
Henry P.	La Noire à soixante I	1961
Henry P.	Fluide et Mobilité d'un Larsen	1962
Henry P.	La Noire à soixante II	1962
Baronnet J.	Sonate	1962
Dufrene F.	Granulométrie	1962

Música aplicada

Henry P.	Orphée (Ballettmusik)	1958
Henry P.	Signes (Ballettmusik)	1960
Henry P.	Investigations	1960

Henry P.	Le voyage (Ballettmusik)	1962
Henry P.	L'Apocalypse (spectacle)	1962
Henry P.	Le livre des Morts Tibétains (spectacle)	1962
Henry P.	Bronze (Film)	
Henry P.	Faciès (Film)	
Henry P.	L'Ondomane (Film)	
Henry P.	Les Ailes du Clémenceau (Film)	
Henry P.	16 dessins animés de Siné	
Henry P.	Maléfices (Film)	

ITALIA

Studio di Fonologia di Milano della RAI

Música sola y aplicada

Berio Luciano u. Maderna Bruno	Ritratto di città (documentario radiofonico)	1 ¹ 1955
Berio Luciano	Mutazioni	1 1955
Maderna Bruno	Sequenze e strutture	1 1955
Boucourechliev A.	Etude I	2 1956
Maderna Bruno	Notturmo	1 1956
Berio Luciano	Perspectives	2 1957
Maderna Bruno	Syntaxis	2 1957
Pousseur Henri	Scambi I o versione	2 1957
Pousseur Henri	Scambi II o versione	2 1957
Pousseur Henri	Scambi versione Luciano Berio	2 1957
Wilkinson Marc	Improvisation K	1 1957
Berio Luciano	Thema (Omaggio a Joyce)	2 1958
Boucourechliev A.	Texte I	2 1958
Maderna Bruno	Continuo	1 1958
Maderna Bruno	Musica su due dimensioni (per flauto e nastro)	2 1958
Cage John	Fontana Mix (per voce e nastro)	2 1959
Dianda Hilda	Dos estudios en contrastos	2 1959
Hambraeus Bengt	Costellazione (per organo e nastro)	2 1959
Zumbach André	Etude	1 1959
Berio Luciano	Momenti	4 1960
Berio Luciano	Differences (per 5 strumenti e nastro)	2 1960
Bucchi Valentino	Girotondo	1 1960
Castiglioni M.	Divertimento	4 1960
Clementi Aldo	Collage 2	4 1960
Dall'Oglio Renzo u. Zuccheri Marino	Plastico	2 1960
Maderna Bruno	Invenzioni su una voce	2 1960
Nono Luigi	Omaggio a Vedova	4 1960
Donatoni Franco	Quartetto 3o	4 1961
Maderna Bruno	Serenata III	4 1961
Marinuzzi Gino	Traiettorie	4 1961
Paccagnini Angelo	Sequenze e strutture	4 1961
Sifonia Firmino	Canoni	4 1961

¹⁾ Número de pistas

Togni Camillo	Recitativo	4	1961
Vlad Roman	Ricerzare elettronico	4	1961
Balestrini	Un istante con figure	1	1962
Berio Luciano	Visage (racconto radiofonico)	4	1962
Grossi Pietro	Progetto 2 e 3	2	1962
Maderna Bruno	Le rire	2	1962
Redner Henry	Piece in two	2	1962
Wilks John	Fiesta	2	1962
Angelini Louis	Derivazioni n. 5	2	1963
Arrigo Girolamo	2 studios	2	1963
Berio Luciano	Esposizione I	4	1963
Canton Edgardo	Etude	2	1963
Ceely Robert	Strati	1	1963
Morthenson Jan. W.	Chains-mairrors	1	1963
Winsor Philip R.	Sound Study n. 2	1	1963
Canton Edgardo	Tout finit pour tomber dans le même trou	2	1964
Maderna Bruno	Hyperion		1964
Manzoni Giacomo	Studio 3	1	1964
Nono Luigi	La fabbrica illuminata (per voce e nastro)	4	1964
Toffoletti Massimo	Expert I	1	1964
Hassell Jon	Music for vibraphones	2	1965
Liberovici Sergio	Un fucile, un bidone e la vita	2	1965
Nono Luigi	Die Ermittlung	1	1965
Nono Luigi	Ricorda cosa ti hanno fatto ad Auschwitz	1	1966
Nono Luigi	A floresta è jovem e cheade vida (per voci, clarinetto, lastro di bronzo e nastro)	1	1966
Tcherepnin Serge	At bach and piece de fond		1966
Zuccheri Marino	Parete 67	2	1967

JAPON

NHK Electronic Music Studio, Nippon Hoso Kyokai, Tokyo

Música sola

Mitglieder des Studios	Experimentalmusik	1954
Mayuzumi T.	a) Music for sine waves selected on a ratio principle of prime numbers	
	b) Music for modulated waves selected on a ratio principle of prime numbers	
	c) Invention for square waves and sawtooth waves	1955
Mayuzumi T. u. Moroi M.	Variations on the numerical principle of seven	1956
Mayuzumi T.	Aoi-no-Ue	1957
Matsushita S.	The black Monastery	1959
Moroi M.	Pythagorean Stars	1959
Miyoshi A.	Ondine	1959
Moroi M.	A red cocoon	1960
Mitglieder des Studios	Electronic music for stereophonic broadcast	1960

Irino	Waves and a flute	1960
Moroi M.	A long, long way ahead	1960

Música aplicada

Moroi M.	Background music (3 Werke)	1961
----------	----------------------------	------

HOLANDA

Studio Elektronische Muziek der Rijksuniversiteit te Utrecht (STEM) und verschiedene andere Studios (PHILIPS: Studio in Eindhoven, das heute nicht mehr besteht; N.R.U.: Nederlands Radio Unie, Rundfunk-Union, in der holländische Programmgesellschaften wie AVRO, N.C.R.V., VARA zusammengeschlossen sind; TH DELFT: Technische Hochschule Delft, wo zeitweise ein Studio bestand; BRUYNEL: Privatstudio des Komponisten Ton Bruynel in Utrecht; RAAIJ-MAKERS-BOERMAN: Privatstudio der Komponisten Dick Raaijmakers und Jan Boerman in Den Haag).

Música sola

Badings H.	Oreste (Funkoper)	AVRO	1954
Badings H.	Elektronische Sonatine	AVRO	1954
Kox H.	Three piece for electronic organ	NRU	1954
de Leeuw T.	Job (Funk-Oratorium)	NRU	1956
Raaijmakers D.	Song of the second moon	PHILIPS	1957
Badings H.	Op het tweede gehoor	NCRV	1957
Badings H.	Electronic music	PHILIPS	1957
Varèse E.	Poème électronique	PHILIPS	1958
Righarts	Jan Klaassen	TH DELFT	1958
Kooy V.D.	Klankstudie	TH DELFT	1958
Raaijmakers D.	Colonel Bogey	PHILIPS	1958
Badings H.	De Hoorschelp	NCRV	1958
Dissevelt	II. Syncopation	PHILIPS	1958
Maarn A.V.	De rijke man en de arme Lazarus	TH DELFT	1959
Badings H.	Capriccio (f. Violine u. 2 Klangspuren)	PHILIPS	1959
Badings H.	Elektromagnetische Klangfiguren	PHILIPS	1959
Dissevelt	III Drifting	PHILIPS	1959
Dissevelt	IV Vibration	PHILIPS	1959
Raaijmakers D.	Tweeklank	PHILIPS	1959
de Leeuw T.	Antiphonie (für Blasquintett und 4 Klangspuren)	PHILIPS	1960
Raaijmakers D.	Pianoforte	PHILIPS	1960
Raaijmakers D.	Tune	PHILIPS	1960
Spek J.	Impulsen	TH DELFT	1960
Dissevelt	Music for Tape and Orchestra	STEM	1961
Kox H.	Herakles	STEM	1961
Boerman J.	Etude sonore	TH DELFT	1961
Boerman J.	Alchemie	TH DELFT	1961
Bruynel T.	Music for piano and two soundtracks	BRUYNEL	1961
Bruynel T.	Reflexen	BRUYNEL/STEM	1961

Raaijmakers D.	3 Plastieken	STEM	1961
Bruynel T.	Resonance I	BRUYNEL	1962
Badings H.	3 Lucebert-songs	STEM	1963
Bruynel T.	Collage Resonance II	BRUYNEL	1963
Badings H.	Konzert für Bläser und elektronische Begleitung	STEM	1964
Badings H.	Toccata I	STEM	1964
Badings H.	Toccata II	STEM	1964
Bruynel T.	Relief für und elektronische Klänge	BRUYNEL/STEM	1964
Kox H.	Cyclophonie für Klavier und elektronische Musik	STEM	1964
Barlow W.	Quintet	STEM	1965
Raaijmakers D.	Aioon	RAAIJMAKERS-BOERMAN	1964
Bruynel T.	Mobile	BRUYNEL	1965
Eisma W. u. du Bois R.	Cooperational Applications für Violine, Klavier und Tonband	STEM	1965
Giltay B.	Phonolieten	STEM	1965
Gorter K.	K 45	STEM	1965
de Marez Oyens T.	Etude II	STEM	1965
McKenzie G.	Luminations	STEM	1965
Ponse L.	Etude I	STEM	1965
Schat P.	De Aleph	STEM	1965
Boerman J.	De Zee	RAAIJMAKERS-BOERMAN	1966
Bruynel T.	Milieu april '66	BRUYNEL	1966
Giltay B.	Polychromie	STEM	1966
Gorter K.	VG 56	STEM	1966
Halffter C.	Lineas y puntos (für elektronische Klänge und 16 Blasinstrumente)	STEM	1966
Pongracz Z.	Phonothese	STEM	1966
Ponse L.	Nacht	STEM	1966
Riehn R.	Gesänge des Maldoror	STEM	1966
Shinohara M.	Visions	STEM	1966
Shinohara M.	Mémories	STEM	1966
Zupko R.	Transients	STEM	1966
Zupko R.	Metacycles	STEM	1966
Stibilj M.	Rainbow	STEM	1967
Koenig G.M.	Terminus II	STEM	1967
Boehmer K.	Aspekt	STEM	1967

Música aplicada

Badings H.	De Gravin Catalene (Hörspiel)	KRO	1952
Badings H.	De Nacht voor Morgen (Fernsehen)	AVRO	1956
Badings H.	Kain und Abel (Ballettmusik)	PHILIPS	1956
Badings H.	De Vliegende Hollander (Film)	VARA	1957
Badings H.	Variations électroniques (Film)	PHILIPS	1957
Badings H.	Asterion (Oper)	SAUK	1959
Hall v.	De Kale Zangeres	TH DELFT	1957
Badings H.	Geluid der werkelijkheid (Bühnenmusik)	PHILIPS	1958

Badings H.	Mens en Machine in Eindhoven		
	Evolutionen (Ballettsuite)	PHILIPS	1958
Mogg W.	Musik zu Macbeth	TH DELFT	1958
Gelder v.	Glas (Film)	TH DELFT	1958
Badings H.	Tune	NCRV	1958
Masseus	Paléontologie (Film)	TH DELFT	1958
Dissevelt	Tune	VARA	1958
Lilien	Nr. 1508 individualist	TH DELFT	1958
Badings H.	Electronic Ballet-Music II	PHILIPS	1959
Badings H.	Salto Mortale (Fernsehoper)	PHILIPS	1959
Badings H.	De Spreekeel (Hörspiel)	PHILIPS	1959
Badings H.	Die Frau von Andros (Ballett)	PHILIPS	1959
de Leeuw T.	J.B. (Bühnenmusik)	Brandon	1959
Badings H.	Pauzeteken	PHILIPS	1959
Raaijmakers D.	Achter de scheermen (Film)	PHILIPS	1960
Raaijmakers D.	Het stenen bruidsbed	PHILIPS	1960
Badings H.	Musik für die Oper «Martin Korda» (3. Akt, 1. Szene)	PHILIPS	1960
Raaijmakers D.	Mouvements	PHILIPS	1960
Raaijmakers D.	Filmmusik	STEM	1961
Kagel M.	Tremens (Bühnenmusik)	STEM	1966
de Leeuw T.	Syntaxie (Radiophonische Musik)	STEM	1966

POLONIA

Studio Eksperymentalne, Polskie Radio, Warszawa

Música sola

Kotonski W.	Etiuda (mus. concrète)		1960
Dobrowolski A.	Passacaglia		1960
Penderecki K.	Psalmus (mus. concrète)		1961
Wiszniewski Z.	Db. Hz. S (Elektronische Musik)		1962
Wiszniewski Z.	3 Postludia elektroniczne		1962
Dobrowolski A.	Muzyka na tasme magnetofonowa Nr. 1 (Musik für Tonband)		1962
Kotonski W.	Mikrostruktury (mus. concrète)		1963
Wiszniewski Z.	Burlesque (Elektronische Musik)		1963
Sikerski T.	Echa II (Klavier und Tonband)		1963
Sikerski T.	Antyfony (Sopran, Klavier, Schlagzeug, Harfe und Tonband)		1963
Penderecki K.	Brygada smierei (Rezitor und Tonband)		1963
Dobrowolski A.	Muzyka ma eboj i tasme magnetofonawa (Oboe und Tonband)		1965
Rudnik E.	Collage		1965
Rudnik E.	Korzen		1965
Schäffer B.	Symfonia (Elektronische Musik)		1966
Schäffer B.	Assemblage I, II, III		1966
Mache F.B.	Nuit Blanche (Rezitor und Tonband)		1966
Maddox A.	Hi-Lo Joy Honk		1967

Música aplicada

Kotonski W.	Albo rybka / C'est le poisson (Film)	1958
Wiszniewski Z.	Orphée (Fernsehspiel)	1958
Markowski A.	Spaerek staromijeski / Une promenade de vieille ville de Varsovie (Film)	1958
Markowski A.	Milezaea gwiazda (Film)	1959
Kotonski W.	Nosorozoe / Rhinocéros (Bühnenmusik)	1960
Kotonski W.	Newy Janke Muzykant / Jeannet le musicien (Film)	1960
Penderecki K.	Koncert wawelski / Les cloches de Château de Wawee (Film)	1960
Penderecki K.	Basyliszek (Film)	1961
Markowski A.	Nosorozoe (Bühnenmusik)	1961
Kotonski W.	Ladacznica z zasadami / La putain respectueuse (Bühnenmusik)	1961
Penderecki K.	Seyzeryk / Monsieur Canif (Film)	1961
Markowski A.	Igrazki / Plaisanteries (Film)	1961
Wiszniewski Z.	Wielka gra w Elzenberg (Hörspiel)	1962
Wiszniewski Z.	Szachy (Hörspiel)	1962
Patkowski J.		
Szlifirski K. u. Rudnik E.	Dwudziestolecie PPR (Film)	1962
Kotonski W.	Litera / La lettre (Film)	1962
Kotonski W.	Labirynt (Film)	1962
Markowski A.	Materia (Film)	1962
Patkowski J.		
Szlifirski K. u. Mazurek B.	Nad Tatrami (Film)	1963
Markowski A.	Diably / Les Diables (Film)	1963
Kotonski W.	Fetel / Le Fauteuil (Film)	1963
Markowski A.	Mete-gaz (Film)	1963
Patkowski J. u. Szlifirski K.	Pejedynek / Le duel (Film)	1963
Rudnik E.	Docent Hammler (Film)	1964
Patkowski J. u. Szlifirski K.	Rezmowa / Une conversation (Film)	1964
Turski Z. u. Mazurek B.	Makbet (Bühnenmusik)	1964
Wiszniewski Z.	Praea (Hörspiel)	1964
Patkowski J. u. Szlifirski K.	Swiatle i dzwiek / Le son et la lumière (Film)	1964
Penderecki K.	Malerze gdansej / Les peintres de Gdansk (Film)	1964
Penderecki K.	Kemu bije dzwen / For whom the bell toll (Bühnenmusik)	1964
Penderecki K.		
Penderecki K.	Slodkie rytmy / Doux rythmes (Film)	1965
Rudnik E.	Allegro vivace (Film)	1965
Patkowski J. u. Szlifirski K.	Sposob Bycia (Film)	1965
Rudnik E.	Legendy Zodiaku (Bühnenmusik)	1965
Rudnik E.	Wykres / Le diagramme (Film)	1966

Rudnik E.	Pozegnanie z Maria (Fernsehspiel)	1966
Rudnik E.	00173 (Film)	1966
Patkowski J. u. Szlifirski K.	Niebo bez slonca (Film)	1966

SUECIA

Sveriges Radio, Stockholm

Música sola

Lundblad Rune	Manens död (Konsert)	1 ¹ 1954
Hambraeus Bengt	Doppelrohr II (Konsert)	1 1955
Lundblad Rune	Fragment O (Konsert)	1 1955
Lundblad Rune	Fragment 1 (Konsert)	1 1955
Landblad Rune	Fragment 2 (Konsert)	1 1956
Lundblad Rune	Satellit 60 (Konsert)	1 1956/57
Nilsson Bo	Würfelspiel (Konsert)	4 1957
Nilsson Bo	Zellen (Konsert)	4 1958
Hambraeus Bengt	Konstellationer II (Konsert)	2 1959
Hambraeus Bengt	Visioner över en svensk folkvisa (Konsert)	1 1959
Lundblad Rune	Sfär (Konsert)	1 1959
Nilsson Bo	Und die Zeiger seiner Augen wurden langsam zurückgedreht (Konsert)	4 1959
Lundsten Ralph	Främmande Planet (Konsert)	2 1960
Lundsten Ralph	Kosmik meditation (Konsert)	2 1961
Nilsson Bo	Entree för ork. o band (Konsert)	4 1962/63
Lundsten Ralph	Dröm (Konsert)	2 1962
Lundsten Ralph	Kontrast (Konsert)	2 1963
Lundsten Ralph	Trancenden't (Konsert)	2 1963
Naumann Siegfried	Il Canticò del Sole (Konsert)	2 1963
Lundsten Ralph	Atomskymning (Konsert)	2 1964
Lundsten Ralph	Gryning (Konsert)	2 1964
Rabe Folke	20th Century Jazz Tribute (Konsert)	1 1964
Rabe Folke	Les Fleurs africaines (Konsert)	1 1964
Rabe Folke	Elmus (Konsert)	1 1964
Hambraeus Bengt	Tatragon (Konsert)	4 1965
Nilsson Leo	Skorpionen (Konsert)	1 1965
Rabe Folke	ARG-NY 3/5/65 4-5 PM (Konsert)	1 1965
Rabe Folke u. Subotnik Morton	Fresno Drone (Konsert)	1 1965
Lundsten Ralph u. Nilsson Leo	Jo (Konsert)	1 1966
Lundsten Ralph u. Nilsson Leo	Nä (Konsert)	1 1966
Lundsten Ralph u. Nilsson Leo	Oj (Konsert)	1 1966
Lundsten Ralph u. Nilsson Leo	Vision of the flying saucers (Konsert)	1 1966
Mellnäs Arne	Intensity 6.5 (Konsert)	1 1966
Mellnäs Arne	??	1966

¹⁾ Número de pistas

Nilsson Leo	Aurora (Konsert)	1	1966
<i>Música aplicada</i>			
Hambraeus Bengt	Framtiden (Indicatif)	1	1957
Hambraeus Bengt	Tidsspegel (Radio)	1	1957/58
Hambraeus Bengt	Reaktion (Radio/Indicatif)	1	1958
Blomdahl Karl- Birger	Mima-banden ur «Aniara» (Opera)	1 oder 2	1959
Hambraeus Bengt	Paussignal för TV (Indicatif)	1	1959
Werle Lars Johan	ur «Drömmen om Thérèse» (Opera)	2	1964
Hambraeus Bengt	Till Damaskus (Teater)	1	1965
Hambraeus Bengt	Klassiskt spel (Ballet)	2	1965
Nilsson Leo	Kalejdoskop (Bakgrund)	4/2/1	1965
Lundsten Ralph u. Nilsson Leo	Aloha Arita (Bakgrund)	4/2/1	1965
Rabe Folke	Mannen som övergav bilar (Film)	1	1965
Blomdahl Karl- Birger	Altisonans (Film)	1 oder 4	1966
Lundsten Ralph	EMS nr 1 (Film)	1	1966
Nilsson Leo	Skulpturmusik	1	1966
Welin Karl-Eric	Minos palats	4	1966

SUIZA

Centre de Recherches sonores de la Radio Suisse Romande, Genève

Música sola

Zumbach A.	Le Temps (poème radiophonique)	1962
Wilderberg J.	Musique expérimentale pour «Épitaphe pour Evariste Gallois»	1963
Kaegi W.	Eclipses, musique électronique pour quatre colonnes sonores (quatre pistes)	1964
Kaegi W.	Entretien No 1 (musique électronique, monopiste)	1965
Kaegi W.	Suisse vigilante (version radiophonique, monopiste)	1965
Kaegi W.	Version radiophonique de Mystic Puzzle II (stéréo)	1966

Música para cinta e instrumentos

Kaegi W.	Mystic Puzzle II pour musique électronique et ensemble de jazz (bande sonore à quatre pistes, bande sonore stéréo et 13 instruments)	1966
Kaegi W.	Partition pour musique électronique, chœur MIXTE, narrateur et instruments (en préparation)	1967

Música aplicada

Christien A.	Mus. de film avec essais sur instruments	1951
Sassi R.	Décor sonore pour La Vérité garantie	1956
Zumbach A.	Décor sonore pour Le porche du silence	1957
Sassi R.	Mus. pour Le Navigateur	1958
Zumbach A.	Musique pour C'est arrivé l'année prochaine	1958

Sassi R.	Musique pour L'œuf de Klein	1959
Sassi R.	Musique pour Qui peut remplacer l'homme	1959
Zumbach A.	Musique pour Le Balcon du ciel	1959
Sassi R.	Musique pour Qu'était-ce	1960
Sassi R.	Musique pour Le mort n'avait pas de clé	1960
Sassi R.	Musique pour Les cierges de St-Laurent	1960
Sassi R.	Musique pour Gabriel Cousin	1960
Sassi R.	Musique pour Marc Alyn	1960
Sassi R.	Musique pour Ceux d'Argos	1960
Zumbach A.	Musique pour L'entreprise de la Vega	1960
Zumbach A.	Musique pour Le pendu insolite	1960
Zumbach A.	Musique pour Fond 31	1960
Sassi R.	Quatre en 1	1961
Zumbach A. u. Schneeberger	J'ai vu Dieu face à Face	1961
Schulé B. u. Zumbach A.	La dernière étape (film)	1963
Zumbach A.	Cent ans d'histoire (pièce radiophonique)	1963
Zumbach A.	Nuit sur Ajax (pièce radiophonique)	1963
Kaegi W.	Suisse vigilante (musique électronique Expo 64 Lausanne)	1963/64
Zumbach A.	Expo 64 (film propagande)	1964
Zumbach A.	Le monde de l'image (film, Expo 64 Lausanne)	1964
Kaegi W.	L'art de la table (Indicatif, Expo 64 Lausanne)	1964
Kaegi W.	Flüsterbogen (Sonorisation, Expo 64 Lausanne)	1964
Kaegi W.	La porte noire (pièce radiophonique)	1964
Kaegi W.	Zéa (pièce radiophonique)	1965
Zumbach A.	Quelques-uns parmi d'autres (film)	1965
Zumbach A.	La ponctualité (film)	1966
Zumbach A.	Un lion vous attend (pièce radiophonique)	1966
Kaegi W.	Mystic Puzzle II (Télévision)	1966
Kaegi W.	Was ist elektronische Musik (film pour la Télévision Suisse)	1967

Im *Studio Zürich der SRG* wurden ferner folgende experimentelle Werke geschaffen:

Liebermann R., (von Ballmoos F. Pauli H., Harder H Gutmann R.)	Sinfonie « <i>Les Echanges</i> » (Komposition für mittels Lochstreifen angesteuerte Büromaschinen, Auto- hupen, Eisenbahnglocken usw. Expo 64 Lau- sanne)	1964
Huber K. u. Harder H.	Askese (für Flöte, Sprechstimme und Tonband 1-spurig)	1966

E.E.U.U.

**The Electronic Music Center Of Columbia and Princeton Universities,
New York NY (CPEMC)**

Ussachewsky V.	Experiments: Transpositions, Reverberations, Composition	1952
----------------	---	------

Luening O.	Fantasy in Space	1952
Luening O.	Invention	1952
Luening O.	Low Speed	1952
Ussachewsky V.	Sonic Contours	1952
Ussachewsky V.	Underwater Valse	1952
Luening O. u.	Rhapsodic variations for tape recorder and orchestra	1954
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	Of Identity	1954
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	A poem in cycles and bells	1954
Ussachewsky V.	Piece for tape recorder	1956
Ussachewsky V.	Metamorphosis	1957
Ussachewsky V.	Studies in sound	1958
Luening O.	Dynamophonic suite	1958
Toyama M.	Waka (for voice and electronically modified PIANO sounds)	1959
Arel B.	Electronic Music No. 1	1960
El-Dabh H. u.	Electronic Fanfare (for percussion, recorder and electronic sound)	1960
Luening O.		
El-Dabh H. u.	Diffusion of Bells	1960
Luening O. u.	Concerted Piece for Tape Recorder and Orchestra (commissioned by Leonard Bernstein)	1960
Ussachewsky V.		
Powell M.	Electronic Setting	1960
Smith W.O.	Improvisation for Clarinet and Recorded Clarinet	1960
Ussachewsky V.	De Forrest Murmurs	1960
Wuorinen Ch.	Consort from Voice and Instrument	1960
Arel B.	Stereo Electronic Music No. 1	1961
Arel B.	Music for a Sacred Service: Prelude and Postlude	1961
Arel B.	Short Study	1961
Arel B.	Dramatic Fragment: The Scapegoat	1961
Babbitt M.	Composition for Synthesizer	1961
Babbitt M.	Vision and Prayer	1961
Davidovsky M.	Electronic Study No. 1	1961
El-Dabh H.	Leiyla and the Poet	1961
Luening O.	Gargoyles (for violin solo and synthesized sound)	1961
Luening O.	A Day In the Country	1961
Luening O.	Study in Synthesized Sounds	1961
Ussachewsky V.	Creation: Prologue (for four choruses and electronic accompaniment)	1961
Wuorinen Ch.	Symphonia Sacra	1961
Arel B.	Music for String Quartet and Electronic Sound (complete revision of tape part only)	1962
Davidovsky M.	Electronic Study No. 2	1962
Luening O.	Sonority Canon	1962
Luening O.	Synthesis for Orchestra and Tape	1962
Varèse E.	Deserts (for chamber orchestra and organized sound). Revision of the electronically organised sound parts	1962

Whittenberg Ch.	Electronic Study No. 2. with Contrabass	1962
Carlo J. W.	Dialogues for Piano and Two Loudspeakers	1963
Davidovsky M.	Synchronisms No. 1 (for flute and electronic sound)	1963
Finney R. L.	Three Pieces for Strings, Winds, Percussion and Tape Recorder	1963
Mac Innes D.	Intersections for Tape Recorder and Orchestra	1963
Avni T.	Vocalise	1964
Babbitt M.	Ensembles for Synthesizer	1964
Babbitt M.	Philomel (for soprano, recorded and transformed soprano and synthesized accompaniment (text by J. Hollander)	1964
Carlos W.	Variations for Flute and Electronic Sound	1964
Davidovsky M.	Synchronisms No. 2 (for chamber ensemble and electronic sound)	1964
Davidovsky M.	Contrastes (for string orchestra and electronic sound)	1964
Lewin-Richter A.	Electronic Study No. 1	1964
Mimaroglu I.	Bowery Bum (Visual Study No. 3)	1964
Mimaroglu I.	Four the News (Visual Study No. 1)	1964
Mimaroglu I.	Green on a Black (Visual Study No. 2)	1964
Mimaroglu I.	Intermezzo	1964
Mimaroglu I.	Le Tombeau d'Edgar Poe	1964
Davidovsky M.	Synchronisms No. 3 (for cello and electronic sound)	1965
Lewin-Richter A.	Electronic Study No. 2	1965
Luening O.	Suite from Theatre Piece No. II (revised)	1965
Mimaroglu I.	Agony (Visual Study No. 4)	1965
Mimaroglu I.	Anacoluta	1965
Mimaroglu I.	Transitive I	1965
Ussachewsky V.	Of Wood and Brass	1965
Wuorinen Ch.	Orchestral and Electronic Exchanges	1965
Davidovsky M.	Electronic Study No. 3	1966
Appleton J.	Columbia Etude No. 1	1966
Appleton J.	Georgianna's Fancy (4 tracks)	1966
Druckmann J.	Animus I (4 tracks)	1966
Ezaki K.	Electronic Music 225	1966
Ezaki K.	Electronic Music 313	1966
Ezaki K.	Electronic Music 402	1966
Ezaki K.	Fantasy	1966
Ezaki K.	Gagaku	1966
Ezaki K.	Meiso No. 1	1966
Ezaki K.	Meiso No. 2	1966
Ezaki K.	Metamorphism of One Short Attack	1966
Ezaki K.	Study for Orchestra, Voices and Electronic Sound	1966
Ezaki K.	Subway in New York	1966
Friedman G.	Suite from Macbeth	1966
Friedman G.	Music for Art	1966
Ghent E.	Hex, An Ellipsis for Trumpet, Instruments and Tape	1966
Lanza A.	Exercises I	1966
Lanza A.	Interferences	1966
Lanza A.	Plectros II	1966

Mimaroglu I	Prelude No. 1	1966
Mimaroglu I	Transitive II	1966
Mimaroglu I	White Cochatoo	1966
Shields A.	Magikos	1966
Shields A.	Walking on the Surface of the Sun	1966

Música aplicada

Ussachewsky V.	Short electronic sequence (film score)	1954
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	Carlsbad Caverns (Radio)	1955
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	King Lear (incidental music for the play)	1956
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	Suite «King Lear»	1956
Luening O.	Theatre Piece No. II (for tape, piano narrator, percussion and wind instruments)	1956
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	Film score (TV)	1957
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	Back to Methuselah (incidental music for the play)	1958
Luening O. u.		
Ussachewsky V.	Ulysses in Hight Town (incidental music for the play)	1958
Ussachewsky V.	The Boy who Saw Through (film score)	1959
Nikolais A. u.		
Seawright J.	Facets (for a ballet by M. Louis)	1962
Ussachewsky V.	No Exit (film score)	1962
Nikolais A. u.		
Seawright J.	Imago (ballet music)	1963
Luening O.	Introduction to Electronic Music for Primary Schools (Part of the recorded series <i>Making Music Your Own</i>)	1965
Nikolais A. u.		
Seawright J.	Galaxy (ballet music)	1965
Friedman G.	Score for «Dream»	1966
Mimaroglu I.	Sodom et Gomorrhe (music for Giraudoux's play)	1966
Shields A.	Icarus (incidental music for 4-H Club, 2 plays by S. Shepard)	1966
Winkler P.	Agamemnon (incidental music for the play)	1966

University of Illinois Experimental Music Studio, Urbana

Música sola

Hiller L. u.		
Isaacson L.	Illiac Suite for String Quartet (Computer Music)	1957
Shallenberg R. u.		
Hoffmann J.	Three Electronic Studies	1959
Sigurdbjornson Th.	Leikar No. 3 (Electronic Music)	1961
Tenney J.	Collage No. 1 (Concrete Music)	1961
Ward-Steinman D.	Piano Collage (Concrete Music)	1961

Wilson G.	Inchoate Study (Electronic Music)	1962
Turner Th.	Music for Electrophones (Electronic Music)	1962
Sandusky K.	Loop Study (Electronic Music)	1962
Hiller L.	Amplification, an Overture for Tape Recorder and Theatre Band (Electronic Music monaural tape with instruments)	1962
Hiller L.	Seven Electronic Studies (Stereophonic tape)	1963
Andrus D.	Electronic Study (Stereophonic tape)	1963
Baker R.	CSK-1 Study (Computer Music, stereophonic tape)	1963
Hiller L. u. Baker R.	Computer Cantata (Computer Music, stereophonic tape with voice and chamber ensemble)	1963
Hamm Ch.	Canto (Electronic Music, tape with speaker, soprano and chamber ensemble)	1963
Gaburo K.	Antiphone IIIa ¹ (Electronic Music, stereophonic tape and mixed chorus)	1963
Gaburo K.	Antiphone III ¹ (Electronic Music, stereophonic tape and 16-part chorus)	1964
Brün H.	Futility 1964 (Electronic Music, stereophonic tape)	1964
Hiller L.	Machine Music for Piano, Percussion and Tape (Electronic Music, stereophonic tape with instruments)	1964
Lavy B.	Gnomes (Electronic Music, stereophonic tape)	1964
Lin E.	Shomyo, for Violin, Percussion and Tape (Electronic Music, stereophonic tape with instruments)	1964
Reid R.	Construction and Improvisation (Electronic Music, stereophonic tape)	1964
Fuller R.	Composition for Two Percussionists and Tape (Electronic Music, stereophonic tape with instruments)	1964
Martirano S.	Underworld (Electronic Music, stereophonic tape with voices and instruments)	1965
Gaburo K.	Lemon Drops (Electronic Music, stereophonic tape)	1965
Brün H.	Sonoriferous Loops (Computer Music, stereophonic tape with instruments)	1965
Neuhaus M.	Realization of «27'10» by John Cage (Concrete Music, stereophonic Tape with percussion)	1965
Powell M. u. Lewis J.	Tape Piece Using Trombons Sounds (Concrete Music, stereophonic tape)	1965
Bastin E.	Ghost Sonata (Electronic Music)	1965
Mayhew Th.	Linear Impressions (Electronic Music, stereophonic tape)	1965
Myhill J.	Scherzo a Three Voce (Computer Music)	1965
Ezaki K.	Electronic-Composition No. 1	1966
Grossman G.	First Sound Piece (Electronic Music)	1966
Gaburo K.	For Harry (Concrete Music, stereophonic tape)	1966
Hiller L.	A Triptych for Hieronymus (Electronic Music, stereophonic with projections, dancers, actors and orchestra)	1966

¹⁾ Parcialmente preparada en *Electronic Music Studio at Yale University, New Haven, Conn.*

Hiller L.	Suite for Two Pianos and Tape (taken from the above. Electronic Music, stereophonic tape with instruments)	1966
Grossman G.	Four Studies for Illiac II (Computer Music, stereophonic tape)	1966
Brün H.	Non-Sequitur VI (Computer Music, stereophonic tape with instruments)	1966
Winsor Ph.	Sound Study III (Electronic Music, Stereophonic tape)	1966
Chegwidden D.	Retrograde Spiral Study (Electronic Music, stereophonic tape)	1966
Hiller L.	Algorithms I (Computer Music, stereophonic tape plus instruments)	1967
Hiller L.	Electronic Music for «Blues is the Antecedent of IT» (theater)	1959
Hiller L.	Electronic Music for «Cuthbert Bound» (Theater)	1960
Tenney J.	Three Improvisations for «Medea» (Concrete Music for Theater)	1960
Hiller L.	«Nightmare Music» for Time of the Heathen (Electronic Music for a film)	1961
Andrus D.	Incidental Music for «Macbeth» (Concrete Music)	1964
Gaburo K.	Hydrogen Jukebox (Electronic-Concrete Music for theater)	1965

Estudio de Música electrónica de Brandeis University Mass.

Krenek E.	Quintona	1965
-----------	----------	------

SUPLEMENTO:

JAPÓN (nueva lista de 1967)

NHK Electronic Music Studio, Nippon Hoso Kyokai, Tokyo

Música sola

Studio member	Experimental Music	1954
Mayuzumi T.	Music on Sine waves	
	Music on modulated waves with a ratio of primal number	
	Invention on square waves and saw tooth waves	1 ¹ 1955
Shibata M.	Music concreto for Stereophonic Broadcasting	2 1955
Moroi M. and Mayuzumi T.	Variation on numeral principle of «7» (first work of NHK electronic Music studio)	1 1956
Mayuzumi T.	«AOI NO UE» (based on a NO-PLAY)	1 1957
Matsushita S.	A black Monastery (Narration chorus, percussion ensemble and electronic sounds)	1 1959
Moroi M.	Stars of Pythagorus (Narration, chamber orchestra, chorus and electronic sounds)	1 1959
Miyoshi A.	Ondine (dialogue, orchestra, chorus and electronic sounds)	2 1959

¹⁾ Número de pistas

Mayuzumi T.	Campanology (concrete music)	1	1959
Moroi M.	A red Cocoon (monologue, chorus, chamber orchestra and electronic sounds)	1	1960
Irino Y.	Waves and A Flute (dialogue, chorus, full orchestra and electronic sounds)	1	1960
Moroi T.	Variete	1	1962
Takahashi Y.	Phongène (composed on the method of Stochastic; four fragments with electronic sounds, three fragments for instruments)	1	1962
Ichianagi T.	Parallel Music (four human voices and electronic music)	1	1962
Takemitsu T.	Arc (orchestra work. Composer makes a tape of electronic music and when the performance is held, the tape should be played)	2	1963
Ichianagi T.	Invitation for the dark (music mostly constructed with Japanese traditional instruments)	1	1964
Yuasa J.	Projection esemplastic (music built with only white noise. Cutting the band of noise or changing this band by special equipment this piece has some special space effect)	1	1964
Matsudaira Y.	Trangent '64 (music built with a method of destroying white noise and square waves)	1	1964
Miho K.	Divertimento (Instrumental work with electronic sound as some effects)	1	1964
Moroi M.	«KUSABIRA» —Mashroom— (electronic sounds added to «KYOGEN» to make effect of «enormous mash-room»)	2	1964
Ichianagi T.	«Kû» «Vacant»	1	1965
Mayuzumi T.	Three Hymns for the Tape	1	1965
Moroi M.	PAETON (orchestra, dialogue, chorus and electronic sounds)	2	1965
Ishi-i M.	HAMON - Ripples - (for Stringquartet and electronic sounds)	2	1965
Stockhausen K.	Telemusic 1	5	1966
Stockhausen K.	Solo for melodie instrument (composed for the melodie instrument. Picking up the sound of this instrument and guiding to delay-system and playing back to five speakers to make poliphony by one player)	2	1967
Yuasa J.	«IKON» on the source of white noise	5	1967
Mayuzumi T.	Campanology for «Multi Piano» (prepared piano sounds picked up directly from the strings and leaded to electronic equipment. Composer intend a live performance of electronic music)	2	1967
<i>Música aplicada</i>			
Moroi T.	Program theme music (radio or TV)	1	1956/57
Moroi T.	Along the long, long street (radio)	2	1961
Moroi T.	YAMAMBA (Opera with solo-dance and electronic music)	5	1961
Mayuzumi T.	Olympic Campanology (composed for 1964 Olympiad Tokyo)	4	1964