

Notación musical

Notación electroacústica



Notación electroacústica

Nada parece más alejado de la problemática de la notación musical que la música electroacústica. Pero a pesar de las apariencias, la relación entre una y otra es más importante que lo esperado.

Géneros electroacústicos

Podemos diferenciar varias ramas en la música electroacústica:

- la *música para instrumentos electrónicos*, iniciada a partir de los primeros instrumentos electrónicos de difusión suficiente para generar interés en los compositores (el theremin, la onda Martenot, el trautionium); en sí no difiere de la música instrumental tradicional, pero sus sonidos son producidos gracias a circuitos electrónicos en instrumentos de manipulación relativamente o totalmente tradicional;
- la *música concreta*, realizada a partir de fragmentos grabados y procesados, básicamente realizada en estudios especializados;
- la *música electrónica*, realizada a partir de sonidos generados por circuitos electrónicos, luego ensamblados y procesados, también en estudios especializados;
- la *música de síntesis* (o *computer music*), generada por procesos informáticos a partir de nada o de señales preexistentes, inicialmente realizada en estudios especializados;
- la *música electroacústica* (o *tape music* o *música acusmática*), suma de dos o tres de los procesos de las músicas concreta, electrónica y de síntesis; realizada en estudios más ampliamente equipados que las anteriores, la música electroacústica comparte en general la situación de música grabada y fija, reproducida por parlantes;
- la *música mixta*, que asocia música electroacústica grabada (“cinta”) y música instrumental o vocal, cuya interpretación se asemeja más a la música instrumental y vocal, con la variabilidad de la misma;
- la *música con transformación electrónica en vivo* (o *live electronics*), que suma a la interpretación instrumental o vocal procesos de transformación inmediatos (en tiempo real) mediante equipamiento analógico o digital, así como la sonorización mediante sistemas de micrófonos, filtros y parlantes, sin excluir la participación de instrumentos electrónicos o de música electroacústica grabada;
- la *música algorítmica* o *generativa*, producida, en la cual algoritmos y procesos aleatorios participan de la generación en directo de los eventos sonoros, a partir de procesos informáticos, generando una música permanentemente variable;
- la música improvisada con medios electrónicos, que suele utilizar procesos de todo lo anterior, pero se caracteriza por su carácter improvisado, careciente por naturaleza de notación musical.

La relación de cada uno de esos géneros a la notación musical es eminentemente variable, desde la ausencia absoluta, en la improvisación, hasta la generación directa a partir de la notación, en los procesos informáticos.

Funciones de la notación en la música electroacústica

La relación particular de la música electroacústica a la composición, a la realización y a la escucha generan funciones propias a la notación que van más allá de las funciones tradicionales.

Además de la partitura de ejecución, aplicable a los instrumentos electrónicos y a los procesos de espacialización o de transformación en vivo, se plantean partituras de escucha y partituras de instrucciones o de realización, que no necesariamente incluyen la representación del material sonoro en sí, sino los procesos a aplicar para generarlo o modificarlo. La partitura de escucha difiere mucho en su función de las partituras tradicionales: es posterior a las terminaciones de la obra, destinada a completar la audición y eventualmente permitir o traducir un análisis de la obra.

Notación - Instrumentos electrónicos

Los primeros instrumentos electrónicos de difusión pública aparecen entre las dos guerras mundiales: el theremin, la onda Martenot y el trautonium, y reciben sus primeras participaciones en la música enseguida. Edgard Varèse incluye en *Ecuatorial* (1933-34) el theremin, que sustituye luego por la onda Martenot de más amplia difusión; Olivier Messiaen compone en 1937 una obra para seis ondas Martenot y luego la incluye regularmente en sus obras. Paul Hindemith compone algunas piezas para el trautonium, aunque su aparición más cerca de la segunda guerra mundial le opacó las posibilidades de difusión.

Luego de la segunda guerra mundial, la aparición de más variedad de instrumentos eléctricos y electrónicos permite una más amplia integración en la música y en la notación.

The image shows a musical score for Edgard Varèse's *Ecuatorial* (1933-34). It features two staves for Ondes (labeled 1 and 2) and a grand staff for Organ. The Ondes part includes dynamic markings such as *mp*, *f*, *fp*, *f*, and *ff*. A specific instruction 'Portamento - gliss.' is written above the first staff. The Organ part consists of sustained chords and textures.

Edgard Varèse: *Ecuatorial* (1933-34), versión publicada con las dos ondas Martenot. El *portamento* que permite el instrumento mediante su cinta, al igual que lo permitía el theremin, es particularmente explotado en la obra.

The image shows a musical score for Olivier Messiaen's *La fête des belles eaux* (1937), featuring three Ondes Martenot. The tempo is marked 'Presque lent' with a quarter note equal to 66 (♩ = 66). The score is divided into three parts: 1^{re} ONDE MARTENOT, 2^e ONDE MARTENOT, and 3^e ONDE MARTENOT. Each part includes dynamic markings like *p stacc.* and specific instructions for the speakers: 'Clav. / III' and 'D¹ D² O g²'. The notation uses bass clefs and includes various rhythmic patterns.

Olivier Messiaen: *La fête des belles eaux* para 6 ondas Martenot (1937), con indicaciones de los parlantes (D1, D2, O, g2) que condicionan el timbre del instrumento.

The image shows a musical score for Tristan Murail's *Vampyr* (1987) for electric guitar. The notation is highly graphic and includes various effects and techniques. It features circled numbers (4, 5, 6) indicating fret positions, a 'VB' (vibrato) symbol, a '(RALL - - -)' marking, and a 'laisser vibrer' instruction. The score uses a mix of treble and bass clefs and includes dynamic markings like *p* and *f*.

Tristan Murail: *Vampyr* para guitarra eléctrica (1987)

SONNTAGS-ABSCHIED

Stockhausen

\triangle = Anfang
 5 Schläge früher
 0' 00"

[16] [30]
 5 à 30 4 4 2 2 2 2 (32")
 CYMB *mp*

Syn I 1 *p* [hu] *gliss.* (26")
 I 2 *gliss.* (26")

[21 $\frac{1}{3}$] [120] [40] 40 (32")
 5 à 40 1 6 *mp* 4 4 2 2 3
 RIN *mp*

Syn II 1 *pp* [hu] *gliss.* (18")
 II 2 *gliss.* (18")

[51] [95,6] 95,6 (32")
 5 à 95,6 3 4 8 4 4 8 4 4 PL *mf* 4 2 2 2 2
 Syn III 1 *p* [hu] *gliss.* *mp*
 III 2 *gliss.* *mp*

Karlheinz Stockhausen: *Sonntags Abschied* para 5 sintetizadores (2001-03)

Asimilables a instrumentos electrónicos, aunque sin el mismo control sobre el sonido que los instrumentos concebidos como tal, los reproductores de sonido tales como radios, fonógrafos, magnetófonos de cinta o de casete también fueron invocados en distintas obras, con la particularidad del carácter indeterminado de su emisión (en el caso de la radio) o dejado a la elección del intérprete.

PIANO

PLAYER 3 *f* very percussively

HAND ON WOOD

TOM-TOM

RADIO or PHONOGRAPH

PLAYER 4 *ff* *pp* *cresc.*

John Cage: *Credo in us* para 3 percusionistas, piano, fonógrafo y radio (1942), vista parcial del primer sistema.

PART A OF RADIO MUSIC to be played alone or in combination with Parts B-H. In 4 sections (I-IV) to be programmed by the player with or without silence between sections, the 4 to take place within a total time-length of 6 minutes. Duration of individual tunings free. Each tuning to be expressed by maximum amplitude. A _____ indicates 'silence' obtained by reducing amplitude approximately to zero. Before beginning to play, turn radio on with amplitude near zero.

JOHN CAGE
 STONY POINT, N.Y.
 MAY 1956

| I | (I cont.) | (IV cont.) |
|-------|-----------|------------|
| 105 | 107 | 91 |
| _____ | _____ | _____ |
| 125 | 69 | 146 |
| 55 | 107 | 69 |
| _____ | II | _____ |
| 91 | 56 | _____ |
| 60 | 124 | 97 |
| 69 | 125 | _____ |
| 76 | 120 | 91 |
| 112 | 55 | 156 |
| 56 | 56 | _____ |
| _____ | 125 | 55 |
| 86 | 69 | 155 |
| 73 | 84 | 128 |
| 127 | 120 | _____ |
| 73 | III | 138 |
| 148 | _____ | _____ |
| 76 | 76 | 107 |
| 109 | IV | _____ |
| 63 | 99 | 99 |
| 67 | _____ | _____ |
| 91 | 69 | 153 |
| 86 | _____ | 63 |
| 73 | | |

John Cage: *Radio Music* para 1 a 8 radios (1956), partichela de la parte A (no hay partitura general). Cada número indica la frecuencia de sintonización, cada raya un silencio; el tiempo es indeterminado.

Notación de realización

En la mayoría de los casos, la música acusmática (concreta, electrónica o electroacústica) queda invisible: carece de partitura como carece de dimensión visible en la reproducción debido a la ausencia de intérpretes en el escenario de la sala de concierto. No obstante, en algunos casos, la composición fue precedida de una partitura que el compositor dejó disponible, o destinada a renovar la realización de la obra.

Esa forma de partitura utiliza usualmente instrucciones destinadas a la realización de la obra: no usa de una notación simbólica ni representativa del resultado sonoro, sino que explica como generar el sonido deseado. Suele incluir unas cuantas páginas de explicaciones para generar los materiales de la partitura.

Tonhöhen

Eine 81-stufige Frequenzskala mit der konstanten Intervalleinheit $\sqrt[5]{5}$ ist von 100 Hertz an aufwärts gewählt. Die Frequenzen sind auf die einstellbaren Größen des verwendeten RC-Generators abgerundet. Je 5 Sinustöne werden mit konstanten Intervallen zu Tongemischen komponiert (s. „Realisation“). Fünf Varianten der Tongemische sind verwendet: das konstante Intervall ist 1, 2, 3, 4 oder 5 mal $\sqrt[5]{5}$.

Es ergeben sich die von 1-193 nummerierten Tongemische als Klangmaterial für diese Studie (in Hertz):

Hauteurs

Une échelle ascendante, composée de 81 fréquences, a été développée, à partir de 100 pér./sec., selon une différence constante de $\sqrt[5]{5}$. Les grandeurs fréquentielles ont été légèrement arrondies afin d'être ramenées aux jalons préétablis du générateur de basse-fréquence employé.

Des complexes sonores ont été composés invariablement de 5 sons sinusoidaux, distribués selon un intervalle constant. La variabilité de ce dernier, qui peut être égal à 1, 2, 3, 4 ou $5 \times \sqrt[5]{5}$, donne lieu à cinq types différents de complexe. Les complexes suivants, numérotés de 1 à 193, ont été obtenus (en pér./sec.):

Pitch

A frequency scale of 81 steps is chosen from 100 c.p.s. upwards with the constant interval ratio $\sqrt[5]{5}$. The frequencies are rounded off to the values obtainable from the RC oscillator used. Five sinusoidal notes with constant intervals are compounded for each mixture (see "Realisation"). Five different note mixtures are used, the constant intervals being 1, 2, 3, 4, or 5 times $\sqrt[5]{5}$ respectively. The resulting note mixtures numbered from 1 to 193 constitute the sound material for this study (in c.p.s.):

Tabelle A

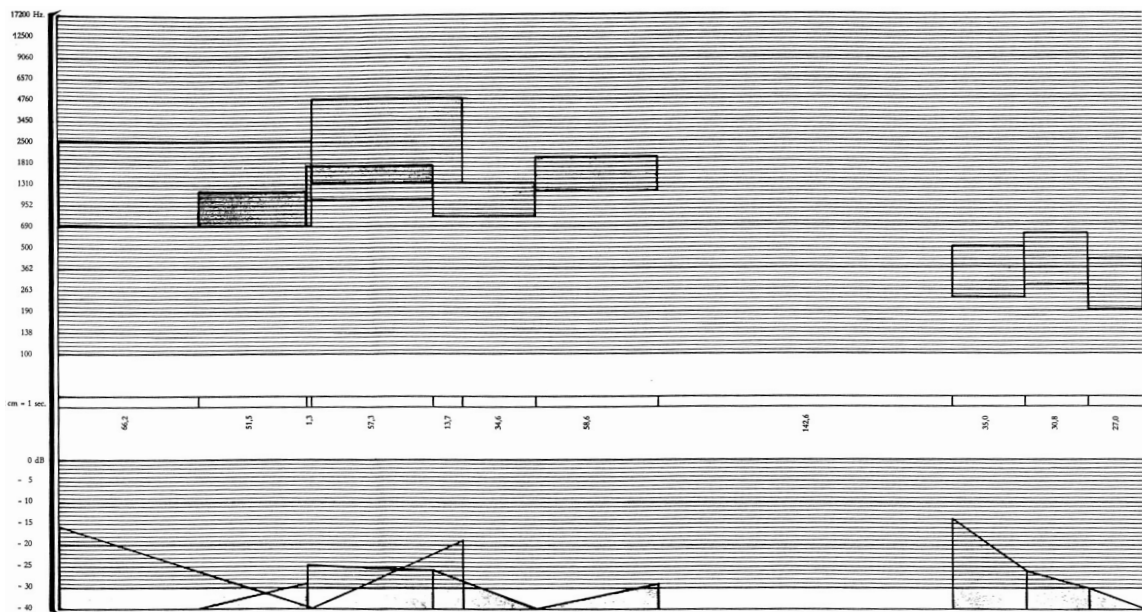
| | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1 100 107 114 121 129 | 26 138 147 157 167 178 | 47 190 203 217 231 246 | 68 263 280 299 319 340 | 89 362 386 412 440 469 | 110 500 533 569 607 647 | 131 690 736 785 837 893 | 152 952 1010 1080 1150 1230 | 173 1210 1400 1490 1590 1700 | 194 1400 1490 1590 1700 1810 |
| 2 107 114 121 129 138 | 27 147 157 167 178 190 | 48 203 217 231 246 263 | 69 280 299 319 340 362 | 90 386 412 440 469 500 | 111 533 569 607 647 690 | 132 736 785 837 893 952 | 153 1010 1080 1150 1230 1310 | 174 1400 1490 1590 1700 1810 | 195 1490 1590 1700 1810 1930 |
| 3 114 121 129 138 147 | 28 157 167 178 190 203 | 49 217 231 246 263 280 | 70 299 319 340 362 386 | 91 412 440 469 500 533 | 112 569 607 647 690 736 | 133 785 837 893 952 1010 | 154 1080 1150 1230 1310 1400 | 175 1490 1590 1700 1810 1930 | 196 1590 1700 1810 1930 2060 |
| 4 121 129 138 147 157 | 29 167 178 190 203 217 | 50 231 246 263 280 299 | 71 319 340 362 386 412 | 92 440 469 500 533 569 | 113 607 647 690 736 785 | 134 837 893 952 1010 1080 | 155 1150 1230 1310 1400 1490 | 176 1590 1700 1810 1930 2060 | 197 1700 1810 1930 2060 2200 |
| 5 129 138 147 157 167 | 30 178 190 203 217 231 | 51 246 263 280 299 319 | 72 340 362 386 412 440 | 93 469 500 533 569 607 | 114 647 690 736 785 837 | 135 893 952 1010 1080 1150 | 156 1230 1310 1400 1490 1590 | 177 1700 1810 1930 2060 2200 | |
| 6 100 114 129 147 167 | 31 138 157 178 203 231 | 52 190 217 246 280 319 | 73 263 299 340 386 440 | 94 362 412 469 533 607 | 115 500 569 647 736 837 | 136 690 785 893 1010 1150 | 157 952 1080 1230 1400 1590 | 178 1210 1490 1700 1930 2200 | |
| 7 114 129 147 167 190 | 32 157 178 203 231 263 | 53 217 246 280 319 362 | 74 299 340 386 440 500 | 95 412 469 533 607 690 | 116 569 647 736 837 952 | 137 785 893 1010 1150 1310 | 158 1080 1230 1400 1590 1810 | 179 1490 1700 1930 2200 2500 | |
| 8 129 147 167 190 217 | 33 178 203 231 263 299 | 54 246 280 319 362 412 | 75 340 386 440 500 569 | 96 469 533 607 690 785 | 117 647 736 837 952 1080 | 138 893 1010 1150 1310 1490 | 159 1230 1400 1590 1810 2060 | 180 1700 1930 2200 2500 2840 | |
| 9 147 167 190 217 246 | 34 203 231 263 299 340 | 55 280 319 362 412 469 | 76 386 440 500 569 647 | 97 533 607 690 785 893 | 118 736 837 952 1080 1230 | 139 1010 1150 1310 1490 1700 | 160 1400 1590 1810 2060 2340 | 181 1930 2200 2500 2840 3230 | |
| 10 167 190 217 246 280 | 35 231 263 299 340 386 | 56 319 362 412 469 533 | 77 440 500 569 647 736 | 98 607 690 785 893 1010 | 119 837 952 1080 1230 1400 | 140 1150 1310 1490 1700 1930 | 161 1590 1810 2060 2340 2670 | 182 2200 2500 2840 3230 3680 | |
| 11 100 121 147 178 217 | 36 138 167 203 246 299 | 57 190 231 280 340 412 | 78 263 319 386 469 569 | 99 362 440 533 647 785 | 120 500 607 736 893 1080 | 141 690 837 1010 1230 1490 | 162 952 1150 1400 1700 2060 | 183 1310 1590 1930 2340 2840 | |
| 12 121 147 178 217 263 | 37 167 203 246 299 362 | 58 231 280 340 412 500 | 79 319 386 469 569 690 | 100 440 533 647 785 952 | 121 607 736 893 1080 1310 | 142 837 1010 1230 1490 1810 | 163 1150 1400 1700 2060 2300 | 184 1590 1930 2340 2840 3450 | |
| 13 147 178 217 263 319 | 38 203 246 299 362 440 | 59 280 340 412 500 607 | 80 366 449 569 690 837 | 101 533 647 785 952 1150 | 122 736 893 1080 1310 1590 | 143 1010 1230 1490 1810 2200 | 164 1400 1700 2060 2500 3030 | 185 1930 2340 2840 3450 4180 | |
| 14 178 217 263 319 386 | 39 246 299 362 440 533 | 60 340 412 500 607 736 | 81 469 569 690 837 1010 | 102 647 785 952 1150 1400 | 123 893 1080 1310 1590 1930 | 144 1230 1490 1810 2200 2670 | 165 1700 2060 2500 3030 3680 | 186 2340 2840 3450 4180 5000 | |
| 15 217 263 319 386 469 | 40 299 362 440 533 647 | 61 412 500 607 736 893 | 82 569 690 837 1010 1230 | 103 785 952 1150 1400 1700 | 124 1080 1310 1590 1930 2340 | 145 1490 1810 2200 2670 3230 | 166 2060 2500 3030 3680 4460 | 187 2840 3450 4180 5080 6160 | |
| 16 100 129 167 217 280 | 41 138 178 231 299 386 | 62 190 246 319 412 533 | 83 263 340 440 569 736 | 104 362 469 607 785 1010 | 125 500 647 837 1080 1400 | 146 690 893 1150 1490 1930 | 167 952 1230 1590 2060 2670 | 188 1310 1700 2200 2840 3680 | |
| 17 129 167 217 280 362 | 42 178 231 299 386 500 | 63 246 319 412 533 690 | 84 340 440 569 736 952 | 105 469 607 785 1010 1310 | 126 647 837 1080 1400 1810 | 147 893 1150 1490 1930 2300 | 168 1230 1590 2060 2670 3450 | 189 1700 2200 2840 3680 4760 | |
| 18 167 217 280 362 469 | 43 231 299 386 500 647 | 64 319 412 533 690 893 | 85 440 569 736 952 1230 | 106 607 785 1010 1310 1700 | 127 837 1080 1400 1810 2340 | 148 1150 1490 1930 2300 2840 | 169 1590 2060 2670 3450 4460 | 190 2200 2840 3680 4760 6160 | |
| 19 217 280 362 469 607 | 44 299 386 500 647 837 | 65 412 533 690 893 1150 | 86 569 736 952 1230 1590 | 107 785 1010 1310 1700 2200 | 128 1080 1400 1810 2340 3030 | 149 1490 1930 2300 2840 3450 | 170 2060 2670 3450 4460 5770 | 191 2840 3680 4760 6160 7970 | |
| 20 280 362 469 607 785 | 45 386 500 647 837 1080 | 66 533 690 893 1150 1490 | 87 736 952 1230 1590 2060 | 108 1010 1310 1700 2200 2840 | 129 1400 1810 2340 3030 3920 | 150 1930 2300 2840 3450 4180 | 171 2670 3450 4460 5770 7470 | 192 3680 4760 6160 7970 10300 | |
| 21 100 136 190 263 362 | 46 500 690 952 1310 1810 | 67 690 952 1310 1810 2500 | 88 952 1310 1810 2500 3450 | 109 1310 1810 2500 3450 4760 | 130 1810 2500 3450 4760 6370 | 151 2500 3450 4760 6370 9060 | 172 3450 4760 6370 9060 12300 | 193 4760 6370 9060 12300 17000 | |
| 22 136 190 263 362 500 | | | | | | | | | |
| 23 190 263 362 500 690 | | | | | | | | | |
| 24 263 362 500 690 952 | | | | | | | | | |
| 25 362 500 690 952 1310 | | | | | | | | | |

Zum Vergleich diene der Frequenzplan, in dem die Nummer jedes Tongemisches an den Punkt der tiefsten Frequenz eingetragen ist:

A comparer au tableau des fréquences, où le numéro de chaque complexe a été mis en regard de sa fréquence la plus grave:

The following frequency diagram serves for comparison, the number of each note mixture being inserted at the point corresponding to the lowest frequency:

Karlheinz Stockhausen: *Studie II*, música electrónica (1954), una página preliminar a la partitura



Karlheinz Stockhausen: *Studie II*, música electrónica (1954), primer sistema.

10 TRANSPARENT SHEETS WITH POINTS, 10 DRAWINGS HAVING SIX DIFFERENTIATED CURVED LINES, A GRAPH (HAVING 100 UNITS HORIZONTALLY, 20 VERTICALLY) AND A STRAIGHT LINE, THE TWO LAST ON TRANSPARENT MATERIAL.

PLACE A SHEET WITH POINTS OVER A DRAWING WITH CURVES (IN ANY POSITION). OVER THESE PLACE THE GRAPH. USE THE STRAIGHT LINE TO CONNECT A POINT WITHIN THE GRAPH WITH ONE OUTSIDE.

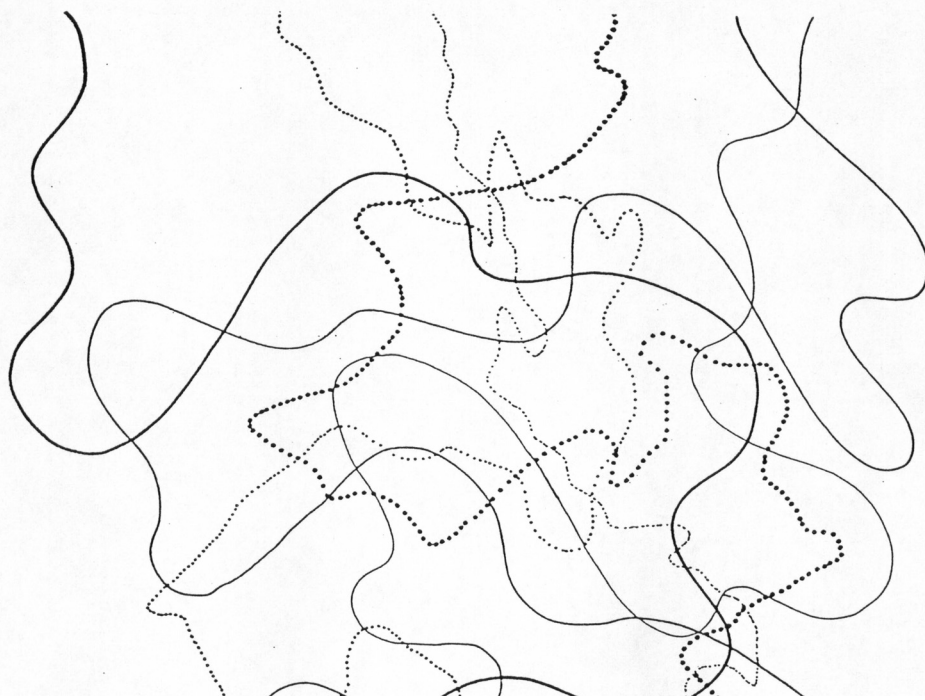
MEASUREMENTS HORIZONTALLY ON THE TOP AND BOTTOM LINES OF THE GRAPH WITH RESPECT TO THE STRAIGHT LINE GIVE A 'TIME BRACKET' (TIME WITHIN WHICH THE EVENT MAY TAKE PLACE) (GRAPH UNITS = ANY TIME UNITS).

MEASUREMENTS VERTICALLY ON THE GRAPH WITH RESPECT TO THE INTERSECTIONS OF THE CURVED LINES AND THE STRAIGHT LINE MAY SPECIFY ACTIONS TO BE MADE. THUS, IN THE CASE OF (FONTANA MIX) TAPE MUSIC, THE THICKEST CURVED LINE MAY GIVE SOUND SOURCE(S) WHERE THE LATTER HAVE BEEN CATEGORIZED AND RELATED QUANTITATIVELY TO 20. (IN THIS CASE, THE 2 POINTS CONNECTED BY THE STRAIGHT LINE MUST PERMIT THE LATTER TO INTERSECT THE THICKEST CURVED LINE.) INTERSECTIONS OF THE OTHER LINES MAY SPECIFY MACHINES (AMONG THOSE AVAILABLE) FOR THE ALTERATION OF ORIGINAL MATERIAL. AMPLITUDE, FREQUENCY, OVERTONE STRUCTURE MAY BE CHANGED, LOOPS AND SPECIFIC DURATIONS INTRODUCED.

MEASUREMENTS MADE MAY PROVIDE ONE OF A NUMBER OF PARTS TO BE PERFORMED ALONE OR TOGETHER. IN MAKING TAPE MUSIC, AVAILABLE TRACKS MAY BE LESS IN NUMBER THAN THE TIME BRACKETS GIVEN BY MEASUREMENTS. FRAGMENTATION IS THEN INDICATED.

THE USE OF THIS MATERIAL IS NOT LIMITED TO TAPE MUSIC BUT MAY BE USED FREELY FOR INSTRUMENTAL, VOCAL AND THEATRICAL PURPOSES. THUS, AFTER A PROGRAM OF ACTION HAS BEEN MADE FROM IT, IT MAY BE USED TO SPECIFY A PROGRAM FOR THE PERFORMANCE OF THE OTHERWISE UNCHANGING MATERIAL. WHERE POSSIBLE TECHNICALLY THIS CAN BE NOT ONLY SIMPLE CHANGES OF TIME (STARTING, STOPPING) BUT ALSO ALTERATIONS OF FREQUENCY, AMPLITUDE, USE OF FILTERS AND DISTRIBUTION OF THE SOUND IN SPACE.

John Cage: *Fontana Mix*, música electroacústica a realizar (1958), instrucciones generakes.



John Cage: *Fontana Mix*, música electroacústica a realizar (1958), segunda página, vista parcial.

Notación de síntesis

La síntesis es la generación sonora a partir de la informática, según diversas técnicas desarrolladas desde los fines de los años 50 del s. XX. Parte de la programación de procesos sintéticos que hacen actual osciladores u otras formas de generadores, así como filtros y controles sobre los distintos parámetros del sonido.

El concepto de partitura, a la diferencia de la música concreta y la música electrónica, vuelve a tomar importancia en esa forma de música electroacústica: la síntesis reposa sobre la definición y la programación de instrumentos virtuales y sus respectivas partituras, listas de los eventos sonoros que deberán generar.

Varios lenguajes de programación de síntesis se desarrollaron desde los años 60, llegando a algunos estándares que siguen vigentes, tales como CSound, heredero de la línea Music I - Music V, desarrollado por Max Matthews, construido sobre comandos textuales que compila y ejecuta el software. La organización de CSound reposa sobre la diferenciación entre dos elementos básicos: la orquesta, donde se definen los generadores de sonido y la partitura, donde se definen los eventos a generar y procesar.

```
<CsoundSynthesizer>
<Csinstruments>

sr      =      44100
kr      =      44100
ksmps   =      1

garev   init   0

instr 1      ; =====
            ; modulación de frecuencia con dos osciladores

idur    =      p3          ; duración total
iamp    =      ampdbfs(p4) ; amplitud
ifc     =      p5          ; freq portante
ifm     =      ifc/p6      ; freq modulante
indx1   =      p7          ; índice de modulación máximo
indx0   =      p8          ; índice de modulación mínimo
iafn    =      p9          ; función de envolvente de intensidad
imfn    =      p10        ; función de envolvente de índice de modulación
irev    =      p11        ; envío a la reverberación

indx    =      indx1-indx0

kamp    oscil1 0, iamp, idur, iafrn ; envolvente de amplitud
kndx    oscil1 0, indx, idur, imfn  ; envolvente de índice de modulación
kndx    =      kndx+indx0
kdev    =      kndx * ifm          ; desviación de frecuencia

amod    oscili kdev, ifm, 1        ; oscilador modulante
acar    oscili kamp, ifc+amod, 1   ; oscilador portante
garev   =      garev + acar*irev

        out    acar

endin

instr 2      ; =====
            ; reverb

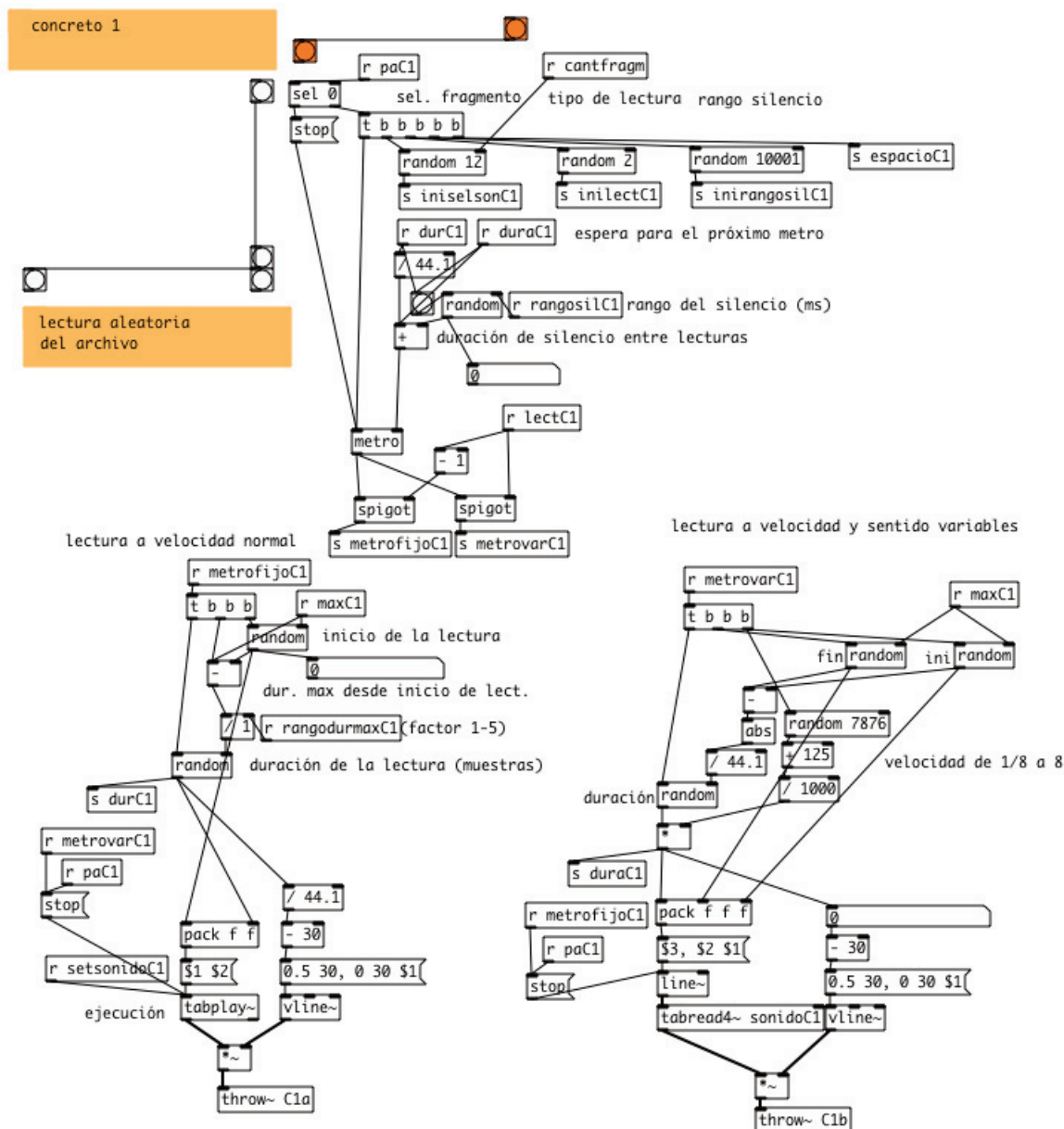
ain     =      garev
arev    nreverb ain, 2.5, .1
arev2   buthp arev, 3000
out     arev2
garev   =      0

endin

</Csinstruments>
<Cscore>
; onda sinusoidal
f1      0      8192 10      1
; envolventes de amplitud e índice de modulación =====
; caída exponencial 2 segmentos lineales
f2      0      8192 7      1      2000 .25      6192 0
; caída exponencial 3 segmentos lineales
f3      0      8192 7      1      1170 .5      1404 .25      5618 0
; caída exponencial 3 segmentos lineales
f4      0      8192 7      1      1170 .4      1404 .2      5618 0
; caída exponencial modificada
f5      0      8192 7      .9      952 .5      1334 1      2286 .3      3620 0
; envolventes de índice de modulación =====
; ataque y caída lentas
f6      0      8192 7      0      2458 1      4096 0
; caída corta
f7      0      8192 7      1      550 0
f8      0      8192 7      0      92 1      4000 .4      4100 0
```

John Chowning: *Turenas*, música de síntesis FM (1972), su realización en CSound, partitura de los años 2000

Partiendo de principios similares, pero a través de la programación orientada a objetos, Max y luego Pure Data, desarrollan la síntesis a través de un interface gráfico que permite construir los instrumentos virtuales y los procesos uniendo y configurando objetos que realizarán los procesos deseados.



Fabrice Lengronne: *dodecafonía*, instalación sonoro-visual aleatoria (2016), un módulo de lectura aleatoria de fragmentos de audio

Notación de electroacústica mixta

Se trata de la notación de música electroacústica incluida en obras mixtas, con voces o instrumentos. La sincronización de las partes implica la inclusión de la parte electroacústica en la partitura. Esa inclusión sirve tanto para que los músicos se sincronicen sobre la parte electroacústica que por su naturaleza fija no puede variar su tiempo, como para el intérprete de la sonorización, que tendrá la información necesaria para sincronizar el inicio, la eventual espacialización, las pausas, y otras instrucciones necesarias.

The image shows two systems of handwritten musical notation. The top system is labeled 'NASTRO' (Tape) and features four boxes with time markers: 'Ca. 1'01"', '1'04"', '1'07"', and an arrow pointing right. Below these are four staves labeled 'I ESPOSIZIONE OPERAIA', 'II ESPOSIZIONE OPERAIA', 'III ESPOSIZIONE OPERAIA', and 'IV ESPOSIZIONE OPERAIA'. A dynamic marking 'p' is present, and the text 'ELEVATISSIMA TEMPERATURA' is written across the staves. The bottom system is labeled 'V' and features a vocal line with lyrics: 'SU OTTO ORE SOLO DU-E NE INTA-SCA L' O-PERA-IO'. Above the lyrics are time markers: '1'50"', '1'55"', '1'58"', '2'01"', '2'02"', '2'04"', and '2'05"'. Dynamic markings include 'f (STESSA ALTEZZA)', 'ppp', and 'f'. Below the vocal line is a graphic of a speaker cone with the text 'ALTISSIME TEMPERATURE' and 'ESPOSIZIONE OPERAIA'.

Luigi Nono: *La fabbrica illuminata*, para soprano y cinta (1964), dos sistemas, con una breve descripción de la cinta (nastro), su nivel dinámico y los tiempos reales de la obra.

The image shows a handwritten musical score for 'Synchronism n° 11'. It begins with a tempo marking '♩ = 120 Tempo preciso' and a box labeled 'Start CD'. The score is divided into two systems. The first system starts at measure 25, labeled 'Electronic Sounds', and features a double bass line with dynamics 'p', 'n', 'pp', 'mp', and 'ppp secco'. Performance instructions include 'pizz.', 'arco sul D', and 'secco'. The second system starts at measure 29 and features a double bass line with dynamics 'mp', 'mp espr.', 'piu f', and 'mf p'. Performance instructions include '8ba', 'senza vibr.', 'sub. vibr. molto', and 'mf p'.

Mario Davidovsky: *Synchronism n° 11*, para contrabajo y música electrónica (2005), dos sistemas, notación tradicional para los sonidos electrónicos, pero sin información tímbrica.

IE 52,2" 1 IF 29" 14,3" 22,4" 28,3" 30,0" 33,8" 35,3"

Rotation I → II → III → I → etc. Flutklang II → II

19-23 24 25 26 27 28 29

weich, abo f (Gummi) f Haut (Kautschuk) Koppe Rand bleibt vibroliegel

Kopf vibroliegel I vibroliegel f ff ff P

auf Maximum des elektr. Klanges
 Fuß mf

Inne mit Ellbogen

P

Karlheinz Stockhausen: *Kontakte*, música electrónica con piano y percusión (1960), un sistema de la partitura

Transformación electroacústica

La transformación electroacústica aparece al final de los años 50 de siglo pasado, con la aparición de los filtros analógicos que permiten actuar en tiempo real y, mediante grabación, en diferido, sobre el sonido emitido por instrumentos y voces. Con el desarrollo de la tecnología informática, las posibilidades se expanden considerablemente, tanto por la variedad de filtros que se pueden programar como por la posibilidad de mezclar técnicas muy diferentes dentro de lo digital, incluyendo síntesis, resíntesis, muestreado, filtrado, especialización y procesos algorítmicos. La interacción con instrumentos o voces implica la representación, hasta cierto punto, de los procesos en las partituras.

The image shows a complex musical score for *Mikrophonie I* by Karlheinz Stockhausen. It features multiple staves with various musical notations, including notes, rests, and dynamic markings such as *mf*, *p*, and *f*. The score is annotated with numerous technical terms and graphical elements, such as 'SCHWIRREN', 'SCHNARCHEN', 'KNOXEN', 'TROMPETEN', 'SINGEN', 'KLEINER RESONATOR', and 'LANGSAM ALEATORISCH'. The notation is dense and includes many small details, reflecting the intricate nature of the piece's electroacoustic transformations.

Karlheinz Stockhausen: *Mikrophonie I*, para tamtam, dos micrófonos y dos filtros con potenciómetros (1964), un sistema de la partitura; procesos analógicos representados en forma simbólica

The image displays a musical score for *Time and motion study II* by Brian Ferneyhough. The score is highly detailed, with extensive performance instructions and dynamic markings. It includes tempo markings such as *♩ = 56*, *♩ = 28*, and *♩ = 18*, along with expressive directions like 'exaggeratedly expressive and effate' and 'brilliantly superficial'. The notation is complex, featuring many notes, rests, and dynamic markings such as *mp*, *sfz*, *ppp*, and *fff*. The score is annotated with numerous technical terms and graphical elements, reflecting the intricate nature of the piece's electroacoustic transformations.

Brian Ferneyhough: *Time and motion study II*, para violonchelo y transformación (1973-76), primer sistema. Los grabadores-reproductores son representados por el nivel de entrada o de salida de los mismos.

semblé lointain. En suivant les indications de la partition, les sons de clarinette pré-enregistrés sont envoyés d'un haut-parleur à l'autre, pour donner à l'auditeur l'impression qu'ils se déplacent dans la salle. C'est ce qu'on appelle "spatialisation" dans le livret d'instructions techniques. La spatialisation peut être contrôlée manuellement ou automatiquement. On pourra utiliser des effets d'éclairage pour accentuer le contraste entre les sections jouées en direct et les sections enregistrées. Cet éclairage est cependant facultatif.

Si l'on ne dispose absolument pas de système d'enregistrement professionnel, on pourra à la rigueur donner l'œuvre en utilisant la bande pré-enregistrée en location chez IRCAM*1.

den vorer Bereich des Saals, nicht wieder gegeben werden. Diese Lautsprecher müssen in regelmäßigen Abständen zueinander um den Saal herum aufgestellt werden, so daß sie das Publikum umgeben. Ein siebenter Lautsprecher sollte außerhalb des Kreises der sechs Hauptlautsprecher so aufgestellt werden, daß der aus ihm kommende Klang schwach und entfernt wirkt. Wie in den Hinweisen in der Partitur angegeben, müssen die Klarinetttöne um den Saal herum von einem Lautsprecher zum nächsten geschickt werden, um den Zuhörern den Eindruck zu vermitteln, daß sich der Klang im Raum bewegt. Dieser Vorgang wird im technischen Handbuch als "Raumwirkung" bezeichnet. Diese Raumwirkung kann manuell oder automatisch gesteuert werden.

remote. Following the cues marked in the score, the pre-recorded clarinet sounds are to be sent around the hall from one speaker to another giving the listener the impression that they are moving in physical space. This will be referred to in the technical instructions booklet as "spatialisation". The spatialisation can be controlled either manually or automatically.

To enhance the contrast between the live and pre-recorded sections of the work, lighting effects can be used during performance; these, however, are optional.

Only if professional recording equipment is totally unavailable, the work can also be performed using the pre-recorded tape available on hire from IRCAM**.

Um den Kontrast zwischen den live gespielten Passagen und den vorher aufgenommenen Abschnitten zu verstärken, können während der Aufführung Lichteffekte eingesetzt werden; diese sind jedoch nicht zwingend vorgeschrieben.

Nur wenn es absolut unmöglich ist, die für die Aufnahme nötige technische Ausrüstung aufzutreiben, kann ein fertig bespieltes Band vom IRCAM** gemietet und für die Aufführung verwendet werden.

Abb. 1a / Figure 1a

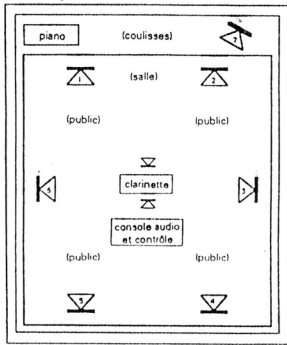
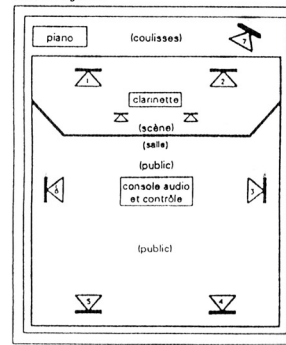


Abb. 1b / Figure 1b



*1 Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique, Centre National de l'Art et de la Culture Georges Pompidou, 31, rue St. Merri, 75004 PARIS, (France).

Pierre Boulez: *Dialogue de l'ombre double*, para clarinete y clarinete grabado espacializado (1985), explicaciones

pierre boulez
dialogue de l'ombre double
 version aux chiffres romains

sigle initial

1 Hâtif $\text{♩} = 196/200$, *chuchoté, mystérieux*
 précipité - - - - *Tempo*

2 *Tempo*

3 *Tempo*

4 *Tempo*

Clarinete/double en sib

1 2 3 4 5 6

1 3

3 5

2 5

Pierre Boulez: *Dialogue de l'ombre double*, para clarinete y clarinete grabado espacializado (1985), primer sistema.

13

C. (A) - U

FL. *ppppp*

CL. *pppppp*

Tb. *pppppp*

aria intonata molto soffio: *f*

Input Delay + Feedback

Output Delay

(L 4,5)

(L 3,6)

* Vedi avvertenze 1 e 2 per il direttore / See notes 1 and 2 for the conductor / Siehe Hinweise 1 und 2 für den Dirigent

Luigi Nono: *Omaggio a György Kurtág*, para contralto, flauta, clarinete, tuba y transformación (1983), un sistema; abajo las indicaciones de filtros aplicados, sin representación de lo que suena.

Anthèmes 2

pour violon et dispositif électronique (1997)

Pierre Boulez
(*1925)

The score consists of five tracks:

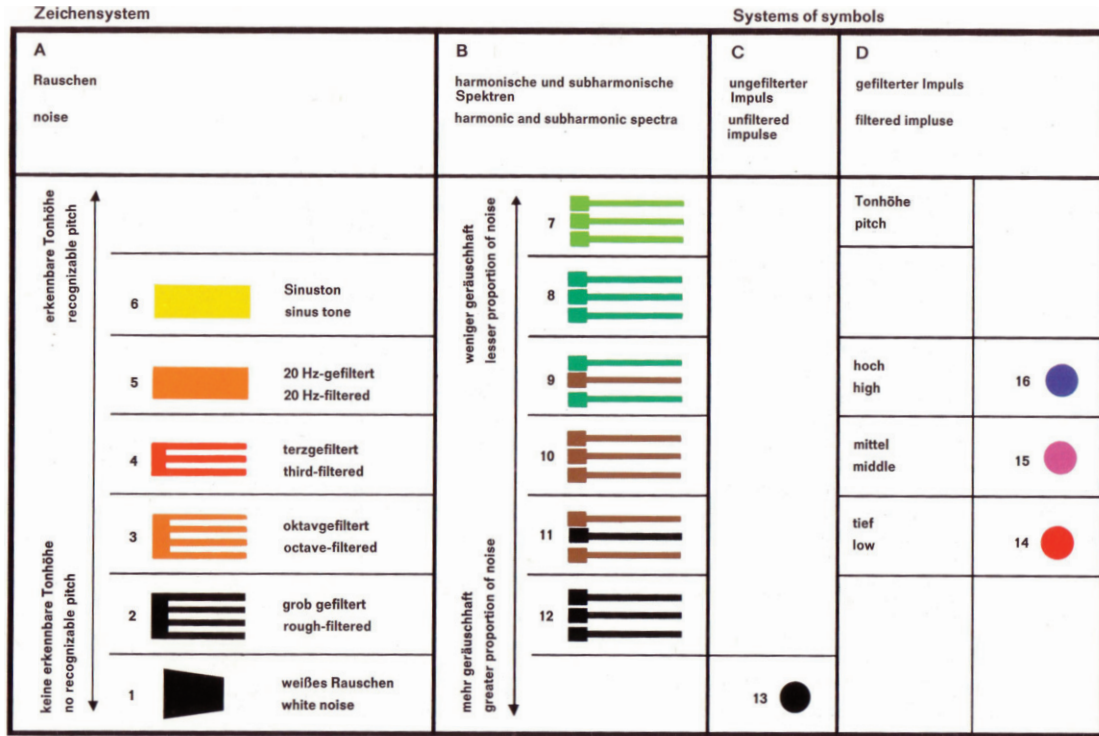
- Violon:** Features two sections. The first section is marked "Libre brusque" with a tempo of $(\text{♩} = 92)$. The second section is marked "rall." with a tempo of $(\text{♩} = 66)$. Dynamics range from *f* to *fff*. A "batt. (archet normal)" instruction is present in the second section. Spatialization is set to "F -11/-18/-18/2.0".
- Inf. Rev.:** Includes a reverb time of 60". Spatialization is "F -11/-18/-18/2.0".
- Sampl. IR:** Includes a reverb time of 60". Spatialization is "F -11/-18/-18/2.0".
- Sampler:** Features two "pizz." (pizzicato) samples, each with a duration of 93 msec. MIDI data is provided for these samples: [74.73.70.69.68.67.66.65] and [74.73.72.71.70.67.66]. Spatialization is "MR -4/-12/-24/2.0".
- Freq. Shift:** Spatialization is "F -11/-18/-18/2.0".

Numbered markers 1 through 9 are placed below the Violon staff, and arrows point from markers 2 through 9 to the Sampler staff.

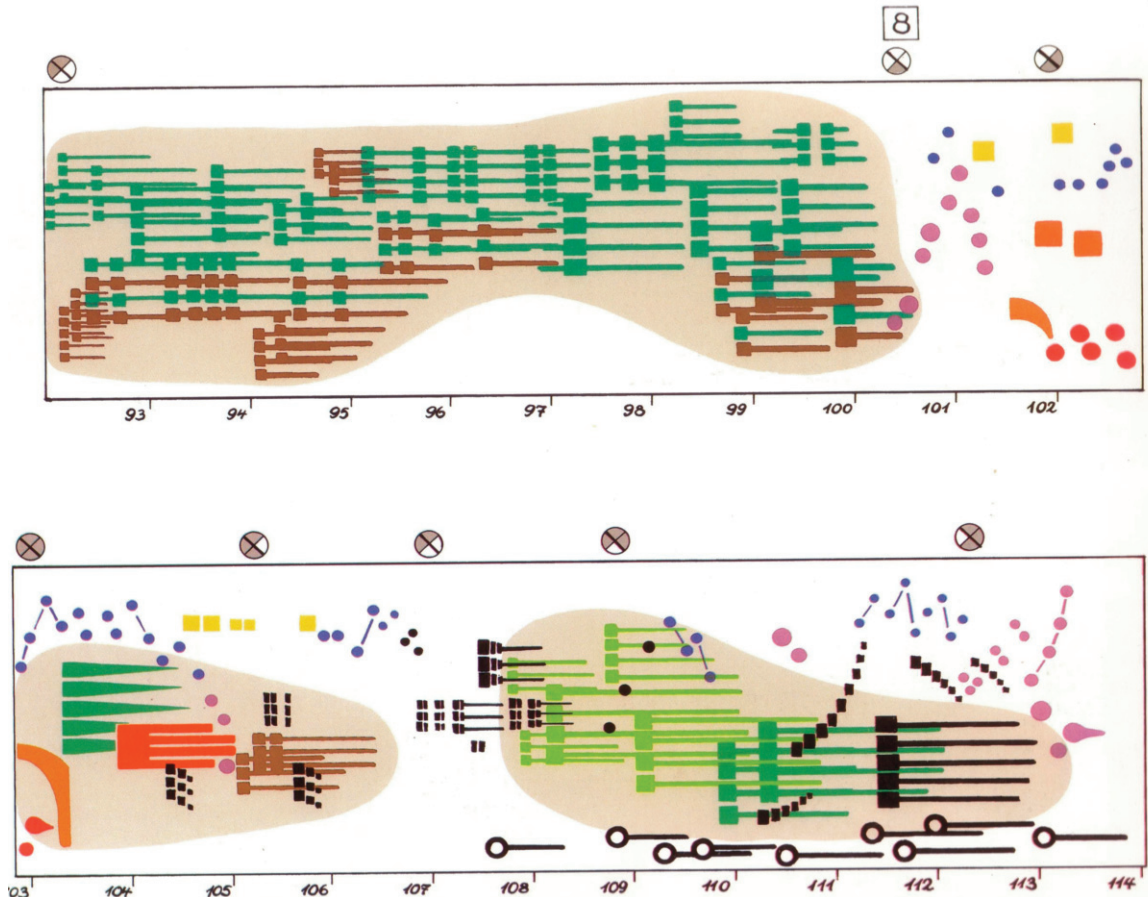
Pierre Boulez: *Anthèmes 2*, para violín y dispositivo electrónico (1997), primer sistema con indicación de los procesos aplicados, incluso un muestreador con sonidos de violín.

Notación de escucha

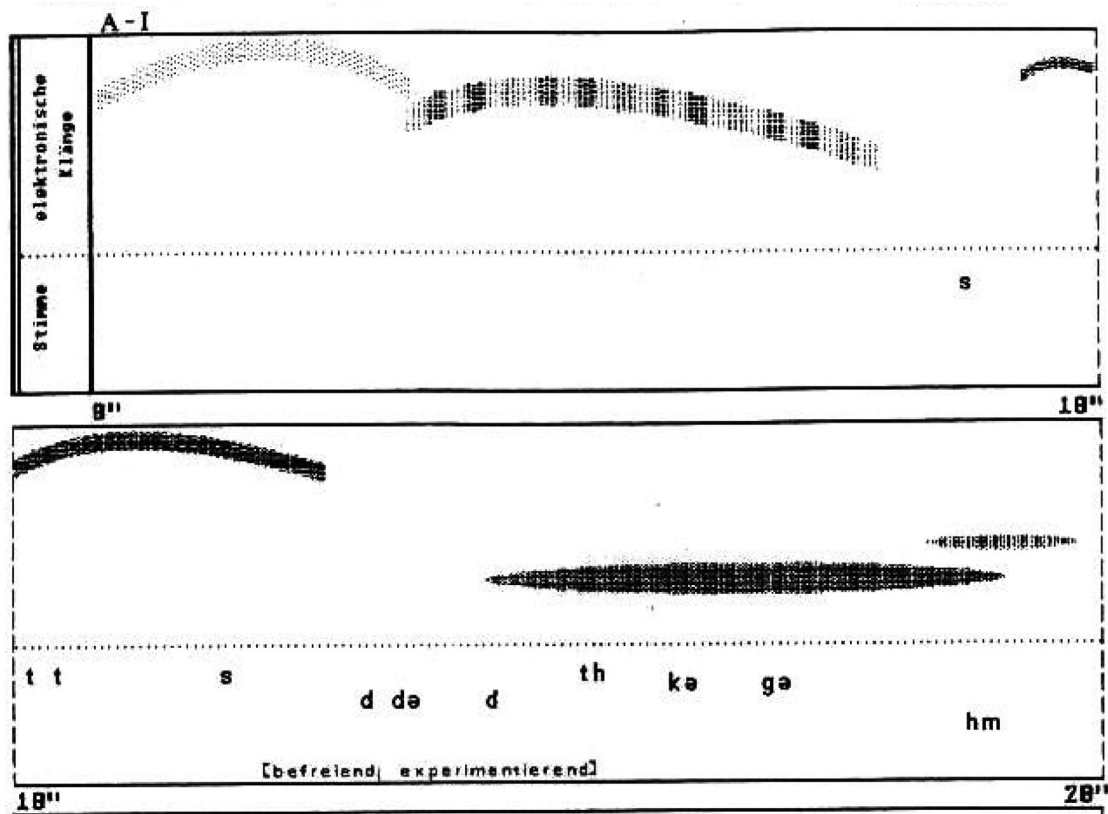
Frente a la invisibilidad de la música electroacústica, se han planteado partituras de audición para acompañar la reproducción/audición de las obras electroacústicas: se trata de partituras hechas a partir de la música para describir simbólicamente lo que ocurre en la música, una suerte de transcripción que necesita encontrar un código nuevo, adecuado a los sonidos utilizados.



György Ligeti: *Artikulation*, música electrónica (1958),
partitura de escucha realizada por Rainer Wehinger en 1970, explicaciones arriba, fragmento abajo:



Otra partitura de escucha se hizo para *Visage*, de Luciano Berio



Luciano Berio: *Visage*, electroacústica (1961), transcripción de Florivaldo Menezes

El sonograma como partitura

También se ha propuesto el sonograma, representación de las frecuencias en función del tiempo, como forma de partitura de la música electroacústica, lo cual corresponde aproximadamente al funcionamiento gráfico de la Upic ideada por Iannis Xenakis y realizada en el CeMaMu, en diversas versiones desde 1967 hasta 2001, en Paris. Así se presenta, según la propia partitura ùblica por Xenakis en la revista *Perspectives of New Music* (vol. 25, nº 1-2, 1987)

