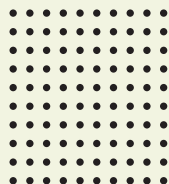




UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



**TRANSFERENCIA DEL CONCEPTO DE SÍNTESIS
SUSTRATIVA A LA COMPOSICIÓN CON
INSTRUMENTOS ACÚSTICOS**

Trabajo Final de la Lic. en Composición Musical

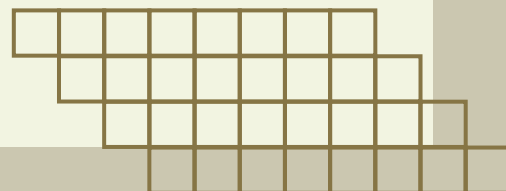
JUAN IGNACIO FERNÁNDEZ

**Director: Lic. Basilio Maximiliano Del Boca
Co-directora: Prof. Ana Gabriela Yaya**

2017



facultad de artes



Índice:

1. Introducción	4
1.1. Antecedentes del problema	4
1.1.1. Música concreta	5
1.1.2. Música electrónica	6
1.1.3. El sintetizador	8
1.1.4. Música mixta	10
1.2. Estado de situación: evidencia del problema	11
1.2.1. Música electrónica en la actualidad	11
1.2.2. Estética de lo vintage	14
1.3. Desafío	15
1.3.1. Potencialidades no explotadas del sintetizador analógico en la música académica	15
1.3.2. Metodología	18
2. Objetivos	19
2.1. General	19
2.2. Específicos	19
3. Marco teórico y recurso técnicos	20
3.1. Espectralismo: síntesis instrumental u orquestal	20
3.2. Síntesis sustractiva	23
3.2.1. Distintos tipos de sintetizadores analógicos	26
3.2.2. Categorías de módulos del sintetizador dependiendo su función	26
3.2.3. Módulos del sintetizador sustractivo	27
3.3. Música electrónica en tiempo real: problemática en la notación musical para sintetizadores	36
4. Aplicación del marco teórico	47
4.1. Espectralismo	48
4.2. Síntesis sustractiva: conceptos y operatividades propias de los sintetizadores analógicos factibles de trasladar a la composición	57
4.2.1. Operaciones analógicas	58

4.2.2.	Operaciones conceptuales.....	61
4.3.	Notación musical para sintetizadores.....	72
4.3.1.	Minilogue	72
4.3.2.	Microkorg 1	74
5.	Descripción analítica de “Rumori”	77
5.1.	Primera macro-sección: (compás 1 al 80).....	80
5.2.	Segunda macro-sección: (compás 80 al 148).....	85
5.3.	Tercera macro-sección: (compás 149 al 235)	90
5.4.	Cuarta macro-sección: (compás 236 al 305).....	98
6.	Conclusiones	104
7.	Anexo	106
7.1.	Tabla de frecuencias de las notas musicales de la escala temperada.....	106
7.2.	Audios de “Rumori”	107
8.	Referencias bibliográficas	108
9.	Bibliografía ampliatoria	109
10.	Obras consultadas	109

Agradecimientos

A mis padres, por su apoyo incondicional durante todos estos años y por haberme permitido llevar a cabo mis estudios musicales.

A mis hermanos Leandro, Marcos y José, por compartirme su pasión por la música y por haber estado en todo momento dando una mano.

A mis abuelas Teté y Pipa, por transmitirme desde niño su amor por la música.

A Basilio Del Boca, por su predisposición, compromiso, y ayuda constante durante éste último trayecto de la carrera.

A Gabi Yaya, por su paciencia, sus consejos y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí.

A Dani Halaban, por su sinceridad y ayuda desinteresada cada vez que lo necesité.

A Juan Carlos Tolosa, por todas sus enseñanzas durante los últimos tres años y por contagiarme las ganas de experimentar y crear música nueva.

A Ernesto Romeo, por mostrarme un nuevo mundo sonoro.

A mi amigo Pane, por diseñar las portadas.

A todos los músicos que hicieron posible la realización de este trabajo: Julián Luna, Daniel Halaban, Pablo Farías de la Torre, Esteban Escobar, Emmanuel Mazzuchelli, Tomás Gazzo, Agustín Ávila y Gastón Saucedo. ¡Gracias por su compromiso!

Transferencia del Concepto de Síntesis Sustractiva a la Composición con Instrumentos Acústicos

La realización de un trabajo final para la Licenciatura en Composición musical se propone como un momento favorable para pensar en nuevos desafíos. Una mirada retrospectiva, nos permite ver que el trayecto realizado a lo largo de la carrera ha favorecido la composición con instrumentos acústicos tradicionales por sobre los de otro tipo. Nuestro desafío consiste en ampliar esta experiencia sumando instrumentos electrónicos. Este planteo atraviesa todas las instancias posibles de un proceso de producción compositiva: desde la generación del material y la planificación de las estrategias compositivas, hasta la búsqueda de formas de escribir estas ideas y la realización de un concierto como culminación de este proceso.

1. Introducción

1.1. Antecedentes del problema

En la historia de la música occidental las innovaciones tecnológicas de los instrumentos musicales en conjunto con la expansión de los recursos compositivos han llevado a varias transformaciones estilísticas. El ímpetu por la búsqueda de nuevos recursos expresivos por parte de los compositores, en muchos casos, culmina en la fabricación de nuevos instrumentos musicales o en mejoras técnicas de instrumentos existentes, que recíprocamente abren nuevas posibilidades compositivas. Por lo tanto, no es de extrañar que el descubrimiento de la electricidad abriera las puertas al desarrollo de instrumentos que no fueran del tipo acústico.

A comienzos del siglo XX, tras el surgimiento de las vanguardias, se pusieron en marcha los primeros intentos de crear instrumentos electrónicos. Algunos de estos fueron el Telharmonium de Thaddeus Cahill (1906), el Theremin de Lev Termen (1920), el Ondas Martenot de Maurice Martenot (1928), el primer órgano eléctrico de Louis Hammond

(1929) y otros instrumentos mecánicos no electrónicos como el *Inonarumori* de Luigi Russolo (1913). Pero a causa de sus primitivas construcciones, tanto como sus capacidades de producir sonido, no prosperaron en el uso por parte de los compositores de su época. Es recién a mediados del siglo XX, luego de la segunda guerra mundial, cuando se producen los primeros desarrollos tecnológicos significativos en la música electrónica.

Dos corrientes artísticas musicales emergen en este contexto y cada una de ellas se caracteriza y diferencia por el tipo de material utilizado y la forma en la que se genera y produce el sonido en las composiciones musicales.

1.1.1. Música concreta

Su nombre se debe a que los materiales compositivos que se utilizan son grabaciones de sonidos naturales o “concretos”, a diferencia de los sonidos artificiales de la música electrónica. En el año 1948 se desarrollaron los primeros experimentos relevantes de música concreta en la radio nacional francesa llevados a cabo por el técnico de sonido Pierre Schaeffer. Sus primeros estudios se basaron en grabaciones de sonidos naturales, como el de un tren o un piano, a los cuales manipulaba realizando diversas operaciones a la cinta.

Los tratamientos aplicados en las grabaciones se pueden reducir en dos: Manipulación de la cinta (cambios de velocidad, cambios de dirección de la cinta, corte y edición de la cinta, *loops* de cinta, superposiciones de sonidos, grabaciones por varios canales, estereofonía y cuadrafonía) y modificación electrónica (filtrado, reverberación, distintos tipos de modulaciones). A partir de estos procedimientos los sonidos naturales utilizados pueden llegar a un grado tan alto de transformación que la resultante sonora sea totalmente diferente a la inicial.

En el año 1949 Pierre Schaeffer en colaboración con Pierre Henry, componen “*Symphonie Pour un Homme Seul*” (“Sinfonía para un Hombre Solo”), considerada la primer obra de música concreta. Ésta se basaba en distintos tipos de sonidos vocales modificados (respiración, risa, silbido, discursos), que se combinan con otros tipos de sonidos transformados (música orquestal, pisadas, etc.).

La imposibilidad de realizar esta música en tiempo real redefinió la clásica concepción del público presenciando la actuación de intérpretes. Los conciertos de música concreta se realizaban en salas donde la concurrencia solo presenciaba los altavoces que reproducían la música grabada. En el año 1951 Schaeffer y Henry forman en el estudio de la Radio Nacional Francesa el “Groupe de Musique Concrete”. Compositores de gran envergadura como Varese, Boulez, Stockhausen, Xenakis y Messiaen se interesaron en éste estudio en el cual crearon sus primeras composiciones de música concreta.

1.1.2. Música electrónica

En sus comienzos, la música electrónica se diferenciaba claramente de la música concreta. El material sonoro utilizado para las composiciones ya no eran sonidos naturales, sino que ahora el compositor hacía uso de sonidos generados por medios electrónicos puros o síntesis de sonido.

El primer estudio de música electrónica fue fundado en 1952 en la radio de Colonia, bajo la dirección del compositor alemán Herbet Eimert. La novedad de éste estudio fue que además de contar con los recursos propios de los estudios de música concreta (grabadoras de cintas de velocidad variable, filtros, cámaras de eco, amplificadores, etc.), en el estudio de Eimert se instalaron aparatos electrónicos productores de sonido: osciladores y generadores de ruido. Esta maquinaria permitía a los compositores construir su propio material musical con características tímbricas maleables en lugar de trabajar con muestras de sonidos naturales.

Las primeras composiciones de música electrónica tenían una base intelectual y teórica común con las técnicas del serialismo integral. Compositores como Stockhausen y Eimert vieron en este tipo de música la posibilidad de controlar no solo las notas y sus duraciones, sino también los materiales sonoros en sí mismo.

“En la música electrónica serial...todo, hasta el último elemento de cada nota está sujeto a una permutación serial, y el resultado es una forma completamente nueva de componer sonidos: la poesía del sonido, como la hubieran llamado los teóricos medievales. (Eimert, s.f)” (Brindle, 1987, p.115).

Las primeras obras de Stockhausen compuesta en el estudio de Colonia fueron “Study I” (1953) y “Study II” (1954), éstas fueron los primeros ejemplos de composiciones de música electrónica pura.

En comparación con la música concreta, la música electrónica se desarrolló de manera lenta. Esto se debió a que eran muy pocos los compositores que podían tener acceso a los estudios, el compositor de música electrónica tenía que trabajar despacio construyendo y complejizando cada sonido mientras que en la música concreta podía componerse relativamente rápido al grabar sonidos naturales de gran complejidad y luego modificarlos, otra de las razones de su paulatino progreso fue que los compositores electrónicos estaban entrando en un territorio totalmente nuevo y de posibilidades infinitas en el que debían establecer un método que les permitiera organizarse, esto llevo a que la técnica empleada fuera la determinación total propia del serialismo integral, lo que implicaba un proceso laborioso y lento de composición.

Desde el comienzo los compositores electrónicos evitaron asociar los sonidos con la altura convencional (usando nombres de notas), por lo tanto, estos eran calculados en frecuencias de altura expresadas en Hz. También era necesario indicar otros parámetros como: la duración (en extensión de cinta), volumen, ataque, caída, tiempo de reverberación, etc. Toda ésta información se escribía en gráficos o en alguna forma de diagrama para que luego pudiera ser construido y posteriormente grabado. El proceso de grabación era arduo, una composición estaba construida por cientos de eventos sonoros grabados por separado, por lo tanto unos pocos minutos de música podía llevar semanas de trabajo.

El rasgo “sin vida” de la música electrónica pura creó una insatisfacción general entre los músicos serialistas y los oyentes. Las ventajas de precisión y control total fueron compensadas por la pobreza tímbrica de los sonidos sintetizados con los equipos disponibles en ese entonces.

El estudio electrónico temprano “clásico” estaba conformado por las siguientes fuentes de sonido:

- Generadores de sonidos sinusoidales: para lograr un sonido complejo se trabajaba mediante síntesis aditiva sumando los sonidos sinusoidales de los generadores, por lo tanto, la tendencia era que los estudios cuenten con más de ocho de éstos.
- Generador de ruido blanco: el ruido blanco comprende todas las frecuencias audibles sonando al mismo tiempo.

Los medios para modificar o procesar estas fuentes sonoras eran prácticamente los mismos que se utilizaban en los estudios de música concreta: filtros, modulación de anillo, reverberación y grabadoras de cintas de velocidad variable.

A mediados de la década de 1950 la división tajante entre Música Concreta y Música Electrónica había cesado, y compositores como Berio y Stockhausen combinaban en sus obras sonidos generados electrónicamente con otros concretos. Por ejemplo: “Gesang der Jünglinge” (1959) de Karlheinz Stockhausen, combina los sonidos de una grabación del canto de un niño con sonidos electrónicos sinusoidales y ruidos filtrados; “Visage” (1961) de Luciano Berio, combina sonidos generados electrónicamente con otros concretos producidos por la voz.

1.1.3. El sintetizador

En cuanto a los avances tecnológicos de los equipamientos para la música electrónica, de la segunda mitad del siglo, el logro más importante fue el de poder integrar en una consola los distintos módulos disponibles (osciladores, amplificadores, filtros, generadores de envolventes, etc.) y que éstos sean controlados por un único control de voltaje, que generalmente era un teclado. Esta unidad integrada fue llamado “sintetizador”, y gracias a su tamaño reducido, en comparación con los equipos utilizados en un “estudio clásico”, y la posibilidad de disminuir la cantidad de tiempo necesario para realizar las operaciones electrónicas básicas, se convirtió rápidamente en un éxito en músicos tanto del ámbito académico como del popular.

“Lo que podrían haber supuesto horas en un estudio clásico se puede producir en tiempo real –en cuestión de segundos- con un sintetizador” (Morgan, 1994, p.492).

Los primeros sintetizadores de venta comercial fueron el RCA Mark II, y los creados por Robert Moog y Donald Buchla. Las diferencias y novedades que tenía el sintetizador en comparación con el estudio clásico radican en que, por un lado, el sintetizador utiliza pocas fuentes sonoras pero éstas son de gran riqueza armónica, lo cual permiten ser modificadas y filtradas para lograr espectros muy variados. Por otro lado, el principio de trabajo más importante del sintetizador controlado por voltaje es que los osciladores además de ser fuentes de sonido, también pueden usarse para “controlarse” mutuamente. De ésta manera se pueden generar mediante distintas técnicas de modulación patrones musicales móviles, por ejemplo: *vibrato*, *tremolo*, etc. Otra forma de producir movilidad es por medio del generador de envolvente, un artificio que controla la forma del sonido en el tiempo: ataque, caída, sostenimiento y relajación. El generador de envolvente también puede ser aplicado al filtro, configurando así como será su desarrollo temporal.

Éste instrumento dio a los compositores un nivel de control sobre los materiales sin precedentes, permitiéndoles lograr una mayor precisión en la interpretación utilizando sonidos de gran complejidad. Uno de los primeros compositores en hacer uso del sintetizador fue Milton Babbitt, que realizó toda su música electrónica empleando el RCA Mark II. Algunas de sus obras más relevantes usando éste sintetizador fueron: “Composición para Sintetizador” (1961) y “Philomel” (1964). A pesar de que el Mark II fuese el instrumento electrónico más sofisticado de aquella época también tenía sus desventajas, se trataba de una máquina muy grande y pesada y en algunos aspectos molesto de utilizar. Esto llevó a que fuera reemplazado por sintetizadores más pequeños como los fabricados por Donald Buchla y Robert Moog.

El primer compositor en utilizar los nuevos sintetizadores de pequeña escala fue el americano Morton Subotnick que compuso una serie de obras electrónicas con un sintetizador fabricado por el inventor Donald Buchla. “Silver Apples of the Moon” (1966), fue la primera composición de esta serie, seguida por “The Wild Bull” (1967), “Touch” (1969), “Sidewinder” (1970) y “Until Spring” (1975). Él fue quizás el primer compositor que realizó obras que llegaron a ser escuchadas por un amplio número de oyentes y que ayudó al conocimiento del sintetizador en el público en general. Pero el suceso que llevó a la comercialización en masa de estos nuevos instrumentos fue sin lugar a dudas el éxito en

ventas del disco “Switched On Bach” (1968) del compositor Wendy Carlos. Se trataba de varios arreglos virtuosos de obras de J. S. Bach interpretados con un sintetizador Moog. Con éste disco el sintetizador se volvió rápidamente en un instrumento conocido por todo los músicos.

1.1.4. Música mixta

La combinación de música grabada, ya sea concreta o electrónica, con música interpretada en vivo fue una de las alternativas utilizadas por los compositores para solucionar el problema escénico de la música electroacústica. Como bien dijimos antes, el público tenía cierto rechazo a asistir a conciertos donde lo único que presenciaba eran los altavoces que reproducían las obras de manera fija, inmutables, privadas de la interacción que se produce entre el intérprete, la música y los oyentes. Este tipo de composiciones mixtas jugó un papel significativo en la música electrónica de sus orígenes y ganó una importancia considerable durante la década de 1960. El compositor italiano Bruno Maderna fue el primero en combinar música instrumental grabada con música instrumental en directo en su obra “Musica de su due dimensioni” para flauta, percusión y cinta grabada (1952). Otro de los compositores referentes interesados en éste campo fue Edgar Varése, quien compuso “Désert” (1954), una obra en la que se alternan secciones para conjunto de cámara con segmentos de música puramente electrónica.

La tendencia en éstas primeras composiciones era la de enfatizar los contrastes tímbricos entre la pista grabada y la interpretación en vivo. Posteriormente, los compositores comenzaron a utilizar otras técnicas con la intención de lograr una integración total entre las dos fuentes sonoras explotando similitudes y diferencias. Por ejemplo, Luciano Berio en su obra “Différences” (1959) para grupo de cámara y cinta grabada, explota las diferencias entre los sonidos de los instrumentos en directo y los sonidos de los mismo instrumentos modificados electrónicamente en una cinta grabada con anterioridad. Otro compositor abocado a la composición mixta, de grabaciones electrónicas e interpretación en vivo, es el argentino Mario Davidovsky, en sus ocho composiciones tituladas “Synchronism” (1962-1974), explora la posibilidad de diálogo entre la música y

distintos medios de interpretación, que van desde un solo instrumento hasta una orquesta completa y un coro.

Hasta el momento solo hemos nombrado combinaciones en la que la música electrónica ha sido grabada previamente. La fabricación de sintetizadores de pequeña escala fueron de gran ayuda para la música electrónica en vivo, el compositor norteamericano John Eaton fue uno de los pioneros en experimentar y perfeccionar la técnica de composición para sintetizadores. Eaton trabajó junto al ingeniero de sonido Paolo Ketoff, quien le diseñó un sintetizador de concierto llamado Syn-Ket. Entre 1965 y 1970 compuso un gran número de obras en las que combinó de manera brillante el Syn-Ket con cantantes, con pequeños conjuntos instrumentales y hasta con orquestas. Posteriormente conoció en Estados Unidos a Robert Moog con quien inició el proyecto de fabricar un teclado de sintetizador con mejores prestaciones para la interpretación en vivo. En su obra “Mass” (1970), logra una mezcla única entre los instrumentos acústicos, sintetizadores y soprano. Los gestos vocales extremos y los multifónicos de clarinete, entre otras técnicas, fueron explotados para crear analogías entre las sonoridades electrónicas y acústicas produciendo un alto grado de homogeneidad como nunca antes se había escuchado.

1.2. Estado de situación: evidencia del problema

1.2.1. Música electrónica en la actualidad

La composición musical ha entrado en su tercera fase, después de la voz humana como órgano ejecutante y el instrumento como herramienta para producir sonido el hombre ocupa un lugar al inicio del proceso compositivo pero queda completamente eliminado como instancia mediadora.(Stuckenschmidt, s.f) (Dibelius, 2004, p.446)

La música electrónica parecía prometer mucho a comienzos de la década del cincuenta, pero el entusiasmo que se vio reflejado en las primeras composiciones con este medio no perduró. Esa supuesta “tercera fase” de la composición que anticipaba Stuckenschmidt no ha evolucionado hasta el punto que se esperaba, el desarrollo tecnológico de los instrumentos electrónicos ha progresado a pasos agigantados en relación al uso que le han sabido dar los compositores de música académica. Los sofisticados y

costosos estudios electrónicos que se construyeron alrededor del mundo (París, Colonia, Varsovia, Utrecht, Nueva York, Milán, Tokio, Standford, Estocolmo, etc.), prácticamente se han ido abandonando o se utilizan para el trabajo de música comercial.

En sus inicios el sintetizador parecía ser el instrumento óptimo para interpretar la música electrónica en directo. Pero su desarrollo terminó obedeciendo más a los intereses económicos para satisfacer las curiosidades del mercado antes que las de los compositores de vanguardia.

Robert Moog, destacaba cómo en una era temprana los músicos que se inclinaba por sus instrumentos no tenían interés en la afinación (*tunning*), sino que solo buscaban nuevas sonoridades. No obstante, para alcanzar a una mayor cantidad de consumidores, incorporó el teclado temperado para controlarlos, ofreciendo una interacción que facilitaba el control de la altura y la ejecución del instrumento, rescatando la técnica pianística. Pero al mismo tiempo estaba evitando desarrollar una interacción más propicia para el tipo de material sonoro que sus técnicas de síntesis ofrecían. (Anache, 2013, p.12)

El compositor Vladimir Ussachevsky sostenía que el teclado del sintetizador no era una buena idea porque forzaría a los músicos a pensar de una manera tradicional, ya que se emplearía la técnica del teclado para manejar una materia que no necesitaba ser organizada según alturas. En consecuencia, los sintetizadores que contaron con teclado fueron utilizados dentro del campo de la música académica, generalmente, para interpretar obras compuestas con otros fines y para otra instrumentación. John Cage (1961) comentaba el respecto:

La mayoría de los inventores de instrumentos eléctricos han intentado imitar instrumentos del siglo dieciocho y diecinueve, del mismo modo que los primeros diseñadores de autos copiaban a los carruajes. El Novachord y el Solovox son ejemplos de ese deseo por imitar el pasado en vez de construir el futuro. Cuando Theremin brinda un instrumento con nuevas y genuinas posibilidades, los thereministas hacen todo lo posible para que el instrumento suene como un instrumento viejo, poniéndole

asquerosamente un dulce *vibrato*, y tocando, con dificultad obras maestras del pasado. (Anache, 2013, p.12)

A pesar de que el uso del sintetizador analógico no fue tan fructífero en el ámbito de la música académica como se esperaba, tuvo una gran aceptación en el campo de la música popular. Estos instrumentos con teclados le brindaron a los músicos de bandas de rock y pop, entre otros géneros musicales, la posibilidad de crear y hacer uso de nuevas sonoridades rescatando la técnica tradicional para tocar el piano. En este sentido fue tal el éxito de los sintetizadores en las décadas de los 70' y 80' que terminaron siendo un sello en la música de la época. Algunos de los músicos y bandas referentes de la década del 70' que sentaron las bases de nuevos subgéneros musicales como el rock electrónico, *ambient*, *synthpop*, *techno*, etc. fueron: Jean-Michael André Jarre Pejot (Jean-Michael Jarre); Evangelos Odysseas Papathanassiou (Vangelis); Kraftwerk; Tangerine Dream; Yellow Magic Orchestra; Gary Numan, entre otros. A comienzo de los 80' había crecido exponencialmente la industria de instrumentos electrónicos, dentro de la vasta oferta que las distintas marcas de sintetizadores ofrecían, Yamaha se destacó por fabricar el primer sintetizador digital, el afamado Yamaha DX7 lanzado al mercado en el año 1983. El hecho de que estos instrumentos se hayan vuelto más accesibles, sumado al remplazo de la tecnología analógica por la digital y la novedad en el uso de *samplers*, llevó a que los instrumentos electrónicos estén notoriamente presentes en la música de la época. Los años 80's se caracterizaron por la gran cantidad de grupos musicales que utilizaron sintetizadores, dando lugar a una gran variedad de estilos musicales. Entre los músicos y bandas más destacados de la época encontramos a: New Order, Ultravox, Depeche Mode, Heaven 17, Eurythmics, Softcell y un largo etcétera. Se iniciaron los 80's con el surgimiento del *new romantic* con Duran Duran, Spandau Ballet, Tears For Fears, Alphaville, entre muchos otros. Un estilo electrónico blando, extremadamente comercial.

En los últimos años ha disminuido considerablemente el uso de los sintetizadores y aquellos músicos interesados en la síntesis del sonido y *samplers* han optado por utilizar computadoras. En la actualidad es incalculable el número de *softwares* destinados a la producción musical que ofrece el mercado, entre ellos se encuentran: librerías de sonidos

(sampleadas o sintetizadas), instrumentos virtuales (VSTi), *softwares* multipistas, editores de partituras, etc.

1.2.2. Estética de lo vintage

Un punto clave en nuestra investigación es el hecho de que en la última década ha habido un acentuado interés en recuperar modas y objetos del pasado, a lo cual los instrumentos electrónicos (sobre todo aquellos de tecnología analógica), no han quedado exentos.

El término en inglés “*vintage*” deriva del francés “*vendange*”, éste designa un vino destacable por su calidad en referencia a una cosecha o añada. En la actualidad esta terminología es empleado para referirse a objetos o accesorios con cierta edad, y que, como los buenos vinos, se considera que han mejorado o se han revalorizado con el paso del tiempo. Por ejemplo: instrumentos musicales, automóviles, libros, fotografías, prendas o accesorios de vestir, consolas de videojuegos, etc.

La estética de lo *vintage* es una manifestación característica de la cultura posmoderna, la cual puede ser comprendida por la pérdida de fe en el progreso, por lo tanto, en vez de mirar al futuro se recurre a elementos de eras pasadas, recreándose una nostalgia que recuerda momentos (muchas veces ni siquiera vividos) en los que la vida era mejor. La moda recurre al pasado por motivos meramente estéticos, donde se mezclan elementos de distintas épocas y lugares, descontextualizados de su función original.

En el campo de la música popular observamos que cada vez son más los músicos interesados en sonoridades que remiten a los 70’s y 80’, bandas como: Radiohead, Tame Impala, Vulfpeck, Sigur Rós, Air, Juan Molina y un largo número de etcétera, han incorporado en sus últimas producciones sintetizadores e instrumentos electrónicos clásicos como: Minimoog, Roland Juno y Jupiter, Prophet 5, Piano Rhodes, Ondas Martenot, entre otros tantos. Los sintetizadores clásicos fabricados en las décadas de los 70`s y 80`s son considerados objetos de colección entre los músicos y productores contemporáneos, en consecuencia los precios de estas maquinas han aumentado exponencialmente. Este fenómeno incentivó a las principales marcas de instrumentos electrónicos a fabricar

reediciones de sus modelos icónicos respetando sus diseños y prestaciones originales, salvo por algunos añadidos como pueden ser la incorporación de puertos MIDI y USB, permitiendo una mayor compatibilidad con las tecnologías actuales. La empresa japonesa Roland lanzó una línea completa de productos basada en sus modelos legendarios de máquinas de ritmo: la 303, la 808 y la 909. Por su parte la empresa Korg comenzó a fabricar una línea de sintetizadores analógicos clásicos en un tamaño más reducido que los originales, los cuales cuentan con un teclado de mini teclas. Ejemplo: Korg Ms-20 mini y ARP Odissey. Otras marcas que se han sumado al mercado de las re-ediciones de instrumentos clásicos a un bajo costo son: Behringer, provocando una gran polémica por fabricar clones de sintetizadores icónicos de otras marcas a un precio muy inferior, ejemplo: Minimoog, ARP 2600, Oberheim Ob-Xa, etc. Y la marca francesa Arturia, la cual se ha especializado en el campo de diseños de controladores Midi, sintetizadores analógicos y librerías de instrumentos virtuales que imitan a los sintetizadores clásicos analógicos, por ejemplo: la librería Arturia V Collection y el *software* AnalogLab, diseñado especialmente para ser usado con su línea *hardware* de controladores MIDI “KeyLab”. Incluso Moog, la primera compañía fabricante de sintetizadores, sigue la tendencia al producir una reedición limitada de tres de sus sintetizadores modulares: el System 55, el System 35, el Model 15 y su afamado Minimoog Model D. Pero a diferencia de las otras marcas nombradas anteriormente, sus reediciones de sintetizadores clásicos no son económicas.

1.3. Desafío

1.3.1. Potencialidades no explotadas del sintetizador analógico en la música académica

La tecnología analógica vuelve a estar en boga, no solo en cuanto al uso de sintetizadores clásicos, sino que cada vez son más los productores que optan por emplear equipamiento analógico, creando una suerte de estudios híbridos en el que se combinan sistemas analógicos y digitales. Por ejemplo: consolas analógicas, grabadoras de cinta abierta (magnetófono), procesadores analógicos, etc.

El productor Jason Amm, en su documental “I Dream of Wires: The Modular Synthesizer Documentary (2014)” da la siguiente opinión respecto al actual uso de la tecnología analógica en la producción musical:

“Creo que los productores están muy aburridos de trabajar en computadoras. Han pasado demasiado tiempo aprendiendo a hacer música ahí”. “En vez de ser simplemente una moda nostálgica pasajera, los sintetizadores modulares podrían ser el futuro del *hardware*. Al contrario de los sintetizadores de *software*, es posible crear sonidos completamente desde cero con un modular y manipularlos de cualquier forma imaginable. En otras palabras, su potencial es potencialmente ilimitado.”

“En vez de montarse sobre la ola de la nostalgia por los sonidos antiguos, los modulares están abriendo extraños mundos nuevos para la exploración sónica.” (Adam Bychawsky, 2015)

Como mencionamos anteriormente, el desarrollo de los instrumentos electrónicos tomó un rumbo contrario al de los fines para los cuales habían sido inventados, orientándose casi en su totalidad a la demanda del mercado de la música popular. Es así que las innovaciones generalmente estuvieron destinadas a mejorar la compatibilidad de sincronización entre los distintos instrumentos electrónicos y el uso de computadoras, es decir, complementar tecnología analógica con tecnología digital para lograr un mejor manejo en la utilización de secuenciadores¹. El ejemplo más significativo en esta búsqueda, fue quizás el desarrollo y la implementación de la tecnología MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) creada en el año 1983 por el ingeniero y fabricante de sintetizadores Dave Smith, la cual permitió que varios instrumentos digitales, computadoras y otros dispositivos pudieran comunicarse entre sí.

En el campo de la música académica, fueron escasas las composiciones para sintetizadores analógicos. Algunos de los pocos compositores que se aventuraron en implementar estos instrumentos en sus composiciones, haciendo un uso creativo de los

¹ El secuenciador cuenta con un número determinado de pasos o eventos ajustables, los cuales son leídos uno a uno en sucesión, haciendo coincidir cada paso con un valor de nota musical (negras, corcheas, tresillos, etc.), la información programada es enviada a un módulo destino al momento de ser leído.

mismos, fueron el norteamericano John Eaton (1935-2015) y la compositora francesa Eliane Radigue (1932). La totalidad de las composiciones de Radigue han sido compuestas utilizando un sintetizador modular Arp 2500. Su música está fuertemente influenciada por el budismo tibetano, rasgo que se manifiesta en la larga duración de sus obras, las cuales evolucionan lentamente y de manera prácticamente imperceptible.

Hoy en día toda una nueva generación de músicos pueden adquirir a un costo relativamente bajo aquellos instrumentos que durante mucho tiempo fueron inaccesible para todos, excepto unos cuantos privilegiados. Partiendo de este punto y aprovechando la gran variedad de sintetizadores analógicos económicos que ofrece el mercado, vemos una segunda oportunidad en el campo de la composición académica para explotar al máximo las posibilidades, y porque no, las limitaciones de éstos instrumentos que, a nuestro modo de ver, fueron relegados prematuramente por las tecnologías digitales haciendo un uso acotado de sus potencialidades. Es así que nuestro desafío abarca tres puntos principales:

- Aprovechando el renovado interés por los instrumentos electrónicos clásico y las re-ediciones económicas de los mismos, utilizar sintetizadores de tecnología analógica para interpretar música electrónica en directo.
- Investigar acerca de procedimientos, operaciones y técnicas compositivas que nos permitan hacer uso de los sintetizadores analógicos junto a instrumentos acústicos logrando una resultante sonora homogénea.
- Indagar respecto a la escritura musical de los sintetizadores, tomando como punto de partida obras compuestas en la segunda mitad del s. XX en las que se hace uso de estos instrumentos.

El orgánico para el que hemos compuesto nuestra obra está constituido por instrumentos acústicos tradicionales: flauta, clarinete, fagot, bombardino, violonchelo, contrabajo; e instrumentos electrónicos: Korg Minilogue (sintetizador analógico), Korg Microkorg 1 (sintetizador digital de modelado analógico) y pista electrónica compuesta con ambos sintetizadores.

1.3.2. Metodología

El sintetizador analógico nos permite realizar un proceso compositivo que se inicia con la generación de la materia sonora en sí misma, siendo un instrumento muy versátil para crear trayectorias en la que el sonido puede evolucionar, complejizarse y transitar por distintos espectros tímbricos. Estas operaciones se pueden realizar con un alto grado de precisión en vivo y directo haciendo uso de distintos controles como: teclado, botones, perillas, selectores, secuenciadores, etc. Estas son solo algunas de las potencialidades de este instrumento que nos motivó a desarrollar un proceso compositivo basándonos en la síntesis sustractiva realizando una transferencia de los principios de modelado analógico del sonido (propios de los sintetizadores analógicos tradicionales), al mundo acústico.

El sintetizador analógico sustractivo está conformado por tres módulos básicos: osciladores (VCO), filtros (VCF) y amplificador (VCA). A estos se les suman la etapa de modulación generada por uno o varios osciladores de baja frecuencia (LFO), y los generadores de envolvente (ADSR) asignables a diferentes parámetros: afinación, frecuencia de corte del VCF, amplificador, etc.

De estos módulos el que cobra mayor relevancia en nuestra propuesta, en cuanto a las potencialidades operativas que nos permite, es el VCF (filtro controlado por voltaje), el cual posibilita sustraer, eliminar, atenuar o acentuar ciertos armónicos de un sonido complejo primario. En otras palabras, permite esculpir un sonido dado, o más bien su espectro, eliminando componentes hasta conseguir el resultado deseado.

El procedimiento de sustraer los elementos conformantes de una resultante sonora compleja, es la base metodológica de composición para este trabajo sonoro, permitiéndonos hacer uso del ensamble como si se tratara de un sintetizador analógico a gran escala.

Nuestro proceso compositivo se inicia con la generación de la materia sonora en sí misma. Parte de esto incluye un trabajo mediado por estas tecnologías y por herramientas digitales que sirven para procesar música en tiempo real: pedales de *reverb*, *tremolo* y *fuzz*.

2. Objetivos

2.1. General

- Realizar una transferencia y aplicación del concepto de síntesis sustractiva propia de los sintetizadores analógicos a instrumentos acústicos en una composición musical para ensamble mixto

2.2. Específicos

- Detectar operaciones propias de la síntesis sustractiva que sean factibles de transferir al campo acústico.
- Extraer modelos y herramientas compositivas de obras compuestas a partir de la segunda mitad del S.XX, en la que se haga uso de ensambles integrados por instrumentos acústicos y electrónicos.
- Relevar y estudiar las diferentes grafías analógicas propuestas por los distintos compositores que hicieron uso de sintetizadores.

3. Marco teórico y recurso técnicos

Para llevar a cabo los objetivos expuestos proponemos tres ejes principales que se desarrollaran a continuación:

1. Espectralismo: síntesis instrumental u orquestal.
2. Síntesis sustractiva.
3. Música electrónica en tiempo real: problemática en la notación musical para sintetizadores.

3.1. Espectralismo: síntesis instrumental u orquestal

El antecedente más significativo que hallamos en nuestra investigación en cuanto al uso del concepto de síntesis de sonido como método compositivo, fue el desarrollado por los compositores espectralistas.

El espectralismo es una corriente compositiva y de pensamiento que comenzó a gestarse durante la década del 70 en Francia. Se trata de un sistema compositivo inspirado en una técnica deductiva (desde el marco teórico primero, a la práctica después), donde el sonido y su timbre son el principal elemento musical de la obra. Podemos hablar de espectralismo cuando el análisis espectral² del sonido ocupa el primer plano de la composición musical.

En el volumen 19 de la revista “Contemporary Music Review” el compositor y teórico norteamericano Joshua Fineberg (2000) explica cuales eran las principales técnicas y conceptos básicos utilizados por los músicos pioneros de la escuela espectralista:

Quizás la idea más importante surgida de la música espectral temprana (aunque presagiada en otras músicas) era la idea de síntesis instrumental u orquestal. Tomando el

² **Espectro del sonido:** hace referencia a la información acerca de qué frecuencias integran un sonido y cuáles son las respectivas amplitudes y fases.

concepto de síntesis aditiva, la construcción de sonidos complejos a partir de sonidos elementales, y utilizándola metafóricamente como base para crear timbres instrumentales, los compositores espectrales abrieron un nuevo enfoque de composición, armonía y orquestación. (p.85)

La técnica de síntesis aditiva está basada en el Teorema de Fourier, el cual afirma que, “Todo movimiento vibratorio periódico complejo puede ser considerado como la suma de dos o más movimientos periódicos simples (sinusoidales) de diversas amplitudes y frecuencias” (Poblete, 2014, p.53). En otras palabras, cualquier sonido periódico puede descomponerse en una serie de ondas sinusoidales, del mismo modo que puede reconstruirse al combinar nuevamente esas unidades elementales. El tipo de onda sinusoidal se describe como el componente sonoro más simple, ya que son las únicas formas de onda periódicas cuyo espectro contienen sólo la frecuencia de su oscilación. Esta propiedad las convierte en un medio ideal para descomponer y recomponer sonidos. Teóricamente ésta técnica de síntesis presenta un gran potencial ya que permite sintetizar cualquier sonido periódico, pero en la práctica no es tan simple. El número de componentes necesarios para la recreación convincente de un sonido (re-síntesis), es enorme. Los sonidos resultantes de la síntesis aditiva son a menudo demasiado simples y estáticos para crear sonidos musicales satisfactorios, ya que todos los cambios que hacen al desarrollo espectral de estos deben ser definidos explícitamente.

“A diferencia de otros estilos musicales del siglo XX que evolucionan desde la experiencia o modificación de técnicas e instrumentos coetáneos, el espectralismo surge desde un ideal compositivo. Este ideal compositivo es el estudio del timbre del sonido en sí mismo. Los compositores espectralistas se apoyan en el espectro armónico del sonido para hallar las características del timbre, ya que el espectro es la representación gráfica del sonido.” (Pérez Albaladejo, 2014, p.2)

Los primeros compositores espectralistas: Gérard Grisey, Tristan Murail, Hughes Dufourt, entre otros, aplicaron el concepto de síntesis aditiva a sus métodos de composición. A partir de esta técnica obtenían del sonido analizado el material temático y formal como insumo de diversas formas y estrategias para sus composiciones. Dicho de

otro modo, el espectralismo hace uso de la síntesis aditiva para re-sintetizar a través de instrumentos acústicos y electrónicos aquellos sonidos previamente analizados.

Como bien se puede deducir, los sonidos complejos contruidos de esta manera son completamente diferentes al de los modelos en los que se basan, ya que cada componente es interpretado por un instrumento acústico con su propio espectro complejo. Así, el resultado no es el del modelo original, sino una estructura nueva, mucho más compleja, inspirada en el modelo. De este modo, los sonidos resultantes mantienen algo de las características que provienen del modelo, a la vez que se añaden numerosas dimensiones de riqueza instrumental y tímbrica. El uso potencial del mismo modelo para generar sonidos sintéticos usando computadoras (a través de síntesis aditiva) y orquestales (a través de la síntesis instrumental) es una de las razones por la que la música electrónica y acústica mezclada ha jugado un papel tan importante en las obras de los compositores espectrales. Un ejemplo extraordinario en la combinación de estas dos naturalezas sonoras, es la obra “Desintegrations” (1982) del compositor francés Tristan Murail. En esta composición todo el material utilizado, tanto en la pista electrónica como en la partitura, tiene como origen el análisis de espectros armónicos e inarmónicos. La mayoría de los espectros son de origen instrumental, particularmente sonidos graves de piano, bronces y violonchelo. La pista electrónica no está compuesta con la intención de reconstruir dichos sonidos instrumentales, sino que estos sirven como modelos para la construcción de armonías/timbres y también para obtener la forma musical.

En las composiciones espectralistas la línea entre los conceptos de armonía y timbre se ha difuminado prácticamente hasta el punto de no existir. Una vez que la masa instrumental se percibe globalmente, como color o textura, la noción de armonía se vuelve menos relevante que el timbre. Por lo tanto, en este tipo de música con frecuencia se suelen combinar los conceptos de armonía y timbre en un solo concepto híbrido general de “armonía / timbre”.

Los músicos espectralistas no están ceñidos a un sistema de alturas e intervalos fijos. Al obtener las frecuencias de cada parcial armónico que compone el sonido analizado, optan por hacer uso de subdivisiones más pequeñas que el semitono. Esto se debe a que la

simplificación propia del sistema temperado, que dispone del semitono como intervalo más pequeño, se distancia demasiado de la naturaleza espectral que compone el sonido. Para estos compositores, los microtonos no son el resultado de escalas, sino que son simplemente aproximaciones a las frecuencias naturales de los sonidos analizados a las alturas musicales tradicionales. El uso de intervalos microtonales dependerá de las habilidades instrumentales de los intérpretes, generalmente los cuartos y octavos de tonos se les asignan a los instrumentos de cuerdas y madera en ritmos relativamente lentos, mientras que en los pasajes de mayor velocidad se opta por el uso de semitonos.

La idea conceptual, temática y formal procede del análisis espectral del sonido y están estrechamente relacionadas. Sin embargo, no todos los compositores espectralistas trabajan de la misma manera, estos comparten el interés del sonido como origen de su obra pero los lenguajes utilizados son muy diferentes.

A continuación enumeramos algunas de las características y procedimientos generales que podemos encontrar en la música espectralista:

- El análisis espectral de un sonido es la fuente de material temático y formal.
- Los sonidos de espectro armónico, inarmónico y ruido tienen la misma jerarquía
- La recreación o “re-síntesis” de los espectros analizados haciendo uso de instrumentos acústicos, exige una afinación no temperada en octavos y cuartos de tono.
- Los instrumentos preferidos para la "re-síntesis" orquestal de los sonidos son aquellos con un contenido armónico relativamente pobre, como la flauta y el clarinete.

3.2. Síntesis sustractiva

Para comenzar, es necesario señalar que la mayoría de los sintetizadores analógicos comerciales utilizan síntesis sustractiva, son pocos los modelos de sintetizadores analógicos

que permiten hacer uso de síntesis aditiva o FM. La síntesis sustractiva carece de la complejidad que exige la síntesis aditiva en cuanto a la cantidad de osciladores necesarios para sintetizar un sonido de gran riqueza armónica, pero esto no la hace menos eficiente, ya que mantiene una amplia capacidad de generaciones de timbres, y lo permite de una forma más sencilla que otros métodos de síntesis de sonido.

El principio de la síntesis sustractiva se basa en el empleo de unos pocos osciladores que generan formas de ondas complejas, para después poder modelar esos sonidos básicos mediante el realce y sustracción de algunas regiones de frecuencias haciendo uso de distintos tipos de filtros. Teniendo en cuenta este principio básico podemos realizar, a manera de explicación, una analogía con el fenómeno acústico que ocurre al ejecutar cualquier instrumento tradicional. Tomando el modelo de generador o excitador y resonador o modificador, observamos que en los instrumentos acústicos se dan las mismas circunstancias en la generación del sonido. La cuerda del violín o la guitarra, la lengüeta en el oboe, etc. son los generadores de vibraciones ricas en armónicos, mientras que la caja del violín o la guitarra y el tubo del oboe cumplen la función de resonadores mediante el cual el sonido se amplifica enfatizando algunas vibraciones y atenuando otras dependiendo si coinciden o no con las frecuencias a las que esa caja o tubo resuena. En el sintetizador analógico sustractivo el papel de generador o excitador lo tomará el oscilador VCO (oscilador controlado por voltaje), el cual produce un sonido complejo en cantidad de armónicos requerido para el sonido final, y el papel de resonador o modificador lo emularán los filtros VCF (Filtro controlado por voltaje), los cuales se utilizará para sustraer los armónicos no deseados.

La arquitectura básica de cualquier sintetizador está compuesta por tres módulos que se encargan de las tres dimensiones principales del sonido:

VCO (oscilador controlado por voltaje) = tono

VCF (Filtro controlado por voltaje) = timbre

VCA (amplificador controlado por voltaje) = intensidad

Para lograr que los sonidos evolucionen en el tiempo, tal como ocurre en la naturaleza de cualquier sonido acústico, se incorporaron módulos que permiten variar la intensidad, la altura y el timbre. Éstos son:

- EG o ADSR (generadores de envolvente): permiten definir una evolución temporal del sonido.
- LFO (Oscilador de baja frecuencia): permiten definir variaciones cíclicas del sonido.

A continuación se ejemplifica la interconexión básica de un sintetizador con cinco módulos:

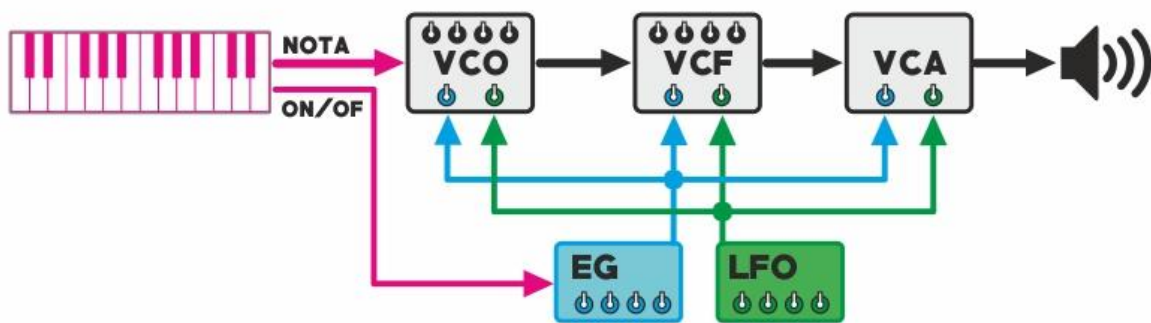


Gráfico 1: interconexión básica del sintetizador

La señal del oscilador (VCO) se filtra (VCF) y posteriormente se amplifica (VCA). Pero además están presentes los módulos EG y LFO destinados a generar movimientos en el sonido a lo largo del tiempo. Actuar con ellos sobre la afinación de oscilador permitirá variaciones de tono, actuar sobre el filtro variaciones de brillo/timbre, y actuar sobre un amplificador (VCA) posibilitará variaciones en el nivel de volumen.

3.2.1. Distintos tipos de sintetizadores analógicos

Los sintetizadores analógicos pueden dividirse en tres categorías dependiendo de las distintas posibilidades de conexiones que pueda realizar el usuario entre los módulos.

- Sintetizador modular: consiste en una combinación de módulos separados que el usuario interconecta pero que son en conjunto controlados por tensión o voltaje. Un sistema modular puede variar en tamaño y complejidad en relación a cuantos módulos se adquieran. Ejemplo: Moog Model 15, Arp 2500, etc.
- Sintetizador semimodular: tiene todos los módulos integrados en el equipo pero el usuario puede configurar el camino de la señal o modificar el que diseño el fabricante. Ejemplo: Synthi AKS, Arp 2600, Korg Ms-20, etc.
- Sintetizador de configuración fija: el ruteo de señal es conectado por el fabricante, el usuario puede programar los parámetros de los módulos pero no la configuración de las señales. Ejemplo: Moog Minimoog, Roland Juno, Prophet 5, etc.

3.2.2. Categorías de módulos del sintetizador dependiendo su función

Los módulos de un sintetizador sustractivo pueden agruparse en tres categorías: generadores de señal, procesadores de señal y generadores de control. Según la forma en la que los módulos estén conectados, la función de estos puede variar.

- Generadores de señal: son módulos destinados a producir una primera versión de la señal de audio, entre ellos se encuentran los VCO (oscilador controlado por voltaje) y los NG (generador de ruido).
- Procesadores de señal: son módulos destinados a modificar la señal de audio, VCF (filtro controlado por voltaje) y VCA (amplificador controlado por voltaje).
- Generadores de control: generan señales que no están destinadas a ser ‘escuchadas’ por sí mismas, no son señales de audio, sino a automatizar modificaciones de otros

módulos/parámetros del sintetizador, es decir, controlan con su voltaje a los VCO, VCF y VCA. Entre ellos se destacan los EG (generador de envolvente) y LFO (oscilador de baja frecuencia). Estos son activados mediante señales de disparo que provienen generalmente de teclados, secuenciadores, botones o *switches*.

3.2.3. Módulos del sintetizador sustractivo

A continuación nombraremos los distintos módulos básicos que podemos encontrar en la mayoría de los sintetizadores analógicos, describiendo cuáles son sus comandos, características y funciones.

3.2.3.1. VCO (*oscilador controlado por voltaje*)

Es el generador principal de sonido y se ocupa de dos parámetros básicos: la forma de onda inicial y la frecuencia. Proporciona una señal que repite constantemente una determinada forma de onda, y por tanto es la base para conseguir sonidos de carácter ‘tonal’ o ‘afinado’, en los que periódicamente se repite un mismo ciclo de señal. Generalmente cuentan con un selector que permite elegir entre cuatro o cinco formas de ondas de fácil generación por medios electrónicos: senoidal, triangular, cuadrada y diente de sierra. A continuación se grafican las diferentes formas de onda producidas por un oscilador junto a su espectro armónico.

Triangular: casi toda su energía está concentrada en el primer armónico (fundamental), es por esta razón que a menudo se utiliza como sustituto de la onda senoidal (es dificultoso generar una onda senoidal pura en un sistema analógico). Sólo contiene energía en armónicos impares y con una amplitud que decrece cuadráticamente en el orden armónicos.

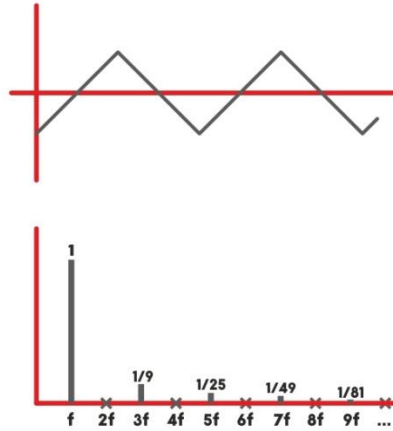


Gráfico 2: representación espectral de onda triangular

Cuadrada: al igual que la onda triangular, la onda cuadrada carece de energía en armónicos pares. La diferencia entre estas dos radica en la amplitud o intensidad de cada armónico. Como podemos observar en el gráfico el decrecimiento de la amplitud es lineal.

Es común que los sintetizadores cuentan con la opción de modificar la onda cuadrada haciendo uso del parámetro “Pulse width” (ancho de pulso). Mediante esta función se le agregan armónicos pares, que no están presentes originalmente en una onda cuadrada, transformándola en distintos tipos de ondas rectangulares o de pulso.

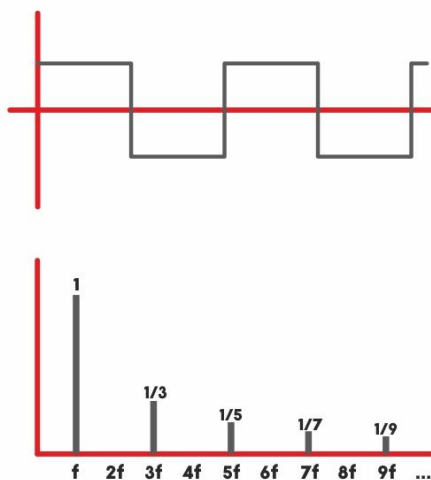


Gráfico 3: representación espectral de onda cuadrada

Diente de sierra: contiene armónicos pares e impares con una amplitud decreciente linealmente.

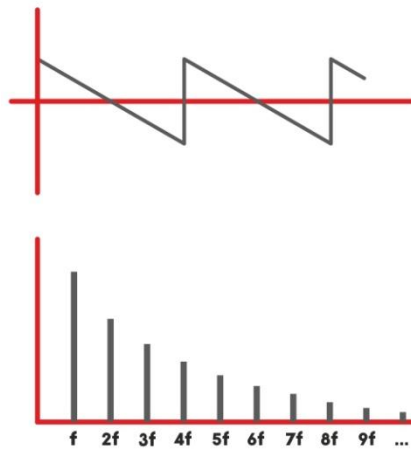


Gráfico 4: representación espectral de onda diente de sierra

La frecuencia del oscilador puede ser controlada de dos formas: manual (utilizando potenciómetros, selectores, botones, etc.), y a través del control por voltaje (teclado, VCF, EG).

Control manual de la frecuencia:

- **Octavador:** divide el rango de frecuencias del oscilador en pasos de octava.
- **Frecuencia gruesa:** es un control que maneja la frecuencia en un rango amplio variable según el instrumento. Este control generalmente está cuantizado en pasos de semitono.
- **Frecuencia fina:** se conoce también como "desafinación" ("*detune*"). Permite controlar la frecuencia en un rango más pequeño y preciso que el semitono.

Control por voltaje de la frecuencia:

Todos los sintetizadores permiten el control de la frecuencia de sus osciladores mediante el voltaje de otras partes del sintetizador. El caso más frecuente es el control del oscilador mediante el voltaje del teclado.

El control por voltaje de los osciladores se puede realizar desde varios módulos: LFO, EG, sample & hold, generador de ruido, rueda de "pitch", etc.

3.2.3.2. Noise generator (generador de ruido)

Se utiliza para la creación de una onda aperiódica con gran cantidad de componentes que pueden servir como fuente de audio o de modulación. En cuanto a su espectro, no existe una serie armónica, ni una concentración de energía sobre determinados parciales. Generalmente los sintetizadores permiten elegir entre dos tipos de ruidos:

- Ruido blanco: cuando un sonido tiene todas las frecuencias al máximo de intensidad.
- Ruido rosa: cuando hay una pendiente de disminución en forma constante hacia los tonos agudos. Haciendo uso de un filtro pasa bajos para filtrar ruido blanco, se puede obtener ruido rosa o de baja frecuencia.

El generador de ruido es utilizado también como modulador para la frecuencia de los osciladores, el filtro o el ancho de pulso.

3.2.3.3. Mixer (mezclador)

Es un modulo que se encuentra en aquellos sintetizadores con más de un generador de sonido que pueda ser filtrado. El mezclador (*mixer*) controla la amplitud de entrada de diferentes señales en el filtro funcionando como un simple mezclador de audio.

3.2.3.4. VCF (filtro controlado por voltaje)

Es el modulo que le da nombre a este tipo de síntesis. Su función consiste en destacar o atenuar ciertas frecuencias de sonidos con un contenido armónico complejo. Al filtro pueden confluír las señales provenientes de los osciladores y el generador de ruido. A pesar de que el filtro pasa bajo (LPF, *low pass filter*) es el más utilizado, existen otros como el pasa alto (HPF, *high pass filter*), pasa banda (BPF, *band pass filter*), de eliminación de banda (BRF, *band reject filter*), y otros menos comunes como los filtros de formante (*formant filter*), de pico (*peak*), en peine (*comb*), etc.

El filtro cuenta con dos parámetros básicos, la frecuencia de corte (*cutoff*) y la resonancia (dependiendo la marca del sintetizador puede llamarse: *resonance*, *Q*, *emphasis*, *peak*, *response*).

- Frecuencia de corte (*Cutoff frequency*): es la frecuencia a partir de la cual el filtro comienza a actuar. La acción de filtrado comienza un poco antes de la frecuencia de corte, pero se ha tomado la referencia de -3 dB para definir el punto denominado ‘frecuencia de corte’ en toda la teoría y práctica sobre filtros. Por debajo de la frecuencia de corte los componentes espectrales no son afectados, esta zona es denominada “banda de paso”.

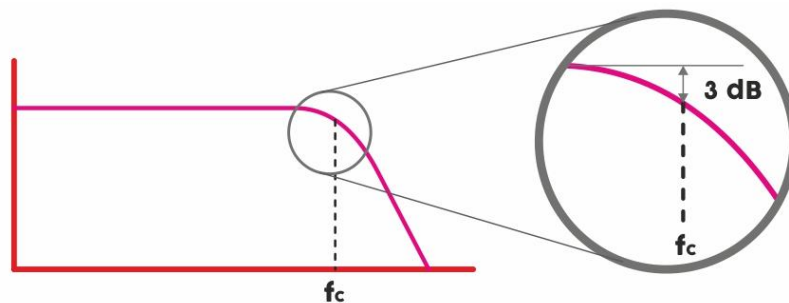


Gráfico 5: frecuencia de corte

- Resonancia: el ajuste de este parámetro permite enfatizar las señales próximas a la frecuencia de corte. Según el tipo de resonancia, este énfasis se produce disminuyendo la amplitud de los armónicos que no se encuentren entre el punto de corte y la pendiente o aumentándole la

amplitud a los armónicos cercanos a la frecuencia de corte. En la mayoría de los sintetizadores analógicos, al llevar la resonancia a un nivel alto de amplitud el filtro entra en realimentación produciendo una forma de onda senoidal, cuya frecuencia está controlada por la frecuencia de corte. Este fenómeno es llamado “auto-oscilación” del filtro.

Tipos de filtros

- LPF (filtro pasa bajos): filtra las frecuencias que se encuentren por encima de la frecuencia de corte. Es el tipo de filtro más común y se encuentran en todos los sintetizadores sustractivos.

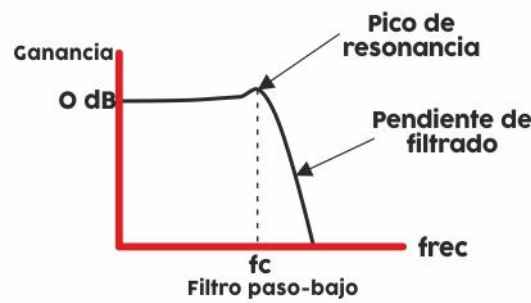


Gráfico 6: representación de filtro paso bajos

- HPF (filtro pasa altos): recortan los armónicos que se encuentran por debajo de la frecuencia de corte.

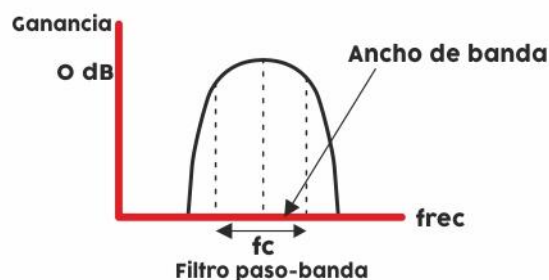


Gráfico 7: representación de filtro pasa altos

- BPF (filtro pasa banda): deja pasar solo los armónicos que se encuentran en una banda determinada por la frecuencia central.

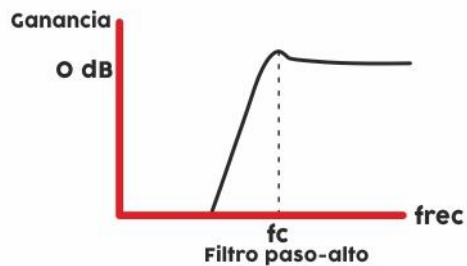


Gráfico 8: representación de filtro pasa banda

- *NOTCH* (filtro de rechazo de banda): rechaza las amplitudes próximas a la frecuencia central en ambos lados del espectro.

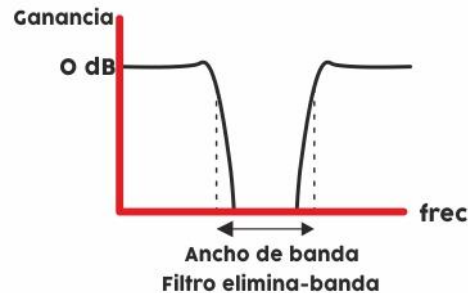


Gráfico 9: representación de filtro de rechazo de banda

Cuando un filtro es controlado por voltaje (VCF) permite que su frecuencia de corte sea modificada por cualquier salida de tensión, por ejemplo: una envolvente (EG), un teclado o un LFO.

3.2.3.5. *ACV (amplificador controlado por voltaje)*

Es el último paso de la cadena principal de audio de todo sintetizador. Recibe generalmente como entrada de audio la señal del filtro. Se lo asocia siempre a algún tipo de generador de envolventes con cuyo voltaje el amplificador determina su curva de amplitud. Además del control de voltaje por medio de una envolvente, la amplitud puede ser modulada por un LFO.

3.2.3.6. *EG (generador de envolvente)*

Es un generador programable que permite unir diferentes puntos de voltaje controlando los tiempos entre un punto y otro, de esta manera se puede trazar el desarrollo del sonido en el tiempo. Los primeros sintetizadores analógicos impusieron un tipo de envolvente de cuatro pasos (ADSR: attack, decay, sustain, release) pero a pesar de este estándar, hay muchos tipos de envolventes que permiten diferentes posibilidades de articulación. Las envolventes son normalmente disparadas por una señal proveniente de un teclado, un secuenciador o un LFO.

ADSR:

- **A** (tiempo de ataque): es el tiempo que tarda el sonido en ir de voltaje 0 a voltaje máximo.
- **D** (tiempo de decaimiento): es el tiempo que tarda la envolvente en unir el punto máximo con el nivel de sostenido.
- **S** (nivel de sostenimiento): nivel en el que se mantiene la envolvente mientras dura la señal de disparo (o se mantiene la tecla apretada) después que se haya superado la etapa de ataque (A) y la de decaimiento (D).
- **R** (tiempo de relajación o etapa de liberación): es el tiempo que tarda en unirse el nivel de voltaje en que se encuentra la envolvente con el nivel 0. Normalmente este paso viene después que la envolvente alcanzó el nivel de sostenimiento (S).

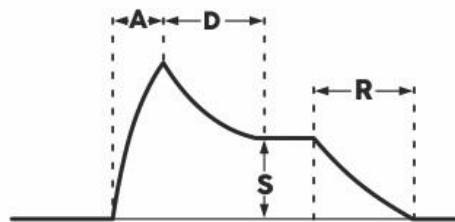


Gráfico 10: representación de envolvente

Mediante distintas formas de control se puede variar el tiempo o velocidad y el nivel en algunas envolventes. Cuando se trata de envolventes que actuarán sobre filtros, altura de la nota o ancho de pulso de la onda hay un control, generalmente en el modulo de VCF o VCO, de amplitud de modulación de la envolvente. Este comando permite controlar la amplitud general de la envolvente y puede variar en forma manual o mediante modulación a partir de controlar la amplitud de la envolvente con diferentes niveles de velocidad de ejecución de la tecla.

3.2.3.7. LFO (oscilador de baja frecuencia)

Es un oscilador dedicado a producir bajas frecuencias (0,3 a 50 Hz) destinadas para modulación y control. Su función principal es la de variar la frecuencia del oscilador (para vibratos, sirenas o trinos), su ancho de pulso (para imitaciones de *phasers* o batimentos suaves), la frecuencia de corte del filtro (para barridos lentos o simulaciones de *wha-wha*) o al amplificador (para trémolos). Otros destinos posibles de la modulación del LFO pueden ser los tiempos de una envolvente, el nivel de resonancia, la amplitud de entrada de un oscilador o a un filtro, el ancho de banda de un filtro, la coloratura de un generador de ruidos, etc. Por otra parte, un LFO puede modular a otro LFO en amplitud, frecuencia o forma de onda. Muchos LFO's tienen rangos de frecuencia más amplios (entre 0,01 y 100 Hz o más), lo cual permite desde modulaciones extremadamente lentas hasta modulaciones en frecuencia de audio de gran utilidad para la creación de sonidos inarmónicos, de FM o de AM.

Los parámetros programables de un LFO son, normalmente, su frecuencia o velocidad y su forma de onda (senoidal, triangular, diente de sierra, cuadrada o ancho de pulso).

3.2.3.8. Sample & hold

Es un modulo que permite crear patrones semi – aleatorios al tomar muestras de un voltaje de entrada de un determinado periodo y mantener ese voltaje hasta la próxima muestra.

3.2.3.9. Ring modulator (modulación de anillo)

Es un multiplicador de voltaje de dos entradas. Su función es crear una tercera señal a partir de la suma y la resta de las frecuencias presentes en las dos señales de entrada. Por ejemplo, si la entrada A es alimentada con un sonido sinusoidal de 300 Hz, y la entrada B con uno de 220 Hz, vamos a escuchar el sonido adicional $300 + 220 = 520$ Hz y el tono diferencial $300 - 220 = 80$ Hz. Estos sonidos se denominan de primer orden. También resultarían otros sonidos de segundo orden, que son la suma y la diferencia de uno de los generadores y uno de los sonidos de primer orden, y así sucesivamente. Por sus características, potencia en la resultante cualquier diferencia de frecuencia que pueda haber en las ondas de entrada, permitiendo la creación de timbres de espectros inarmónicos.

3.3. Música electrónica en tiempo real: problemática en la notación musical para sintetizadores

Desde sus inicios, la interpretación ha sido la pieza clave para que exista la música. No obstante, a partir de la implementación de los medios electroacústicos, ese lugar determinante de la instancia interpretativa dejó de ser indispensable y tanto el campo de acción de la interpretación, como sus posibilidades de ser abordado se han expandido. (Anache, 2013, p.4)

Debido a los rudimentos propios de los primeros instrumentos electrónicos de comienzo de los 50`s, los cuales por sus grandes dimensiones hacían imposible su traslado, los compositores se vieron obligados a componer en estudios electrónicos y registrar sus obras en cinta, para luego ser reproducidas en los conciertos a través de altavoces. El compositor Herbert Eimert en el año 1957 daba testimonio de las limitaciones de estos instrumentos para su ejecución en directo:

La música electrónica existe solo en cinta (o en disco) y solo puede ser transformada en sonido a través de un sistema de parlantes. El hecho de que la música electrónica no puede ser ejecutada mediante instrumentos, se debe a que la cantidad de elementos sonoros individuales es tan grande que cualquier intento de encontrar medios de realización instrumental está condenado al fracaso. (Anache, 2013, p.7)

Esto llevó, por un lado, a que los compositores electroacústicos adopten esta nueva modalidad de concierto sin intérprete como una ruptura frente a los tradicionales conciertos de música acústica.

He aquí un error de concepto muy común: la idea de que uno puede hacer música electrónica de manera tradicional. Por supuesto que uno 'puede', aunque de este modo los conciertos de instrumentos electrónicos siempre permanecerán como un sustituto sintético. El hecho de que prácticamente no se haya escrito música que pueda ser considerada seriamente para conciertos de instrumentos electrónicos, se debe precisamente al hecho de que tanto su uso con solistas o ensambles no logra trascender las viejas concepciones de la performance. Nuevas formas de generar sonido determinan nuevas ideas compositivas, estas solo deben ser derivadas del sonido en sí mismo [...] (Eimert, 1957) (Anache, 2013, p.7)

Por otro lado, tal como señala R. Morgan (1994), a pesar del entusiasmo por parte de los compositores serialistas al tener un control total sobre la materia sonora y poder registrar sus obras para ser reproducidas de manera inmutable, el hecho de que en los conciertos de música electroacústica se haya prescindido del elemento performativo del intérprete causó la desmotivación del público, el cual acusaba la pérdida de espontaneidad de esta música.

Como consecuencia de no poder realizar conciertos de música electrónica ejecutada en tiempo real, fueron pocos los compositores que se abocaron de manera exclusiva a esta música. La gran mayoría optaron por articular ambos campos con medios mixtos, tanto con instrumentos acústicos como electroacústicos (procesos en tiempo real) o simplemente para acústicos y electrónica en soporte fijo.

Aún así, en el periodo inicial de la música electrónica, hubo algunos casos aislados en los que se experimentó con diversas alternativas que permitían diferentes grados de control del material sonoro en tiempo real. La obra "Fontana Mix" (1958) de John Cage es un claro ejemplo de aquellos primeros intentos de concierto de música electrónica performativa, donde los intérpretes intervenían directamente sobre cuatro cintas reproducidas en cuatro máquinas simultáneamente. De esta manera, podían alterar

libremente la velocidad de reproducción, el volumen y los controles de tono, así como apagar y prender las maquinas entre cada evento sonoro.

Las limitaciones propias de la tecnología de la época solo permitían realizar trabajos menores en tiempo real. En la actualidad, dichas limitaciones se han visto superadas ampliamente por el desarrollo tecnológico de las últimas décadas, pero a pesar de esto, parece haberse perdido algo del grado de incidencia del intérprete en el resultado final de la música. Creemos que una de las causas principales de esta aparente desunión entre el intérprete y la música electrónica, es la carencia de un sistema de notación musical específico para sintetizadores que posibilite una interacción óptima con el músico ejecutante y el instrumento.

En el texto “Problems of electronic music notation” escrito por los compositores Herbert Eimert, Fritz Enkel y Karlheinz Stockhausen en el año 1954, se propone una notación técnico-acústica con el fin de dejar asentado las instrucciones de trabajo para la realización electrónica de la composición, este tipo de escritura analógica es el primer antecedente o aproximación a una partitura de música electrónica.

“Los símbolos musicales convencionales no pueden utilizarse para escribir música electrónica. La multiplicidad de elementos de conformación electrónica va mucho más allá de los gráficos de representación de nuestra notación.”

“Esto no puede lograrse mediante una extensión de la notación tradicional, que supone, como mucho, la notación de la música en cuartos o sextos de tono.” (Eimert, 1956, p.2)

Por lo tanto, la notación técnico-acústica que proponen dichos compositores se representa mediante un gráfico que emplea las coordenadas de frecuencia, ganancia y tiempo.

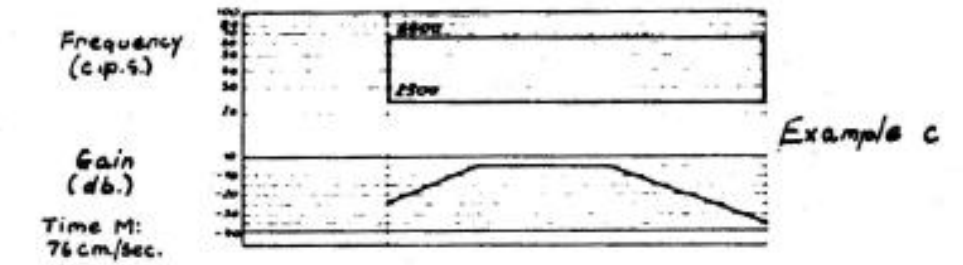
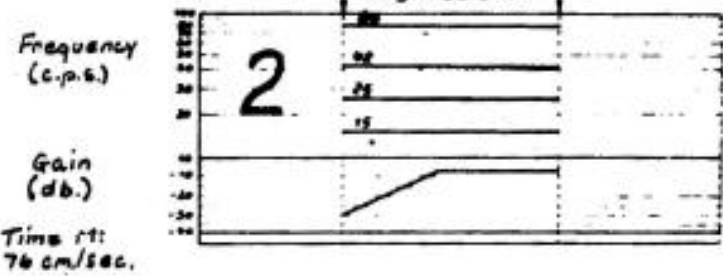
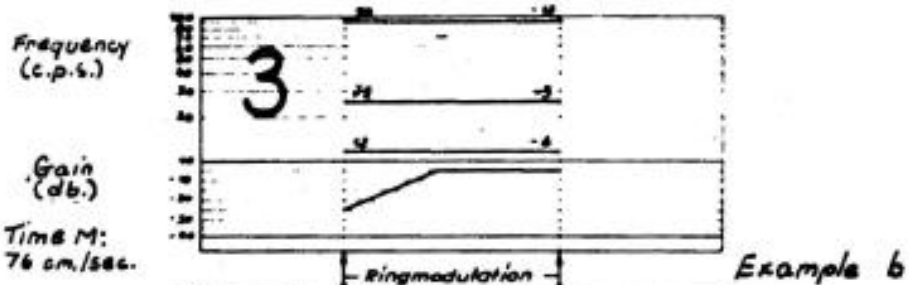
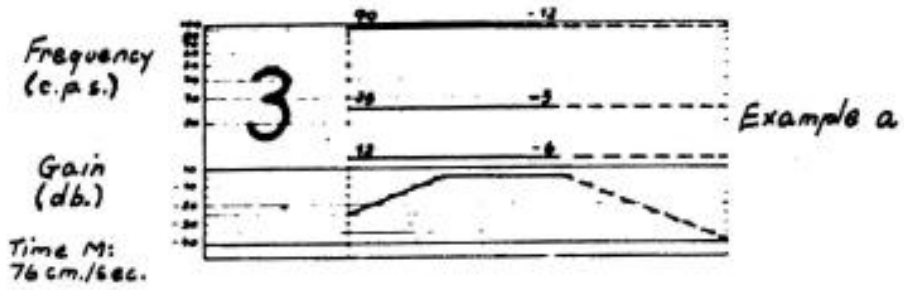


Gráfico 11: instrucciones de trabajo para la realización electroacústica de procesos sonoros.

De acuerdo a estos esquemas los procesos acústicos se caracterizan de la siguiente manera³:

1. *Distribución de parciales (ejemplo a):*

Altura y duración se trazan en el plano frecuencia-tiempo, la cantidad exacta de la frecuencia y la ganancia se escribirá por encima de la línea que representa el parcial. Para que toda la gama auditiva pueda ser cubierta por una sola escala, la gama de frecuencias involucrada en cada caso es indicada por un factor puesto delante. El carácter dinámico del evento sonoro se obtiene del diagrama de ganancia. Como se ve en el ejemplo, las condiciones de desvanecimiento son representadas por una línea discontinua que cae. Por razones que surgen directamente del método de producción, el eje de tiempo se gradúa directamente en longitudes de cinta magnética (referido a una velocidad de cinta de 66,2 cm / seg).

2. *Modulación (ejemplo b):*

Si dos sonidos son modulados uno por el otro, la distribución de los parciales que componen los sonidos originales se establece de acuerdo con la instrucción del ejemplo A; Esto se hace en dos sistemas dispuestos uno encima del otro. El tipo de modulación a emplear (por ejemplo, modulador de anillo) se indica por escrito entre los dos sistemas.

3. *Recorte de banda de frecuencia (ejemplo c):*

Si se requiere una banda de color de ruido de un ancho dado, ésta puede representarse por dos líneas de frecuencia unidas al principio y al final y que

³ Traducción/interpretación del autor.

muestran los límites de banda. La característica dinámica, como de costumbre, se indica en el plano de ganancia.

4. *Expansión y compresión de la banda de frecuencia (ejemplo c):*

La distribución parcial del sonido a comprimir o expandir se introduce de la forma habitual y el valor de expansión o compresión se indica en la escala de tiempo. Por ejemplo, el número 3 indica una expansión triple de los sonidos originales mientras que $\frac{1}{4}$ significaría la compresión a una cuarta parte del sonido original.

Esta forma de graficar los sonidos y ruidos producidos electrónicamente, representa solo una instrucción de trabajo destinada a facilitar la producción de estos procesos sonoros, no así como partitura para ser interpretada en tiempo real. Es oportuno recordar que los compositores de principio de los 50` solo contaban con un número acotado de generadores de ondas simples sinusoidales, lo que les permitía graficar de manera más o menos precisa cada proceso que realizaban.

Al analizar obras de compositores contemporáneos, observamos que la escritura para instrumentos electrónicos no ha llegado a sistematizarse. Cada compositor opta por una notación que se ajuste a sus necesidades expresivas, especificando en mayor o menor grado los aspectos técnicos del instrumento: modelo de sintetizador, configuración de patches⁴, transformaciones del sonido en tiempo real, etc.

Jonathan Harvey en su obra “Madonna of Winter and Spring” (1986), compuesta para orquesta, sintetizadores y electrónica, hace uso de 3 sintetizadores con características muy peculiares. El sintetista 1 cuenta con un sintetizador Yamaha DX I conectado vía MIDI a un módulo Yamaha TX816 FM Tone Generator System, ambos sintetizadores FM. El sintetista 2 ejecuta un sintetizador E-Mu modelo Emulator II, la característica principal de este equipo es que se trata de un *sampler* que cuenta con filtros analógicos, es un potente

⁴ **Patches:** patch o "Parche", generalmente hace referencia a los sonidos que se pueden obtener en un sintetizador, este nombre se deriva de que estos sonidos están conformados en la mayoría de los casos por formas de onda individuales q se pueden combinar.

sintetizador digital con avanzadas prestaciones para la época. En las indicaciones previas a la partitura, el compositor deja claras instrucciones de cómo deben realizarse las conexiones entre los sintetizadores, además de especificar que cartuchos o disquetes (dependiendo el sintetizador) con sonidos pre-configurados se utilizarán a lo largo de la obra.

Synthesizers

The Yamaha DX1 and TX816 must be mounted so that one player can operate them.

Foot control pedals must be connected to the Volume and Modulation inputs, and a sustain pedal to the Sustain input.

Output to the mixer must be via output P from the DX1, and the 8 outputs of the TX816 must be fed to a mixer reducing them to mono.

Connect DX1 MIDI OUT to TX816 MIDI IN.
" " MIDI IN to " MIDI OUT.

Connect TX816 MIDI THRU to EII MIDI IN,
(or leave this connection ready for bars 228 - 242).

The Emulator II should have a Foot control pedal connected to the 'A/D INPUT' and a sustain pedal connected to the 'FOOT SWITCH'.

Gráfico 12: conexiones entre sintetizadores

Cartridges and Floppy Disks

The DX1 needs the standard (1985) DX1 VOICE ROM A and VOICE ROM B cartridges (available from Yamaha) plus the 'HARVEY' cartridge (available from Faber Music).

The EII needs 3 disks (available from Faber Music):

- DISK 1 (contents PD1 METAL PRESET
PD2 FFHP PRESET
PD3 PERC PRESET
PD4 HISSN PRESET)

- DISK 2 (contents PD1 (ella Vln [+ filter control])
PD2 CHORDPRESET)

- DISK 3 (contents PD1 BELL PRESET
[+ filter control])

Make sure the TX816 setting 18 module 4 has been attenuated to 4 (it is at 7 normally).

Set the TX816 to 2 ready for its first entry, the DX1 to PERFORMANCE MEMORY 7-4 and the EII with Disk 1 at PD1 with Disk 2 inserted.

Gráfico 13: cartuchos y disquetes - configuraciones de los sonidos

Además de utilizar sintetizadores, Harvey selecciona siete instrumentos acústicos de la orquesta para ser amplificados: piano, arpa, vibráfono, clarinete, corno inglés, corno y trompeta. Algunos de estos son procesados mediante modulación de anillo y todos son amplificados cuadrafónicamente respetando el siguiente esquema.

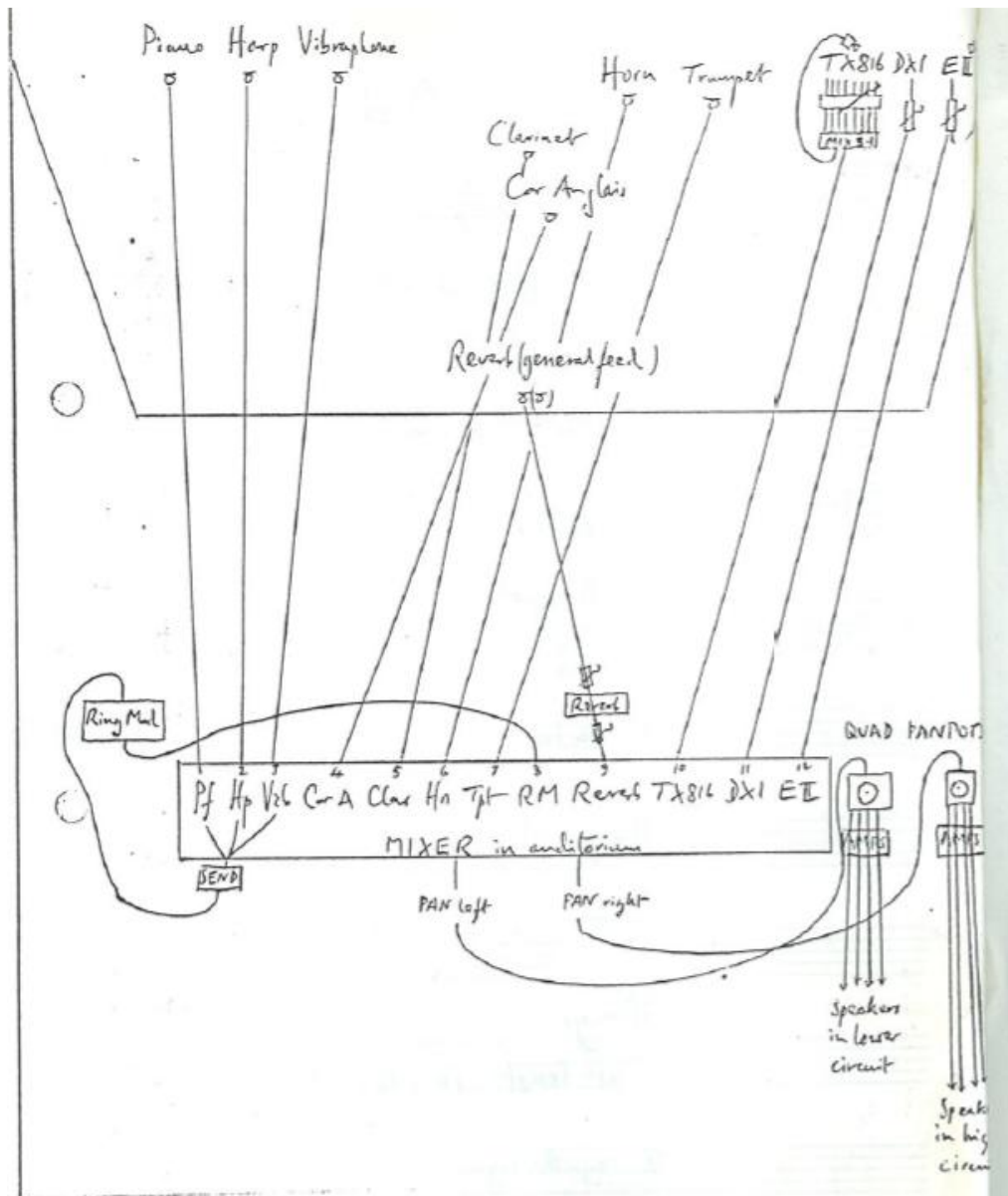


Gráfico 14: esquema de conexiones - procesos y amplificación

Por último, la notación empleada por el compositor para los sintetizadores es una adaptación de la escritura tradicional pianística de dos pentagramas, con el añadido de símbolos e indicaciones que permiten al intérprete dar cuenta sobre que comandos del panel frontal deberá actuar.

3/4
 Synth 1
 Pitch Bend central → highest → lowest
 Synth 2
 (non staccato)
 ff
 LOCATION: Synth 2 front center low
 Synth 1 PAN across high front each gesture

Gráfico 15: primeros compases de “Madonna of Winter and Spring”

Otro ejemplo de obras en las que se utilizan sintetizadores en tiempo real es “Professor Bad Tripp, Lesson III” (2000) del compositor italiano Fausto Romitelli. A diferencia de Jonathan Harvey, Romitelli no proporciona ningún tipo de información técnica en cuanto al modelo de sintetizador, composición de los sonidos o cualquier otro tipo de acción que deba realizar el intérprete. Teniendo en cuenta el tipo de escritura pianística empleado, la utilización del “pitch bend”⁵ y la gran cantidad de voces que componen sus acordes, podemos deducir que se trata de un sintetizador digital con teclado.

ORGANICO

Flauto (anche Flauto basso e Guitar Pitch Pipe)
 Clarinetto in Si b (anche Clarinetto basso e Armonica)
 Tromba in Do (anche Armonica)

Chitarra elettrica
 Basso elettrico

Tastiera/Pianoforte (anche Kazoo)
 Percussione

Violino
 Viola
 Violoncello

Gráfico 16: orgánico del ensamble utilizado para “Professor Bad Trip, Lesson III”

⁵ **Pitch Bend:** es un control con forma de rueda que permite variar la afinación de la nota de manera ascendente o descendente, generalmente se encuentra a la izquierda del teclado del sintetizador.

The image shows a musical score for 'Professor Bad Trip, Lesson III'. It features two staves: 'Tast. Pf.' (Piano) and 'Synth'. The piano part has handwritten notes: 'intonazione crescente 1 di 4 tono' and '4'. The synth part has handwritten notes: 'Synth', 'Tast.', 'p^a ---> sempre', 'cresc.', 'eff', and 'subito'. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings.

Gráfico 17: primera intervención del sintetizador en “Professor Bad Trip, Lesson III”

En la versión “*highlights*” de la ópera “Einstein on th Beach” (2007) del compositor norteamericano Philipp Glass, se utilizan dos sintetizadores. Al igual que Romitelli, Glass no especifica que sintetizadores ni sonidos deben emplearse, dando la responsabilidad al intérprete en tomar dichas decisiones, las cuales sin lugar a duda definirán el resultado sonoro de la composición. Como podemos observar en la partitura, la escritura empleada es idéntica a la de cualquier instrumento de teclado.

The image shows a musical score for 'train' from 'Einstein on the Beach'. It features two staves labeled 'SINTETIZZATORE 1' and 'SINTETIZZATORE 2'. Each staff has a treble and bass clef. The score includes musical notations such as notes, rests, and dynamic markings. There are annotations 'x 16' and 'x 4' above the staves, indicating repetition or duration.

Gráfico 18: comienzo de la segunda sección: “train”. “Einstein on the Beach”

Damos cuenta que en todos los casos expuestos, donde se utilizan sintetizadores en tiempo real, los compositores optaron por el uso de la escritura tradicional pianística con mayor o menor grado de expansión en cuanto a nuevos símbolos e indicaciones de controles. No hemos encontrado ejemplos de partituras en las que se haga uso de sintetizadores con otros dispositivos de control que no sean teclados.

4. Aplicación del marco teórico

Para llevar a cabo la aplicación de los ejes expuestos en el marco teórico a nuestra música, partimos de la autoetnografía como estrategia de investigación y metodología de trabajo. Tomando como referencia las distintas clasificaciones de autoetnografía realizadas por el musicólogo mexicano Rúben López Cano⁶, damos cuenta de que en nuestro trabajo hemos hecho uso de la “autoetnografía analítica”, la cual se caracteriza por reflexionar y crear conocimientos a partir de las acciones realizadas. Es así que durante la etapa de recolección de datos, se llevaron a cabo entre cuatro y cinco reuniones individuales con cada instrumentista. Cada encuentro proporcionó datos del tipo técnico-acústico que luego fueron empleados y no, en el proceso compositivo. En cada reunión se priorizó la búsqueda de sonoridades homólogas a las generadas sintéticamente, micro-operaciones de filtrado en cada instrumento y transiciones espectrales logradas a partir de diferentes técnicas de ejecución, a través de la experimentación instrumental. Estos encuentros fueron registrados en audio y video permitiéndonos tener acceso a dicha información y usarla como referencia durante el proceso de composición. Por otra parte, fue fundamental para nuestra investigación el haber contado con la ayuda del músico Ernesto Romeo, máximo exponente en lo que respecta al estudio de síntesis de sonido y manejo de instrumentos electrónicos en Argentina, con quien tuvimos la posibilidad de tomar clases y quien nos facilitó gran parte de la bibliografía empleada en este trabajo.

Como resultado de este proceso de investigación, a continuación se exponen los diferentes recursos y técnicas compositivas utilizadas en nuestra música respetando el orden de los tres ejes principales:

1. Espectralismo.
2. Síntesis sustractiva: conceptos y operatividades de los sintetizadores analógicos factibles de trasladar a la composición.
3. Notación musical para sintetizadores.

⁶ López Cano, R., (2014), Investigación Artística en Música. Problemas, métodos, experiencias y modelos. Barcelona, España: Editorial Esmuc.

4.1. Espectralismo

En nuestro interés por componer una obra para instrumentos electrónicos y acústicos en la que prime el timbre sobre otros aspectos musicales, hemos encontrado en el espectralismo recursos y técnicas compositivas afines a dicha búsqueda.

Nuestra obra se compone por un gran número de eventos que transitan y evolucionan de un espectro a otro de manera continua. Cada momento hace hincapié en un tipo diferente de tratamiento espectral, donde la complejización y sustracción de elementos en el total sonoro es una constante. Teniendo en cuenta la clasificación propia de la acústica para los espectros sonoros: armónico, inarmónico y ruido⁷; podemos definir, a grandes rasgos, la forma total de la pieza en cuatro grandes secciones: sección inarmónica, sección ruido, sección inarmónica con componentes de ruido y por último, sección inarmónica que transita a tónico (las diferentes secciones se analizarán en profundidad en el análisis de la obra propiamente dicho).

A pesar de que no es parte de nuestros objetivos re-sintetizar sonido analizados previamente, tal como lo haría un compositor espectralista, hemos tomado como herramienta el análisis espectral por software aplicándolo a determinados eventos sintetizados electrónicamente. La finalidad en la utilización de este tipo de análisis, es obtener una aproximación de los parciales armónicos que componen dichos eventos y así poder realizar una orquestación más acertada en cuanto al uso de alturas y semejanzas espectrales con los instrumentos acústicos.

A partir de las grabaciones de cada instrumento acústico, realizamos los análisis espectrales correspondientes para así visualizar las diferencias tanto en el número de armónicos como en los valores de amplitud de los mismos. Como podemos observar en los

⁷ **Espectro armónico:** sus valores de frecuencias se encuentran en relación de múltiplos enteros respecto a la frecuencia fundamental. (sonidos de tipo periódico)

Espectro inarmónico: no se encuentran en relación de números enteros respecto a la frecuencia fundamental. (sonidos de tipo aperiódico)

Espectro ruido: sus parámetros no se reiteran a lo largo del tiempo en forma periódica, poseen un gran número de componentes de frecuencias y amplitudes variables.

siguientes gráficos, el clarinete es el único de estos instrumentos que cuenta con un espectro armónico compuesto por parciales impares, asemejándose al contenido espectral de una onda cuadrada. En la flauta (gráfico 19) los armónicos 1, 2 y 4, pertenecientes a la fundamental su octava y doble octava, son predominantes en relación a las frecuencias superiores, dando como resultado un sonido más puro en comparación al resto de los instrumentos. A pesar de que el contenido espectral del fagot y bombardino se conforman de parciales pares e impares, difieren en los valores de amplitud de cada frecuencia. Es así que en el espectro del fagot (gráfico 21) predomina el cuarto armónico, correspondiente a la segunda octava de la frecuencia fundamental, mientras que en el bombardino (gráfico 22) el tercer armónico (SOL #) tiene mayor presencia que el resto. Por último, el contenido armónico de los instrumentos de cuerdas frotadas (grafico 23 y 24), está compuesto por parciales pares e impares que decrecen en amplitud de manera gradual aproximándose al espectro de una onda diente de sierra.

De este modo, damos cuenta que cada instrumento está conformado por un espectro complejo en sí mismo y cualquier intento de re-sintetizar a través de síntesis instrumental u orquestal algún sonido puntual, dará como resultado un nuevo sonido complejo totalmente diferente al modelo.

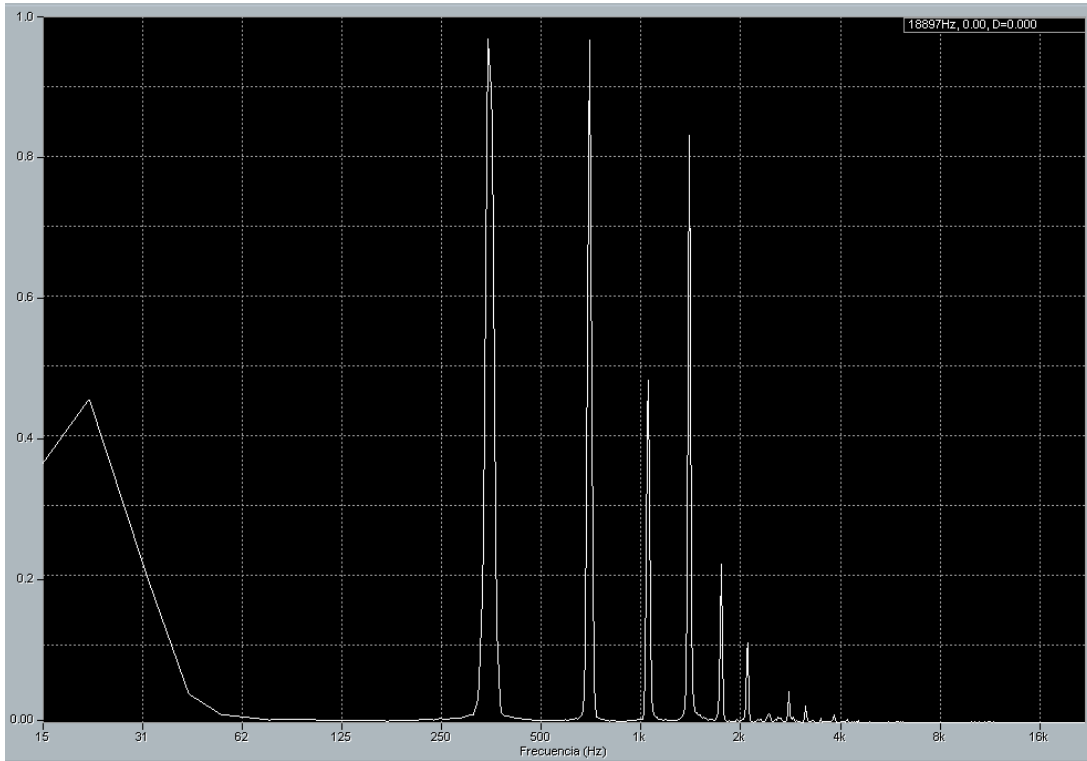


Gráfico 19: flauta FA 4

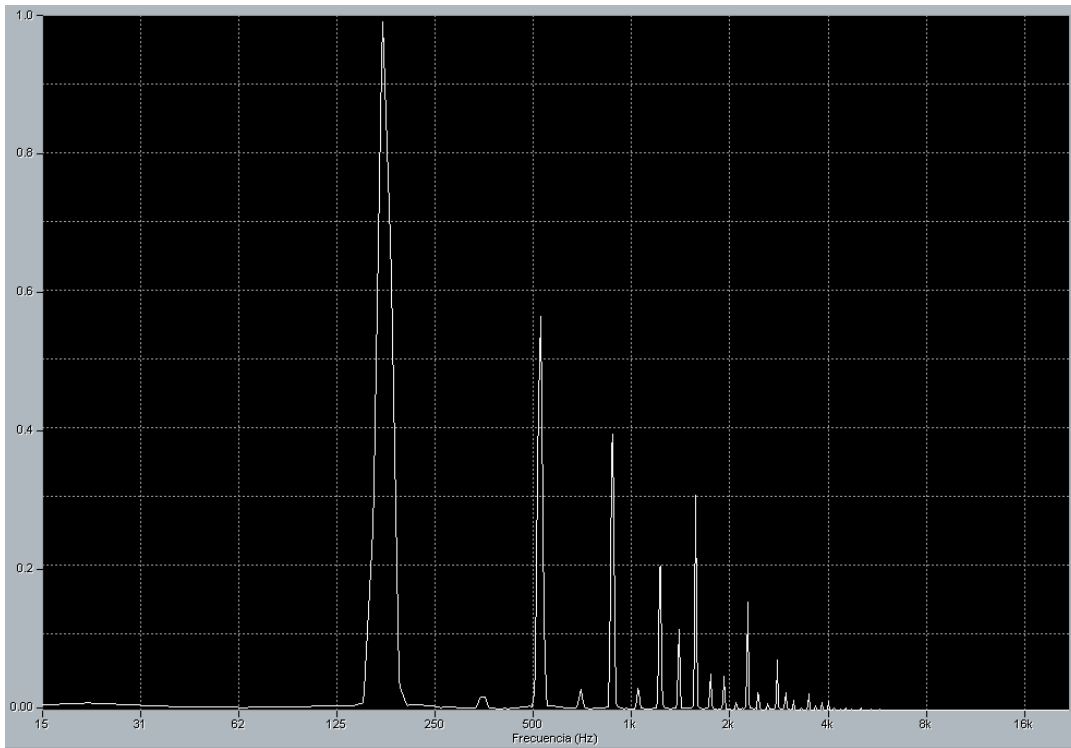


Gráfico 20: clarinete FA 3

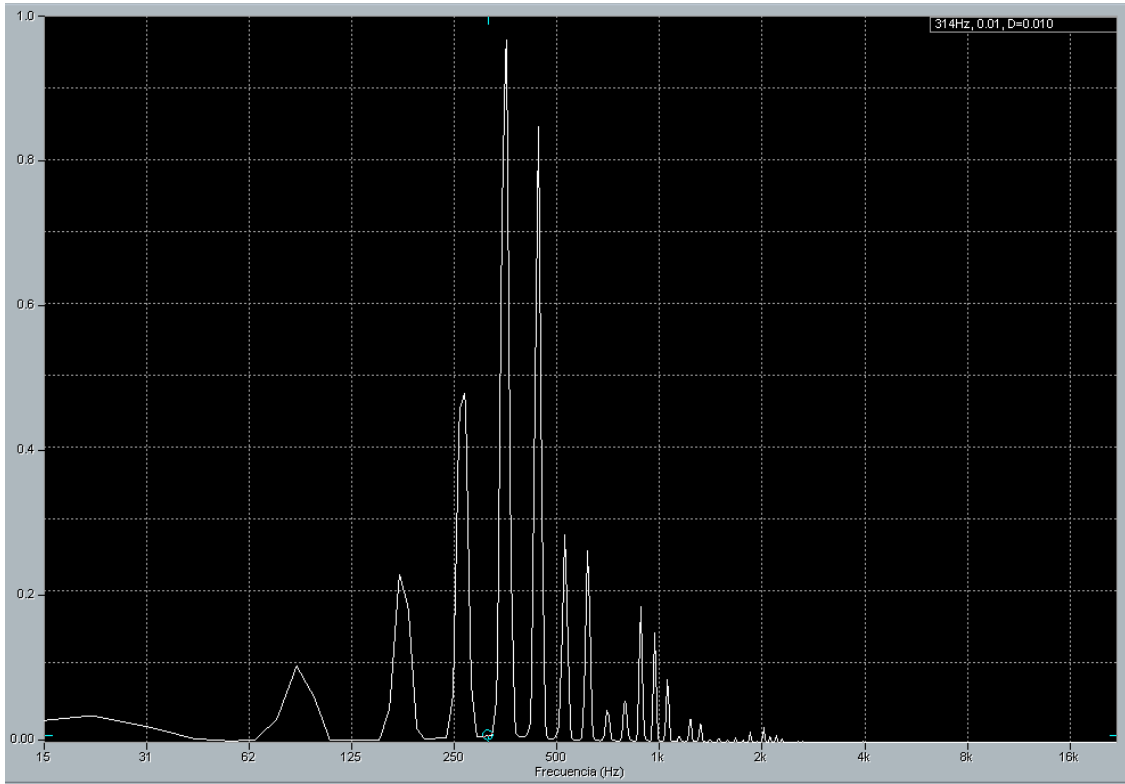


Gráfico 21: fagot FA 2

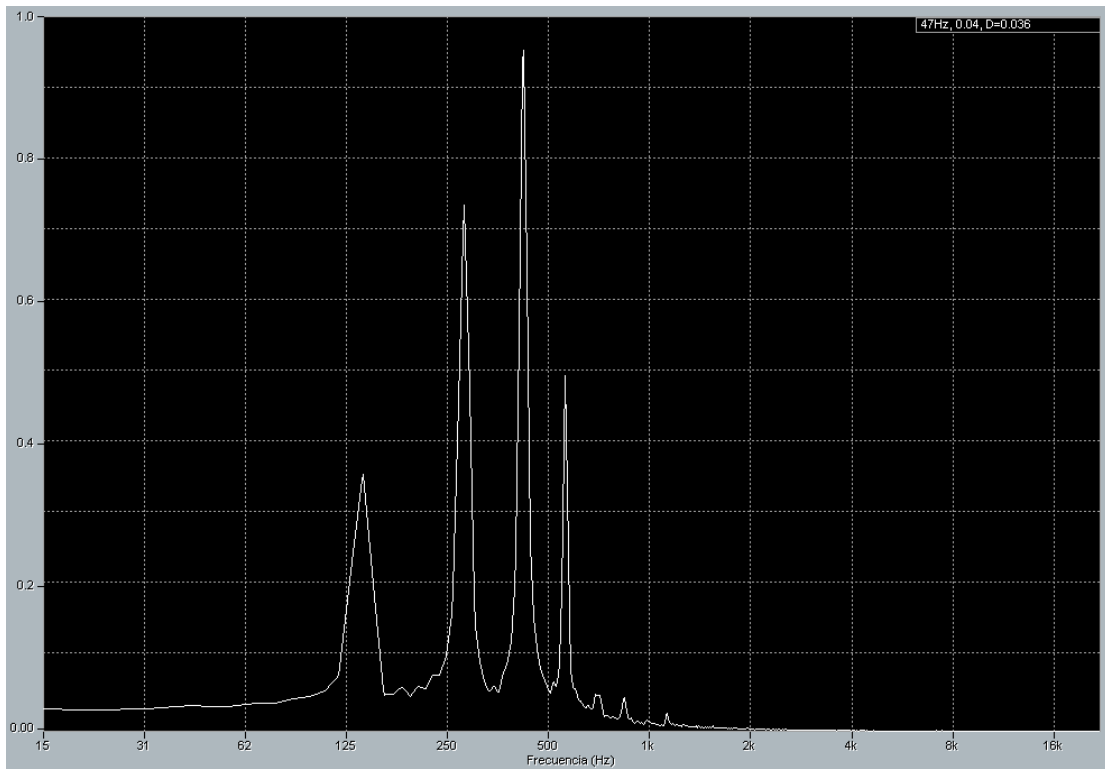


Gráfico 22: bombardino DO#

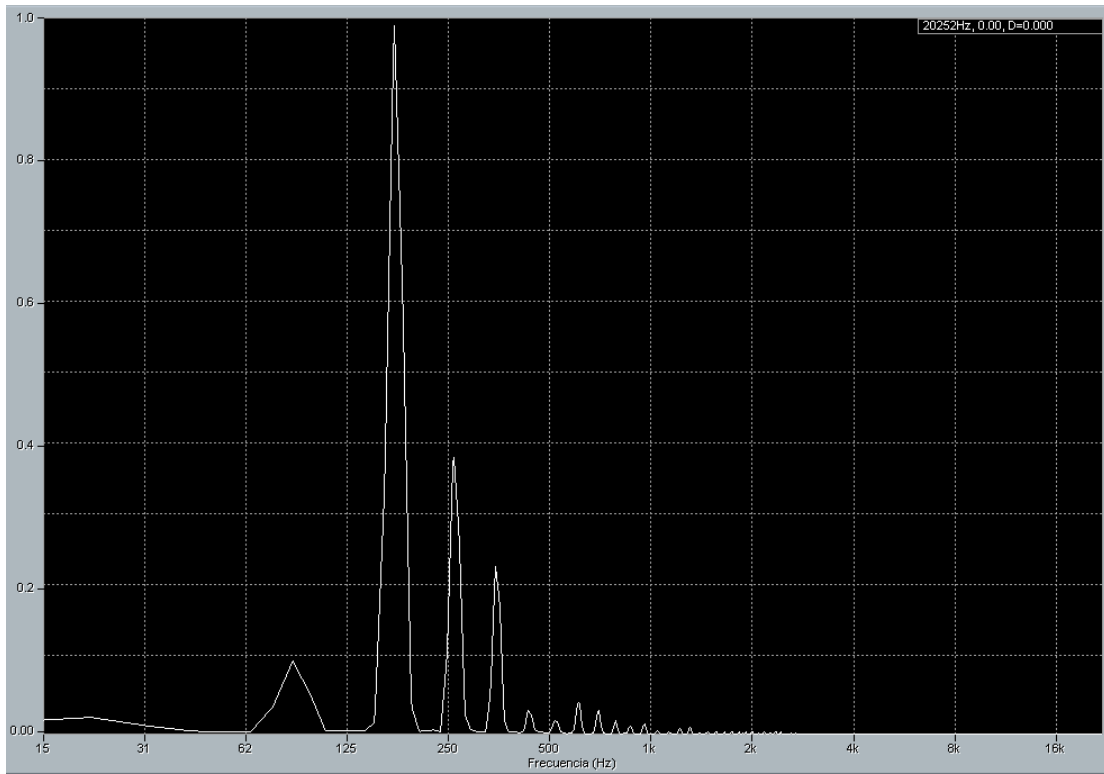


Gráfico 23: violonchelo FA 2

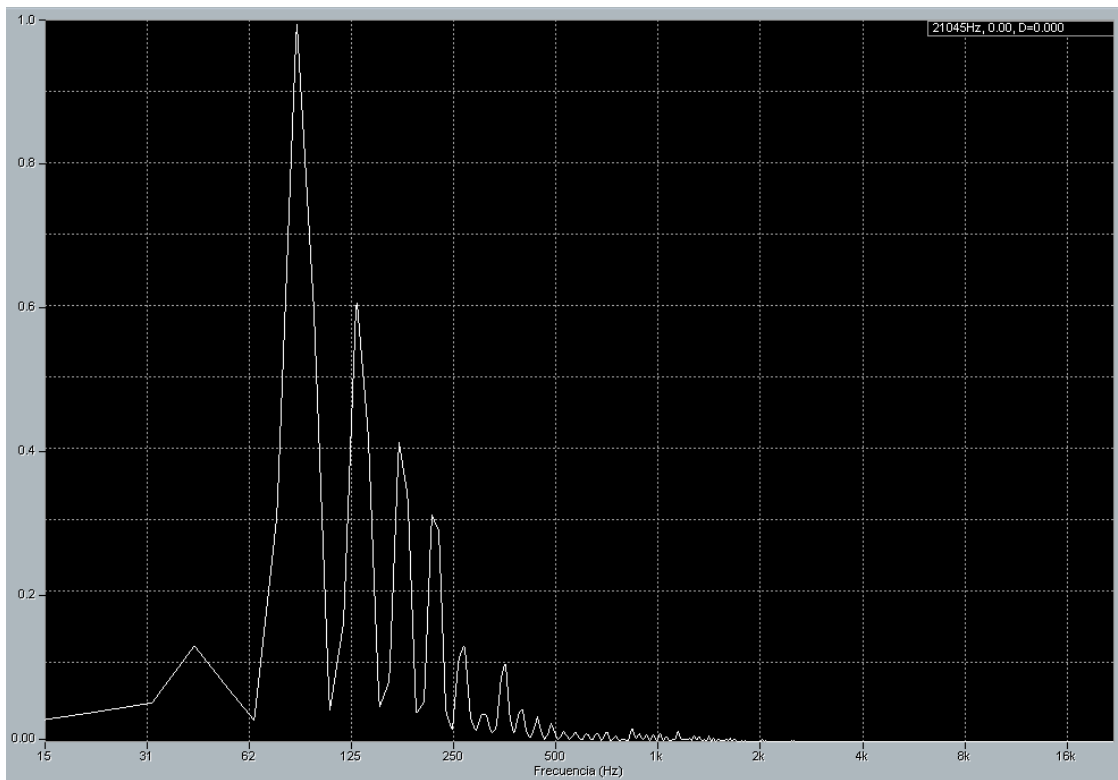


Gráfico 24: contrabajo FA 1

Dentro de la vasta complejidad espectral presente en nuestra composición, podemos afirmar que predomina el espectro inarmónico sobre los de otro tipo. La consecuencia de analizar sonidos aperiódicos es que al estar compuesto por parciales que no son múltiplos enteros de una frecuencia fundamental no hay una única altura jerárquica. Por lo tanto, en nuestra metodología de trabajo optamos por enfatizar, haciendo uso de instrumentos acústicos, aquellos parciales con mayor presencia dentro del contenido espectral analizado.

En el gráfico 25 se presenta el análisis espectral del fragmento de pista electrónica perteneciente al tercer compás. Como podemos observar, dos armónicos sobresalen del resto en cuanto al nivel de amplitud, la frecuencia exacta del primero es de 550Hz y del segundo 580Hz. Las notas musicales correspondientes a dichas frecuencias en el sistema temperado se aproximan al DO# 4: 554, 365 Hz y al RE 4: 587,33 Hz. A partir del análisis espectral nos es posible discernir cuales son los parciales predominantes y así realizar una orquestación adecuada. En el gráfico siguiente (gráfico 26), la nota DO# 4 es asignada a la flauta, mientras que RE 4 es interpretado por el clarinete.

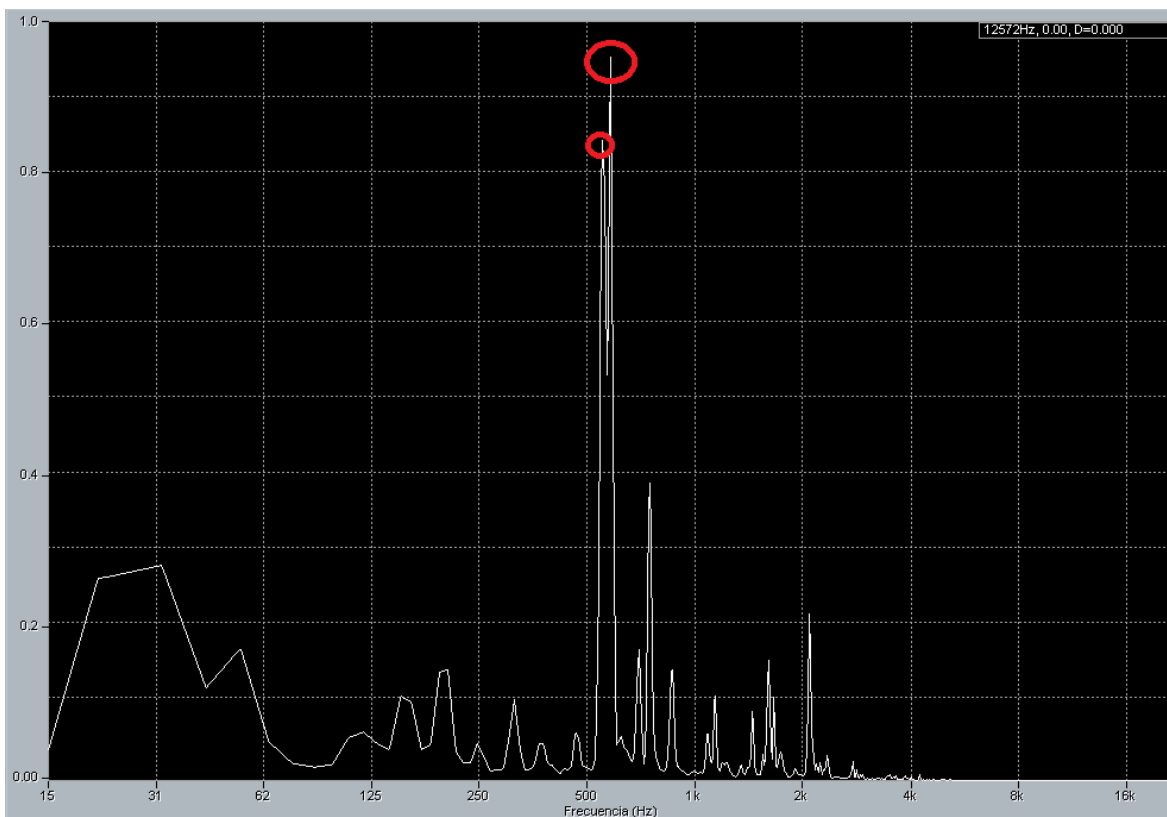


Gráfico 25: pista electrónica, compás 3

The image shows a musical score for two instruments: Flauta (Flute) and Clarinete en Bb (Clarinet in Bb). The score covers measures 3 to 5. The Flute part begins with a whole rest in measure 3, followed by a melodic line in measures 4 and 5. The dynamics for the Flute are *ppp* in measure 4 and *mp* in measure 5. The articulation is marked *m.v.* (mezzo-vibrato). The Clarinet part plays a rhythmic accompaniment throughout measures 3, 4, and 5, with a dynamic of *mf* and articulation of *m.v.*. Both parts feature a series of notes with a '5' below them, indicating a specific fingering or technique.

Gráfico 26: partitura, compás 3-5

Por cuestiones prácticas, hemos tomado la decisión de no utilizar en nuestra composición subdivisiones menores al intervalo de semitono y regornos, en la mayoría de los casos, al temperamento igual. La razón de dicha determinación es, en primer lugar, técnica, ya que resultó ser una complicación extra para aquellos intérpretes que no contaban con una práctica avanzada en la ejecución de obras microtonales. En segundo lugar, damos cuenta de que no es determinante el uso de una afinación exacta microtonal cuando se trata de un evento sonoro de espectro inarmónico, ya que la aproximación en frecuencia que nos provee la escala temperada en suma con técnicas como *vibrati* o pequeños *glissandi*, es funcional a la resultante sonora requerida para nuestra música.

En el siguiente ejemplo se grafica el espectro armónico de la pista electrónica perteneciente al compás 215. El parcial armónico predominante tiene una frecuencia de 1150Hz, aproximadamente un RE 5: 1174, 659 Hz en el sistema temperado, dicha nota es enfatizada al ser duplicada por ambos sintetizadores y la flauta a distintas octavas como se muestra en el gráfico 28. Por otro lado, la nota FA interpretada por el clarinete y el fagot proviene del segundo armónico sobresaliente en el espectro analizado, cuya frecuencia es de 351Hz.

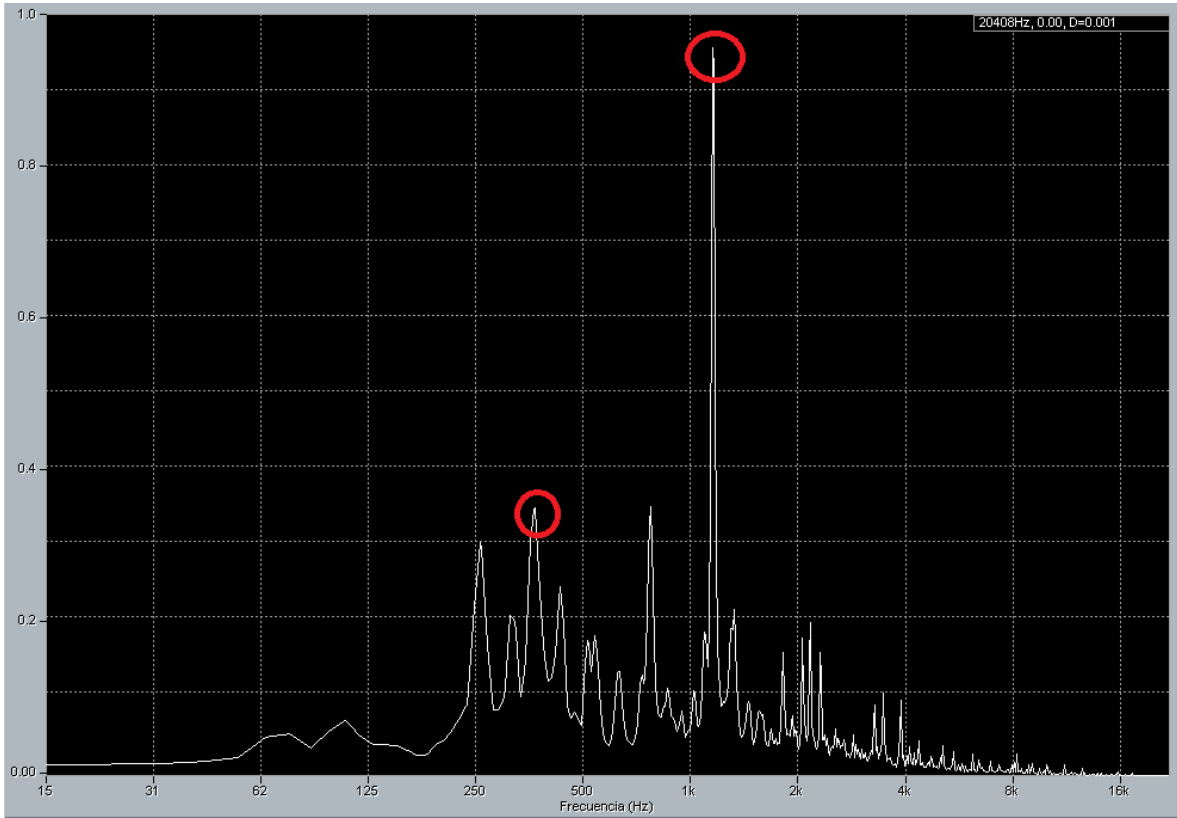


Gráfico 27: pista electrónica, compás 215

Minilogue *pp*

Microkorg *p* Mod: 0 → 50 etc. -----

Flauta *mf* > *mf* > *mf* = *mf* > *pp* < *p*

Clarinete en B \flat *mf*

Fagot *pp*

Gráfico 28: partitura, compás 215-216

Esta metodología está presente durante toda la composición. El siguiente ejemplo corresponde al compás 253 perteneciente a la sección final de la pieza. En este caso el armónico en relieve es de 3589 Hz, cercano a la nota LA 6: 3520Hz de la escala temperada. La orquestación elegida para acentuar dicho parcial armónico, es la combinación entre el sintetizador Microkorg y el violonchelo ejecutando la nota LA en armónico artificial (gráfico 30).

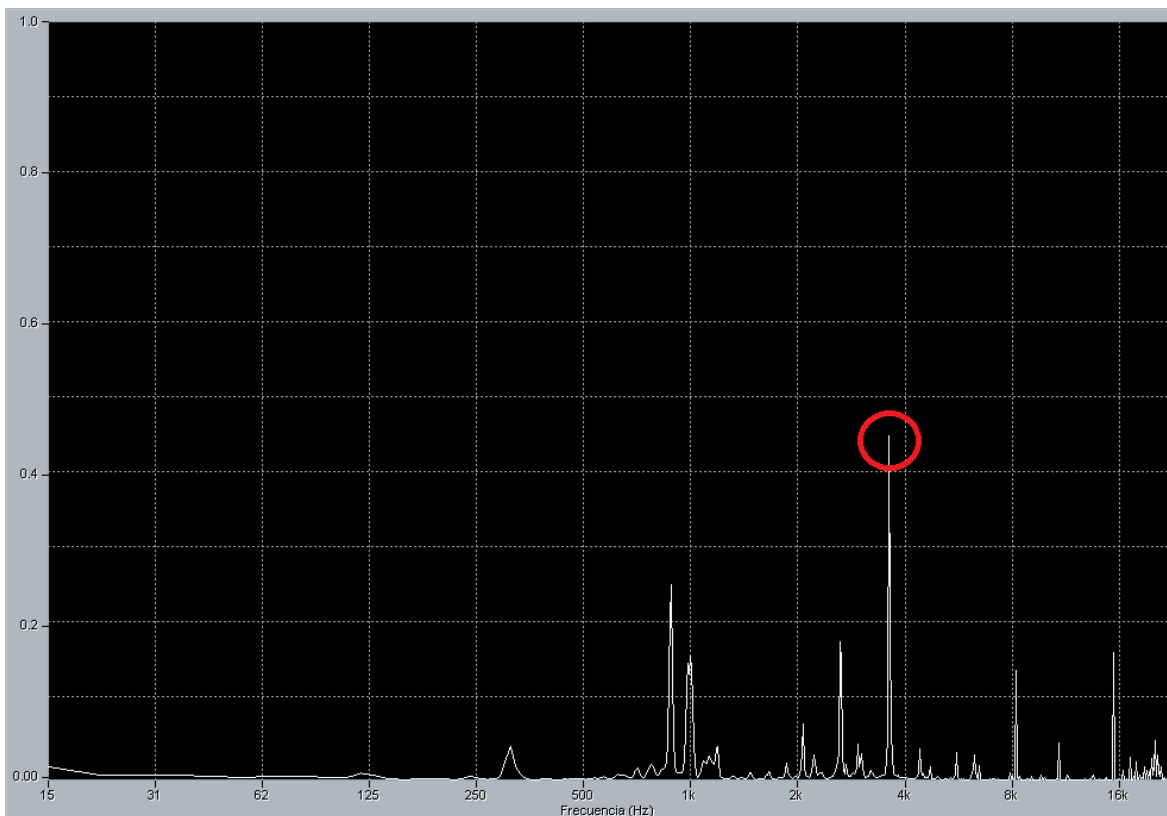


Gráfico 29: pista electrónica, compás 253

Gráfico 30: partitura, compás 253-254

Para hacer uso de esta técnica propia de la corriente espectralista en nuestra composición (de manera un tanto heterodoxa), fue fundamental conocer cada uno de los espectros de los instrumentos acústico del ensamble. De esta manera seleccionamos aquellos de contenidos armónicos más simples, como la flauta y el clarinete, para resaltar solo los parciales armónicos predominantes del sonido inarmónico analizado, y a la vez contribuir a su enriquecimiento espectral.

4.2. Síntesis sustractiva: conceptos y operatividades propias de los sintetizadores analógicos factibles de trasladar a la composición

Para comenzar, creemos importante recordar las semejanzas entre ambos mundos sonoros: electrónico y acústico. Tanto la síntesis sustractiva como el fenómeno acústico que ocurre al ejecutar cualquier instrumento tradicional comparten el mismo modelo de generación de sonido. Los principales elementos presentes en ambas naturalezas sonoras son tres:

- **Generador:** elemento vibrador en instrumentos acústicos (ej. una cuerda), Oscilador controlado por voltaje en sintetizadores analógicos.
- **Modificador:** cuerpo/caja de resonancia del instrumento acústico, filtro controlado por voltaje en sintetizadores analógicos.
- **Evolución temporal de intensidad y timbre:** en el caso de los instrumentos acústicos da comienzo en el momento que el intérprete pulsa una cuerda, o ejecuta una nota en algún instrumento de viento, hasta que el sonido desaparece totalmente. En los sintetizadores dicha evolución del sonido está a cargo de las envolventes ADSR.

La transferencia del concepto de síntesis sustractiva como metodología de trabajo ha sido aplicada de diferentes maneras en nuestra música. Con el fin de poder exponer y ejemplificar cada caso particular hemos decidido clasificar las operaciones empleadas en dos grupos: operaciones analógicas y operaciones conceptuales. Cabe aclarar que ambos

tipos de operaciones se presentan de manera simultánea durante el transcurso de la obra combinándose en distintos planos texturales.

4.2.1. Operaciones analógicas

“Las características específicas de ciertos sonidos electrónicos han sugerido ampliaciones en la composición instrumental. Existen, por ejemplo, correspondencias precisas entre el sonido electrónico *Ring-modulated* y las sonoridades multifónicas de viento-madera.” (Morgan, 1994, p.503)

Tomando como punto de partida los módulos que conforman el sintetizador analógico y sus controles, realizamos un catálogo de semejanzas entre sonidos sintetizados y resultantes sonoras propias de diferentes técnicas de ejecución de instrumentos acústicos. En otras palabras, la categoría “operaciones analógicas” hace referencia a la búsqueda de relaciones entre ambos mundos, con el fin de realizar una orquestación efectista que se amalgame a las resultantes electrónicas logrando una mayor homogenización en el total sonoro.

Catálogo de operaciones analógicas: (para determinar la cantidad y orden de los módulos se ha utilizado como referencia el panel frontal del sintetizador Korg Minilogue)

- *VCO 1 y 2:*
 - Selector de tipo de onda → cambio súbito de instrumento (contenido armónico).
 - Detune* → variaciones microtonales de afinación.
 - Shape* (modulación de ancho de pulso) → modulación tímbrica (relevamiento entre distintos instrumentos de manera gradual).
- Modulación *VCO 2:*
 - Pitch EG* (envolvente aplicada a la frecuencia) → *glissandi* ascendentes y descendentes.
 - Ring modulation* → multifónicos.

- *Mixer*:
 - VCO 1, VCO 2, *Noise* (ruido) → transición espectral (armónico, inarmónico, ruido).
- *VCF*:
 - Cutoff* (se explicará detalladamente en la segunda categoría, “operaciones conceptuales”)
 - Resonance* (resonancia) → barrido de armónicos en cuerdas o *whistle tones* en flauta.
- *VCA + ADSR*:
 - Envolvente ADSR → *fade in/fade out* (Ej. *dal niente/ al niente*).
- *LFO*:
 - Pitch* }
 - Shape* } variedad de modulaciones periódicas (*vibrato, tremolo, wha wha*)
 - Cutoff* }
- *Delay*:
 - Feedback* } imitación de motivos breves a diferentes velocidades.
 - Time* }

El siguiente pasaje (gráfico 31), ejemplifica una de las combinaciones posibles entre el espectro inarmónico de la pista electrónica y los sonidos multifónicos de los instrumentos acústicos, en este caso interpretado por el fagot. Cabe mencionar que cada multifónico utilizado, ya sea en vientos o cuerdas, ha sido seleccionado teniendo en cuenta su contenido armónico y su estabilidad al momento de la ejecución. Es así que el fagot aporta a la complejidad inarmónica general del segmento junto a la flauta, violonchelo y sintetizador microkorg, que se encargan de enfatizar aquellas frecuencias que predominan en el espectro de la pista electrónica (tal como explicamos en el apartado anterior sobre técnicas espectralistas).

The image shows a musical score for five instruments: Electrónica, Microkorg, Flauta, Fagot, and Violoncello. The score is written in 4/4 time. The Electrónica part features a series of notes with a tremolo effect. The Microkorg part has a melodic line with a slur. The Flauta part has a dynamic marking of *f* and a 'flutz.' marking. The Fagot part has a dynamic marking of *mf* and a 'vib.' marking. The Violoncello part has a dynamic marking of *f* and 'ord. port.' markings. The score is divided into two measures, 22 and 23.

Gráfico 31: partitura, compás 22-23

El uso de osciladores de baja frecuencia (LFO) para modular de manera periódica un sonido sintetizado, da lugar a una de las características idiomáticas más frecuentes en la música compuesta con estos instrumentos. Las modulaciones más comunes suelen ser de amplitud y de frecuencia, generando trémolos y vibratos de velocidades variables. Teniendo en cuenta este rasgo propio de la música electrónica realizada con sintetizadores y secuenciadores, decidimos conservar la regularidad rítmica inherente a las modulaciones producidas por un LFO, y transferirlas a distintos instrumentos tal como se ejemplifica en el gráfico 32. En el compás 95 la flauta duplica el trino compuesto por las notas FA – MI que comienza en la pista electrónica (frecuencia modulada por LFO), sumándose al efecto de modulación, a modo de *crossfade*, ingresa el clarinete en figuración rítmica de quintillo. Este tipo de intervenciones periódicas generan un plano diferente frente a una textura subyacente que no se caracteriza precisamente por su regularidad rítmica, sino por sus distintos grados de densidad y evolución tímbrica.

Electrónica

time

Minilogue

Microorg

Flauta

pp — *mf* — *p*

Clarinete en B \flat

pp ⁵ *mf* ⁵ *pp* ⁵

(aire filtrado al abrir y cerrar cavidad bucal)

fiu fiu fiu etc.

Bombardino

mp — *f*

col legno tratto

ord. → s.p. → ord. → s.p. → (c.l.) → s.t. → nat. ϕ

Violoncello

mp — *f*

Gráfico 32: partitura, compás 95-96

Otro ejemplo de operaciones analógicas aplicadas a la composición, es la transición espectral de ruido (aire) a espectro armónico que ocurre en el compás 179 en la flauta (gráfico 33). Este procedimiento es equivalente al uso del *mixer* (mezclador) del sintetizador para pasar gradualmente de un espectro a otro.

Flauta

aire

f

Gráfico 33: partitura, compás 179-180

4.2.2. Operaciones conceptuales

El concepto de sustracción subyace en el total de la obra en diferentes niveles estructurales. La idea de partir de un sonido complejo y atenuar elementos componentes con el fin de modelarlo y/o transformarlo, tal como ocurre al hacer uso de un filtro en el sintetizador, ha derivado en transiciones o trayectorias espectrales aplicadas tanto en el nivel formal como en micro-operaciones instrumentales. Es así que podemos distinguir tres

categorías en lo que respecta al empleo de dicho concepto a nuestra música: sustracción como elemento organizador de forma, sustracción en gestos o eventos breves y micro-operaciones de sustracción individual en cada instrumento.

Sustracción como elemento organizador de forma

Como se anticipó en el apartado sobre técnicas espectralistas aplicadas a nuestra composición, la forma total de la obra está constituida por cuatro secciones distinguidas entre sí por el uso de diferentes tratamientos espectrales. La extensión de cada una de ellas es simétrica, definiendo una trayectoria en la que se presentan dos tipos diferentes de espectros complejos: inarmónico y ruido (correspondiente a la primera y segunda sección); a continuación, en la tercera sección, ambos espectros sonoros conviven dando paso a una cuarta sección inarmónica que finalmente es filtrada hasta el punto de quedar un solo armónico. Cabe aclarar, que el paso de una sección a la otra es realizado gradualmente a través de diferentes tipos de transiciones.

El siguiente ejemplo corresponde al final de la primera sección. La transición de espectro inarmónico a ruido se da a partir del filtrado de la pista electrónica, dando comienzo en el compás 81 a la segunda sección. Como podemos observar en la partitura, el proceso de sustracción de los instrumentos de viento-madera (flauta, clarinete y fagot) iniciado en los compases 74-75, culmina en el compás 76 coincidiendo con la incorporación de las cuerdas que al realizar un barrido de armónicos artificiales (*seagull effect*) se funden al efecto de filtrado de la pista electrónica. Inmediatamente, en los compases 79-80 ingresan ambos sintetizadores y contrabajo generando un nuevo plano de ruido blanco que introduce a la segunda sección.

The image shows a musical score for measures 72-80. The instruments listed are Electrónica, Minilogue, Microorg, Flauta, Clarinete en Bb, Fagot, Bombardino, Violoncello, and Contrabajo. The score includes various dynamic markings such as *f*, *p*, *pp*, *mf*, and *ppp*. There are also performance instructions like "I scaguli" and "spazzolato perpendicular a las cuerdas" with a diagram showing a circle and arrows. The score is written in a 2/4 time signature.

Gráfico 34: partitura, compás 72-80

La segunda sección finaliza en el compás 140 al concluirse el proceso de filtrado de los instrumentos acústicos iniciado en el compás 131. El comienzo de la tercera sección no se da de manera inmediata, sino que a partir de la intervención del sintetizador Minilogue (Compás 140) se realiza un breve puente que conecta a ambas partes. Dicho conector se caracteriza por los cambios tímbricos generados al cerrar y al abrir el control de *cutoff*, los cuales sugieren sonoridades inarmónicas que anticipan el espectro de la tercera sección.

The image shows a musical score for measures 140-149. It consists of four staves: Electrónica, Minilogue, Violoncello, and Contrabajo. The Minilogue staff is in treble clef and shows a melodic line starting in 3/4 time and changing to 4/4. Annotations include 'cutoff -> 750', '370 -> máx', and 'resonance -> 370'. The Electrónica staff shows a tremolo effect. The Violoncello and Contrabajo staves show a glissando effect.

Gráfico 35: partitura, compás 140-149

A partir del compás 224 comienza un proceso de tensión generada por un *glissando* ascendente en la pista electrónica que se prolonga por diez compases. Durante éste periodo de tiempo son varios los factores que intervienen en la evolución del mismo aportando a su complejización e intensificación. En los compases 228 y 229 ingresan violonchelo y contrabajo incorporándose al *glissando* de la pista electrónica, ésta trayectoria ascendente desemboca, por un lado, en un trémolo de dedo que se acelera rápidamente en el violonchelo, y por el otro, en un trémolo veloz en el contrabajo. Cabe mencionar que a partir del compás 230 el clarinete, y posteriormente la flauta, se suman con un *bisbigliando* que acelera rápidamente, combinándose al trémolo de dedo del violonchelo. Éste extenso gesto logra su clímax recién en el compás 234 e inmediatamente es filtrado, dando comienzo a la última sección que inicia con un sonido sintetizado que remite al de una campana.

Electrónica *p*

Minilogue PATCH 4

Flauta

Clarinete en B \flat bisb. *p* \rightarrow *mf*

Violoncello glissando exageradamente lento s.t. \rightarrow s.p. *pp* *gliss.*

Contrabajo glissando exageradamente lento s.t. *gliss.*

accel. \dots $\text{♩} = 60$ *mf* \rightarrow *mp*

bisb. *mf* Jet *f* vib. (mover flauta) *mf*

trémolo de dedo *mf* *p* flautando (s.p.) *mf*

s.p. *mp*

Gráfico 36: partitura, compás 224-236

Sustracción en gestos o eventos breves

Como veremos posteriormente en la sección destinada al análisis de la obra, cada una de las cuatro secciones principales se compone por numerosos gestos y eventos que experimentan diversas transformaciones propias de la síntesis sustractiva.

En el gráfico 37 se expone el gesto que da comienzo a la obra, como podemos observar en la partitura, a partir del tercer compás ingresan clarinete y violonchelo reforzando el ataque y sostenimiento de la pista electrónica, al cual se incorpora la flauta en el tercer tiempo del mismo compás. El proceso de filtrado comienza a partir del cuarto compás, donde el volumen de la pista electrónica comienza a disminuir hasta que finalmente calla por completo en el compás 6, dejando solos a los instrumentos acústicos que progresivamente son sustraídos hasta quedar la flauta despojada de toda textura.

The musical score consists of four staves: Electrónica, Flauta, Clarinete en B \flat , and Violoncello. The tempo is marked as $\text{♩} = 60$. The score is divided into two systems. The first system covers measures 1 through 4. In measure 1, the Electronic part plays a dense texture of notes, and the Violoncello plays a low note with a mf dynamic. In measure 2, the Clarinete en B \flat enters with a mf dynamic. In measure 3, the Flauta enters with a ppp dynamic. In measure 4, the Flauta and Clarinete en B \flat continue with mp dynamics. The second system covers measures 5 through 8. In measure 5, the Electronic part begins to fade. In measure 6, the Electronic part is silent. In measure 7, the Flauta and Clarinete en B \flat continue. In measure 8, the Flauta is the only instrument playing.

Gráfico 37: partitura, compás 1-8

El caso siguiente se trata de un evento de mayor duración, donde la evolución temporal del mismo es más compleja que la del ejemplo anterior. Como podemos observar, el espectro de esta sección es exclusivamente de tipo ruido, cada instrumento acústico aporta un color diferente a la textura mediante el empleo de técnicas que producen sonidos de aire o crujidos de madera. Por ejemplo, violonchelo y contrabajo provocan un crujido al ejercer una fuerte presión de las cerdas del arco contra la tapa del instrumento, a la vez que se realiza un giro pendular del arco. Por otro lado, clarinete y bombardino generan un sonido caracterizado por su rugosidad al pronunciar el vocablo KJ, la resultante es similar al *scratch* en instrumentos de cuerdas. A su vez, estos se combinan al *frullato* de aire con embocadura cerrada (o tapada) de la flauta y a los *staccati* de aire (helicóptero) del fagot, que remiten a la modulación creada por un LFO de onda cuadrada. A partir del compás 132 comienza el periodo de relajación, con la particularidad de que la flauta y el clarinete cambian de técnica al pronunciar la letra “F”, dando como resultado un sonido similar al ruido blanco. Al filtrarse este plano (flauta y clarinete), emerge un segundo nivel a cargo de las cuerdas ejecutando *spazzolato* en consonancia con el ruido blanco de la pista electrónica. A continuación, en el compás 133, flauta, clarinete y fagot interactúan a manera de *crossfade* con el plano de cuerdas y pista electrónica en un juego de reguladores de dinámica contrarias. Para finalizar, en el compás 136, tanto la pista electrónica como los instrumentos de viento madera son sustraídos gradualmente en el siguiente orden: fagot, flauta, pista electrónica y clarinete; quedando solo las cuerdas, que al tocar sobre el costado del puente logran un sonido semejante al ruido blanco que poco a poco se extingue.

Electrónica *mf* *f* *mf*

VCF: cutoff máx, resonance 794
VCA: release 850
LFO: rate 0, int 0

Mimilogue

Flauta flutz. emb. cerrada *ff* dirección normal de micrófono *FFF* *f* *FFF* *p*

Clarinete en B \flat KJ *ff* *f* *FFF* *FFF* *p*

Fagot helicóptero *mp* *f* *p* helicóptero

Bombardino KJ *f*

Violoncello roll en tapa *p* *ff* ϕ spazzolato circular *p* *f*

Contrabajo roll en tapa *p* *ff* ϕ spazzolato circular *p* *f*

pp

airc *f* *p* *f* *p* *f*

FFF *FFF* airc poner barrilote *f* *p* *f*

poner caña *f* *p* *f*

\vee (inspirar) *mf*

tocar sobre el costado del puente *p* *f* *p* *f* *mp*

tocar sobre el costado del puente *p* *f* *mp*

Gráfico 38: partitura, compás 129-140

Otro ejemplo de aplicación del concepto de sustracción ocurre en el compás 174. El gesto breve en el que participan pista electrónica, flauta, fagot y cuerdas, se caracteriza por la creciente tensión generada a partir de la aceleración rítmica tanto del *vibrato* de la flauta, como en la velocidad de modulación de la pista electrónica, a la cual se suma el *glissando* ascendente del contrabajo. Éste gesto cargado de energía es filtrado bruscamente en el compás inmediato, dando lugar a un sutil trino a cargo del clarinete y de la flauta que orquestan los vestigios de resonancia de la pista electrónica.

The musical score for measures 173-177 is presented in a multi-staff format. The instruments and their parts are as follows:

- Electrónica:** Features a complex rhythmic pattern with changing time signatures (5/8, 4/4, 3/4, 4/4, 7/8). Dynamics range from *mp* to *mf*. Includes a box labeled "PATCH A16 Mod: 0%".
- Microkorg:** Plays a single note with a forte (*f*) dynamic.
- Flauta:** Includes a *vib.* (vibrato) instruction with the note "(mover flauta)". Dynamics include *p*, *ppp*, and *p*.
- Clarinete en Bb:** Features a *filtrar* (filter) instruction and a *sacar barrilote* instruction. Dynamics include *p*.
- Fagot:** Plays a note with a mezzo-forte (*mp*) dynamic, followed by a *p* dynamic.
- Violoncello:** Includes a *tr* (trill) instruction and a forte (*f*) dynamic.
- Contrabajo:** Includes a *II ord.* instruction, a *gliss.* (glissando) instruction, and a mezzo-forte (*mf*) dynamic. A "FUZZ: on" instruction is present at the end of the measure.

Gráfico 39: partitura, compás 173-177

Micro-operaciones de sustracción individual en cada instrumento

Ésta categoría bien podría formar parte de las “operaciones analógicas”, ya que su efecto es semejante al logrado por el control *cutoff* (frecuencia de corte) del filtro (VCF). Decidimos presentarla dentro de las “operaciones conceptuales” porque comparte el mismo principio de sustracción que los dos niveles estructurales expuestos. Éstas micro-operaciones resultan del filtrado de armónicos que se producen, por ejemplo, en la transición *sul ponticello* a *sul tasto* en instrumentos de cuerdas, en la desintegración gradual de un multifónico en instrumentos de viento-madera, o al inspirar aire sobre la boquilla del bombardino. A continuación se exponen diferentes ejemplos tomados de la obra en los que se aplican distintos tipos de micro-operaciones de sustracción.

En los gráficos 40 y 41 se presentan dos casos de multifónicos filtrados gradualmente que concluyen en un único armónico. En el primero, el fagot ejecuta un multifónico con base en la nota RE el cual es filtrado a partir del compás 13 dejando solo su armónico de 6ª, correspondiente a la nota SI. El segundo caso se trata de un multifónico de clarinete, éste se prolonga durante dos compases hasta ser despojado paulatinamente de sus armónicos superiores quedando solo la nota base, SOL.

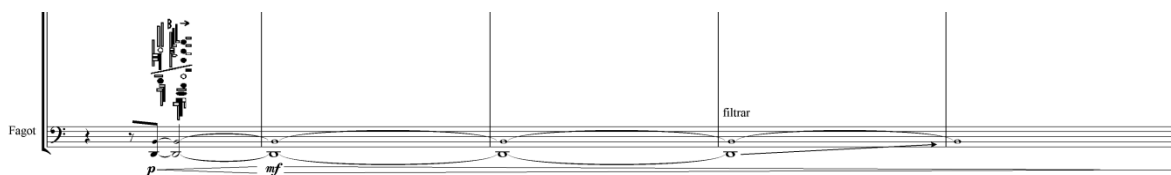


Gráfico 40: partitura, compás 10-14

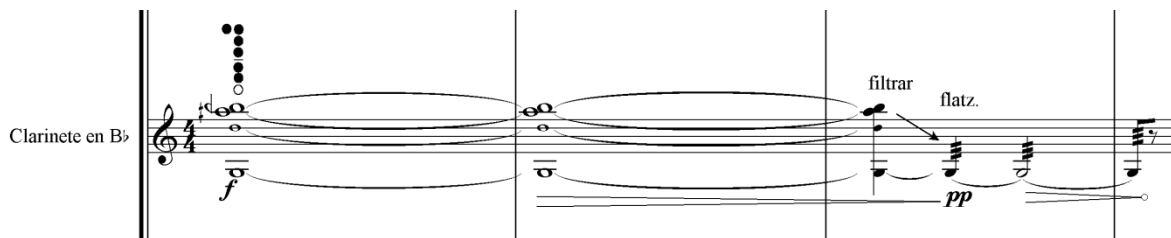


Gráfico 41: partitura, compás 16-19

El filtrado de armónicos que se genera en los instrumentos de cuerdas a partir de la transición *sul ponticello* a *sul tasto*, o a la inversa, es una técnica que ha sido muy explotada por los compositores desde el s.XX hasta nuestros días. La resultante sonora de dicha transición es un aumento o disminución del brillo del sonido. En otras palabras, se atenúan o intensifican los armónicos superiores dependiendo la cercanía del arco con respecto al puente, mientras más cerca del puente se frote el arco mayor será la riqueza armónica del sonido. En el ejemplo 42 observamos al contrabajo transitar cada dos compases desde *sul ponticello* a *sul tasto*, dicha acción es análoga a la operación de cerrar y abrir el control de *cutoff* del filtro de un sintetizador.

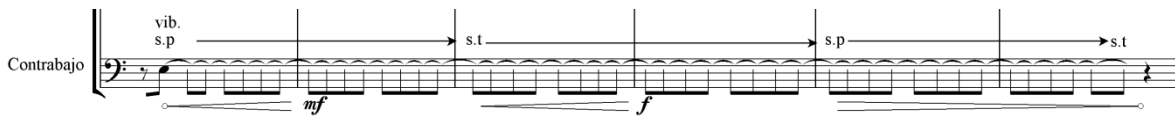


Gráfico 42: partitura, compás 25-30

Por último, en el compás 137, observamos un ejemplo de filtrado de ruido de aire realizado por el bombardino. Éste instrumento permite amplificar maravillosamente cualquier sonido emitido sobre su boquilla, de esta manera, al inspirar aire cerrando gradualmente la cavidad bucal se amplifica el filtrado generado por dicho movimiento.

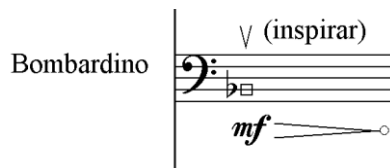


Gráfico 43: partitura, compás 137

4.3. Notación musical para sintetizadores

La escritura musical de este trabajo requiere de una adecuación específica que responda a los requerimientos del mismo. Las de tradición pianística no alcanzan para expresar, en términos musicales, los datos que se ponen en juego. Para esto, proponemos un tipo de escritura que llamaremos “integral”, la que incorpora, además de los datos de altura, duración, dinámicas, carácter, etc. la configuración sonora de cada *patch* y las operaciones en tiempo real que permite cada modelo de sintetizador.

El primer inconveniente que surgió fue darnos cuenta de que cada modelo de sintetizador, a pesar de contar con los mismos módulos elementales, es sustancialmente diferente en cuanto a la cantidad y disposición de controles, y las distintas posibilidades de síntesis que permiten. Por lo tanto, reconocemos que no es posible crear un único sistema de notación para sintetizadores que abarque todas las características y peculiaridades propias de cada modelo.

Los sintetizadores para los que hemos compuesto nuestra obra cuentan con controladores de tipo teclado, permitiéndonos hacer uso de la notación tradicional para especificar el ritmo y las teclas que deben ejecutarse (más allá de si la resultante sonora concuerda o no con la altura establecida por la escala temperada). Los modelos de éstos instrumentos son: Korg Minilogue y Korg Microkorg 1; a pesar de que ambos instrumentos son fabricados por la misma marca cada uno presenta diferentes características. Es por esta razón que diseñamos dos plantillas distintas, correspondiente a cada modelo, para registrar los *patches* de los sonidos estructurales.

4.3.1. Minilogue

La plantilla que se muestra en el gráfico 45 corresponde a los módulos y controles del panel frontal del Korg Minilogue. Este sintetizador analógico permite modificar en tiempo real cada uno de los parámetros que definen la arquitectura del sonido pre-configurado. Por esta razón es que decidimos asignarle al intérprete la tarea de recrear y modificar cada uno de los *patches* principales durante el transcurso de la obra. Es así que

además de contar con la *particella* también deberá valerse de las plantillas de los sonidos estructurales.



Gráfico 44: Korg Minilogue

PATCH 1

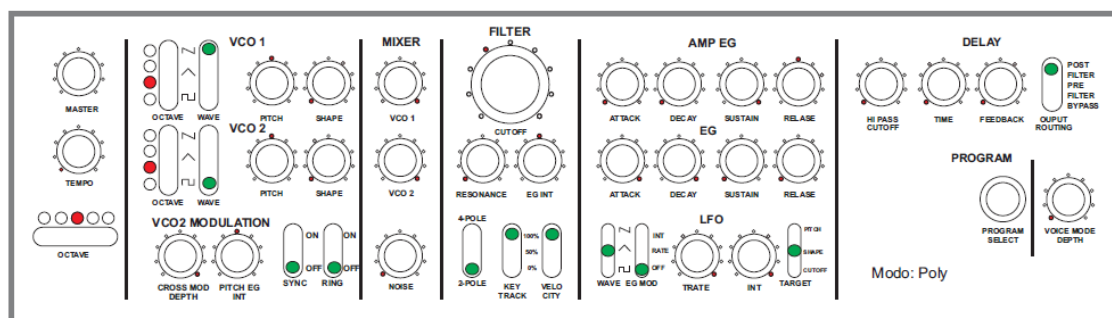


Gráfico 45: plantilla del sintetizador Korg Minilogue

Como observamos en la partitura (gráfico 46), cada acción que deba realizar el intérprete sobre algún control del sintetizador, se especifica por arriba del pentagrama de la siguiente manera: siglas del módulo en imprenta mayúscula (ejemplo, VCF) y nombre del potenciómetro o selector en imprenta minúscula (ejemplo, *cutoff*). Dependiendo el porcentaje en el que se deba girar hacia la derecha o izquierda la perilla se presenta el valor en números arábigos, los cuales pueden visualizarse en la pantalla del instrumento. Cuando

es necesario hacer un cambio total del sonido, éste se indica con la mayor anticipación posible. Ejemplo, compás 10.

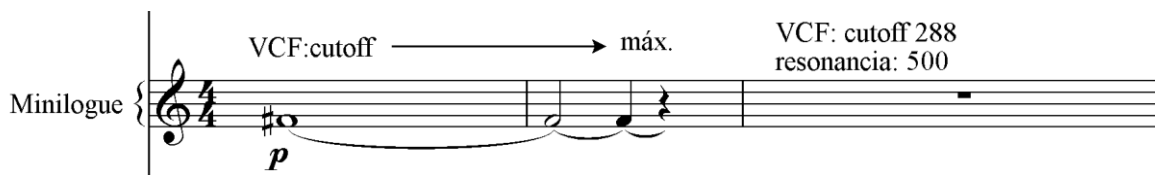


Gráfico 46: partitura, compases 8-10

4.3.2. Microkorg 1

El Microkorg 1 es un instrumento digital de modelado analógico. Éste tipo de tecnología, en comparación a la analógica, hace posible que un sintetizador tan pequeño pueda tener una gran cantidad de funciones, ya que se trata básicamente de una computadora. La desventaja que encontramos, en lo que respecta a nuestro interés, es el hecho de contar con muy pocos controles para la modificación del sonido en tiempo real. Por lo tanto, compensamos la falta de éstos, almacenando cada *patch* en la memoria interna del sintetizador, pudiendo recuperar inmediatamente cada sonido guardado a través de los ocho botones “*program number*” del panel frontal.



Gráfico 47: Korg Microkorg 1, “*program number*”

Los diez *patches* compuestos exclusivamente para nuestra música deben ser re-creados siguiendo las especificaciones de las plantillas y almacenados en la memoria del Microkorg 1. A continuación podemos observar el modelo de plantilla utilizada para registrar cada sonido.

PATCH: A11 MicroKorg

A 11														
Mod : 0%														
Voice	syt	Sgl	ply	-	-									
Pitch	0	0	0	2	5									
OSC 1	sag	0	0	-	-									
OSC 2	Tri	rng	6	5	-									
Mixer	127	72	0	-	-									
Filter	12L	75	40	0	0									
Filter EG	0	64	124	119	on									
AMP	127	cnt	off	0	-									
AMP EG	0	64	127	119	on									
LFO 1	sq.1	off	off	10	-									
LFO 2	Sq.2	off	off	off	-									
Patch 1	LF.1	Cut	0	0	-									
Patch 2	LF.2	Ptc	0	-	-									
Patch 3	LF.1	Cut	0	-	-									
Patch 4	LF.2	Cut	0	-	-									
MOD FX	FLG	20	21	-	-									
Delay	Str	off	24	106	-									
EQ	320	0	600	0	-									

Gráfico 48: plantilla del sintetizador Korg Microkorg 1

Como se puede evidenciar en el gráfico 49, éste sintetizador cuenta con solo cuatro potenciómetros destinados a la modificación del sonido en tiempo real y dos ruedas asignables a diferentes parámetros (*Pitch* y *Mod.*). Es así que hemos mantenido el mismo tipo de notación utilizado para el Minilogue, donde cada indicación respecto al manejo de los controles del panel frontal se especifica por arriba del pentagrama.

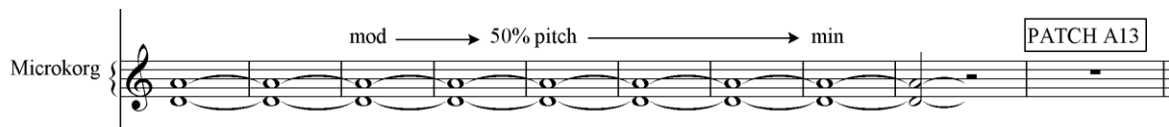


Gráfico 49: partitura, compás 54-63

En conclusión, queda evidenciada la forma en la que se aborda el problema de la escritura musical para este trabajo: hemos ampliado la forma de escritura regular a una que se adecua a los instrumentos específicos de esta propuesta.

5. Descripción analítica de “Rumori”

A continuación se presenta el análisis de nuestra obra “Rumori” compuesta para ensamble de instrumentos acústicos, sintetizadores y pista electrónica. Éste nombre surge como un guiño a aquellos primeros instrumentos mecánicos generadores de ruido, inventados por el pintor y compositor italiano Luigi Russolo, a los que el nombre “Intonarumori” o “Entonaruidos”.

Partimos de recordar que el ensamble se compone por instrumentos acústicos: flauta, clarinete, fagot, bombardino, violonchelo y contrabajo; por sintetizadores: Korg Minilogue y Korg Microkorg 1; y pista electrónica grabada. Como ya hemos anticipado, la pista electrónica ha sido compuesta utilizando los mismos sintetizadores que constituyen el ensamble mixto.

Nos resulta importante señalar el uso de un recurso compositivo específico: la combinación de instrumentos acústicos y electrónicos ejecutados en vivo con la pista electrónica grabada. Ésta elección nos permite abrir un campo de operación específica de los materiales a través de las herramientas digitales. Ésta especificidad consiste en que los procesos digitales realizados sobre el material es acotado, es decir, se reduce a la espacialización virtual en estéreo de los sonidos de los sintetizadores grabados de antemano.

El empleo de estas tecnologías mixturadas, plantean un sinnúmero de preguntas en relación a la cantidad de instrumentos o recursos, y sus combinaciones que se ponen en juego a la hora de determinar el orgánico final. Éste trabajo, que se propone desde un comienzo exploratorio, ha permitido definir mediante el proceso muchas de las decisiones tomadas en función del objetivo planteado y de las búsquedas estéticas personales.

Una de esas preguntas tiene que ver con la relación del mundo sonoro que proponemos con los sintetizadores; por un lado, los dos sintetizadores ejecutados en vivo, y por otro, las mismas fuentes, pero esta vez grabadas. ¿Por qué duplicar de esta forma las mismas fuentes? La respuesta es muy simple, y se ajusta a cuestiones de producción: los dos sintetizadores solos no pueden proveer por si mismos la densidad sonora que buscamos

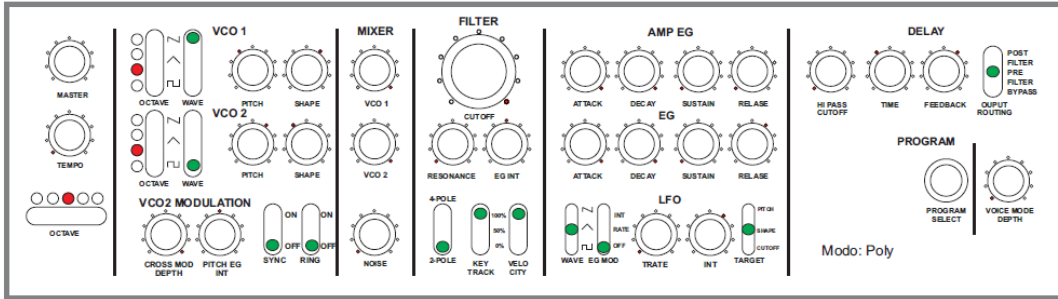
(al menos necesitaríamos cuatro de estos para alcanzar el nivel deseado). Por lo cual, la multiplicación desde la pista es una solución posible.

Es por eso, que por más que las tecnologías de grabación y digitalización abran un nuevo mundo de operaciones compositivas, elegimos enfocarnos solamente en el paneo de la pista electrónica conservando los sonidos sintetizados tal como fueron grabados.

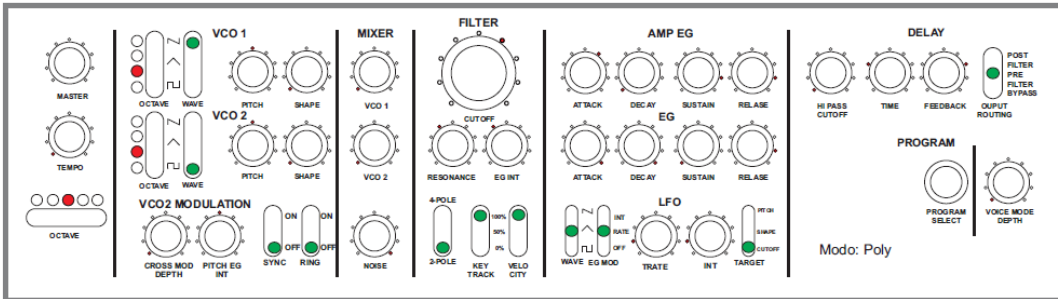
La obra está compuesta por cuatro macro-secciones en las que se hace hincapié en distintos tipos de espectros sonoros. Partiendo de las múltiples posibilidades espectrales que permite la síntesis sustractiva, planteamos trayectorias que definen los diferentes niveles formales. Es así que decidimos, como primer paso, realizar un esbozo general de toda la obra utilizando solo el sintetizador Minilogue. Para esto fue necesario componer cuatro patches principales o ejes, a partir de los cuales experimentamos distintos tipos de operatorias y transiciones, tanto en cada macro-sección como en el paso de una a la otra. Esta metodología nos permitió concebir el esquema formal completo, al mismo tiempo que nos sirvió como referencia auditiva al momento de componer para todo el ensamble.

	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4
Espectro predominante	Inarmónico	Ruido	Inarmónico + ruido	Inarmónico → Armónico

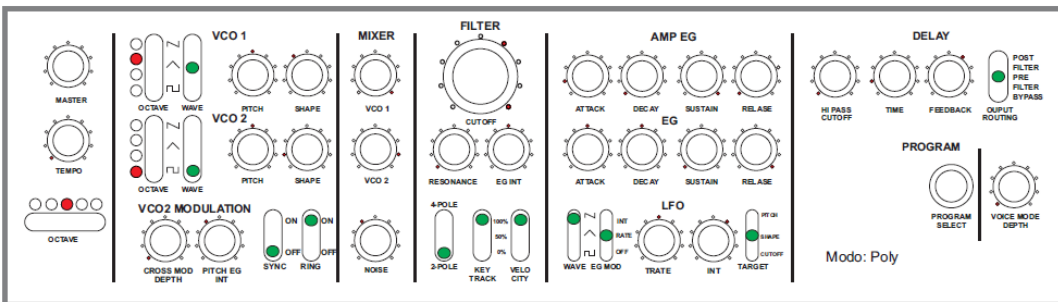
PATCH EJE (inarmónico)



PATCH EJE (ruido)



PATCH EJE (inarmónico + ruido)



PATCH EJE (armónico)

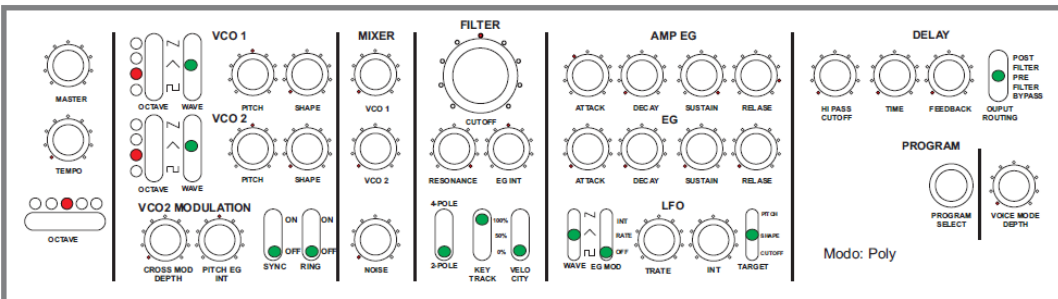


Gráfico 50: patches ejes de la pista electrónica

Cabe aclarar que a pesar de que los eventos y gestos compuestos en dicha maqueta fueron reemplazados y reelaborados casi en su totalidad, algunas de las grabaciones originales se conservaron y forman parte de la pista electrónica final.

5.1. Primera macro-sección: (compás 1 al 80)

La macro-sección inicial hace énfasis en el espectro inarmónico y está constituida por tres subsecciones, la primera de éstas se extiende desde el compás 1 al 40, la segunda desde el compás 41 al 63 y la tercera desde el compás 64 al 80. A su vez, cada subsección se conforma por diferentes gestos o eventos, tal como expondremos a continuación.

Considerando que la sintaxis de nuestra obra no está compuesta por episodios y/o motivos melódicos, decidimos explorar una alternativa que nos permita analizar cada gesto teniendo en cuenta su evolución temporal. Es así que nos resultó pertinente utilizar como modelo analítico las distintas etapas o pasos que componen la envolvente del sintetizador: ataque, caída, sostenimiento y relajación (ADSR).

A los fines de lograr esclarecer la aplicación de los recursos antes expuestos, describimos cronológicamente los eventos que componen las distintas macro-secciones. En cada una de estas las operaciones se reúnen, combinan y dialogan a partir de lo que el material sonoro propone.

Ésta descripción incluye las relaciones que se establecen entre todos los elementos del orgánico, incluyendo la pista grabada.

La primera subsección (c.1 al 40) se constituye por cinco gestos que derivan como variaciones tímbricas del primero (c.1 al 7). Como ya analizamos en el apartado “sustracción en gestos o eventos breves” (gráfico 37), el primero de ellos inicia con un ataque progresivo a cargo de la pista electrónica logrando su punto máximo de amplitud en el tercer compás, es aquí donde ingresan los instrumentos acústicos: clarinete, violonchelo y flauta; participando de un breve periodo de sostenimiento que dura un solo compás, para

luego comenzar un proceso de filtrado que coincide con el momento de relajación (c.5 al 7). Los dos gestos siguientes (c.7 al 14 y c.14 al 22) se desarrollan sobre el mismo sonido sintetizado que el primero, la diferencia reside básicamente en la orquestación de éstos y en sus extensiones. El ataque del segundo gesto comienza con un multifónico de clarinete el cual es reforzado inmediatamente por la pista electrónica, el sintetizador Minilogue y el multifónico de violonchelo. En la etapa de sostenimiento (última corchea del c.9) cambia la orquestación, el multifónico inicial del clarinete ha sido filtrado en el compás 10 y esa sonoridad inarmónica ahora está a cargo de un nuevo multifónico ejecutado por el fagot. Simultáneamente en otro plano textural, flauta y clarinete complejizan la textura al realizar *vibrati* a diferentes velocidades duplicando distintos parciales armónicos. El periodo de relajación comienza en el compás 13, para ese entonces la pista electrónica ya ha sido sustraída y han quedado solo los instrumentos acústicos, los cuales serán filtrados progresivamente.

The musical score for measures 7-10 is presented in a multi-staff format. The instruments and their parts are as follows:

- Electrónica:** Starts with a soft (*pp*) sound that transitions to a medium (*mf*) sound. A VCF:cutoff parameter is shown increasing from a low value to 'máx.' (maximum). A VCF:cutoff 288 resonance of 500 is also indicated.
- Minilogue:** Plays a melodic line starting with a piano (*p*) dynamic.
- Microkorg:** Provides a sustained harmonic background, marked with a piano (*p*) dynamic.
- Flauta:** Executes a series of notes with vibrato (*vibrati*) and a forte-piano (*fp*) dynamic. Fingerings (5) are indicated for several notes.
- Clarinete en B \flat :** Plays a melodic line with vibrato and a medium-forte (*mf*) dynamic. A 'filtrar' (filter) instruction is shown with an arrow pointing to the right.
- Fagot:** Enters in measure 10 with a piano (*p*) dynamic.
- Violoncello:** Provides a low-frequency harmonic support, marked with a piano (*p*) dynamic that transitions to a medium-forte (*mf*) dynamic.

Gráfico 51: partitura compases 7-10

El comienzo del tercer gesto se funde con el final del segundo en el compás 14. La pista electrónica, el sintetizador Minilogue y el violonchelo son los encargados del ataque. Si observamos en los compases 14 y 15 podemos ver que estos instrumentos complejizan su propio espectro de diversas maneras: abriendo el control de *cutoff* en el sintetizador y transitando de *sul tasto* a *sul ponticello* en el violonchelo. Como explicamos anteriormente, éstas técnicas generan la aparición de armónicos superiores, por lo tanto el sonido adquiere mayor brillo.

The image shows a musical score for measures 14 and 15. The score is divided into five staves:

- Electrónica:** A staff with a treble clef and a 3/4 time signature. It features a continuous, high-frequency, sawtooth-like oscillation. A dynamic marking of *mp* is present.
- Minilogue:** A staff with a treble clef and a 3/4 time signature. It shows a single note in measure 14, which is sustained into measure 15. A horizontal line labeled "cutoff" starts at the beginning of measure 14 and increases towards the end of measure 15, labeled "máx".
- Clarinete en B \flat :** A staff with a treble clef and a 3/4 time signature. It contains five notes, each marked with a "5" above it, indicating a fifth finger fingering. The notes are sustained across the measures.
- Fagot:** A staff with a bass clef and a 3/4 time signature. It shows a single note in measure 14, which is sustained into measure 15.
- Violoncello:** A staff with a bass clef and a 3/4 time signature. It contains five notes, each marked with a "5" above it, indicating a fifth finger fingering. The notes are sustained across the measures. Above the staff, the instruction "III vibratuchelli s.t" is written.

Gráfico 52: partitura compases 14-15

El cuarto gesto (c.21 al 25) es de menor duración y a diferencia de los anteriores su ataque es inmediato. Una característica a destacar, es el hecho de contar con un breve giro melódico ejecutado por el sintetizador Microkorg el cual hace énfasis sobre la nota LA (gráfico 53). Este pasaje cumple una función conectiva entre el tercer y quinto evento.

The image shows a musical score for measures 21-25. The instruments and their parts are as follows:

- Electrónica:** Features a tremolo effect and a melody starting at measure 21 with a *mf* dynamic, continuing through measure 25.
- Minilogue:** Remains silent until measure 25, where it begins a *p* (piano) glissando.
- Microkorg:** Starts at measure 21 with a *p* dynamic, playing a melodic line with slurs.
- Flauta:** Plays a rhythmic pattern of eighth notes in measures 21-22, then a *f* (forte) chord in measure 23, and continues with a *flutz.* (flutter) effect in measures 24-25.
- Clarinete en Bb:** Plays a rhythmic pattern of eighth notes in measures 21-22, then remains silent.
- Fagot:** Remains silent until measure 23, then plays a *mf* (mezzo-forte) line with a *vib.* (vibrato) effect in measures 24-25.
- Violoncello:** Starts at measure 21 with a *f* dynamic, playing a *port.* (portamento) line, and continues with a *f* dynamic in measure 25.
- Contrabajo:** Remains silent until measure 25, where it plays a *f* dynamic line with a *vib. s.p.* (vibrato sul ponticello) effect.

Gráfico 53: melodía de sintetizado Microkorg, compases 21-25

El último gesto de la primera subsección presenta una complejidad mayor que los anteriores, su extensión abarca desde el compás 25 al 40 y durante ese intervalo de tiempo el sonido se transforma constantemente. La complejización es gradual, compás tras compás se añaden diferentes instrumentos de manera escalonada, cada uno realizando individualmente distintos procesos que al superponerse generan movilidad y enriquecen la textura. Algunos de éstos son: contrabajo transitando constantemente de *sul ponticello* a *sul tasto* y a la inversa, sintetizador Minilogue realizando un *glissando* ascendente que se extiende desde el compás 28 al 29, flauta produciendo pequeñas variaciones de embocadura que generan fluctuaciones en la afinación, etc. Podemos delimitar dos partes en este fragmento, la primera desde el compás 25 al 32 y la segunda desde el compás 33 al 40. Hasta el momento solo nos hemos detenido en la primera. En la segunda parte se genera una textura granular en la que se combinan *frullati* de instrumentos de viento-madera con trémolos de contrabajo, hacia los últimos compases esa rugosidad es enfatizada al acelerar la velocidad del LFO del sintetizador Minilogue, y al incorporarse el violonchelo en el

compás 36 ejecutando un *scratch* que transita de *sul ponticello* a *sul tasto*, simultáneamente la pista electrónica realiza el proceso inverso al desacelerar la modulación generada por el LFO. Finalmente, la etapa de relajación se da de manera veloz a partir del compás 39, donde solo quedan el clarinete y la pista electrónica.

La segunda subsección se constituye por dos eventos, el primero (c.41 al 50) está compuesto básicamente por dos ataques *fortissimi* ejecutados por el contrabajo, a los cuales se suman en el periodo de relajación el fagot y posteriormente el violonchelo y la pista electrónica. En el último tiempo del compás 46 podemos observar un ejemplo de combinación analógica entre la flauta realizando un *staccato* rápido y la modulación producida por el LFO de la pista electrónica.

The musical score for measures 46-47 features the following parts and dynamics:

- Electrónica:** A wavy line representing LFO modulation, starting at *mp* and ending at *p*.
- Flauta:** A rapid staccato passage starting at *mp* and reaching *f* by the end of the measure.
- Clarinete en Bb:** A sustained note with a dynamic of *p*.
- Fagot:** A sustained note with a dynamic of *p*, marked with the instruction "flatz. (sobre el tudel)".
- Violoncello:** A sustained note with a dynamic of *mp*, marked with "II vibratuchelli (glissandos microtonales)" and "port." (portamento).
- Contrabajo:** A sustained note with a dynamic of *p*, marked with "s.t s.p" (sustentado, sordina) and "tr" (trillo).

Gráfico 54: *staccato de flauta, compases 46-47*

El segundo evento (c.51 al 63) se caracteriza por ser totalmente electrónico, combinándose los dos sintetizadores con la pista. El ataque es lento y obtiene su máxima amplitud en el compás 54 coincidiendo con el ingreso del sintetizador Microkorg. A partir de este compás, en la etapa de sostenimiento, cada instrumento comienza distintas transiciones: Minilogue abre gradualmente el control de cutoff ampliando la cantidad de armónicos, mientras el Microkorg acelera la velocidad de modulación y posteriormente realiza un *glissando* descendente (c.58).

Por último, la tercera subsección también puede dividirse en dos momentos. El primero abarca desde el compás 64 hasta el compás 73, y se caracteriza por ser un bloque en el que los instrumentos que participan (Contrabajo, violonchelo, fagot, flauta y clarinete) generan una textura fluctuante producida por un constante *crossfade* de volúmenes. Es necesario evidenciar que en un segundo plano la pista electrónica se mantiene casi de manera estática produciendo un sonido de tipo ruido, el cual une a ambos fragmentos y anticipa el espectro de la segunda macro sección. El segundo evento ya ha sido analizado en profundidad anteriormente en el apartado “Sustracción como elemento organizador de forma” (gráfico 34), el inicio de éste se funde con el final del evento anterior (compás 73) y cumple la función de cierre de la primera macro sección (c. 80).

5.2. Segunda macro-sección: (compás 80 al 148)

Ésta macro-sección se caracteriza principalmente por el predominio del espectro ruido sobre otros tipos. Se compone por dos grandes subsecciones, la primera se extiende desde el compás 80 al 116 y la segunda desde el compás 117 al 149.

En la primera subsección se traza una trayectoria que transita desde momentos mixtos de sonidos acústicos y electrónicos a sonidos puramente acústicos. Este proceso está conformado por tres etapas que explicaremos a continuación.

A partir del compás 80 se desarrolla un gesto de ataque lento que se densifica gradualmente por la suma de distintos tipos de ruidos generados por ambos sintetizadores, juntos a los instrumentos de cuerdas combinando diferentes *spazzolati*. En un estrato diferente podemos observar como flauta, clarinete y fagot generan un nuevo plano a través

de la repetición de un mismo trino a distintas velocidades y opuestos reguladores de dinámica, éste efecto es creado como imitación a las repeticiones propias de un *delay*, tal como se explicó en el “catálogo de operaciones analógicas”.

The image shows a musical score for three instruments: Flauta (Flute), Clarinete en Bb (Clarinet in B-flat), and Fagot (Bassoon). The Flauta part consists of a repeating eighth-note pattern with dynamics *pp*, *mf*, *pp*, *mf*, *pp*, and *mf*. The Clarinete en Bb part has a similar pattern with dynamics *pp*, *mf*, *pp*, *mf*, *pp*, and *mf*. The Fagot part has a similar pattern with dynamics *p*, *mp*, and *p*.

Gráfico 55: efecto *delay* en vientos-madera, compases 86-89

En el compás 93 se logra el máximo nivel de amplitud y es acentuado por los *scratch* de instrumentos de cuerdas y bombardino. A partir del compás 95 comienza la etapa de relajación, entre el compás 100 y 103 se filtran progresivamente los distintos estratos texturales culminando en un ruido tipo *scratch* producido por el bombardino, el cual enfatiza el final de éste primer gesto y simultáneamente da comienzo al segundo. Si prestamos atención desde el compás 95 al 96, podemos observar un ejemplo de combinación analógica entre el efecto de filtrado producido por el bombardino al pronunciar el vocablo “fiu” y la modulación generada por el LFO sobre el control de *cutoff* de la pista electrónica.

The image shows a musical score for two instruments: Electrónica (Electronic) and Bombardino (Trumpet). The Electrónica part shows a sawtooth wave pattern. The Bombardino part shows a sequence of notes with the text "(aire filtrado al abrir y cerrar cavidad bucal) fiu fiu fiu etc." and dynamics *mp* and *f*.

Gráfico 56: combinación de bombardino y pista electrónica, compases 95-96

El segundo gesto comienza en el compás 103 de manera imperceptible fusionándose con el final del primero, podemos observar como la pista electrónica se expande hasta el compás 105 continuando el proceso de relajación del gesto anterior. Es por ésta razón que el segundo evento cumple una función de puente transitorio entre un primer momento de sonoridades electrónicas y acústicas combinadas, hacia sonidos puramente acústicos. El ataque lento y gradual que comenzó el contrabajo en el compás 103 es enfatizado bruscamente en el compás 108 por el ruido de aire del bombardino y el *scratch* de la flauta, generando un veloz crescendo que culmina en el último tiempo del compás 109. Éste gesto no tiene etapa de sostenimiento ni de relajación, luego del ataque progresivo su caída es inmediata.

El tercer y último evento (c.110 al 116) de esta subsección podría definirse como una “conversación” entre los instrumentos acústicos y la pista electrónica. En el gráfico 57 se puede evidenciar que estas breves intervenciones ya han sido sugeridas en el gesto anterior en un plano textural compuesto por flauta, clarinete bombardino y violonchelo (gráfico 57). Luego del juego de alternancias entre los dos mundo sonoros, en el compás 117 instrumentos acústicos y pista electrónica se unen acentuando el último ataque, que al igual que el gesto anterior es de caída inmediata.

The image shows a musical score for measures 104-107. The instruments and their parts are:

- Electrónica:** Represented by a series of vertical lines at the top of the page.
- Flauta:** Part with the instruction "tongue ram". Dynamics range from *p* to *f*.
- Clarinete en Bb:** Part with the instruction "flatz.". Dynamics range from *p* to *f*.
- Fagot:** Part with the instruction "helicóptero" and six "6" notes. Dynamics range from *mf* to *f*.
- Bombardino:** Part with dynamics *f* and *FFF*.
- Violoncello:** Part with instructions "φ nat. s.t." and "(sin mutear)". Dynamics range from *pp* to *f*.
- Contrabajo:** Part with dynamics *f* and *ff*.

Gráfico 57: plano de flauta, clarinete, bombardino y violonchelo. Compases 104-107

La segunda subsección continúa con el mismo plan de alternancias y transiciones entre sonidos sintetizados electrónicamente y sonidos acústicos. El comienzo del primer evento está a cargo de ambos sintetizadores, los cuales generan un gesto de ataque lento que crece hasta el compás 127 dónde es filtrado haciendo uso del control *cutoff* del Minilogue (gráfico 58).

The musical score for measures 126-128 features the following parts and annotations:

- Electrónica:** A high-frequency, dense electronic texture that begins in measure 126 and continues through measure 128.
- Minilogue:** A synthesizer part starting in measure 126 with a 'cutoff' parameter set to 500, which gradually decreases to 'min.' (minimum) by measure 128.
- Microkorg:** A synthesizer part starting in measure 126 with a '0%' parameter and a 'PATCH A15' label.
- Flauta:** Enters in measure 126 with a 'flatz. emb. cerrada' (flattened embouchure, closed) instruction. It plays a melodic line starting at a piano (*p*) dynamic and reaching a forte (*f*) dynamic by measure 128.
- Clarinete en B♭:** Enters in measure 126 with a 'KJ' instruction. It plays a melodic line starting at a piano (*p*) dynamic and reaching a forte (*f*) dynamic by measure 128.
- Fagot:** Enters in measure 126 with a 'helicóptero' (helicopter) instruction. It plays a rhythmic, tremolo-like texture starting at a mezzo-piano (*mp*) dynamic, reaching a forte (*f*) dynamic in measure 127, and ending at a piano (*p*) dynamic in measure 128.
- Violoncello:** Enters in measure 126 with a 'roll en tapa' (roll on the lid) instruction. It plays a melodic line starting at a piano (*p*) dynamic and reaching a fortissimo (*ff*) dynamic by measure 128.
- Contrabajo:** Enters in measure 126 with a 'roll en tapa' (roll on the lid) instruction. It plays a melodic line starting at a piano (*p*) dynamic and reaching a fortissimo (*ff*) dynamic by measure 128.

Gráfico 58: filtrado, compases 126-128

Éste momento de filtrado coincide con la incorporación de los instrumentos acústicos y la pista electrónica que ingresan fundiéndose en un *crossfade* (gráfico 58). A partir del compás 130 se produce una breve réplica del extenso gesto anterior, el análisis de éstos últimos compases ya fue expuestos en el apartado “Sustracción en gestos o eventos breves” (gráfico 38).

Desde el compás 140 al 149 se extiende el último evento de la segunda macrosección. Éste es ejecutado solo por el sintetizador Minilogue y, como se explico en el gráfico 35 (apartado: “sustracción como elemento organizador de forma”), su función es la de conectar e introducir la siguiente macro-sección.

5.3. Tercera macro-sección: (compás 149 al 235)

En la tercera sección se encuentra el máximo nivel de complejidad espectral, esto se debe a la combinación de ambos espectros presentados en las secciones anteriores: Inarmónico y ruido. La trayectoria planteada se dirige progresivamente hacia un mayor grado de densificación textural, tal como lo expondremos a continuación en el análisis de las dos subsecciones que lo constituyen.

La primera subsección está compuesta por cinco eventos de distintas duraciones. El primero de éstos (c. 149 al 168) se conforma por diferentes planos que se pueden identificar teniendo en cuenta el tipo de espectro. Por ejemplo, desde el compás 157 al 162, flauta y fagot se combinan al ejecutar un staccato con sonido de aire (ruido), contrabajo y clarinete duplican uno de los parciales armónicos predominante de la pista electrónica (compás 158: SI bemol), mientras el violonchelo añade complejidad inarmónica al total sonoro mediante la ejecución de un multifónico. A partir del último tiempo del compás 159, podemos dilucidar en el clarinete un ejemplo de aplicación de operaciones analógicas al duplicar el trino de la pista electrónica generado por la modulación de frecuencia.

The musical score for measures 157-161 consists of six staves. The top staff is labeled 'Electrónica' and shows a dense, textured sound with dynamic markings *pp* and *p*. The Flauta staff has a melodic line with dynamic markings *p*, *mf*, and *p*, and the instruction 'aire'. The Clarinete en Bb staff has a melodic line with dynamic markings *pp*, *mp*, and *mp*, and the instruction 'hélicóptero'. The Fagot staff has a melodic line with dynamic markings *p*, *mp*, and *p*, and the instruction 'poner caña'. The Violonchelo staff has a melodic line with dynamic markings *pp* and *mf*, and the instruction 'trémolo de dedo'. The Contrabajo staff has a melodic line with dynamic markings *p*, *mf*, *pp*, and *mp*, and the instruction 'roll en caja'.

Gráfico 59: distintos planos texturales, compases 157-161

En el compás 168 comienza el segundo evento, éste es el primero de una serie de breves gestos de gran densidad textural que incrementan su complejidad progresivamente. Si prestamos atención al multifónico ejecutado por el clarinete, podemos observar un ejemplo de micro-operación de sustracción al ser filtrado hasta quedar solo su nota base (c.168 al 171). Éste multifónico se combina a su vez con el multifónico ejecutado por el fagot y el sonido inarmónico del sintetizador Minilogue. En otro nivel textural encontramos combinados a las cuerdas y bombardino en un *vibrato* que se amalgama al plano fluctuante realizado por la pista electrónica. Cabe aclarar que durante el desarrollo de este micro-gesto, subyace uno de los planos del evento anterior generado por la pista electrónica unificando ésta primera subsección.

Desde la última corchea del compás 173 al compás 177 se extiende el tercer evento. Analizando los distintos estratos que lo componen, podemos discernir como durante la etapa de ataque la pista electrónica junto al contrabajo crean un plano caracterizado por un *glissandi* ascendente, mientras el fagot ejecutando un multifónico y violonchelo realizando un trino generan planos constantes y estáticos. La etapa de relajación comienza en el último tiempo del compás 175 luego de haber sido filtrados todos los instrumentos que participaron del ataque. Aquí el clarinete y la flauta son los encargados de prolongar el trino producido por el LFO de la pista electrónica, extendiéndolo hasta el compás 177 a manera de resonancia.

The image shows a musical score for measures 173-177. The instruments and their parts are as follows:

- Electrónica:** A synthesizer part with a wavy texture, marked *mp* and *mf*.
- Microkorg:** A synthesizer part with a single note, marked *f*. A box indicates "PATCH A16 Mod: 0%".
- Flauta:** A flute part with a tremolo marking "vib. (mover flatuta)", marked *p* and *ppp*.
- Clarinete en Bb:** A clarinet part with a "filtrar" marking and "sacar barrilote" instruction, marked *p*.
- Fagot:** A bassoon part with a "filtrar" marking, marked *mp* and *p*.
- Violoncello:** A cello part with a "filtrar" marking, marked *f*.
- Contrabajo:** A double bass part with a "filtrar" marking, marked *mf*, and a "FUZZ: on" instruction.

Gráfico 60: tercer gesto, compases 173-177

En el cuarto gesto (c. 178 al 182) encontramos nuevamente un plano caracterizados por reiterados ataques breves en un rítmica explícitamente regular, el cual nos remite a los compases 104-108 de la segunda macro-sección. En este caso dicho plano es generado a partir de la combinación entre el fagot (nota DO#) y el bombardino (sonido de aire). Como bien podemos observar en la partitura, al contrabajo se la ha aplicado una distorsión de tipo *fuzz*⁸ logrando una mayor homogeneización con la textura inarmónica de la pista electrónica y el *patch* utilizado en el sintetizador Minilogue. Desde el compás 180 al 181 se extiende la etapa de relajación, en el gráfico 62 podemos observar como la flauta y el fagot enfatizan dos de los armónicos con mayor presencia en el espectro de la pista electrónica. El primero tiene una frecuencia de 374 Hz aproximándose a un FA# (369,994 Hz), ésta

⁸ **Fuzz:** es un overdrive exagerado, con una mayor **distorsión** de la onda que hace que existan más picos en los armónicos. Esto genera un sonido más grueso y denso que se focaliza en las frecuencias bajas y medias, pero no tanto en las más agudas.

nota fue asignada al fagot, mientras que el parcial siguiente de 451 Hz = LA es duplicado por la flauta.

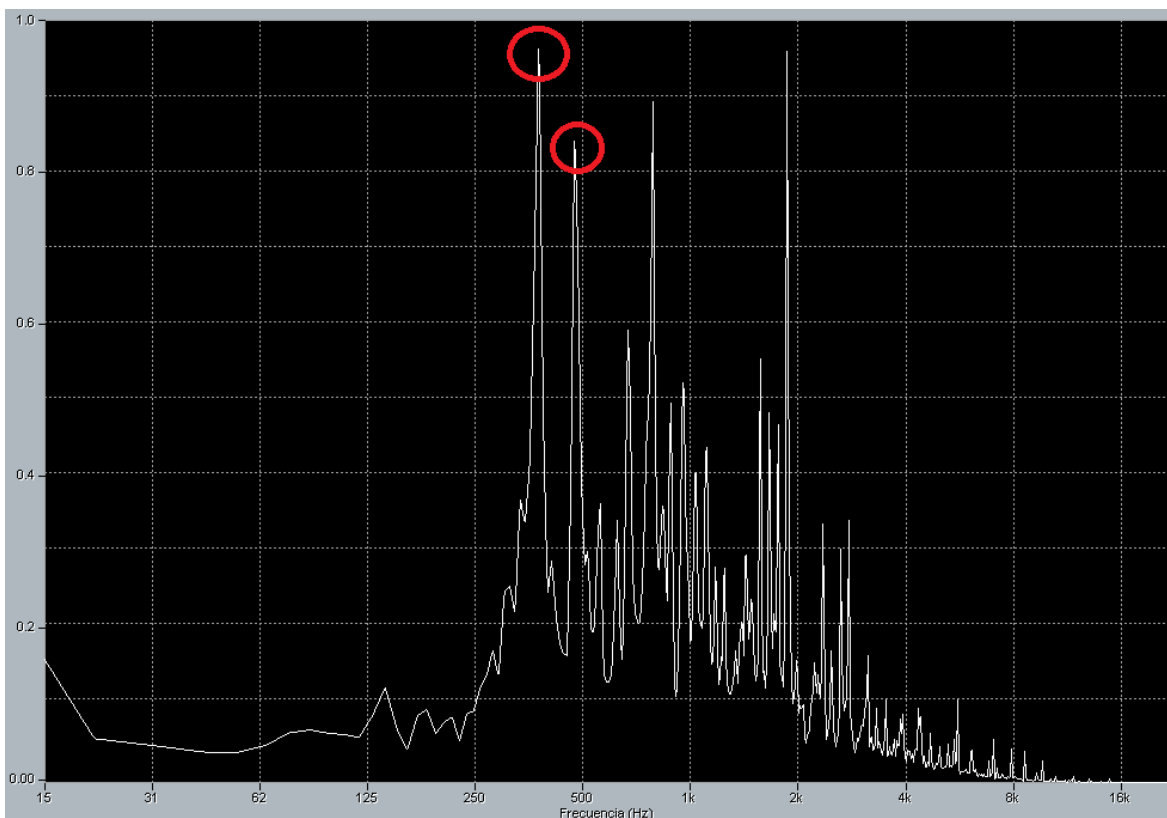


Gráfico 61: análisis espectral pista electrónica, compás 181

The musical score consists of three staves: Electrónica (top), Flauta (middle), and Fagot (bottom). The time signature changes from 3/4 to 4/4 and then to 3/8. The Electrónica part has a steady rhythm with a dynamic marking of *mf*. The Flauta part has a melodic line with a dynamic marking of *mf*. The Fagot part has a bass line with dynamic markings of *p*, *p < p <*, *mp*, and *p*.

Gráfico 62: partitura, compás 180-182

El quinto y último evento de ésta primera subsección (c.183 al 198) es de mayor duración que los anteriores y se caracteriza por el predominio del espectro inarmónico sobre el de ruido. Es así que además de complejizar la sonoridad inarmónica a través del uso de distintos multifónicos, también se enfatizan diferentes parciales armónicos de la pista electrónica. Estos a su vez son ejecutados en combinación con *vibrati* de diferentes velocidades y *frullati*. En los gráficos 63 y 64 se exponen los análisis espectrales realizados sobre la pista electrónica para obtener las alturas utilizadas, estas frecuencias son: 374Hz = FA#, 475 Hz = Sib (gráfico 64) y 1955Hz = SI (grafico 65). Estos armónicos fueron duplicados por el bombardino, clarinete y fagot combinados con *frullati*, sintetizador Microkorg y flauta tocando la nota FA#, y por último en el compás186 clarinete interpretando la nota SI de manera ordinaria.

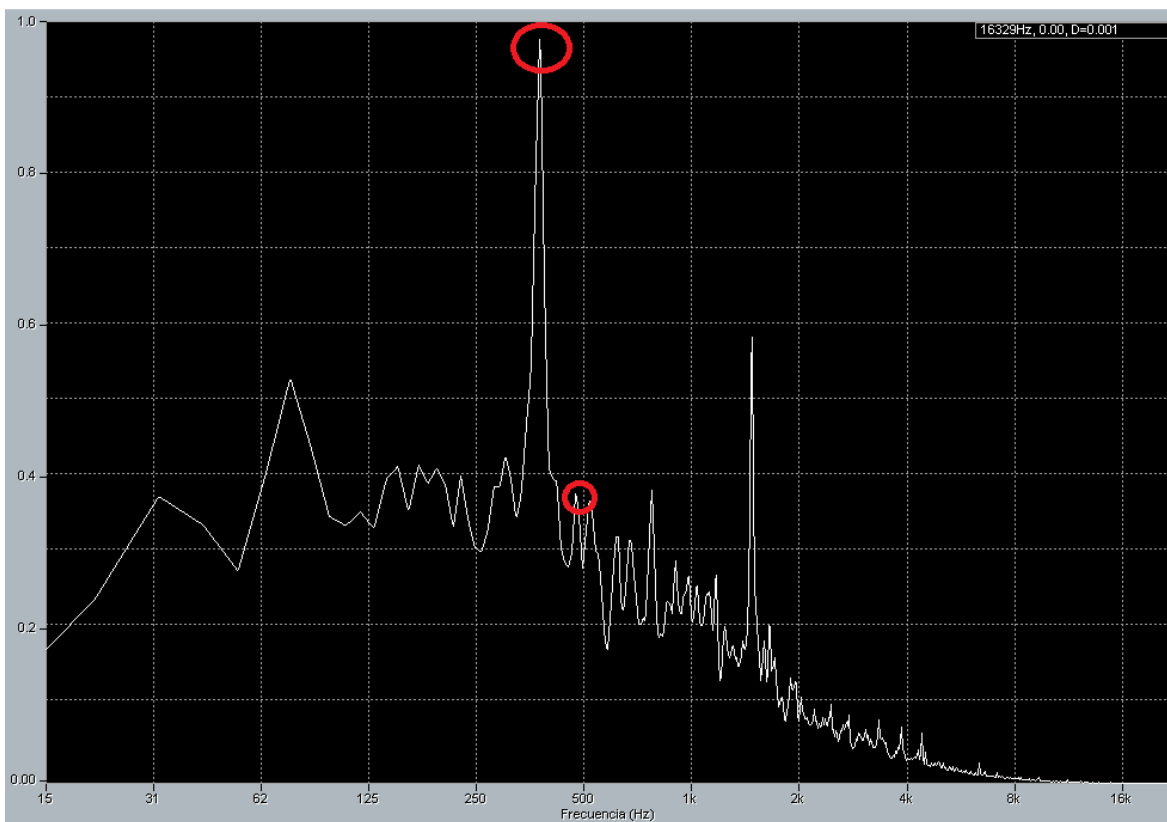


Gráfico 63: análisis espectral pista electrónica, compás 183-185

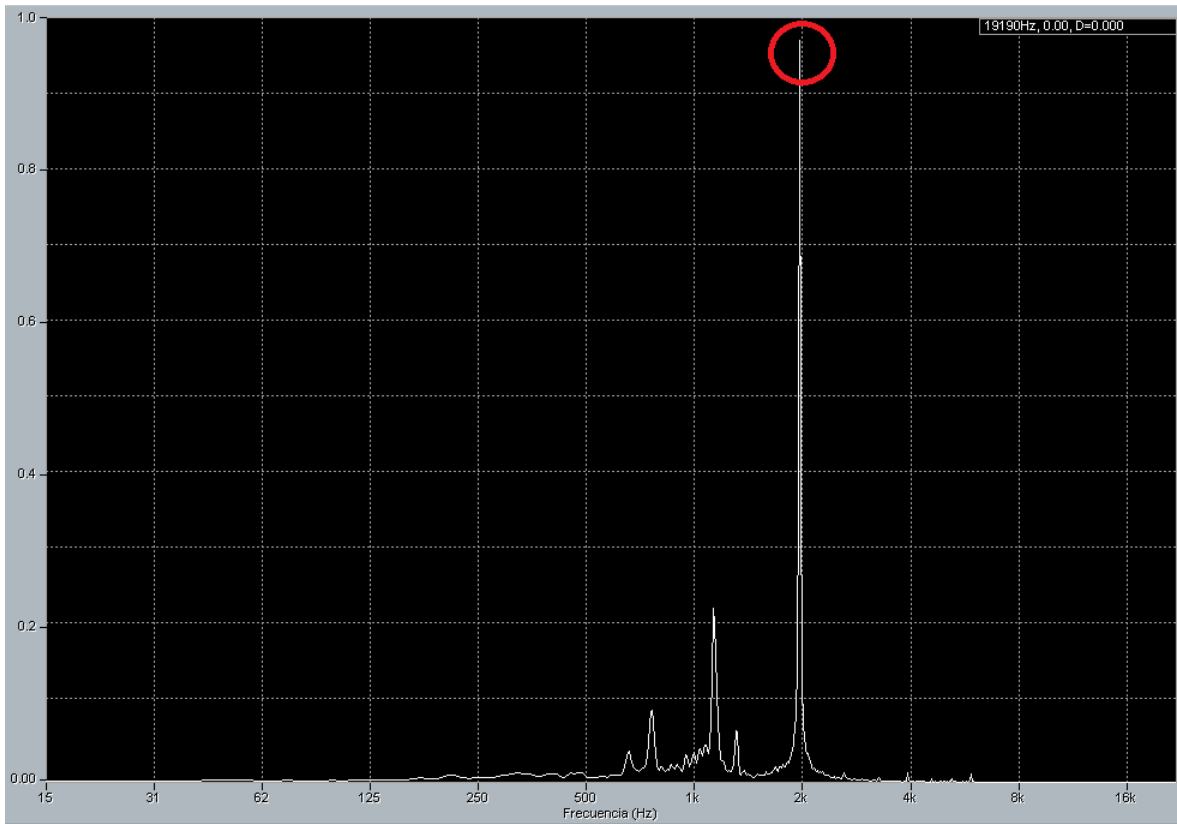


Gráfico 64: análisis espectral pista electrónica, compás 186

The musical score is for measures 183-186 in 4/4 time. It includes parts for:

- Electrónica:** *mp* to *mf* with a tremolo effect.
- Microkorg:** *p m.v.* with a tremolo effect.
- Flauta:** *mf* with a tremolo effect.
- Clarinete en B \flat :** *p* to *mf* with *flatz.* markings.
- Fagot:** *mf* to *f* with *flatz.* markings.
- Bombardino:** *p* to *mf* with *flatz.* markings. Includes instructions: *senza sord.* and *cantar la nota superior guiándose con el gráfico*.

Gráfico 65: partitura, compases 183-186

A partir del compás 192 comienza un lento filtrado textural comenzando por la sustracción de la flauta y el clarinete, los cuales volverán a ingresar en los compases 194 y 195 duplicando un breve motivo melódico de tres notas descendentes producido por la pista electrónica: FA- MI- RE. Es en estos compases dónde se completa la sustracción de los demás instrumentos dando lugar a la etapa de relajación (c.196 al 198), la cual se caracteriza por su sonoridad de tipo “cristalina” generada por la combinación de distintos barridos de armónicos: *whistle tones* de la flauta, silbidos sobre la embocadura del bombardino y *glissandi* de armónicos naturales en el violonchelo.

La segunda subsección (c.197 al 236) tiene la particularidad de estar conformada por tres eventos o gestos que se funden entre sí. Estos pueden reconocerse prestando atención a los cambios de orquestación, los cuales generan diferentes niveles texturales. El primer gesto comienza con la pista electrónica en el compás 197, realizando un *crossfade* con los últimos compases del gesto anterior. Analizando los diferentes estratos desde el compás 206 al 213 podemos distinguir tres planos texturales: un primer plano que reelabora la textura de ataques sucesivos expuesta en la subsección anterior (c.178 al 182) y dos planos secundarios conformados por los trinos de flauta, clarinete y violonchelo (SOL-FA#), y el contrabajo modulado por un trémolo de onda cuadrada que se mantiene inalterable hasta el compás 213 (donde comienza el *ritardando*). Ahora bien, con respecto al primer plano podemos observar que las reiteraciones de los ataques sucesivos ya no respetan la regularidad rítmica que regía en el cuarto gesto de la subsección anterior, esto se puede evidenciar en el gráfico 66 prestando atención a los sucesivos cambios de métrica. Con respecto a la orquestación, conviene destacar que cada breve intervención ha sido tratada como un micro-gesto compuesto por dos etapas: ataque y resonancia. Es así que en los compases 206 y 207 el clarinete ejecuta el ataque y el violonchelo se incorpora recién en la etapa de relajación. En los compases siguientes (c.208 al 209) flauta, fagot y violonchelo se unen en el ataque y bombardino se encarga de la resonancia ejecutando un filtrado de ruido producido al inspirar aire sobre la boquilla.

The image shows a musical score for measures 204 to 209. The instruments and their parts are as follows:

- Electrónica:** Starts with a tremolo pattern in 4/4, then changes to 2/4, 3/4, and 4/4. Dynamic marking: *mf*.
- Microkorg:** Features a 'PATCH A17' box. The part is mostly rests with some notes in the later measures.
- Flauta:** Starts with *pp* and *p* dynamics, then has a section with *pp* and *p* dynamics. Includes a 'flatz.' instruction.
- Clarinete en Bb:** Starts with *mp*, then *mf* and *pp*, and finally *f*, *pp*, *f*, and *pp*. Includes a 'flatz.' instruction.
- Fagot:** Starts with *mp* and *pp*, then *mp* and *pp*, and finally *mp* and *pp*. Includes a 'flatz.' instruction.
- Bombardino:** Starts with *f* dynamics, then *FFF* dynamics. Includes 'V' (Vibrato) markings.
- Violoncello:** Starts with *pp* and *mp*, then *mf* and *mf*, and finally *mp* and *p*. Includes 's.l' and 's.p' markings.
- Contrabajo:** Starts with *p* dynamics. Includes 'TRÉMOLO 2.on' marking.

Gráfico 66: partitura, compases 204 – 209

Luego del *ritardando* del compás 213 se funde el final del primer gesto con el comienzo del segundo (c.214 al 223). Como bien mencionamos al inicio del análisis de ésta tercera macro-sección, la trayectoria planteada se desarrolla mediante una complejización progresiva de la densidad textural, es así que éste segundo gesto puede interpretarse como una variación del anterior el cual ha sido complejizado al incorporarse nuevos planos texturales. Diferenciando los distintos estratos que conforman la textura, observamos la adhesión de un nuevo plano de espectro ruido originado por el crujido del *roll* sobre la tapa del violonchelo junto al *spazzolato* ejecutado por el contrabajo. La incorporación del sintetizador Minilogue genera un plano estático que enfatiza los sonidos inarmónicos de la pista electrónica. Por otro lado, en el nivel principal se presenta nuevamente un plano caracterizado por la sucesión de ataques breves y, en este caso, regulares. Los instrumentos participante son: flauta, clarinete, fagot y el sintetizador Microkorg. A partir del compás 219 comienza un proceso de densificación textural llevado a cabo principalmente por el sintetizador Microkorg al acelerar la velocidad de modulación, junto a la combinación de

frullati y *tremoli* de fagot, flauta y violonchelo. Finalmente a partir del compás 222 estos instrumentos son filtrados rápidamente quedando solo un trino de flauta que se diluye entre los sonidos sintetizados.

El tercer y último gesto que compone ésta subsección ya fue analizado y expuesto en el apartado “Sustracción como elemento organizador de forma” (gráfico 36). Comienza en el compás 223 empalmándose con el final del segundo gesto y se desarrolla a partir de la combinación entre la pista electrónica y el sintetizador Minilogue. Partiendo de un *glissando* ascendente, ambos emprenden un proceso de tensión que aumenta y se complejiza gradualmente al sumarse *glissandi* de instrumentos de cuerdas y *bisbigliandi* de clarinete y flauta.

5.4. Cuarta macro-sección: (compás 236 al 305)

Al ser ésta la última macro-sección de la obra, hemos planteado una trayectoria en la que el espectro inarmónico es filtrado gradualmente concluyendo en un solo sonido sinusoidal. Otra característica distintiva, es el hecho de estar constituida por dos subsecciones en las que se elaboran sonidos inarmónicos semejantes a los de una campana.

La primera subsección se extiende desde el compás 236 al 262. Ésta se conforma por tres gestos, los cuales están estrechamente unidos a través de planos que se superponen. El primero de ellos (c.236 al 243) retoma sonidos que ya fueron expuestos con anterioridad. Por ejemplo, el *Patch* 4 utilizado en el sintetizador Minilogue (caracterizado por la modulación del LFO sobre el control de *cutoff*) evoca la sonoridad de “helicóptero” empleada en el mismo sintetizador en los compases 117 al 140 de la segunda macro-sección. Con respecto a la evolución temporal de éste gesto, podemos observar que comienza con un veloz ataque entre el sonido “acampanado” de la pista electrónica y el *flautando* del violonchelo. A partir del compás 239 la textura se densifica al incorporarse planos estáticos generados por la combinación del sintetizador Minilogue, el contrabajo modulado por un trémolo rápido (pedal) y el fagot realizando un *frullato*. Luego de este periodo de sostenimiento continúa una breve etapa de relajación que coincide con el inicio del segundo gesto (c.243).

Al analizar la textura del segundo gesto (c. 243 al 250) podemos distinguir diferentes tipos de operaciones analógicas que contribuyen a la complejización de la misma. Por ejemplo, el sonido de “helicóptero” generado por el sintetizado Minilogue a partir de la modulación del control de *cutoff*, se combina con el bombardino ejecutando un pasaje en semicorcheas empleando la técnica de *tongue ram*. Simultáneamente, flauta y clarinete se acoplan ejecutando un mismo trino pero a diferentes velocidades y en dinámicas contrarias, recreando el efecto de *delay* que ya fue descrito anteriormente.

The image shows a musical score for measures 245 to 250. The instruments listed are: Electrónica, Minilogue, Flauta, Clarinete en Bb, Bombardino, Violoncello, and Contrabajo. The Flute and Clarinet parts are the focus, showing a trill pattern where the Flute plays a note slightly before the Clarinet, creating a delay effect. The Bombardino part uses a 'tongue ram' technique, playing a series of sixteenth notes. The Minilogue part provides a sustained harmonic background. Dynamics range from *ppp* to *mp*. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and dynamic markings.

Gráfico 67: efecto *delay* entre flauta y clarinete, compases 245 – 250

El tercer gesto abarca desde el compás 251 al 262. Observando la partitura damos cuenta de que el plano generado por el sintetizador Minilogue (sonido “helicóptero”) se ha mantenido constante desde el evento anterior logrando unificar, junto al contrabajo, toda esta subsección. Es así que el final del proceso de filtrado iniciado por este sintetizador en el compás 254, finaliza en el compás 255 coincidiendo con la sustracción de todos los planos acústicos que componen este evento. A partir del compás 256 (luego del súbito filtrado), inicia la etapa de relajación donde violonchelo, clarinete y flauta se relevan orquestando un mismo armónico (LA) que se desprende de la pista electrónica.

The image shows a musical score for measures 257-259. It features four staves: Electrónica (top), Flauta (second), Clarinete en Bb (third), and Violoncello (bottom). The Electrónica part consists of a continuous, dense, wavy line. The Flauta and Clarinete en Bb parts have melodic lines with dynamic markings: 'm.v' (mezzo-vivace) and 'pp' (pianissimo) for the flute, and 'm.v' and 'p' (piano) for the clarinet. The Violoncello part starts with a 's.p.' (sotto piano) marking and a '> p' (accent) marking, followed by a long note with a fermata. At the end of the section, there is a marking 'I vibratuchelli' with a wavy line above it.

Gráfico 68: etapa de relajación, compases 257 – 259

La segunda subsección se extiende desde el compás 262 al 305. Al tratarse de los últimos compases de la obra se puede percibir una menor densidad textural y un mayor espaciado entre las distintas intervenciones instrumentales, ésta dilatación temporal se ve reflejada en los dos planos texturales que la constituyen. El primer nivel está conformado por sonidos sintetizados de campanas a los cuales se les han aplicado distintos tratamientos de orquestación, y en un nivel inferior se encuentra un plano inarmónica continuo que se desarrolla muy lentamente al añadirse y sustraerse diferentes armónicos. En lo que respecta a la forma, observamos que da comienzo un breve gesto introductorio que abarca desde el compás 262 al 268, y un evento de mayor extensión en el cual se desarrolla el proceso de sustracción final (c.268 al 305). Es en este último donde se pueden observar las diferentes orquestaciones realizadas en base al modelo “ataque-resonancia” propio del desarrollo temporal de los sonidos de campanas. Luego de realizar el análisis espectral de cada uno de estos ataques, seleccionamos distintos parciales armónicos para ser enfatizados a través de los instrumentos acústicos. En el gráfico 69 se muestra el análisis espectral de la pista electrónica sobre los compases 270 al 271, los tres parciales elegidos para ser duplicados por los instrumentos acústicos corresponden a las siguientes frecuencias: 210 Hz = SOL#, 299 Hz = RE y 533Hz = DO. Éstos fueron asignados a la flauta, clarinete, violonchelo y contrabajo, tal como se muestra en el gráfico 70.

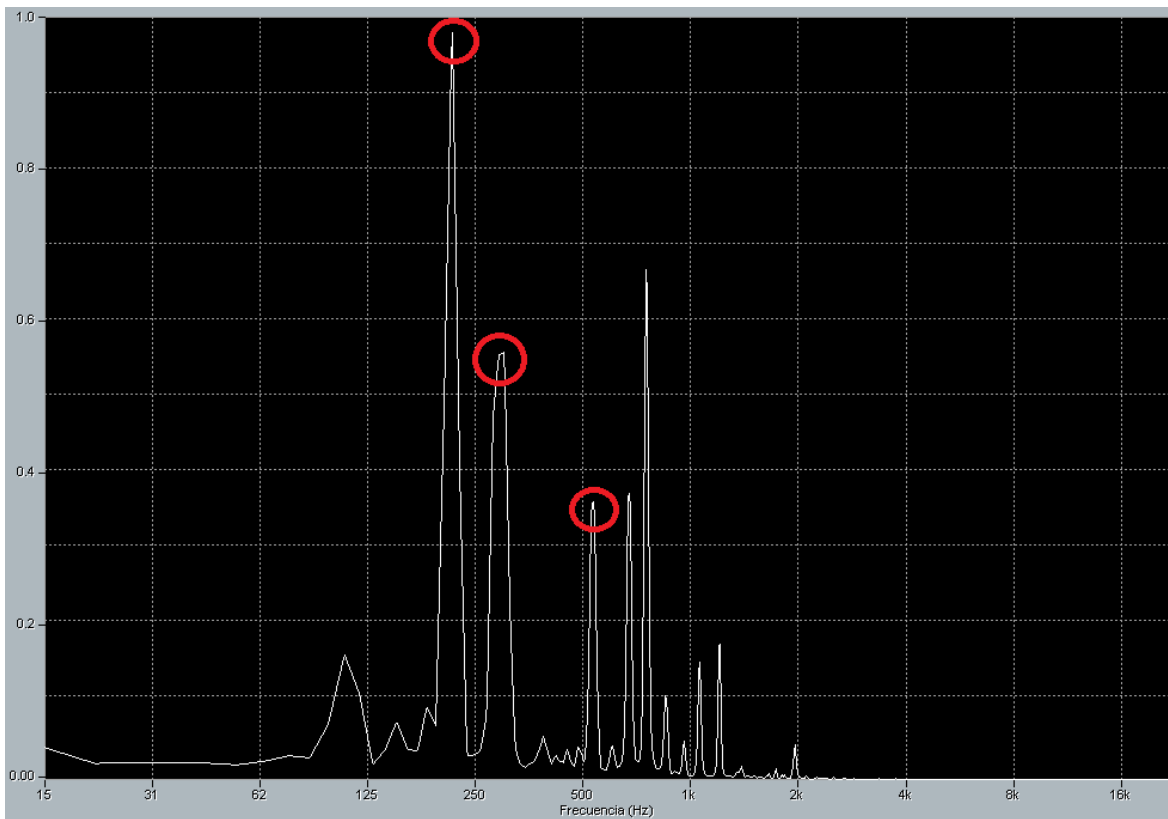


Gráfico 69: análisis espectral pista electrónica, compases 270-271

Gráfico 70: partitura, compases 270-271

Otro ejemplo de orquestación de los sonidos de campana se encuentra en el compás 277, aquí las frecuencias 450Hz y 610 Hz correspondiente a las alturas LA y RE son enfatizadas por el violonchelo (ejecutándolo como armónico natural) y el contrabajo.

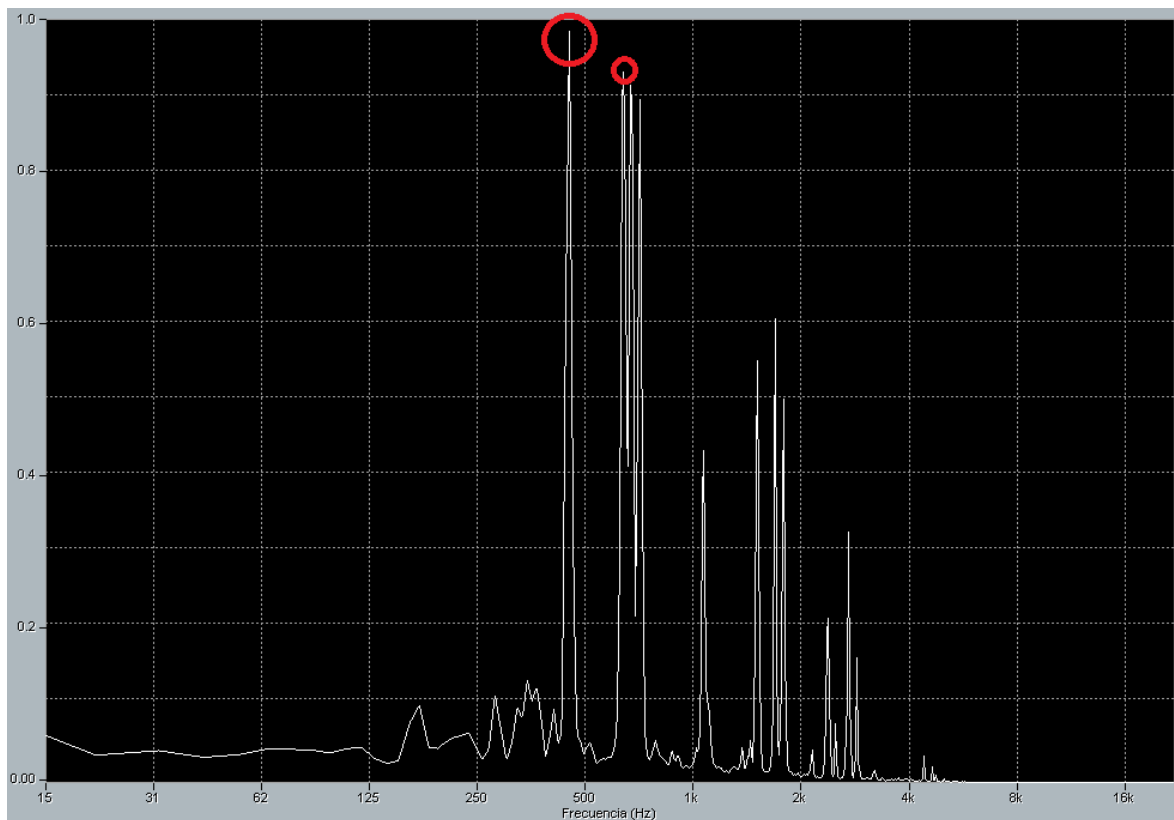


Gráfico 71: análisis espectral pista electrónica, compases 277-278

The musical score shows four staves: Electrónica, Microkorg, Violoncello, and Contrabajo. The Electrónica part has a 'PATCH: B12' box. The Violoncello part has a dynamic marking of *p* and a fermata. The Contrabajo part has dynamic markings of *mfp* and *mf*. The notes in the Violoncello and Contrabajo parts correspond to the circled peaks in the spectral analysis.

Gráfico 72: partitura, compases 277-278

Por último, a partir del compás 289, los instrumentos acústicos se funden junto a los sonidos electrónicos en una textura de apariencia estática, ésta se caracteriza por la superposición de largas notas tenidas, las cuales son sustraídas gradualmente hasta concluir en un solo armónico. Cabe aclarar que éste plano que comenzó a gestarse desde el compás 263 en la pista electrónica, fue compuesto a partir de ondas pseudo-sinusoidales creadas mediante la auto-oscilación del filtro, tal como se explico en el apartado dedicado a la síntesis sustractiva en el marco teórico.

6. Conclusiones

A manera de cierre expondremos a continuación las conclusiones obtenidas en cada objetivo:

- La implementación del concepto de síntesis sustractiva como metodología de composición nos permitió coordinar la tarea de aproximar y evidenciar las semejanzas entre la generación y trabajo acústico del sonido y el principio de síntesis analógica. A partir de las dos categorías expuestas: operaciones analógicas y operaciones conceptuales; pudimos trazar diferentes trayectorias que definieron los niveles formales y posibilitaron el trabajo desde el timbre como característica principal del sonido.
- En la búsqueda de composiciones para ensambles integrados por instrumentos acústicos y electrónicos, llegamos a la conclusión de que las técnicas empleadas por los compositores spectralistas son las que mejor se adecúan a nuestra propuesta. Es así que adoptamos a esta corriente compositiva como el principal antecedente en lo que respecta a la combinación entre estos dos mundos sonoros. El concepto de síntesis instrumental u orquestal propio del spectralismo nos brindó herramientas que nos permitieron analizar los diferentes espectros sintetizados y a partir de esa información poder elegir que parciales armónicos resaltar. Otra idea o concepto del cual nos apropiamos es la noción de espectro sonoro como base estructural de la obra, la cual nos permitió diseñar un esquema formal de cuatro macro-secciones en las que se opera haciendo hincapié en distintos tipos de combinaciones espectrales.
- La notación musical para sintetizadores conlleva un problema que solo pudimos resolver parcialmente. Esto se debe a que no es posible crear un único sistema de escritura que permita ser empleado del mismo modo para todas las marcas y modelos, ya que las características y prestaciones de cada uno son tan diferentes que sería acertado considerarlos individualmente como instrumentos distintos. En nuestro intento por aproximarnos a una notación que abarque la mayor cantidad de

parámetros y modificaciones del sonido en tiempo real, combinamos la escritura tradicional para instrumentos acústicos junto a planillas que nos permiten registrar el valor de cada comando utilizado al momento de recrear la arquitectura del sonido o *patch*. A pesar de ser una alternativa que cumple con los fines prácticos de nuestra composición, podemos afirmar que no es una solución definitiva y no podría sistematizarse como notación musical para otros modelos al menos que se realicen las modificaciones pertinentes para cada sintetizador que se vaya a utilizar.

En conclusión, el proceso de trabajo realizado desde la experimentación técnico-instrumental con cada instrumentista en búsqueda de resultantes sonoras análogas a las generadas sintéticamente, así como el empleo de técnicas propias del espectralismo amoldadas a nuestros fines musicales, nos permitieron elaborar una metodología compositiva a partir de la cual obtuvimos un control total de la materia sonora. Como resultado, creemos haber logrado nuestro objetivo principal de transferir las características propias de la síntesis sustractiva al mundo acústico obteniendo una resultante sonora homogénea.

En un contexto actual en el que los sintetizadores han sido revalorizados por músicos y productores impulsando la fabricación de nuevos modelos y re-ediciones de clásicos a un precio económico, vemos una segunda posibilidad de integrar estos instrumentos a la música contemporánea académica. Es el interés de nuestro trabajo de investigación poner en relieve las enormes potencialidades que permite el sintetizador analógico para la interpretación de música electrónica en tiempo real y lo viable que resulta su combinación con instrumentos acústicos. No obstante, somos conscientes de que hay un largo camino por recorrer en lo que respecta al desarrollo de una interface de control que permita un óptimo manejo de sus prestaciones. Para finalizar, esperamos que este trabajo sirva de motivación para aquellos músicos interesados en la composición con nuevas tecnologías y sea el inicio de futuras investigaciones que conlleven a nuevas metodologías y técnicas compositivas.

7. Anexo

7.1. Tabla de frecuencias de las notas musicales de la escala temperada

Do 1: 65,406	Do# 3: 277,183	Re 5: 1174,659
Do# 1: 69,296	Re 3: 293,665	Re# 5: 1244,508
Re 1: 73,416	Re# 3: 311,127	Mi 5: 1318,51
Re# 1: 77,782	Mi 3: 329,628	Fa 5: 1396,913
Mi 1: 82,407	Fa 3: 349,228	Fa# 5: 1479,978
Fa 1: 87,307	Fa# 3: 369,994	Sol 5: 1567,982
Fa# 1: 92,499	Sol 3: 391,995	Sol#5: 1661,219
Sol 1: 97,999	Sol#3: 415,305	La 5: 1760
Sol#1: 103,826	La 3: 440	La# 5: 1864,655
La 1: 110	La# 3: 466,164	Si 5: 1975,533
La# 1: 116,541	Si 3: 493,883	Do 6: 2093,005
Si 1: 123,471	Do 4: 523,251	Do# 6: 2217,461
Do 2: 130,813	Do# 4: 554,365	Re 6: 2349,318
Do# 2: 138,591	Re 4: 587,33	Re# 6: 2489,016
Re 2: 146,832	Re# 4: 622,254	Mi 6: 2637,02
Re# 2: 155,563	Mi 4: 659,255	Fa 6: 2793,826
Mi 2: 164,814	Fa 4: 698,456	Fa# 6: 2959,955
Fa 2: 174,614	Fa# 4: 739,989	Sol 6: 3135,963
Fa# 2: 184,997	Sol 4: 783,991	Sol#6: 3322,438
Sol 2: 195,998	Sol#4: 830,609	La 6: 3520
Sol#2: 207,652	La 4: 880	La# 6: 3729,31
La 2: 220	La# 4: 932,328	Si 6: 3951,066
La# 2: 233,082	Si 4: 987,767	Do 7: 4186,009
Si 2: 246,942	Do 5: 1046,502	Do# 7: 4434,922
Do 3: 261,626	Do# 5: 1108,731	Re 7: 4698,636

Re# 7: 4978,032

Mi 7: 5274,041

Fa 7: 5587,652

Fa# 7: 5919,911

Sol 7: 6271,927

Sol#7: 6644,875

La 7: 7040

La# 7: 7458,62

Si 7: 7902,133

Do 8: 8372,018

Do# 8: 8869,844

Re 8: 9397,273

Re# 8: 9956,063

Mi 8: 10548,082

Fa 8: 11175,303

Fa# 8: 11839,822

Sol 8: 12543,854

Sol#8: 13289,75

La 8: 14080

La# 8: 14917,24

Si 8: 15804,266

7.2. Audios de “Rumori”

1. Maqueta completa
2. Pista electrónica
3. Pista electrónica con metrónomo

8. Referencias bibliográficas

- Adam Bychawski. (2015) ¿Deberíamos alegrarnos por el regreso de los sintetizadores clásicos? Recuperado de: https://www.vice.com/es_co/article/pp58xv/deberamos-alegrarnos-por-el-regreso-de-los-sintetizadores-clasicos
- Anache, D. (2013). El rol del intérprete en la música electrónica: estado de la cuestión. [En Línea]. Jornada de la Música y la Musicología. Jornadas Interdisciplinarias de Investigación: Investigación, creación, re-creación y performance, X, 4-6 septiembre 2013. Universidad Católica Argentina. Facultad de Artes y Ciencias Musicales; Instituto de Investigación Musicológica “Carlos Vega”, Buenos Aires. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/ponencias/rol-interprete-musica-electronica-anache.pdf>
- Brindle, R. S. (1987). La nueva música. El movimiento Avant-Garde a partir de 1945. Buenos Aires: Ricordi Americana.
- Dibelius, U. (edición 2004). La música contemporánea a partir de 1945. Madrid-España: Akal.
- Eimert, Enkel & Stockhausen (1956). Problems of electronics music notation. [En línea] Disponible en: http://www.opasquet.fr/dl/texts/Eimert_Problems_of_Electronic_Music_Notation_1954.pdf
- Fineberg, J. (2000). Guide to the basic concepts and technique of spectral music. [En línea] Disponible en: <http://www.ic.ucsc.edu/~dej/Ewha%20Materials/TIMBRE/GRADUATE%20STUDENTS/Fineberg.Basic.Concepts.Spectralism.pdf>
- López Cano, R., (2014), Investigación artística en música. Problemas, métodos, experiencias y modelos. Barcelona, España: Editorial Esmuc.
- Morgan, R. P. (1994). La música del siglo XX. Una historia del estilo musical en la

Europa y la América modernas. Madrid-España: Akal.

Pérez Albaladejo, F. J (2014). El espectralismo: origen, definición y evolución. [En línea]

Disponible en: <https://perezalbaladejo.files.wordpress.com/2015/01/el-espectralismo-origen-evolucion-y-definicion-javi-perez-albaladejo.pdf>

Poblete, S. (2014). Técnicas y Materiales Electroacústicas- UNC.

9. Bibliografía ampliatoria

Basso, G (2001). Análisis espectral: la Transformada de Fourier en la música. La Plata-Argentina: Ediciones Al Margen.

Cann, S. (2007). How to make a noise: sound design and synthesizer programming. [en línea] Disponible en: <http://noisesculpture.com/how-to-make-a-noise-a-comprehensive-guide-to-synthesizer-programming/>

Roland Corporation (1978). Fundamentos de música electrónica con sintetizadores. Barcelona-España: Music Distribución.

Russ, M. (2009). Sound synthesis and sampling (3a. ed.). Inglaterra: El sevier.

Romeo, E. (s.f.). Historia de la tecnología musical electrónica.

Romeo, E (s.f.). Parámetros del sonido y ley de armónicos.

10. Obras consultadas

Cage, J. (1958) Fontana Mix

Eaton, J. (1970) Mass

Glass, P. (2007) Einstein on the Beach

Grisey, G. (1975) Partiels

Harvey, J. (1986) *Madonna of Winter and Spring*

Murail, T. (1978) *Ethers*

Murail, T. (1982) *Desintegration*

Radigue, E. (2000) *Adnos I, II y III*

Radigue, E. (2000) *Islas Resonante*

Radigue, E. (2000) *Transamoreem transmortem*

Romitelli, F. (2000) *Professor Bad Tripp, Lesson III*

Romitelli, F. (2003) *An Index of Metal*