



Escola Universitària
Politécnica de Mataró

Graduat en Mitjans Audiovisuals

**RECONSTRUCCIÓ MUSICAL MITJANÇANT UN
SAMPLER**

**MARCEL VALLÈS PERPINYÀ
MÀRIUS FLAQUER
PRIMAVERA 2009**

AGRAÏMENTS

En primer lloc agraeixo el suport que he rebut en tot moment per part d'en Màrius Flaquer, el meu professor ponent.

També voldria agrair el suport que he rebut per part de la meva família, especialment de la meva germana pel que fa a les correccions gramaticals.

Finalment dono les gràcies també a amics i companys de classe i al recolzament mutu que ens hem fet.

MOTIVACIONS

Abans de començar a estudiar aquesta carrera ja tenia clar que, la part dels audiovisuals que més m'agradava era la relacionada amb l'àudio. Al llarg d'aquests tres anys, m'he adonat encara més que el so és el que més m'agrada.

Des d'un bon principi, doncs, tenia molt clar que faria el projecte final de carrera sobre algun tema relacionat amb l'àudio. Va ser aquest mateix curs, quan em vaig introduir al món del MIDI i dels instruments virtuals durant l'assignatura de música electrònica, i de seguida se'm va despertar l'interès per aquest tema.

Per una banda, i tenint en compte la meva afició per la guitarra i la música, vaig pensar que en un futur podria enregistrar les meves cançons amb diferents instruments sense la necessitat de músics, cosa molt útil, si més no, per fer-se una idea de com pot sonar allò que un compon. Aquest factor, va ser un dels punts clau a l'hora de decidir-me per aquest projecte

D'altra banda també m'ha interessat sempre la postproducció d'àudio. El fet de reconstruir digitalment alguna cosa implica un procés de postproducció i un contacte permanent amb programes de tractament d'àudio digital. Vaig pensar que fent aquest projecte, doncs, podria aprendre força sobre la postproducció d'àudio.

Afegir també que sempre he tingut curiositat per la restauració d'enregistraments en mal estat. Tot i que només tractaria aquest tema en una part del projecte, vaig creure interessant també el fet d'intentar dur a terme alguna restauració amb els pocs mitjans dels que dispo i amb un sistema poc convencional i veure'n els resultats.

D'aquesta manera, i després d'escoltar el plantejament del meu professor ponent, vaig decidir-me per dur a terme aquest projecte.

RESUM

El format MIDI va suposar una revolució en el món de l'àudio digital. Avui en dia, amb un ordinador i el software adequat es poden aconseguir produccions musicals d'una qualitat desitjable i amb un material relativament barat.

El format MIDI té diverses aplicacions ja consolidades, com són la composició musical, la impressió de partitures, la simulació d'instruments i l'ús per a produccions multimèdia - atès el seu poc pes -. Al llarg d'aquest projecte s'ha intentat dur-ne a terme una de nova, o si més no, molt poc estesa: la reconstrucció musical.

La idea del projecte és convertir un arxiu d'àudio inicial a MIDI, tractar-lo digitalment - és a dir, aplicar-li un sampler i modificar-lo mitjançant un seqüenciador - i, finalment tornar-lo a exportar.

Aquest procés es pot dur a terme amb diferents finalitats:

- La restauració d'un arxiu d'àudio que es troba en mal estat, gràcies a l'aplicació d'instruments virtuals que reproduïxen partitures MIDI.
- La modificació d'alguns paràmetres de so, com pot ser per exemple, l'aplicació d'alguns efectes o la modificació del so d'algun instrument que no sigui el so desitjat.
- El canvi d'instruments que interpreten una peça, és a dir, la substitució de l'instrument que interpreta la melodia en l'arxiu inicial per l'instrument que es desitgi.

Per dur a terme el procés s'ha dividit el treball en quatre passos: la modificació, la neteja de la partitura, l'aplicació del sampler o vst a la pista MIDI i la mescla i masterització.

És durant el primer pas quan sorgeix el principal problema del procés: la poca capacitat dels programes modificadors. Els programes de conversió d'àudio a MIDI estan molt poc desenvolupats, i els arxius MIDI resultants que s'obtenen són, moltes vegades, distants de l'arxiu de so original.

Aquest problema es pot solucionar de forma exitosa quan l'arxiu d'àudio que cal convertir està interpretat per un sol instrument monofònic. Quan l'arxiu d'àudio a convertir és un

instrument polifònic, el problema s'accentua, i quan l'arxiu conté més d'un instrument, encara es complica molt més.

Per aquest motiu, el procés complet de reconstrucció d'una peça resulta molt més llarg i complex del que pot semblar de bon principi.

Cal dir que el treball resultaria molt més fàcil, viable i se n' obtindrien uns resultats molt superiors si els programes midificadors fossin de millor qualitat.

RESUMEN

El formato MIDI supuso una revolución en el mundo del audio digital. Hoy en día se pueden lograr producciones musicales de una calidad deseable con un material relativamente barato mediante un ordenador y el software adecuado.

El formato MIDI tiene distintas aplicaciones ya consolidadas, como son la composición musical, la impresión de partituras, la simulación de instrumentos i el uso para producciones multimedia - gracias a su escaso peso -. Durante el proyecto se ha tratado de llevar a cabo una nueva o al menos, poco extendida aplicación: la reconstrucción musical.

La idea del proyecto es convertir un archivo de audio inicial a MIDI, tratar-lo digitalmente – aplicar-le un sampler i modificarlo con un secuenciador- y, finalmente, exportar-lo de nuevo.

El proceso se puede llevar a cabo con varios objetivos:

- La restauración de un archivo de audio que esté en mal estado, gracias a la aplicación de instrumentos virtuales que reproducen las partituras MIDI.
- La modificación de algunos parámetros del sonido, como por ejemplo, la aplicación de efectos o la modificación del sonido de algún instrumento que no sea el deseado.
- El cambio de instrumentos que interpretan una canción, o dicho de otra forma, la substitución del instrumento que interpreta la melodía en el archivo inicial por el instrumento que se desee.

Para llevar a cabo el proceso se ha dividido el trabajo en cuatro bloques: la midificación, el ajuste de la partitura MIDI, la aplicación del sampler o vst a la pista MIDI y la mezcla i masterización.

Durante el primer bloque surge el principal problema del proceso: lo poca capacidad de los programas midificadores. Los programas de conversión de audio a MIDI están muy poco desarrollados, de modo que los archivos MIDI que se obtienen son, muchas veces, distantes del archivo de sonido original.

Este problema se puede solucionar de forma más o menos exitosa cuando el archivo de audio a convertir se interpreta por un solo instrumento monofónico. Cuando el archivo de audio a convertir se trata de un instrumento polifónico, el problema se acentúa, y cuando el archivo contiene más de un instrumento, el problema se complica aún mucho más.

Por este motivo, el proceso completo de reconstrucción de una pieza es mucho más largo i complejo de lo que parece inicialmente.

Obviamente, el aumento de calidad de los programas modificadores haría sin duda que el trabajo fuera más fácil i rentable, permitiendo también unos resultados superiores.

ABSTRACT

The MIDI format became a revolution in the digital audio world. Now it is possible to obtain high quality musical productions with relatively cheap material, using a computer and the appropriate software.

MIDI format has already some well-established applications, like musical composition, printing sheet music, instrument simulation and its use for multimedia productions - because of its small size- . All along this project a new or almost unknown application has been carried out: musical reconstruction.

This project tries to convert an initial audio file to a MIDI file, to treat it digitally – using a sampler and a sequencer- and finally, to export it again.

This project is useful to different aims:

- Damaged audio file restoration, using virtual instruments to reproduce MIDI sheet music.
- Sound parameters modification, like applying effects and modifying some instruments which have not the intended sound.
- Changing instruments which play the song, that is, substituting the original instrument which plays the melody in the initial file for the intended instrument.

In order to carry out the process, the work has been divided in four steps: midification, cleaning of sheet music, sampler or vst application in MIDI tracks and mix & mastering.

The main problem comes out in the first step: the low audio capacity of MIDI converters. Those converters are not very developed, and the MIDI files obtained are far from the original audio files.

This problem can be solved when the audio file which is going to be converted is been played only by a monophonic instrument. The problem is worse when the file to convert is played by a polyphonic instrument, although when the file contains more than one instrument it gets even more complicated.

For this reason the full reconstruction process of a song turns out to be longer and more difficult than it seems at the beginning.

It is important to say that this project could be easier and viable and would produce much better results if MIDI converters were more sophisticated.

ÍNDEX

1.Introducció.....	1
2. Objectius.....	3
3. El so i la música.....	5
3.1.El to.....	5
3.2. El timbre.....	6
3.3.La intensitat.....	7
4. El MIDI.....	9
4.1.Introducció Històrica.....	9
4.2.Què és el MIDI?.....	9
4.3.El sistema MIDI.....	10
5. Eines de treball.....	15
5.1. El sampler.....	15
5.2. El seqüenciador.....	19
5.3. VST i VSTi.....	22
5.4. El midificador.....	23
6. Procés de treball.....	33
6.1. Conversió del senyal d'àudio a MIDI.....	33
6.2.Neteja de la partitura de cada instrument.....	35
6.3.Aplicació del sampler o vst a l'instrument.....	36
6.4.Mescla i masterització.....	37
7. Reconstrucció I.....	39
7.1.Procés de midificació.....	39
7.2.Neteja de la partitura MIDI.....	42
7.3.Aplicació del sampler o vst a cada instrument.....	43

7.4.Mescla i masterització.....	43
8. Reconstrucció II.....	45
8.1.Procés de midificació.....	45
8.2.Neteja de la partitura MIDI.....	46
8.3.Aplicació del sampler o vst a cada instrument.....	48
8.4.Mescla i masterització.....	48
9. Reconstrucció III.....	51
9.1.Procés de midificació.....	51
9.2.Neteja de la partitura MIDI.....	53
9.3.Aplicació del sampler o vst a cada instrument.....	56
9.4.Mescla i masterització.....	57
10. Reconstrucció IV.....	59
10.1.Procés de midificació.....	59
10.2.Neteja de la partitura MIDI.....	63
10.3.Aplicació del sampler o vst a cada instrument.....	66
10.4.Mescla i masterització.....	68
11.Conclusions.....	69
12.Annexos.....	71
12.1.Contingut del CD.....	71
13. Bibliografia.....	73

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Evolució d'una ona sonora en relació a la pressió al llarg del temps.

Figura 2: Gràfiques corresponents a un La de 440Hz en un clarinet (A), un saxo (B) i una ona sinusoidal pura (C).

Figura 3: Marge dinàmic de diferents instruments.

Figura 4: Esquema de connectors MIDI.

Figura 5: Imatge de la part superior de la interfície del sampler Kontakt.

Figura 6: Interfície del sampler Kontakt.

Figura 7: Informació de pista del software Nuendo3.

Figura 8: Mesclador del software Nuendo3.

Figura 9: Interfície del “Piano Roll” del software Nuendo3.

Figura 10: Menú “vst instruments” del software Nuendo 3.

Figura 11: Finestra “Selectivity window” del software TS Audio to MIDI.

Figura 12: Finestra “Spectrum window” del software TS Audio to MIDI.

Figura 13: Finestra “Harmonic model” del software TS Audio to MIDI.

Figura 14: Finestra “Tune control” del software TS Audio to MIDI.

Figura 15: Finestra “Filter window” del software TS Audio to MIDI.

Figura 16: Finestra “Spectrum window” del software TS Audio to MIDI.

Figura 17: Finestra “Minimal Note Duration” del software TS Audio to MIDI.

Figura 18: Finestra “Volume Control” del software TS Audio to MIDI.

Figura 19: Finestra “Transpose Control” del software TS Audio to MIDI.

Figura 20: Finestra “Instrument Selector” del software TS Audio to MIDI.

Figura 21: Finestra “Algorithm Selector” del software TS Audio to MIDI.

Figura 22: Transformada de Fourier corresponent a un segment de so real enregistrat amb un micròfon.

Figura 23: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial obtinguda amb el midificador d’una de les reconstruccions.

Figura 24: Piano Roll corresponent a pista MIDI final obtinguda de la figura anterior.

Figura 25: Configuració de l’equalitzador gràfic per al saxo de la reconstrucció 1.

Figura 26: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial obtinguda amb el midificador a partir de la configuració de l’equalitzador corresponent a la figura anterior.

Figura 27: Configuració del filtre passa baixos al Wavelab.

Figura 28: Configuració 2 de l’equalitzador gràfic per al saxo de la reconstrucció 1.

Figura 29: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial obtinguda amb el midificador a partir de la configuració 2 de l’equalitzador corresponent a la figura anterior.

Figura 30: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial obtinguda amb el midificador de la reconstrucció 1.

Figura 31: Piano Roll corresponent a pista MIDI final de la reconstrucció 1.

Figura 32: Configuració dels paràmetres de l’envolvent del so del vst saxlab.

Figura 33: Configuració dels paràmetres del cos del so del vst saxlab

Figura 34: Configuració dels paràmetres dels efectes de so del vst saxlab

Figura 35: Configuració de l’equalitzador gràfic per a la trompeta de la reconstrucció 2.

Figura 36: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial de la reconstrucció 2.

Figura 37: Piano Roll corresponent a pista MIDI final de la reconstrucció 2.

Figura 38: Control d’expressivitat per a la trompeta de la reconstrucció 2.

Figura 39: Configuració del panell d'efectes del Kontakt 2.

Figura 40: Configuració de l'equalitzador gràfic per al clarinet de la reconstrucció 3.

Figura 41: Configuració de l'equalitzador gràfic per al violí de la reconstrucció 3.

Figura 42: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial del clarinet de la reconstrucció 3.

Figura 43: Piano Roll corresponent a pista MIDI del clarinet de la reconstrucció 3 després de l'eliminació de les notes superiors a la sisena octava.

Figura 44: Piano Roll corresponent a pista MIDI final del clarinet de la reconstrucció 3.

Figura 45: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial del violí de la reconstrucció 3.

Figura 46: Piano Roll corresponent a pista MIDI del violí de la reconstrucció 3 després de l'eliminació de les notes superiors a la sisena octava.

Figura 47: Piano Roll corresponent a pista MIDI final del violí de la reconstrucció 3.

Figura 48: Configuració de l'equalitzador paramètric per al violí de la reconstrucció 3.

Figura 49: Configuració dels paràmetres de l'envolupant del so del clarinet de la reconstrucció 3.

Figura 50: Configuració de l'equalitzador gràfic per al clarinet de la reconstrucció 4.

Figura 51: Configuració de l'equalitzador gràfic per a la guitarra de la reconstrucció 4.

Figura 52: Configuració del filtre passa baixes per al contrabaix de la reconstrucció 4.

Figura 53: Configuració de l'equalitzador gràfic per al contrabaix de la reconstrucció 4.

Figura 54: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial del clarinet de la reconstrucció 4.

Figura 55: Piano Roll corresponent a pista MIDI del clarinet de la reconstrucció 4 després de l'eliminació de les notes superiors a la cinquena octava.

Figura 56: Piano Roll corresponent a pista MIDI final del clarinet de la reconstrucció 4.

Figura 57: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial de la guitarra de la reconstrucció 4.

Figura 58: Piano Roll corresponent a pista MIDI final de la guitarra de la reconstrucció 4.

Figura 59: Piano Roll corresponent a pista MIDI inicial del contrabaix de la reconstrucció 4.

Figura 60: Piano Roll corresponent a pista MIDI final del contrabaix de la reconstrucció 4.

Figura 61: Configuració de l'equalitzador del baix de la reconstrucció 4.

Figura 62: Configuració dels paràmetres de l'envolupant del so del clarinet de la reconstrucció 4.

1.INTRODUCCIÓ

Es podria dir que l'àudio digital passa per un moment clau. Avui en dia es poden adquirir sistemes d'àudio a preus molt accessibles que permeten realitzar un gran nombre de funcions de tractament i edició dels senyals sonors. Al mateix temps el món del MIDI està en constant evolució, ja que cada vegada es disposa de més instruments virtuals al mercat, fet que suposa l'increment de la oferta de sons i efectes per a les produccions musicals. A aquests factors se'ls ha d'afegir també la facilitat d'ús, la senzillesa i la comoditat que ofereixen els equipaments d'àudio digital vers els analògics.

La finalitat d'aquest projecte és arribar a reconstruir un arxiu d'àudio enregistrat analògicament mitjançant un seguit de processos de tractament d'àudio digital. Concretament, es vol reconstruir una peça mitjançant la transformació d'aquesta en pistes MIDI - una per a cada instrument - i la posterior aplicació d'un sampler o bé d'un instrument virtual, tot afegint els retocs d'àudio que es creguin convenients.

El projecte en si consta de 3 parts diferents:

- Una primera part introductòria del so i del format MIDI.
- Una segona part on s'analitzen els aspectes a tenir en compte dels programes utilitzats, i es dóna més importància al software midificador. En aquest cas, l'objectiu és intentar ajustar-ne els paràmetres de la millor forma possible en cada conversió, i procurar resoldre així la poca qualitat de les conversions que ofereix el programa.
- Una tercera part on s'expliquen detalladament cadascuna de les diferents reconstruccions que s'han dut a terme, així com el mètode de treball emprat i els problemes que han sorgit en cadascuna d'elles.

2 *Introducció*

Tot el treball que s'ha dut a terme ha estat realitzat a partir d'un ordinador i un seguit de programes de tractament d'àudio digital. Aquesta tasca ha estat possible considerant el gran avenç que ha viscut el món de l'àudio digital en els darrers anys.

2.OBJECTIUS

El plantejament del projecte es basa en el descontentament que es té amb la sonoritat d'alguns arxius d'àudio per diversos motius, i el fet que gràcies a les nombroses prestacions que ofereix l'àudio digital, es puguin millorar aquests arxius.

L'objectiu principal és arribar a reconstruir aquests arxius digitalment, per tal de modificar aquells paràmetres que es creguin convenients i intentar d'aquesta manera, millorar la sonoritat dels arxius.

Per dur a terme el projecte s'ha treballat amb el format MIDI, ja que des d'un principi els arxius es converteixen a aquest format, generant tants arxius com el nombre d'instruments diferents que intervinguin en la peça inicial. D'aquesta manera es poden tractar els instruments individualment com si es tractés d'un enregistrament d'àudio per pistes.

Els arxius s'han tractat amb finalitats diferents. Aquestes finalitats són la restauració d'un arxiu d'àudio que es troba en mal estat, la modificació d'alguns paràmetres de so – és a dir, l'aplicació d'alguns efectes o la modificació del so d'algun instrument que no sigui el so desitjat – i el canvi d'instruments que interpreten una peça - la substitució de l'instrument que interpreta la melodia en l'arxiu inicial per l'instrument que es desitgi- .

D'aquesta manera, es poden arribar a modificar arxius d'àudio que resultin desagradables, o bé donar-los un caire completament diferent – modificant-ne els instruments originals pels que es desitgin – a partir d'un ordinador i sense la necessitat d'un gran pressupost.

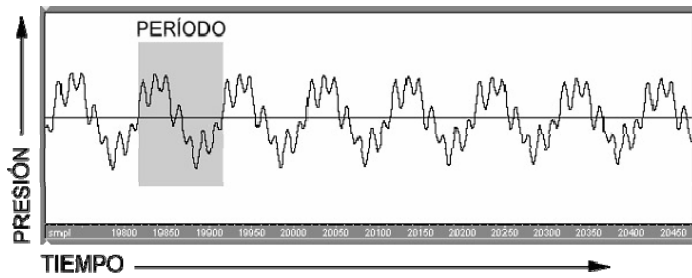
3.EL SO I LA MÚSICA

El so és una successió de canvis de pressió en un medi (sòlid, líquid o gas), provocats per una vibració que s'hi transmet en forma d'ones sonores. Quan aquestes ones arriben a l'orella el cervell les interpreta com sons (si la pressió de l'aire que arriba a l'orella és constant no sentim res). Per tal de que els humans puguem percebre aquesta vibració, la freqüència de les ones sonores ha de ser d'entre 20 Hz i 20000 kHz (marge audible). Les ones sonores es propaguen per l'espai formant esferes centrades en l'objecte que oscil·la. Conforme augmenta la distància a l'origen i el radi de les esferes, augmenta també la massa d'aire que les ones han de desplaçar, de manera que les oscil·lacions es van tornant més dèbils, fins que a una certa distància resulten imperceptibles. Quan les ones es troben un obstacle (material), part de la seva energia és absorbida pel material, mentre que la resta és reflectida. Per això, moltes vegades ens arriba a l'orella la suma del so directe amb les reflexions d'aquest (que ens arriben amb un petit retard). Els paràmetres que caracteritzen un so són el to, la intensitat, el timbre, la durada i la direcció.

Per a descriure un so musical, però, ens centrarem en els tres primers; el to, el timbre i la intensitat.

3.1.EL TO

El to d'un so està directament relacionat amb la freqüència d'oscil·lació de les ones sonores. Tot i així els dos conceptes no són sinònims, ja que alguns sons (com per exemple els percussius) no tenen un to definit. El to, doncs, es una qualitat subjectiva que percebem en alguns sons (mentre que la freqüència és una propietat física de tot allò que vibra o oscil·la). La propietat que fa que un so tingui un to clar és la periodicitat, és a dir, que la seva freqüència d'oscil·lació no variï (o molt poc) dins d'un període de temps.

*Figura 1*

Un fenomen molt important relacionat amb l'apreciació dels tons és l'octava. Una octava és la distància entre les freqüències de dos sons que mantenen una relació 2:1 (per exemple 300Hz i 600Hz). A partir de l'octava i mitjançant un conjunt de subdivisions es creen les escales. L'escala occidental (la que utilitzem nosaltres) consta de 12 subdivisions amb 7 d'elles amb nom propi, i les 5 restants amb el nom de la nota anterior o la posterior afegint un bemoll (mig to menys) o bé un sostingut (mig to més) respectivament. Cal tenir en compte la nomenclatura anglosaxona (es tracta de la mateixa escala occidental però amb una nomenclatura diferent pel que fa a les notes), ja que s'utilitza en gairebé tot el software MIDI. Les notes de l'escala occidental són doncs (nomenclatura saxona de la nota entre parèntesis) :

Do (C), Re (D), Mi (E), Fa(F), Sol(G), La(A), Si(B)

3.2.EL TIMBRE

El timbre és la qualitat que confereix al so els harmònics que acompanyen a la freqüència fonamental. El timbre podria definir-se, subjectivament, com el color del so, ja que és la qualitat que permet distingir dos sons, per exemple, entre la mateixa nota amb igual intensitat produïda per dos instruments musicals diferents, o també reconèixer les persones per la seva veu. En els sons periòdics, la freqüència de vibració més greu és la que determina el període i el to del so i s'anomena freqüència fonamental, mentre que la resta de freqüències (múltiples de la freqüència base) són el que anomenem harmònics. Cada instrument musical té una sèrie diferent d'harmònics de diferent amplitud, que defineixen el seu timbre i fan que siguem capaços de reconèixer el so de l'instrument en qüestió.

A la figura 2 podem observar tres gràfiques diferents que corresponen a un La de 440Hz en un clarinet (A), un saxo (B) i una ona sinusoidal pura –aconseguida digitalment (C).

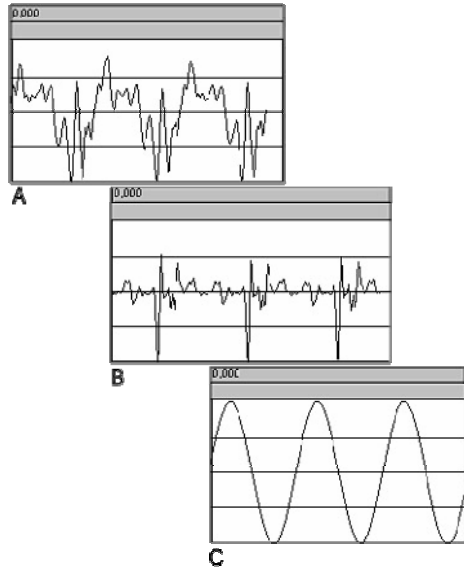


Figura 2

Al segle XIX, Jean-Baptiste Fourier va descobrir que tot senyal periòdic, per complex que sigui, pot ser descompost com a suma de senyals sinusoidals harmònics, o dit d'altra manera, de freqüències múltiples de la original.

3.3. LA INTENSITAT

La intensitat sonora es defineix com la densitat de potència acústica, és a dir, la quantitat d'energia sonora que travessa per segon una superfície. La intensitat depèn de l'amplitud de l'ona, de manera que a major amplitud, major és la quantitat d'energia que transporta i, per tant, major és la intensitat del so. Atesa l'enorme diferència en magnitud entre el so més tènue perceptible (llindar d'audició) i el més fort (llindar del dolor), i que la percepció humana de la intensitat (la sonoritat) segueix aproximadament una llei logarítmica, resulta convenient definir logarítmicament el “nivell d'intensitat” (en decibels).

$$\text{Nivell d'intensitat (dB)} = 10 \times \log_{10} (\text{amplitud}^2 / \text{amplitud referència}^2)$$

Aquesta expressió determina un nivell o diferència d'intensitat entre dues amplituds. L'origen 0 dB correspon al llindar d'audició, de manera que per sota d'aquet valor es troba el silenci. Coneixem el valor dels 130 dB com llindar del dolor, ja que valors superiors a aquest poden arribar a destrossar el timpà.

Llei de la inversa del quadrat: La intensitat sonora disminueix 6dB aproximadament, cada vegada que es duplica la distància a què es troba la font sonora.

La diferència entre els valors mínims i màxims en dB que un sistema (un instrument musical) pot reproduir s'anomena rang dinàmic. Alguns valors:

Clarinet	86
Piano	94
Disc compacte	96
Trombó	107

Figura 3

4.EL MIDI

4.1. INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

Cap als anys 70 va començar l'era dels sintetitzadors analògics. Els sintetitzadors van tindre gran èxit als estudis musicals, de manera que van ser varis els fabricants que van llençar al mercat diferents models de sintetitzadors (Roland, Korg, Moog, ARP, Yamaha). El gran problema d'aquests primers sintetitzadors va ser la incompatibilitat entre models, ja que utilitzaven VCOs (Oscilador controlat per tensió) amb diferents relacions Hz/volt (alguns estaven calibrats a 1V/octava i d'altres a 0,32V/octava). Degut a això, va aparèixer la necessitat de crear un llenguatge comú que permetés, tot i les variants dels diferents models, connectar entre si els sintetitzadors. L'estàndard MIDI, doncs, va néixer degut a aquesta incompatibilitat entre els diferents models, després de diverses proves i l'acord comú de varies empreses i enginyers del sector. El primer instrument dotat amb MIDI, el Prophet-600, va aparèixer al mercat l'any 1983.

4.2. QUÈ ÉS EL MIDI

Abans de tot, caldria dir que les gravacions MIDI no són gravacions de so real (com les que es realitzen en un estudi de so o a través d'un micròfon), sinó que es tracten d'un procés en el que l'ordinador emmagatzema les ordres que li arriben des d'un dispositiu MIDI (un teclat per exemple) i les reproduïx mitjançant un sintetitzador. És per aquest motiu que els arxius MIDI tenen un pes petit de memòria.

Tècnicament parlant, el MIDI o *Musical Instruments Digital Interface* (Interfície Digital per a Instruments Musicals) és un protocol estàndard que permet la comunicació entre sistemes (ordinadors, sintetitzadors, seqüenciadors i controladors) i dispositius musicals electrònics per tal de generar sons i compartir informació.

4.3. EL SISTEMA MIDI

El sistema MIDI és aquell que ens permet gravar seqüències i reproduir-les en els sintetitzadors. Per poder entendre un sistema MIDI hem de saber que els seus dispositius tenen dues funcions bàsiques en les que es basa el seu funcionament: la funció d'enviament i la de recepció de la informació. Hi ha un dispositiu (màster) que envia la informació i l' esclau (slave) és el que la rep. La majoria d dispositius MIDI poden realitzar les dues funcions.

4.3.1 Hardware MIDI

Tot sistema MIDI consta d' una sèrie d' elements bàsics:

1. La **interfície MIDI** envia i transmet les dades MIDI des de l' ordinador. Actualment connectat amb port USB, abans calia un adaptador MIDI específic per al port Joystick.
2. Els **cables i connectors**, que són l'espai per on circula la informació MIDI. Són connectors DIN de 5 pins. Poden tenir 3 tipus de funcions:
 - MIDI IN és el connector per on arriben dades que venen d' un altre aparell. Aquestes són transformades en música.
 - MIDI OUT és l'espai per on surten les dades generades a l' aparell MIDI.
 - MIDI THRU transmet les dades que li arriben des de MIDI IN. Serveix per encadenar dispositius en un sistema MIDI.

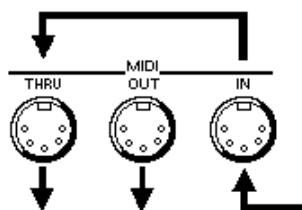


Figura 4

Funcionament:

Com hem dit abans funciona amb connectors DIN de 5 pins. El pin nº 5 és el destinat a la transmissió de dades. Els nº 1 i 3 es van reservar per a futures aplicacions. El nº 2 es

fa servir de blindatge y el nº 4 per a transmetre una tensió de 5 V per assegurar el correcte funcionament del connector.

3. **Aparells.** Hi ha tres grans categories d' aparells MIDI: Controladors, unitats generadores de so i seqüenciadors.

- Els **controladors** són els que generen el missatge MIDI. Imiten la forma dels aparells de música tradicionals. Per a fer la seva funció han d' estar connectats a unitats generadores de so.

- Les **Unitats generadores de so** reben la informació pel canal MIDI IN i la transformen en so. Tenen tres maneres diferents de realitzar la seva funció:

Els *robots mecànics* actuen directament sobre un instrument tradicional. Els *sintetitzadors* creen el so de forma artificial, basant-se en funcions matemàtiques per obtenir els timbres. Els *mostrejadors (samplers)* enregistren mostres de so d'una font externa, s'emmagatzemen digitalment a la memòria de l' aparell MIDI i posteriorment són manipulades i reproduïdes.

- Els **Seqüenciadors** són dispositius informàtics capaços de processar la informació MIDI: canviar tempos i timbres, sumar veus, imprimir partitures... normalment són programes que funcionen amb un ordinador.

4.3.2. Software MIDI

La especificació MIDI inclou un aspecte de software que sorgeix de la manera en com s' organitzen els mots: El byte MIDI, a diferència del mot standard (8 bits) dels ordenadors, té 10 bits. El primer és el bit inicial (start bit) que sempre és 0; i l' últim és el bit de terminació (stop bit) que sempre és 1. Així els dispositius poden saber quants mots s' han enviat o rebut. Els altres 8 bits són els que porten els missatges MIDI.

Hi ha dos tipus de mots: de estat (status mot) i d' informació (data mot). Es diferencien entre ells en el primer bit. Si aquest és un 1, tenim un mot d' estat, si és un 0, el mot és de dades. Al generar un missatge MIDI, enviem un mot d' estat seguit d' una quantitat de mots de dades. El MIDI es basa en un sistema de missatges per a codificar la informació musical, que poden ser de dos tipus: missatges de canal i missatges de sistema. Els

programes poden interpretar-los i generar-los automàticament, pel que no cal que l'usuari en conegui el significat de tots els missatges.

1. **Els missatges de canal** fan referència a una acció musical en un determinat instrument. Hi ha 16 canals possibles, la qual cosa significa que el sintetitzador pot rebre informació individualitzada de fins a 16 fonts diferents. Els missatges de canal més comuns són:

- **Note ON.** Comença a tocar una nota amb una intensitat determinada. No diu quina és la seva durada sinó que la manté fins que arribi un missatge Note OFF.
- **Note OFF.** Indica que cal deixar de tocar una nota activada abans amb Note ON.
- **Program Change.** És un missatge que s'envia normalment abans de començar la interpretació. Indica quin és el timbre o instrument que cal utilitzar en aquell canal. Cada timbre té un número associat, en una llista de 128 opcions possibles.
- **Control change.** Serveix per a modificar altres característiques de l'instrument assignat a cada canal.

2. **Els missatges de sistema** afecten al comportament general de tot el dispositiu, no només d'un canal específic. Els més utilitzats solen ser:

- Els missatges comuns serveixen per a determinar alguns paràmetres com l'afinació general, el tempo o la reverberació.
- Els missatges de sistema exclusiu són especials per a cada marca i model de sintetitzador. Serveixen per accedir a funcions molt especials específiques de cada sintetitzador com pot ser mostrar un missatge al display del teclat, activar un efecte, reiniciar l'aparell...

4.3.3 Aplicacions del MIDI

Tal com s'ha explicat anteriorment, el MIDI permet comunicació entre instruments. Els ordinadors permeten enregistrar i manipular qualsevol informació digital, de manera que combinant un sistema MIDI amb un ordinador (i el programari adequat), es pot aconseguir un estudi de gravació de qualitat. De fet avui en dia, el sistema MIDI es present

a pràcticament tots els estudis d'enregistrament i molts músics es fan les seves pròpies produccions, d'una qualitat més que acceptable, amb un material relativament barat.

Les funcions del MIDI, a més, no és limiten a interpretar sons i simular instruments, ja que permeten també la composició musical i la impressió de partitures. (Alguns programes com el Guitar Pro, per exemple, transcriuen en partitura allò que estàs tocant amb la guitarra o amb el teclat controlador). Cal dir també que el paper del MIDI ha estat clau en els darrers anys a l'hora de desenvolupar nous estils musicals. Estils com el *techno*, *new age* i *ambient* s'han inventat, en gran part, gràcies a aquest sistema.

EL MIDI, a més, s'està usant en alguns casos en fitxers de so per a aplicacions multimèdia, degut al poc pes dels seus arxius, de manera que els fitxers contenen només les instruccions necessàries perquè un dispositiu compatible activi els sons en lloc de contenir els sons digitalitzats. Si bé fa uns anys s'utilitzava per a transmetre música als videojocs (actualment s'utilitzen fitxers d'àudio comprimit com l'mp3 per exemple), el MIDI s'ha fet un lloc en l'enviament de melodies per a telèfons mòbils.

Per tots aquests motius, doncs, es pot dir que el MIDI ha estat una autèntica revolució pel món de l'enregistrament digital, permetent a qualsevol persona enregistrar i produir música sense un cost econòmic elevat i amb una qualitat més que acceptable. A més a passat a ser una eina indispensable per als estudis d'enregistrament professionals.

5.EINES DE TREBALL

5.1.EL SAMPLER

5.1.1.Definició

El sampler (mostrejador) és un instrument musical digital i electroacústic amb el qual es poden enregistrar mostres de sons des d'una font externa, per posteriorment editar-los, guardar-los i modificar-los de diverses maneres; els sons així emmagatzemats poden reproduir-se posteriorment, per exemple, mitjançant un teclat o un seqüenciador. Tot i ser un instrument digital, el sampler té els seus antecedents analògics. El Mellotron, al final dels anys 60, va ser un instrument molt utilitzat pel rock simfònic. Era una mena d'orgue electrònic, que incorporava, sota cada tecla, un tros de cinta magnetofònica i un capçal, de manera que en tocar una tecla es reproduïa l'enregistrament referent al tros de cinta corresponent. Tot i tenir un principi de funcionament semblant al d'un sampler, no es tractava d'un instrument digital i no permetia generar sons nous. A més, era molt car de mantenir. El primer sampler digital fou el Computer Music Melodian (1976); posteriorment aparegueren el Fairlight i el Synclavier, tots dos instruments potents i versàtils, però cars.

5.1.2 Funcionament

El sampler emmagatzema a la seva memòria sons digitalitzats, però en lloc d'emmagatzemar un so per a cada to diferent (cal molta memòria), els samplers poden utilitzar dues estratègies diferents per a reproduir sons de diferents tons:

- **Modificar la freqüència de sortida:** Si un so digitalitzat a 44100Hz és reproduït a 22050Hz, la freqüència resultant serà la meitat (sonarà una octava més greu i durarà el doble). Per a valors intermediaris (un semitò, dos semitons...) el factor de correcció serà menor (i comprès entre 1 i 2).
- **Conversió de la freqüència de mostratge per interpolació:** Si en reproduir un so només es llegeix una de cada dues mostres, la freqüència resultant serà el doble (sonarà una octava més aguda i durarà la meitat). Per a intervals menors, en lloc de saltar una de cada

dues mostres se salta una de cada n . Si es desitja un so més greu, el sampler repetirà algunes mostres en lloc de saltar-se-les.

En tots dos casos, però, com més augmenta el factor de correcció, pitjor i menys realista és el so resultant (cada vegada sembla més artificial). És per aquest motiu que quan es desitja que el sampler emuli instruments amb una bona qualitat cal aplicar el que s'anomena *multisampling*: en lloc d'enregistrar una nota sola per a tot el marge sencer del teclat s'enregistren moltes notes que es distribueixen pel marge de forma convenient. Si es volgués aconseguir un so extremadament realista, seria necessari mostrejar cada nota individualment i assignar-li una única tecla del sampler (cosa que requeriria molta memòria).

Inicialment, degut a l'elevat preu dels dispositius de memòria, la qualitat de so dels primers samplers no era gaire bona; però amb el pas dels anys, l'aparició de processadors ràpids i l'abaratiment de la memòria possibilitaren, primer, l'adopció dels paràmetres de qualitat de so d'un CD (16 bits i freqüència de mostratge de 44.1 KHz) i, posteriorment, nivells encara més alts de resolució sonora.

Després d'haver enregistrat una mostra sonora, poden fer-s'hi diferents tractaments mitjançant el sampler: es pot retallar (per a eliminar espais en blanc) o ampliar, amplificar, invertir, delimitar-ne una secció perquè es reproduïxi indefinidament, aplicar-hi efectes, etc. A mesura que els avenços tecnològics ho permetien, els samplers han anat incorporant diferents funcions dels sintetitzadors, com ara els generadors de contorns (VCA, normalment de tipus ADSR) o els filtres. Amb un sampler, doncs, qualsevol so pot ser convertit en un instrument que podrà ser utilitzat des d'un sistema MIDI, de manera que permet un ventall molt ample de possibilitats creatives.

Actualment es pot trobar una gran varietat de samplers virtuals, de manera que funcionen com a software de PC i permeten la càrrega de llibreries d'instruments així com la modificació de molts paràmetres, equalització i inserció d'efectes entre moltes altres prestacions.

5.1.3 Samplers utilitzat: Kontakt 2 i Halion 3

Durant el projecte s'ha treballat amb dos samplers: Kontakt 2 i Halion 3. Tots dos samplers ofereixen gran quantitat de prestacions i són considerats dels millors samplers virtuals que existeixen avui en dia. Segons la crítica, Kontakt permet aconseguir millors resultats, mentre que Halion és compatible amb més formats de llibreries que Kontakt. Si més no, són tots dos samplers de referència en el món de l'àudio digital.

5.1.3 Samplers utilitzats: Kontakt 2 i Halion 3

A l'hora d'utilitzar Kontakt, cal tenir en compte les pestanyes situades a la part superior de la interfície del sampler que formen part de diferents menús a partir dels quals es poden configurar diversos paràmetres. Aquestes pestanyes són:

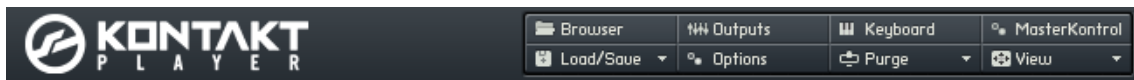


Figura 5

- **Browser:** Activa la visió del navegador, és a dir, de les diferents llibreries i instruments que estan carregats al sampler.
- **Outputs:** Mostra l'estat de la configuració de les sortides. Consta de diversos canals, segons la opció que s'hagi escollit al menú d'opcions (1 canal en cas monofònic, 2 canals en cas estereofònic, 6 canals en cas de 5.1, etc.). Permet la inserció directa d'efectes a la sortida així com la inserció d'efectes mitjançant enviaments a través d'auxiliars.
- **Keyboard:** Mostra un teclat dibuixat en la part inferior de la pantalla. En aquest teclat són representades les notes que van sonant en cada moment.
- **Mastercontrol:** Menú des del qual es controlen diferents paràmetres com l'activació de pistes i auxiliars. Des d'aquest menú també es permet el control del to i del tempo de la peça MIDI.
- **Load/Save:** Des d'aquest menú es carreguen les llibreries i els instruments al sampler, així com també les modificacions que s'han dut a terme.
- **Options:** Des d'aquest menú es des d'on es configuren els principals paràmetres del sampler, com són el nombre de bits per mostra a tenir en compte o el nombre de sortides desitjat.

- **View:** Des d'aquest menú es pot escollir el tipus de vista desitjat.

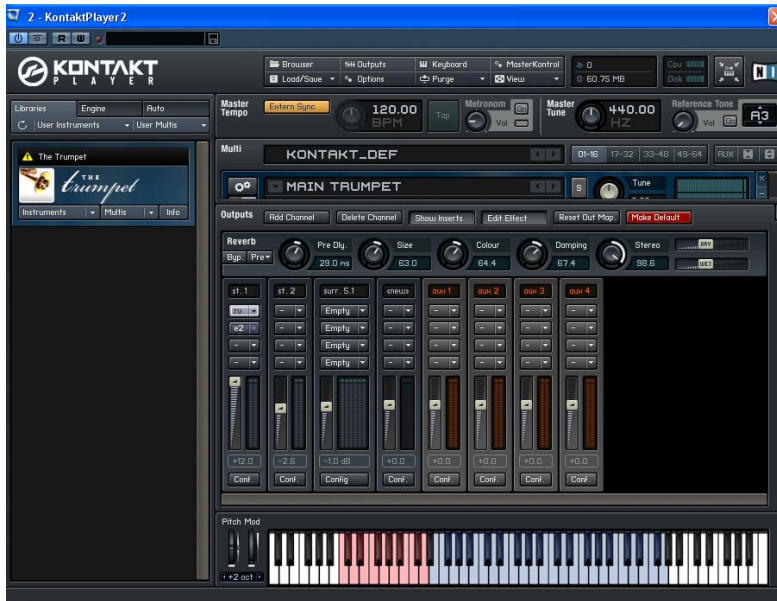


Figura 6

Com en el cas del Kontakt, Halion presenta també una interfície clara i intel·ligible, que distribueix en menús i pantalles les diferents prestacions del sampler. S'accedeix a les diferents pantalles mitjançant les pestanyes situades a la part inferior de la pantalla. Les pestanyes a tenir en compte a l'hora d'utilitzar aquest sampler són:

- **Macro:** És la finestra principal i conté informació sobre els 16 canals. Des d'aquí s'assignen les llibreries a les pistes MIDI i es carreguen les llibreries. Els efectes es controlen també des d'aquesta pantalla, i es poden assignar per inserció o per enviament amb canal auxiliar.

- **Options:** Des d'aquest menú es des d'on es configuren els principals paràmetres del sampler, com són el nombre de bits per mostra a tenir en compte o el nombre de sortides desitjat.

- **Browser:** Activa la visió del navegador, és a dir, de les diferents llibreries i instruments que estan carregats al sampler.

- **Sound:** Aquesta pantalla permet retocar el so mitjançant nombrosos paràmetres, com per exemple el to, la octava, la velocitat, la ressonància, la freqüència de tall(cutoff), etc.

- **Keyzone:** Permet comprobar i modificar l'assignació de mostres a les notes (tecles del piano dibuixat a la part inferior de la pantalla).
- **Global:** Funciona com a resum de la informació més rellevant de les 16 pistes, així com la funció solo, la llibreria carregada o el volum entre d'altres.

5.1.4. Llibreries utilitzades

Les llibreries d'instruments que s'han utilitzat durant el projecte són les següents:

- **Hispasonic sampledseries _SoundFont:** Llibreria gratuïta que representa diferents tipus de guitarres, pianos i saxofons.
- **SMTTrumpet:** Llibreria que ofereix diferents tipus de trompetes.
- **Florestan Strig quartet:** Llibreria que disposa dels instruments que formen un quartet de corda.

5.2.EL SEQÜENCIADOR

5.2.1.Definició

Un seqüenciador és un dispositiu electrònic físic o una aplicació informàtica que permet programar i reproduir esdeveniments musicals de forma seqüencial mitjançant una interfície de control físic i/o lògic connectat a un o més instruments musicals electrònics. La interfície de control més estesa és l'estàndard MIDI.

El seqüenciador és l'eina principal de composició, programació i control sobre els equips d'instrumentació electrònica musical (sintetitzadors, samplers, caixes de ritme, processadors de senyal, etc).

Malgrat que l'origen del seqüenciador és electrònic podem dir que un dels seqüenciadors més bàsics i antics que es coneixen és la capsula de música. Els primers seqüenciadors electrònics van aparèixer als anys 70 i eren analògics, igual que els primers sintetitzadors.

La interfície que feien servir era l'anomenat CV/Gate o control per voltatge i consistia en enviar impulsos de corrent continu amb un nivell de tensió en funció de l'altura de nota.

Aquests sintetitzadors eren molt limitats i difícils de programar, només permetien controlar un o dos aparells a la vegada i tenien pocs compassos disponibles. L'aparició del sistema MIDI al 1983 i l'avanç de la tecnologia digital en matèria musical va suposar una veritable revolució. Fou en aquest punt quan van començar a comercialitzar-se els primers seqüenciadors digitals (físics) i programes seqüenciadors per a ordinadors, que han anat guanyant complexitat i prestacions amb el pas dels anys.

5.2.2. Seqüenciador utilitzat: Steinberg Nuendo 3

El programa que s'ha utilitzat per crear, editar, modificar, masteritzar i exportar les reconstruccions que s'han dut a terme durant el projecte ha estat Nuendo 3. Nuendo 3 és un potent seqüenciador multipista que disposa d'una interfície clara i que ofereix nombroses prestacions a l'hora de treballar amb format MIDI. A partir del programa i mitjançant l'aplicació d'un sampler o bé d'un VST s'han fet sonar les diverses pistes MIDI corresponents a cada projecte. A continuació es descriuen alguns dels paràmetres més importants a tenir en compte quan es treballa amb format MIDI utilitzant Nuendo:

- **Informació de la pista:** Es tracta d'un menú amb informació referent a la pista seleccionada. A partir d'ell es controlen les connexions, insercions, enviaments i equalitzacions referents a la pista en qüestió.

- **Mesclador:** Funciona igual que una taula analògica. Consta de diferents canals (cada un corresponent a una pista) des d'on s'ajusten els volums així com l'activació d'insercions i enviaments. Consta també d'un canal referent a la mescla global.



Figura 7



Figura 8

- **Piano Roll:** Es tracta de l'editor de partitures MIDI. Es a partir swl Piano Roll d'on es creen i es modifiquen les partitures MIDI, així com des d'on es controlen les diferents funcions que permet un arxiu MIDI (expressivitat, volum, velocitat...). Com es pot apreciar en la figura, e l'esquerra hi ha dibuixat un piano que conté diverses octaves, i es pren de referència per tal de saber la nota que està sonant a la partitura de la dreta. A la part superior s'hi troba la paleta d'eines (que ens permet escollir la funció del ratolí) així com un seguit de menús desplegable que ens permeten modificar parametres com el tempo, les unitats de temps, la duració de la nota, etc.

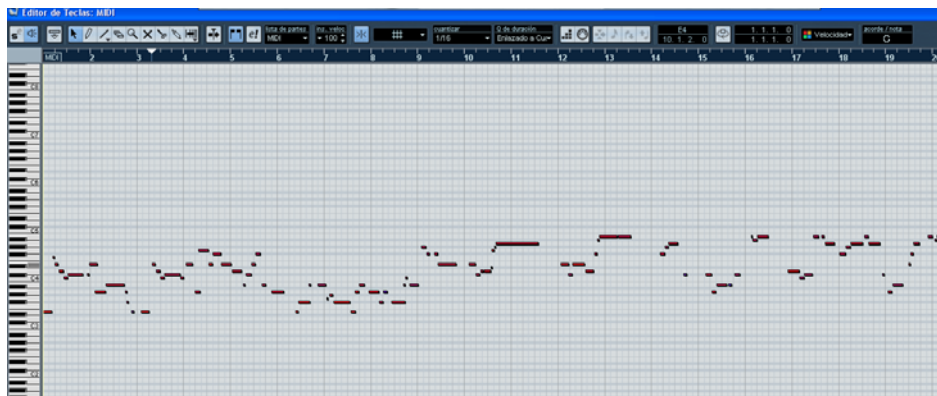


Figura 9

- **VST Instruments:** Menú que permet seleccionar els instruments virtuals que s'utilitzaran durant el projecte. Cal activar-los en aquest menú per tal de poder-los utilitzar durant el projecte, i posteriorment, activar-los a l'entrada de la pista en qüestió per a fer-los sonar.



Figura 10

5.3. VST i VSTi

5.3.1. Definició

Virtual Studio Technology (tecnologia d' estudi virtual) és una interfície estàndard desenvolupada per Steinberg que permet la connexió de sintetitzadors de so i plugins d'efectes a editors d'àudio i sistemes d'enregistrament. Permet, doncs, de substituir el hardware tradicional per un estudi d'enregistrament virtual mitjançant eines de software. Un VST és un programa que s'ha d'executar mitjançant una aplicació (seqüenciador) que suporti la tecnologia anomenada VST Host (Nuendo, Cubase o Ableton Live per exemple).

Els VST es poden classificar generalment en dues categories; efectes o instruments (VSTi –instruments-).

Els VSTi generen àudio. Són, en molts casos, simulacions virtuals de sintetitzadors i samplers físics, així com d'instruments musicals, que presenten una interfície i prestacions molt semblants a l'original en format digital. Tot i això, també hi ha molts VSTi de nova creació.

Els VSTi reproduïxen els missatges MIDI que els enviem, de manera que faran sonar el missatge com si es tractés d'un instrument o aparell físic. A més, la majoria d'VST Host ens permeten enviar la sortida d'àudio d'un VST a un altre (permeten, per exemple, aplicar una reverberació a un saxo mitjançant dos VSTs diferents).

5.3.2. VSTs utilitzats

Durant el projecte, s'han utilitzat els següents instruments virtuals (vsts) :

- **Edirol_orchestral_V1**: consta d'i instruments que es poden trobar en una orquestra simfònica.
- **Synful_Orchestra_ 2.31**: Com l'anterior, consta també d'instruments que es poden trobar en una orquestra simfònica.
- **SaxLab_1.4**: Ofereix diferents tipus de saxofòns.
- **Real Guitar 2**: Ofereix diferents tipus de guitarres.
- **DSK_Strings**: Representa els instruments que formen un quartet de corda.
- **SuperRiffBass**: Imita diferents tipus de baixos elèctrics.
- **TPS Module**: Simula unconjunt de trompetes.

5.4.EL MIDIFICADOR

5.4.1.Definició

Un midificador és un programa que permet el reconeixement musical d'arxius d'àudio i desar els resultats en format MIDI. Dit d'una altra manera, realitza de manera automàtica el procés de reconeixement musical, és a dir, aquell que permet a un músic tocar un instrument a partir de l'orella (escoltar una cançó i tocar-la), fet que requereix uns coneixements d'estructura i teoria musical previs i una bona capacitat per a reconèixer sons. El software, doncs analitza la forma d'ona introduïda i n'intenta detectar les notes tocades mitjançant un algorisme de conversió. De moment, però, aquesta mena d'algorismes estan encara poc desenvolupats, de manera que es produeixen certs errors durant el procés.

Actualment hi han molt pocs programes que permetin aquest procés, i tots ells presenten moltes limitacions, de manera que els resultats aconseguits no són gaire bons. Després d'un procés de recerca a Internet, s'han trobat tres midificadors: TS ÀUDIO TO MIDI, Intellscore i Digital Ear.

Digital Ear, està enfocada bàsicament a la conversió d'arxius a MIDI en temps real, és a dir, midificar el senyal d'àudio entrant per un micròfon connectat a la targeta de so. Per aquest motiu, doncs, no resulta adient per al treball a realitzar.

Intellscore i TS ÀUDIO TO MIDI tenen la mateixa finalitat, la de convertir arxius .wav en arxius MIDI. Intellscore permet a l'usuari un procés guiat però amb pocs paràmetres modificables. Aquest programa, seria útil en cas de tenir només un sol instrument que sonés clar i amb les notes ben definides. TS ÀUDIO TO MIDI, en canvi, presenta una interfície més complicada però permet la modificació de diversos paràmetres, cosa que permet que l'arxiu MIDI resultant sigui més clar i precís.

Tenint en compte que és impossible separar els instruments que intervenen en un arxiu d'àudio (un cop aquest a estat exportat), la millor manera per intentar separar-los per pistes és intentant filtrar les freqüències fonamentals de cada instrument, per evitar així, algunes notes i harmònics generats per altres instruments. Després d'estudiar els diferents programes, doncs, s'ha optat per TS ÀUDIO TO MIDI ja que disposa d'un equalitzador gràfic que permet tallar freqüències així com altres paràmetres ajustables que ajuden a aconseguir un millor resultat en aquest procés de conversió.

Aquest primer procés de midificació és pràcticament el més important del treball, ja que com millor i més clara sigui la pista MIDI de cada instrument, més fàcils i exitoses seran les tasques posteriors. Degut a la dificultat d'aquest procés i la poca eficàcia dels midificadors s'ha realitzat un estudi del software TS ÀUDIO TO MIDI per tal d'aconseguir unes pistes MIDI de la millor qualitat possible ajustant tots els paràmetres necessaris.

5.4.2. Funcionament del TS ÀUDIO TO MIDI

Els algorismes de conversió, tret del *Mono Correlator*, estan basats en un conjunt de circuits oscil·latoris anomenats sensors. Consten de 87 sensors, tants com el nombre de tecles que té teclat (piano) estàndard, i cadascun correspon a una tecla (i el so corresponent). La relació entre els sensors és controlada amb el paràmetre *selectivity* (que determina la forma de la corba de ressonància). Aquest conjunt de sensors donen l'espectrograma de sortida.

El següent pas és l'anàlisi de l'espectrograma. L'espectre és processat per l'algorisme de detecció de nota escollit. Els algorismes, excepte el *Mono Correlator*, utilitzen el model harmònic com un dels seus components més importants. Cada nota musical té diversos components espectrals. El més greu n'és el to fonamental, mentre que la resta de components, els harmònics, tenen freqüències múltiples del to fonamental. L'amplitud dels harmònics determina el timbre de la nota. Cada instrument té la seva pròpia amplitud d'harmònics. El programari conversor assumeix que totes les notes per detectar tenen un conjunt d'inter-components tal com s'indica a la finestra de model harmònic. A part del conjunt d'harmònics de cada nota, l'algorisme analitza també dues característiques més: l'amplitud (la nota és rebutja en cas de que el valor sigui inferior al valor llindar establert) i la forma del so, controlada pel paràmetre *Sharpness*.

Finalment, es compara cada nota amb el *valor de durada mínim de la nota* establert (de manera que només puguin sonar un determinat nombre de notes per segon en relació al valor establert) així com també es suprimeixen les notes indicades a la finestra de *filter*.

5.4.3. Algorismes de conversió

- **Poly Sensors:** Aquest mètode s'utilitza per a reconèixer música polifònica, de manera que permet produir més d'una nota simultània. L'algorisme permet reconèixer música interpretada tant per un sol instrument com per més d'un. Generalment produeix notes innecessàries, tot i que ajustant el model d'harmònics i el *threshold* s'aconsegueix una millora considerable del resultat.

- **Mono Sensors:** És un algorisme força similar a l'anterior en quant a funcionament, la diferència es que es tracta d'un algorisme per a la transcripció de música monofònica. Aquest mètode detecta només el so més greu (en cas de que ni hagi més d'un). Pot utilitzar-se també per a transcriure un instrument d'un fragment musical que en contingui varis, però tot i ajustar l'equalitzador, es fàcil que s'introdueixin notes corresponents a un altre instrument.

- **Mono Breaking:** Es tracta d'un algorisme dissenyat també per a la transcripció de música monofònica. La diferència és la sensació de trencar el so que produeix. El *Mono Breaking* "trenca", és a dir, talla la nota just quan la seva amplitud comença a decreïxer. L'inconvenient d'aquest mètode es que pot generar una mateixa nota més d'una vegada en

poc temps. L'avantatge d'aquest mètode, però, és la capacitat que té de reconèixer instruments que tinguin un atac suau.

- **Mono Correlator:** A diferència de la resta d'algorismes, aquest no utilitza sensors. Es basa, doncs, a analitzar la correlació temporal del senyal entre porcions de temps consecutives. D'aquesta manera permet de detectar sons encara que no siguin els més greus. Tot i això, els resultats aconseguits amb aquest algorisme no són gaire bons quan l'arxiu a convertir es polifònic (i es vol obtenir una sola veu referent a un instrument determinat) o bé quan la melodia de l'arxiu a convertir conté un seguit de notes interpretat a una velocitat elevada.

- **Beat Detection (detecció de trèmolo):** Aquest mètode, a diferència dels altres, no detecta el to del senyal. Es basa en la detecció d'increments del nivell del senyal. Aquest algorisme permet convertir el trèmolo en una pista de percussió MIDI. El paràmetre *Threshold* (*llindar*) especifica el senyal mínim d'atac, de manera que si el senyal és inferior al valor establert és eliminat, i en cas contrari, acceptat. Tant aquest algorisme com el *Mono Correlator* estan menys desenvolupats que la resta, i els resultats que s'obtenen amb ells són encara de poca qualitat.

5.4.4. Paràmetres configurables

- **Selectivity Window** (finestra de selectivitat): La finestra *selectivity* és un gràfic que conté la freqüència en una escala logarítmica en l'eix horitzontal i l'amplitud del so en l'eix vertical, de manera que representa gràficament els paràmetres dels sensors. La línia vertical central indica la freqüència de ressonància del sensor, les dues verticals restants indiquen la freqüència de ressonància dels sensors propers. Cada sensor controla dos paràmetres:

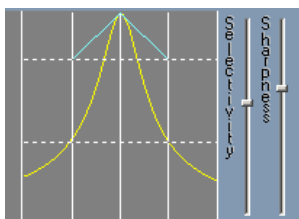


Figura 11

Selectivity (*selectivitat*) i *sharpness* (*agudeses*), representats per línies groga i blava respectivament. La selectivitat defineix el nivell de sortida del sensor en resposta al senyal

amb una freqüència diferent de la de ressonància del sensor. L'agudesa defineix el punt màxim per considerar una nota. En cas que aquest punt màxim estigui situat fora d'aquest interval, no serà considerat com a nota. A l'hora d'ajustar aquests paràmetres cal tenir en compte l'instrument musical que s'està tractant. En instruments amb un so polifònic com poden ser la guitarra o el piano, cal introduir valors baixos, per tal d'evitar que la conversió generi notes de pas innecessàries. En instruments amb un so monofònic, com per exemple una flauta, els valors s'han d'incrementar per reconèixer com a mínim una nota. Tot i això, la millor manera per aconseguir un ajust correcte es estimar aproximadament la quantitat de notes per segon que es donen.

- **Spectrum Window** (finestra de l'espectre): És el paràmetre que mostra l'espectre freqüencial que es sentirà en cada moment. Consisteix en 87 barres, cadascuna corresponent a la freqüència d'una nota (i tecla d'un teclat estàndard). Cada barra verda correspon al nivell d'intensitat de cada so a la freqüència.

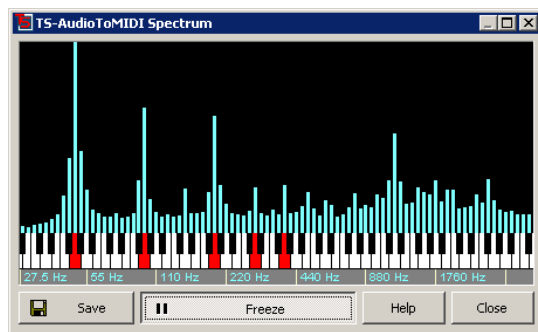


Figura 12

- **Harmonic model** (model d'harmònics): Cada nota musical té diverses components espectrals. La més greu n'és el to fonamental, mentre que la resta de components més agudes (els harmònics) tenen freqüències múltiples de la del to fonamental. L'*harmonic model* (model d'harmònics) permet controlar el volum de les components espectrals de la nota. La barra de l'esquerra (1) fa referència a la freqüència fonamental, mentre que les següents fan referència als harmònics, ordenats d'esquerra a dreta (la barra 2 al primer harmònic, la 3 al segon...).

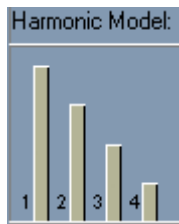


Figura 13

- **Tune control** (control del to): Per defecte, cada sensor utilitzat per analitzar l'ona d'entrada té establert una de les 87 notes de freqüència estàndard. Tot i així alguns instruments poden estar mal afinats entre ells (cosa poc habitual però el programa ofereix la possibilitat d'intentar corregir-ho) , l'arxiu d'àudio pot estar en mal estat o bé alguns instruments (la viola per exemple) poden produir més sons dels 87 establerts. En aquests casos, els sensors de to cometrien errors a l'hora de detectar les notes que sonen. Per aquests motius amb l'eina de control de to es poden corregir, o si més no, intentar-ho aquests desperfectes. El control de to permet canviar (augmentar o disminuir mig semitò) la freqüència de cada sensor.



Figura 14

- **Filter window** (finestra de filtre): És tracta d'un panell que ens permet filtrar, és a dir, excloure directament notes de la sortida MIDI. Clicant directament amb el ratolí sobre la nota aquesta s'exclou automàticament de la conversió. Tot i ser una eina útil, no s'ha utilitzat en cap moment durant el projecte ja que en cap cas s'ha disposat de la partitura dels fragments musicals a convertir.

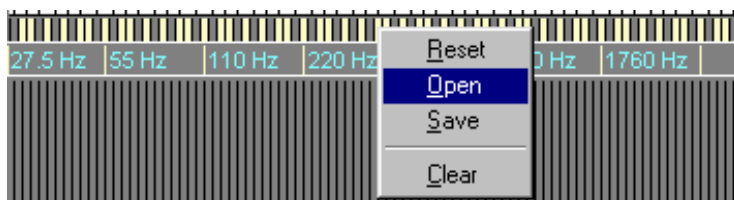


Figura 15

- **Graphical Equalizer** (equalitzador gràfic): Es tracta d'un conjunt de barres modificables independentment, cadascuna assignada a un estret marge freqüencial, que permeten controlar el volum corresponent al marge en qüestió. Similar a un equalitzador d'un aparell de so, controla l'amplitud espectral del senyal d'àudio, de manera que aquesta eina actua com a filtre a l'hora d'eliminar sons inadequats (sempre i quan se'n conegui la freqüència i no existeixi cap altre so en aquest mateix marge freqüencial).

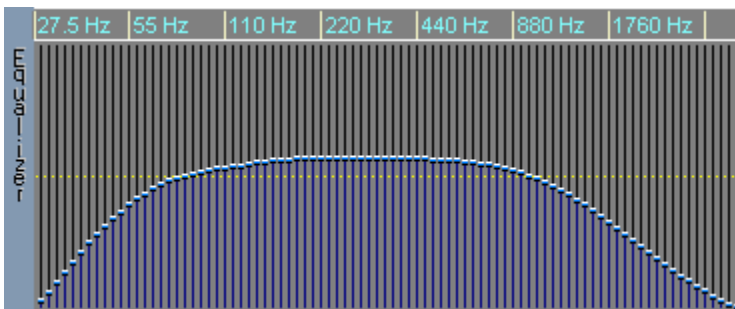


Figura 16

Cal dir que, a diferència d'altres, aquesta eina és força útil i eficaç, ja que a l'hora de crear una pista MIDI per un instrument (quan al fragment musical a convertir existeix més d'un instrument), s'eliminen un conjunt de sons indesitjats procedents d'altres instruments. Tot i que a la pista MIDI resultant apareixen molts sons que no procedeixen del propi instrument, el fet de permetre només, mitjançant l'equalitzador gràfic, la conversió de les notes compres dins del marge freqüencial de l'instrument facilita la posterior tasca de neteja de notes inadequades.

- **Minimal Note and Pause duration** (durada mínima de la nota i de la pausa): Aquestes opcions permeten establir els valors de duració mínims tant per les notes com per les pauses, de manera que els valors inferiors als establerts són rebutjats. Aquesta eina permet també eliminar moltes notes inadequades, ja que s'eviten ressons i harmònics d'instruments que no siguin els que estem tractant. La unitat de temps que s'utilitza en tots dos casos és el mil·lsegon (un segon equival a mil mil·lsegons).

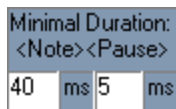


Figura 17

- **Volume Control** (control del volum): El control del volum permet escollir un volum constant o irregular, així com establir quin volum es desitja (en cas de que el volum sigui constant) o bé quin és el volum màxim que es permet (si aquest no es constant).

És important no fixar un volum molt elevat ja que l'arxiu MIDI resultant podria quedar distorsionat.

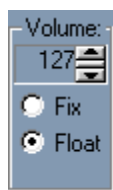


Figura 18

- **Transpose Control** (control d'alteració): El *Transpose Control* permet alterar les notes del arxiu MIDI resultant un nombre determinat de semitons. Aquest ajust pot ser útil quan la melodia inicial ha estat tocada en una tonalitat errònia. També pot ser útil per aconseguir una melodia en una tonalitat diferent (una octava està composta per 12 semitons).

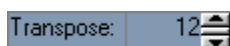


Figura 19

- **Instrument Selector** (selector de l'instrument): Permet escollir l'instrument amb què serà reproduir i desat l'arxiu MIDI. En aquest cas resulta una assignació innecessària, ja que posteriorment s'aplicarà un instrument virtual a la pista MIDI mitjançant un seqüenciador, però tot i així permet tenir una primera idea de com sonarà la pista MIDI.

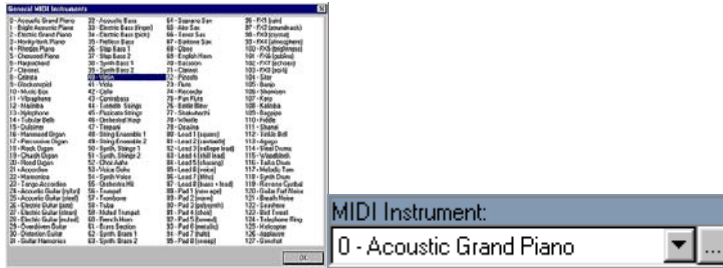


Figura 20

- **Algorithm selector** (selector de l'algoritme): Permet escollir l'algoritme de conversió desitjat d'entre els que s'han explicat anteriorment.

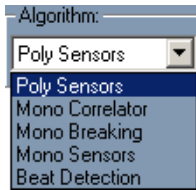


Figura 21

6. PROCÉS DE TREBALL

El treball a realitzar es pot dividir en 4 blocs:

- 1- Conversió del senyal d'àudio a MIDI.
- 2- “Neteja “ de la partitura (pista MIDI) de cada instrument.
- 3- Aplicació del sampler o VST a cada instrument.
- 4- Masterització.

6.1. CONVERSIÓ DEL SENYAL D'ÀUDIO A MIDI

Aquest és el pas més important de tot el procés. Es tracta de transformar el senyal d'àudio del qual es disposa en format .wav a un mateix senyal en format MIDI. Per a fer-ho cal utilitzar algun dels diferents programes que es poden trobar a la web que permeten aquest tipus de conversió. És en aquest primer punt on el treball es complica, ja que quan es vol convertir 'un arxiu d'àudio que presenta polifonia (qualsevol arxiu on hi hagi més d'un instrument o bé un instrument capaç de reproduir dos sons al mateix temps) el software de conversió és incapaç de distingir el timbre dels diferents instruments i reconeix tot el so com si es tractés d'un mateix instrument. El gran problema del treball són les limitacions que presenten aquests programes a l'hora de processar el senyal, concretament la limitació a l'hora de realitzar conversions de senyals polifònics.

6.1.1. El problema de la polifonia

Cap programa permet una conversió de senyals polifònics amb resultat mínimament acceptable. La majoria de midificadors es basen amb algorismes que calculen el *pitch* (altura) d'un segment i el comparen amb el del segment anterior, de manera que no es poden registrar dues freqüències fonamentals de dos instruments alhora, ni tant sols d'un instrument polifònic (guitarra o piano) tocant dues notes al mateix temps. Per solucionar-ho fan la transformada discreta de Fourier, l'única transformada de Fourier possible, ja que el so està mostrat prèviament en un arxiu d'ordinador. Tot i així, el problema no està solucionat, ja que en realitzar la conversió es generen harmònics de les notes. En la figura

següent es pot observar la transformada de Fourier corresponent a un segment de so real enregistrat amb un micròfon.

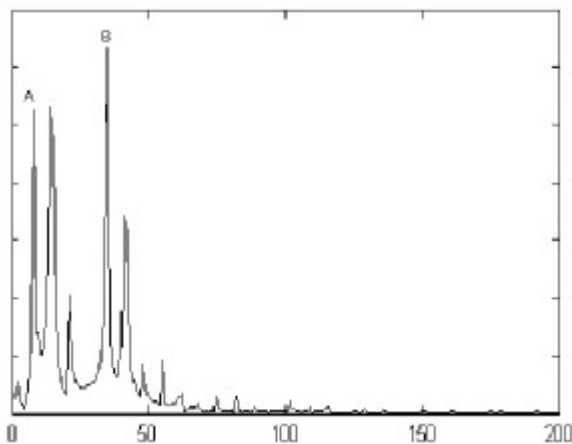


Figura 22

La punta A correspon a la freqüència fonamental del so. La freqüència decidida, però, correspon a la punta B, afirmació errònia, ja que l'energia d'un harmònic no fonamental només és superior a la del primer harmònic durant el transitori inicial o final d'una nota, així com durant la transició entre dues notes diferents. No obstant això, aquest problema presenta diverses solucions. Alguns conversors hardware d'instruments polifònics, com per exemple una guitarra, utilitzen sis pastilles diferents per a convertir independentment una corda de l'altra, així com 6 canals MIDI diferents, un per a cada corda.

Digitalment, el problema també presenta algunes solucions. Una de les millors és donar continuïtat a les notes que superin una certa energia, però en aquest cas es genera un altre problema: Si les puntes observades corresponen a harmònics múltiples de la freqüència fonamental (un fet força comú en diversos estils musicals), les puntes segueixen existint quan aquestes notes no són reals, de manera que afectaran negativament a la qualitat de la conversió. Aquestes notes corresponents a harmònics es poden descartar (fer que no sonin), ja que és fàcil saber si corresponen a un harmònic superior o no, només cal calcular si la seva freqüència és o no un múltiple d'una freqüència inferior. Aquesta solució, però, es complica molt si sonen en un mateix moment, per exemple, un DO#5 i un DO#6: Si es descarten els harmònics es comet l'error de descartar el DO#6 quan sona alhora amb el DO#5, mentre que si es tenen en compte quan està sonant DO#5 i DO#6 no, DO#6 s'activa, provocant un error en la conversió. Per solucionar-ho es pot activar el segon

harmònic en cas de que superi una certa quantitat d'energia respecte al primer harmònic o la freqüència fonamental, però apareix un nou problema: no tots els instruments tenen el mateix nivell d'harmònics, de manera que s'han d'incloure nous paràmetres, és a dir, l'energia del segon, tercer i quart harmònic.

Tot i que la solució sembla complicada però possible, el model de components harmònics explicat fa referència a un instrument determinat. La situació és complicada molt més, doncs, si l'arxiu d'àudio original conté més d'un instrument, cosa molt comuna.

Com es pot veure, doncs, el tractament d'arxius polifònics pels programes midificadors presenta moltes complicacions, per aquest motiu, les conversions que es duen a terme són de mala qualitat, i moltes vegades, distants de la peça original. Aquest fet ha complicat molt el treball realitzat, i ha fet que els resultats obtinguts no siguin tant bons com s'esperava en un principi.

6.2."NETEJA" DE LA PARTITURA DE CADA INSTRUMENT

Degut a les limitacions dels programes midificadors, doncs, l'arxiu MIDI que s'obté no reflecteix només l'instrument en sí, sinó que consta de moltes notes que en la peça original no són tocades per ell. Concretament, sonaran totes les que tinguin una freqüència compresa dins el marge freqüencial establert a l'hora de realitzar la conversió. Aquestes notes s'originen per diversos motius:

- Procedeixen dels altres instruments de la cançó.
- Harmònics, que es generen tant per part de l'instrument tractat com per part dels altres instruments.
- Sorolls que pugui tenir l'arxiu inicial.

Aquest pas, doncs, consisteix a eliminar totes aquestes notes i intentar deixar només aquelles tocades per l'instrument. La tasca es pot realitzar directament des de la finestra *Piano Roll* (editor MIDI) del Nuendo.

Cal dir que es tracta d'una tasca complicada ja que l'única manera de fer-ho és escoltar nota per nota i decidir si pertany o no a l'instrument tractat. És molt difícil aconseguir una pista MIDI que reflecteixi exactament allò tocat per l'instrument per aquest mètode, però si més no, s'intenta sempre que la pista MIDI sigui tant propera com es pugui a l'instrument.

A les figures següents es pot observar la pista MIDI inicial obtinguda amb el midificador i la pista MIDI final respectivament, un cop s'ha realitzat el procés de neteja d'una de les reconstruccions realitzades durant el projecte.

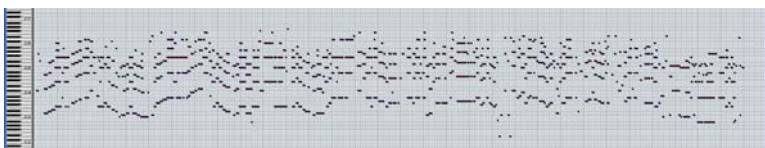


Figura 23



Figura 24

6.3.APLICACIÓ DEL SAMPLER O VST A L'INSTRUMENT

En aquesta part del procés s'assigna un instrument virtual a cada pista MIDI. Per a fer-ho cal carregar l'instrument virtual a *Dispositivos/VST Connections* del Nuendo.

Després s'ha d'activar a cada pista l'instrument que es desitgi.

In: All MIDI Inputs.

Out: seleccionar instrument.

Channel: Assignar un canal (aquest a de ser diferent per a cada instrument).

En cas de que l'instrument sigui una llibreria, cal carregar prèviament la llibreria al sampler, i després carregar el sampler a la sortida (Out) de la pista com si es tractés d'un instrument virtual.

6.4.MESCLA I MASTERITZACIÓ

En aquest últim pas s'han ajuntat el que generalment són dos passos en una producció musical, degut a que el treball a realitzar és menor ja que no s'ha d'enregistrar res, i per tant, la mescla resulta un procés més fàcil en aquest cas.

Tot i això, en aquesta fase final es duen a terme les equalitzacions corresponents, (tant a cada pista com global), s'ajusten els volums i s'apliquen els efectes necessaris (en cas que facin falta).

Finalment, s'exporta la mescla en un arxiu .wav.

7.RECONSTRUCCIÓ I: SOLO DE SAXO ALT

Aquesta primera conversió consisteix en un solo a capella d'un saxo alt. Es tracta, doncs, d'un sol instrument monofònic. L'arxiu presenta una mica de reverberació i també un soroll de fons constant, ja que va ser enregistrat amb un micròfon de baixa qualitat i en una habitació sense cap material aïllant, de manera que el micròfon va enregistrar també rebots de so indesitjats.

7.1.PROCÉS DE MIDIFICACIÓ

La configuració de TS AUDIO TO MIDI, tenint en compte les característiques de la peça a restaurar, és la següent:

- **Algorisme de conversió:** Polysensors. En teoria tractant-se d'un sol instrument monofònic seria lògic utilitzar un algorisme monofònic. Després de diverses proves però, s'ha pogut veure que cap d'ells realitza una conversió adaptada a la realitat. El que més s'hi ajusta és l'algorisme MonoSensors, però tot i així, quan troba dues notes molt properes, només en deixa passar la que té un senyal d'entrada major ja que creu que les dues han estat tocades simultàniament. D'aquesta manera es perden algunes notes utilitzant aquest algorisme. Per aquest motiu s'ha decidit utilitzar l'algorisme polysensors, tot i que això provoca també el fet d'obtenir més notes errònies a l'arxiu MIDI resultant.
- **Harmonic model:** S'utilitza només un harmònic, ja que els següents seran regenerats posteriorment quan s'apliqui l'instrument virtual.
- **Tune control:** S'ha optat pel control de to automàtic, ja que només hi ha un sol instrument i està afinat correctament.
- **Filter window:** No s'ha filtrat cap nota, ja que no es disposa de la partitura de la peça. En tot cas, les notes errònies generades seran eliminades posteriorment.
- **Graphical Eq:** Tenint en compte que el so produït pel saxo alt oscil·la entre les freqüències de 210Hz i 1200KHz, s'ha configurat l'equalitzador gràfic de la següent manera, per tal de generar el mínim de notes innecessàries possibles:

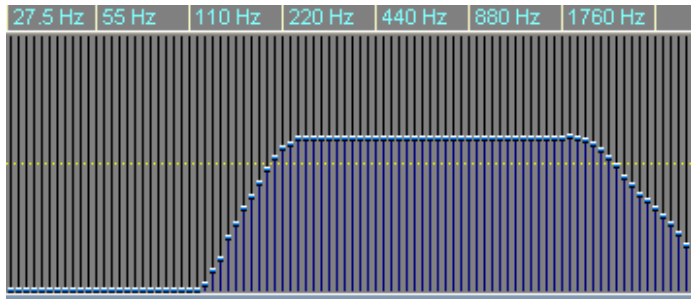


Figura 25

- **Minimal note duration:** S'ha establert una duració de 100 ms, que equival a unes 10 notes per segon aproximadament, ja que el final de la peça conté una part virtuosa, i d'aquesta manera no es perdrà cap nota.
- **Volume control:** 90. Inicialment estava configurat a 126, però s'ha reduït una mica el valor per tal d'evitar possibles saturacions, tot mantenint un nivell de so elevat.
- **Transpose control:** 0. En aquest cas no és necessari canviar el to de la peça.
- **Instrument selector:** Saxo alt.

La figura següent correspon al piano roll de la pista MIDI obtinguda mitjançant el procés descrit. S'hi pot observar que el marge tonal es troba en realitat comprès entre L'E3 (164,8Hz) i l'F5 (698,4Hz).

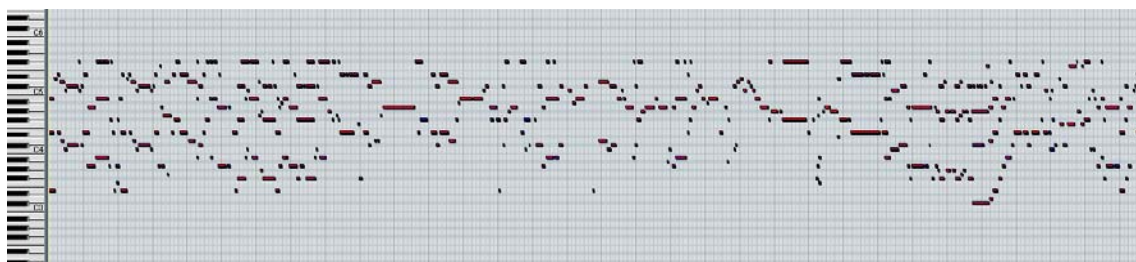


Figura 26

Per tal d'aconseguir una partitura MIDI més clara, s'ha filtrat passabanda l'arxiu .wav inicial entre aquestes freqüències.



Figura 27

Posteriorment, s'ha dut a terme el procés de midificació d'aquest nou arxiu. Aquesta darrera vegada, però, s'ha ajustat l'equalitzador gràfic deixant passar les freqüències compreses entre 164'4 Hz i 698'4Hz, com es pot apreciar en la figura següent.

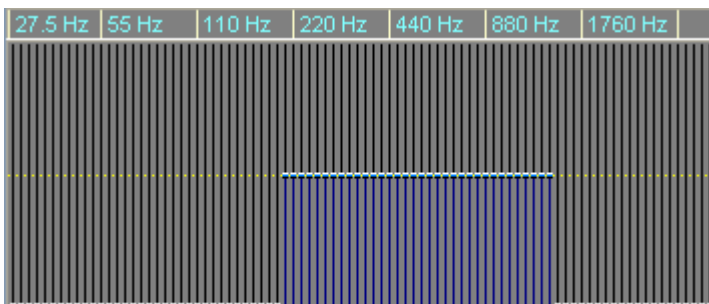


Figura 28

D'aquesta manera s'ha aconseguit una partitura MIDI (es pot observar en la figura següent) més clara i intel·ligible, cosa que ha facilitat el procés de neteja d'aquesta.

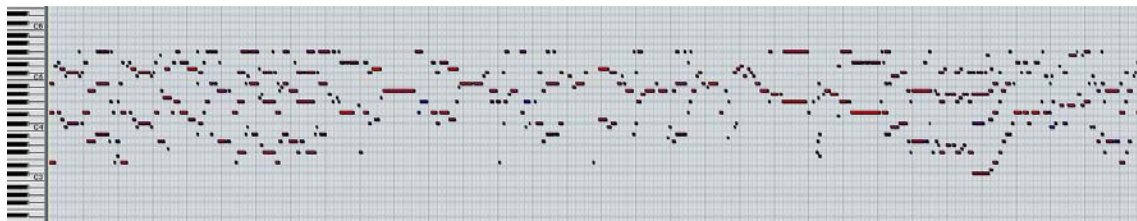


Figura 29

7.2. NETEJA DE LA PARTITURA MIDI

S'ha importat l'arxiu MIDI obtingut en el primer pas a un arxiu Nuendo, i des de l'eina *Piano Roll* (editor de partitures MIDI), s'han eliminat les notes innecessàries generades durant el procés de conversió.

Partitura corresponent a l'arxiu MIDI inicial:

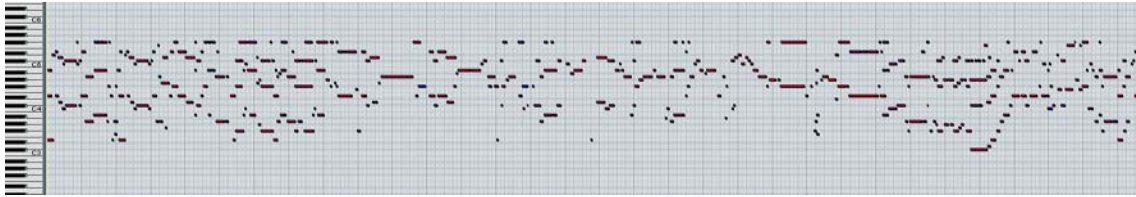


Figura 30

A partir d'aquí, cal eliminar totes les notes que no corresponen a l'arxiu original. Com es pot veure, es tracta d'una tasca costosa i meticulosa, ja que no es disposa de cap eina específica, de manera que s'han d'anar provant les notes una per una, i, comparant-les amb l'arxiu original, determinar si són vàlides o no. Tenint en compte que el saxo és un instrument monofònic, la partitura resultant no haurà de tenir en cap cas dues notes simultànies. Degut a la poca eficàcia dels midificadors, en molts casos es genera una mateixa nota en més d'una octava, com es pot apreciar en la figura anterior. En aquests casos, s'haurà d'escollir l'octava correcta i eliminar les resultants. Tenint en compte aquestes indicacions, la partitura resultant és la següent:

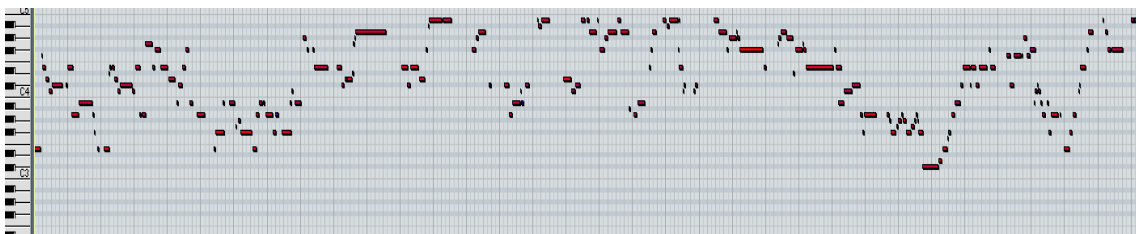


Figura 31

7.3.APLICACIÓ DEL SAMPLER O VST A CADA INSTRUMENT

En aquest cas s'ha utilitzat l'VST SaxLab, un instrument virtual de programari lliure que conté diversos tipus de saxofons. Aquest VST té una relació pes/qualitat força elevada i permet configurar diversos paràmetres per tal de caracteritzar el so del saxo escollit.

In: All MIDI Inputs

Out: SaxLab

Channel: 1

7.4. MESCLA I MASTERITZACIÓ

En aquest cas, s'ha partit de la configuració de paràmetres del propi instrument virtual per dur a terme aquest procés. Saxlab és un VST amb un so força realista i ben aconseguit, permet la modificació d'alguns paràmetres del so i de alguns efectes incorporats, com són el chorus i la reverberació.

En un primer pas, s'han establert i modificat els paràmetres que fan referència a l'envolupant del so, amb la finalitat d'aconseguir més cos, brillantor i contundència per a cada nota. D'aquesta manera, doncs s'ha establert un so amb poc atac, força decaiguda, un valor de conservació de la nota (sustain) força elevat i un valor d'extinció força elevat també. S'han augmentat també els valors de ressonància i brillantor del so, per incrementar encara més aquesta contundència del so.

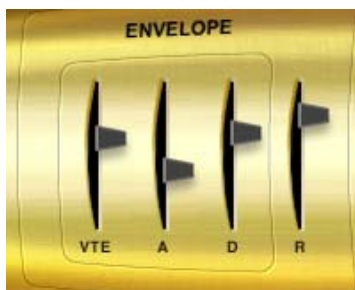


Figura 32



Figura 33

Per tal de simular millor la reverberació i sensació de ressonància corresponent a l'arxiu inicial, s'han incrementat els valors (des del propi vst) de *reverb* i *chorus*.



Figura 33

Finalment s'ha exportat la mescla en format .wav.

Tot i que el so està bastant aconseguit, el resultat d'aquesta primera reconstrucció no ha estat ben bé l'esperat, ja que degut a la poca capacitat del midificador, s'ha perdut respecte l'arxiu original en expressivitat, així com en algunes notes que no han estat captades amb la realitat desitjada.

8. RECONSTRUCCIÓ II: SOLO DE TROMPETA

Aquesta reconstrucció es tracta d'un solo de trompeta en un estat precari, degut a una gran saturació. Ja que en les altres reconstruccions s'ha perdut qualitat en l'arxiu final i degut a la poca capacitat dels programes midificadors, s'ha decidit tractar un arxiu en mal estat per intentar millorar-ne el resultat. En aquest cas, doncs, es pot dir que s'està fent una restauració. El solo de trompeta és una imitació de Blue Moonk, una peça de jazz famosa interpretada per un trompetista a nivell particular i enregistrada directament amb un micròfon.

8.1.PROCÉS DE MIDIFICACIÓ

La configuració de TS AUDIO TO MIDI, tenint en compte les característiques de la peça a restaurar, és la següent:

- **Algorisme de conversió:** Polysensors. Com ja s'ha anat explicant durant el treball, és l'únic algorisme, que, tot i generar un conjunt de notes errònies, evita en gran part la pèrdua d'informació al realitzar la conversió a MIDI.
- **Harmonic model:** S'utilitza només un harmònic, ja que els següents seran generats posteriorment quan s'apliqui l'instrument virtual.
- **Tune control:** S'ha optat pel control de to automàtic, ja que només hi ha un sol instrument i està afinat correctament.
- **Filter window:** No s'ha filtrat cap nota, ja que no es disposa de la partitura de la peça. En tot cas, les notes errònies generades seran eliminades posteriorment.
- **Graphical Eq:** Tenint en compte que el so produït per la trompeta oscil·la entre freqüències de 180Hz i els 1100KHz aproximadament, s'ha configurat l'equalitzador gràfic de la següent manera, per tal de generar el mínim de notes innecessàries possibles:

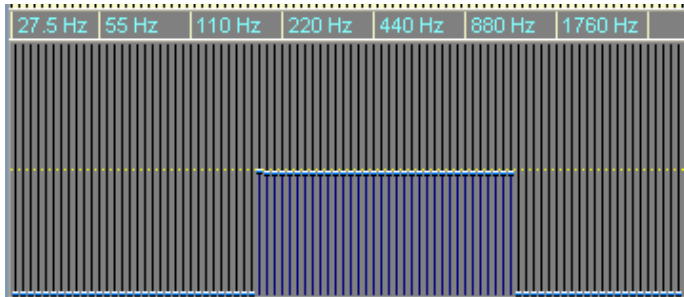


Figura 34

- **Minimal note duration:** S'ha establert una duració de 100 ms, que equival a 10 notes per segon aproximadament, ja que d'aquesta manera no es perdrà cap nota i s'evita així la generació de notes innecessàries.
- **Volume control:** 60. S'ha reduït una mica el valor per tal d'obtenir un senyal de la trompeta considerable evitant així un nivell alt de saturació.
- **Transpose control:** 0. En aquest cas no és necessari canviar el to de la peça.
- **Instrument selector:** Trompeta.

8.2. NETEJA DE LA PARTITURA MIDI

S'ha importat l'arxiu MIDI obtingut en el primer pas a un arxiu Nuendo, i, com ja s'ha fet en les reconstruccions anteriors, s'han eliminat les notes innecessàries generades durant el procés de conversió mitjançant l'eina *Piano Roll*,

Partitura corresponent a l'arxiu MIDI inicial:

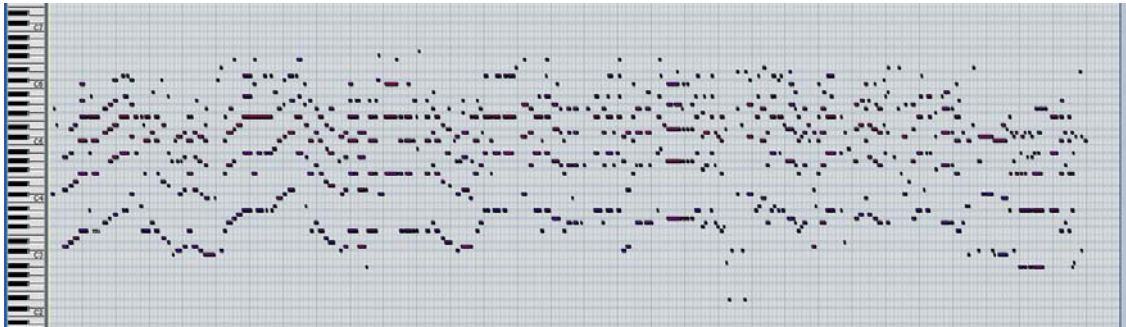


Figura 35

Com es pot apreciar en la figura, l'estructura de la peça és pràcticament la mateixa que es va repetint de forma força semblant a les octaves superiors. Així doncs, s'han eliminat les notes superiors a la tercera octava, deixant només les dues octaves més greus per tal d'intentar aconseguir entre les dos la melodia més propera a la de l'arxiu original.



Figura 36

A partir d'aquí, s'ha intentat simular la melodia original de la peça mitjançant la comparació de la pista MIDI amb l'arxiu original. Un cop obtinguda la melodia s'ha eliminat l'octava superior deixant la melodia resultant a l'octava més greu, i s'ha ajustat el tempo manual per tal d'aconseguir un resultat encara més proper a l'arxiu original.

La partitura final de la peça queda reflectida en la següent figura:

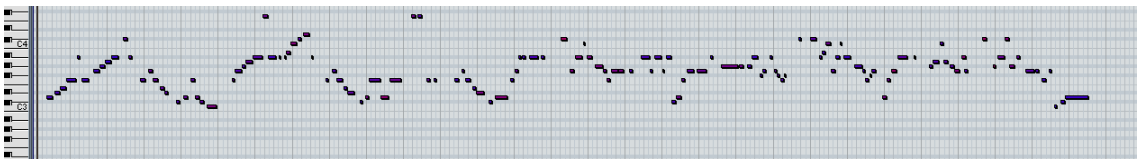


Figura 37

8.3. APLICACIÓ DEL SAMPLER O VST A CADA INSTRUMENT

En aquest cas s'ha utilitzat una llibreria del sampler Kontakt, Sample Modeling the Trumpet V2. Aquesta llibreria té una gran qualitat de so i simula amb molt realisme una trompeta original. L'inconvenient d'aquesta llibreria és el seu pes, ja que degut a la qualitat de les mostres és força elevat.

In: All MIDI Inputs

Out: KontaktPlayer 2

Channel: 1 (S'ha assignat l'instrument al canal 1 des del propi sampler).

S'ha assignat, doncs, el sampler Kontakt a la sortida de la pista MIDI de la trompeta, i prèviament s'ha carregat la llibreria al sampler. Un dels requisits d'aquest instrument a l'hora de funcionar és que necessita una seqüència d'ordres del paràmetre MIDI CC11 (control d'expressivitat) per part de l'aparell controlador. En aquest cas, s'ha descrit l'ordre des de l'eina de control de paràmetres MIDI (dins del menú d'edició MIDI de Nuendo) tenint en compte l'expressivitat del músic en la peça original, és a dir els canvis d'intensitat a l'hora d'interpretar les notes.

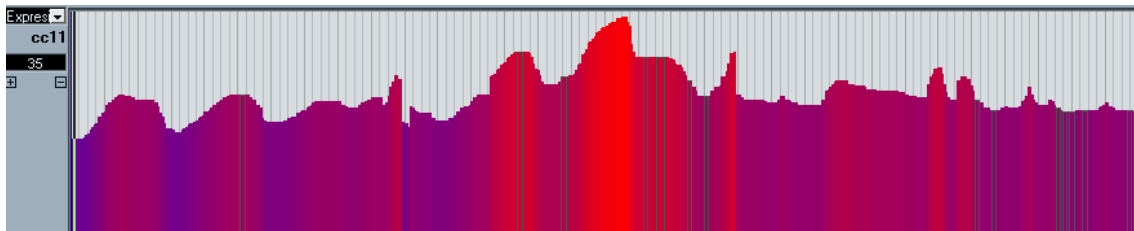


Figura 38

8.4. MESCLA I MASTERITZACIÓ

En aquest cas, s'han afegit efectes del propi sampler a la llibreria, per tal d'aconseguir un so més compacte i brillant per a la trompeta. En aquest cas, els efectes s'han afegit com a insercions des del control de sortides del canal del sampler.



Figura 39

S'han inserit dos efectes; per una banda s'ha inserit una petita reverberació per tal de donar una mica de ressonància i aportar brillantor al so, mentre que per l'altra, s'ha afegit un equalitzador paramètric de dues bandes per tal de ressaltar les freqüències de l'instrument i aconseguir així un so amb més contundència i presència.

Finalment s'ha exportat la mescla en un arxiu .wav.

El resultat d'aquesta reconstrucció ha estat molt bo; en primer lloc s'ha millorat molt l'arxiu original, eliminant la gran saturació que aquest contenia. En segon lloc s'ha aconseguit una melodia molt semblant a l'original amb un so de trompeta força real, tot i que ha quedat una mica desfasada pel que fa al tempo, degut als errors del procés de midificació.

Un cop exportada la mescla, s'ha decidit fer un experiment. S'ha substituït la trompeta virtual per un saxo, de manera que la melodia de la peça interpretada per la trompeta soni com si fos interpretada per un saxo utilitzant el SaxLab, el mateix vst que en la primera reconstrucció, i s'ha exportat també en format.wav. En aquest darrer cas, el resultat ha estat prou bo, ja que la partitura MIDI és neta i clara.

9.RECONSTRUCCIÓ III: DUET DE CLARINET I VIOLÍ

Aquesta segona conversió es tracta d'un duet per a violí i clarinet. Cal dir que és una restauració força complicada, ja que tots dos instruments actuen en un interval de freqüències molt semblant, i hi ha moments en què resulta molt difícil distingir tots dos instruments. L'arxiu inicial, igual que l'anterior restauració, ha estat enregistrat directament per un micròfon de poca qualitat en una habitació normal, és a dir, sense cap tipus d'insonorització. Per aquest motiu, doncs, l'arxiu presenta un soroll constant de fons i una mica de reverberació.

9.1.PROCÉS DE MIDIFICACIÓ

9.1.1.Clarinet

La configuració de TS AUDIO TO MIDI, tenint en compte les característiques del Clarinet, és la següent:

- **Algorisme de conversió:** Polysensors. Tot i que el clarinet és un instrument monofònic, l'arxiu es polifònic (també hi intervé un violí). En cas d'utilitzar un algorisme monofònic, en més d'un punt l'algoritme convertiria notes procedents del violí i n'ignoraria del clarinet (això passaria sempre que les notes tocades pel violí tinguessin un nivell sonor més elevat que les del clarinet). Tot i l'avantatge de que no es perdrà informació, utilitzant aquest algoritme es complicarà molt el següent pas, ja que degut a la semblança de les freqüències d'ambdós instruments, el programa deixarà passar pràcticament, les notes tocades pels dos instruments.
- **Harmonic model:** S'utilitza només un harmònic, ja que els següents seran generats posteriorment quan s'apliqui l'instrument virtual.
- **Tune control:** S'ha optat pel control de to automàtic, ja que tots dos instruments estan afinats correctament.
- **Filter window:** No s'ha filtrat cap nota, ja que no es disposa de la partitura de la peça.
- **Graphical Eq:** El clarinet té un marge tonal d'entre 200Hz i pràcticament 2KHz. Tenint en compte aquests paràmetres s'ha ajustat l'equalitzador ressaltant aquest rang freqüencial

per intentar evitar notes innecessàries i procedents del violí. Tot i això, el marge tonal del violí es força semblant, de manera que la pista MIDI resultant corresponent al clarinet contindrà, també, moltes notes del violí que caldrà eliminar posteriorment.

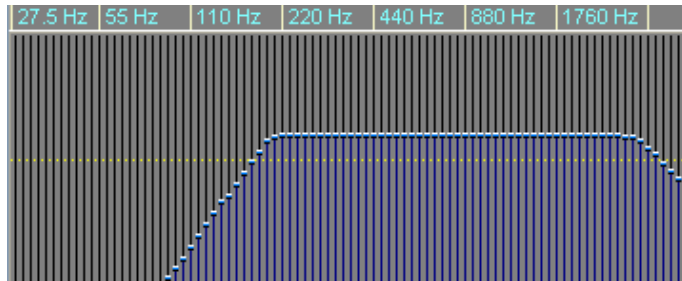


Figura 40

- **Minimal note duration:** S'ha establert una duració de 100ms, valor que s'aproxima a les 10 notes per segon, ja que, tot i que la peça és força tranquil·la, conté al final una part virtuosa, i d'aquesta manera no es perdrà cap nota.
- **Volume control:** 90. Inicialment estava configurat a 126, però s'ha reduït una mica el valor per tal d'evitar possibles saturacions, tot mantenint un nivell de so elevat.
- **Transpose control:** 0. En aquest cas no cal canviar el to de la peça.
- **Instrument selector:** Clarinet.

9.1.2 Violí

La configuració de TS AUDIO TO MIDI, tenint en compte les característiques del Clarinet, és la següent:

- **Algorisme de conversió:** Polysensors. Tot i que el violí és un instrument polifònic, en aquesta peça ha actuat com a instrument monofònic, ja que en cap moment toca dues notes alhora. En aquest cas, doncs es podria utilitzar un algorisme monofònic, però com ja s'ha explicat abans, s'utilitza un algorisme polifònic per evitar la pèrdua d'informació rellevant.
- **Harmonic model:** S'utilitza només un harmònic, ja que els següents seran generats posteriorment quan s'apliqui l'instrument virtual.

- **Tune control:** S'ha optat pel control de to automàtic, ja que tots dos instruments estan afinats correctament.
- **Filter window:** No s'ha filtrat cap nota, ja que no es disposa de la partitura de la peça.
- **Graphical Eq:** El marge tonal del violí oscil·la aproximadament entre els 200Hz i els 3,2KHz. Com ja s'ha esmentat anteriorment, la semblança entre la seva freqüència i la del clarinet farà que freqüencialment sigui gairebé impossible la distinció dels dos instruments, de manera que en la pista MIDI del violí hi haurà també moltes notes corresponents al clarinet. Tot i això, la configuració de l'equalitzador gràfic és la següent:

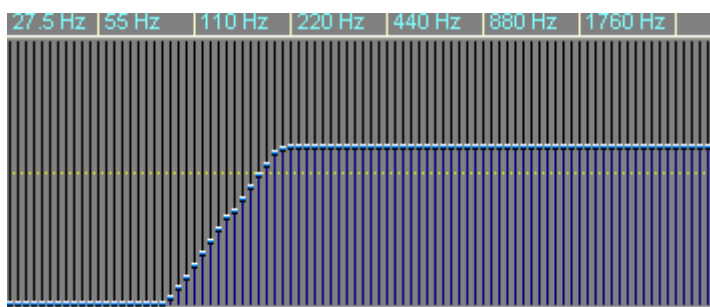


Figura 41

- **Minimal note duration:** Com en el cas del clarinet s'ha establert una duració de 100 ms, ja que la velocitat d'interpretació dels dos instruments que formen aquest duet és pràcticament la mateixa.
- **Volume control:** 90. Inicialment estava configurat a 126, però s'ha reduït una mica el valor per tal d'evitar possibles saturacions, tot mantenint un nivell de so elevat.
- **Transpose control:** 0. En aquest cas no és necessari canviar el to de la peça.
- **Instrument selector:** Violí.

9.2.NETEJA DE LA PARTITURA MIDI

En aquesta conversió la neteja de la partitura MIDI es tracta d'un pas molt complicat ja que durant el procés de midificació no s'han pogut distingir gaire els dos instruments. Per tal d'evitar la pèrdua d'informació, la semblança dels dos instruments ha suposat una tasca molt lenta i costosa. A part d'eliminar les notes no rellevants generades pel midificador, en

aquest cas s'ha hagut d'exercitar molt l'orella per tal d'intentar distingir què toca cada instrument i deixar només aquelles notes a la pista MIDI de l'instrument corresponent. Tot i això, el resultat obtingut no és una reconstrucció exacta de la peça inicial, ja que l'orella humana no és un aparell totalment fiable i en alguns moments falla.

9.2.1 Clarinet

S'ha importat l'arxiu MIDI obtingut en el primer pas a un arxiu Nuendo, i des de l'eina *Piano Roll* (editor de partitures MIDI), s'han eliminat les notes innecessàries generades durant el procés de conversió.

Partitura corresponent a l'arxiu MIDI inicial:

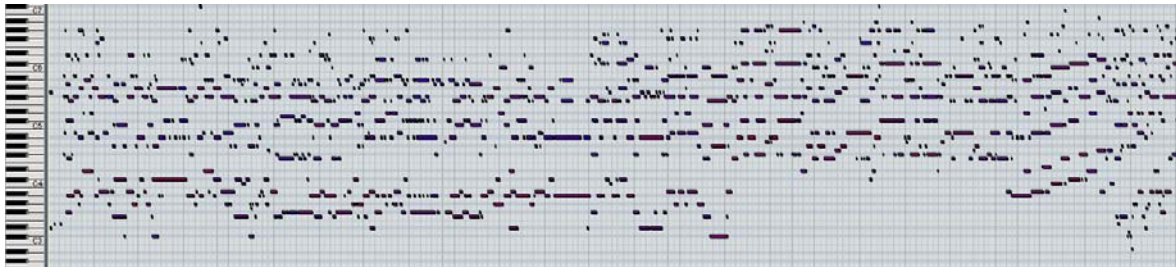


Figura 42

Cal tenir en compte que tant el clarinet com el violí sobretot, actuen en freqüències més agudes. Considerant que aquesta peça disposa de fragments que contenen notes molt agudes, en aquesta segona conversió, es consideraran les notes innecessàries generades pel midificador aquelles superiors a la sisena octava. En aquest cas doncs s'han eliminat:

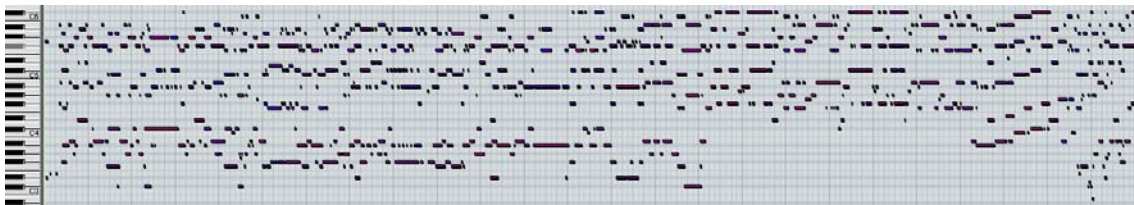


Figura 43

Després, s'han eliminat les notes no rellevants i innecessàries, que com es pot apreciar en la figura són moltes, i finalment s'han conservat només aquelles corresponents al clarinet. Tenint en compte la monofonia de l'instrument, s'han exclòs també les notes simultànies

corresponents a dues octaves diferents generades en alguns fragments, deixant només, aquelles que pertanyen a l'octava correcta. La partitura final és la següent:

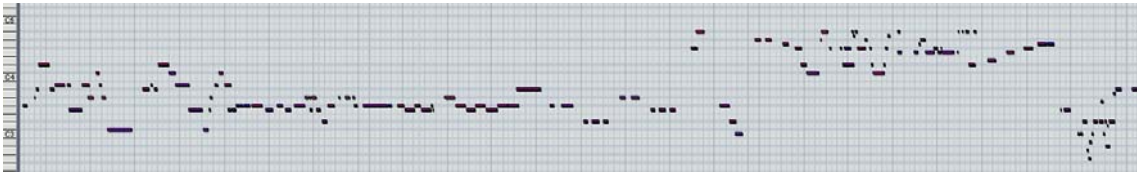


Figura 44

9.2.2 Violí

Com en els casos anteriors, s'ha importat l'arxiu MIDI obtingut a l'arxiu Nuendo, i des de l'eina *Piano Roll* (editor de partitures MIDI), s'han eliminat les notes innecessàries generades durant el procés de conversió.

Partitura corresponent a l'arxiu MIDI inicial:

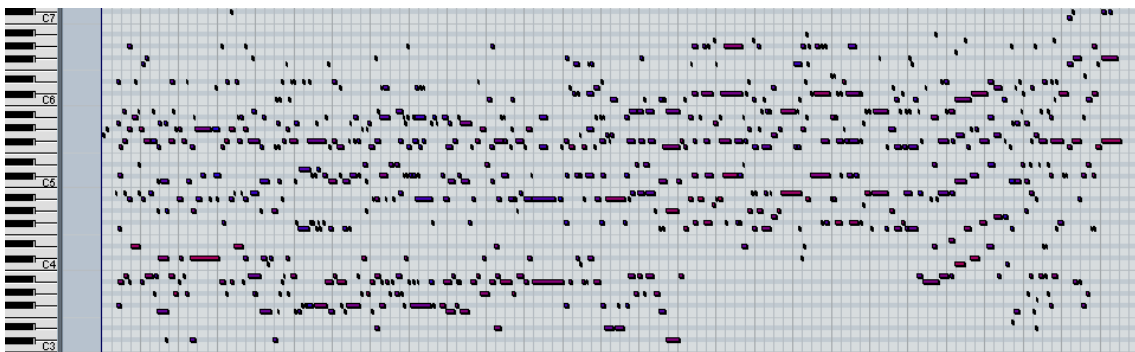


Figura 45

Com en el cas del clarinet, s'han tret les notes situades per sobre de la sisena octava, ja que no són rellevants:

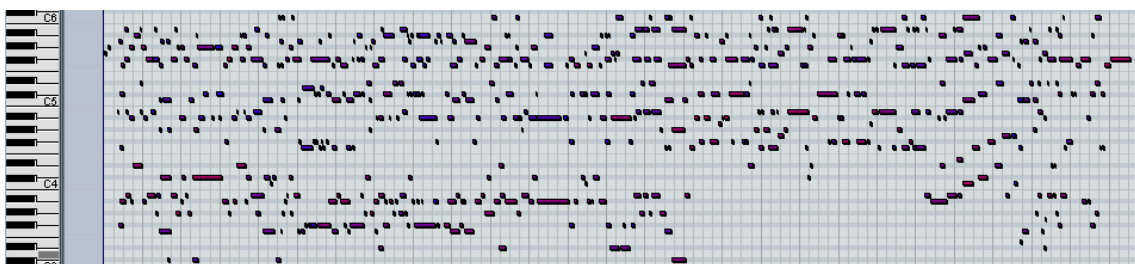


Figura 46

Després s'han eliminat les notes que no corresponen a la peça inicial, i s'han deixat només aquelles corresponents al violí. En aquest cas el violí, tot i ser un instrument polifònic, ha actuat com un de monofònic ja que en cap moment durant la cançó toca dues notes alhora. D'aquesta manera, doncs no poden haver-hi dues notes simultànies en la partitura resultant. La partitura final corresponent al violí és la següent:

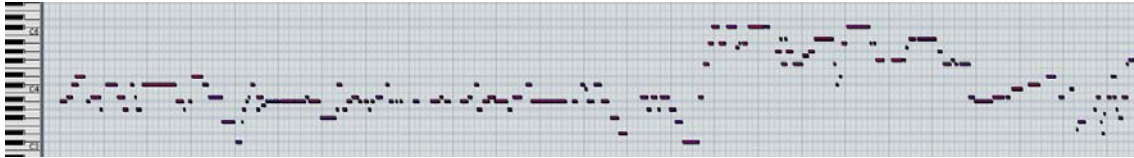


Figura 47

9.3.APLICACIÓ DEL SAMPLER O VST A CADA INSTRUMENT

9.3.1. Clarinet

En aquest cas s'ha utilitzat l'Edirol Orchestra, un instrument virtual que conté diversos instruments de corda i vent els quals podem trobar en la formació d'una orquestra simfònica. La qualitat d'aquest VST és bona en relació al seu pes. Les mostres dels instruments sonen força reals i l'aplicació permet modificar diversos paràmetres per tal d'ajustar el so, de manera que es poden aconseguir bons resultats.

In: All MIDI Inputs

Out: Orchestral

Channel: 2, que correspon al clarinet desitjat

9.3.2. Violí

Per a representar el violí s'ha utilitzat la llibreria per a Halion Florestan String Quartet. Aquesta llibreria conté diferents tipus de violins, violes, violoncel·ls i contrabaixos. La relació qualitat pes es molt bona ja que el pes de memòria de la llibreria és molt baix. Concretament, el so del violí està força aconseguit.

In: All MIDI Inputs

Out: Halion

Channel: 1, que correspon al violí escollit

9.4.MESCLA I MASTERITZACIÓ

Tenint en compte les propietats del violí, i a diferència d'altres instruments, qualsevol petita modificació del senyal pot fer variar força el so d'aquest. Per aquest motiu, i amb la intenció d'aconseguir un resultat més realista s'ha inserit només un efecte, un equalitzador paramètric de dues bandes, amb la finalitat de donar una mica més de cos al so. S'han ressaltat les freqüències d'entre 250Hz i 1,5KHz, el marge freqüencial en el que el violí actua aproximadament al llarg de la peça.

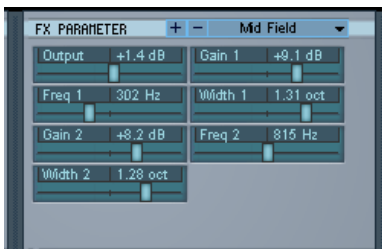


Figura 48

Pel que fa al clarinet s'han modificat els paràmetres de l'envolupant del so directament des del propi vst. Concretament s'han augmentat una mica l'atac i la caiguda del so, per tal d'obtenir una mica més de ressò.



Figura 49

Un cop retocats els sons dels instruments s'han ajustat els volums des del mesclador del Nuendo, ja que el senyal del violí era més fort que el del clarinet.

Finalment s'ha exportat la mescla en un arxiu.wav.

Aquesta segona reconstrucció ha estat molt més complicada que la primera, ja que el fet de que hi hagi dos instruments de freqüències molt semblants en fa molt difícil la distinció. Com ja s'ha dit, amb la poca capacitat del midificador s'han obtingut unes pistes midi molt "brutes", i netejar-les ha sigut una tasca francament complicada. El resultat obtingut no ha estat gaire bo, ja que s'ha perdut qualitat respecte l'arxiu original.

10.RECONSTRUCCIÓ IV: GOTTA DANCE- - Jim Hall and Jimmy Guiffre Trio

Aquesta conversió es treballa sobre una peça interpretada per un trio de jazz format per un contrabaix, un clarinet i una guitarra. És una peça complicada, ja que conté moltes pujades i baixades d'intensitat així com alguns solos virtuoses. A més, se li afegeix la dificultat de tractar un instrument polifònic com és la guitarra. L'arxiu inicial, tot i que presenta una mica de reverberació, està en bastant bon estat. Cal dir també que el clarinet i la guitarra tenen marges tonals semblants, de manera que la distinció de notes entre ambdós instruments és complicada. Com ja s'ha fet en la conversió anterior, cal escoltar atentament la cançó i intentar descobrir quines notes són tocades per cada instrument.

10.1. PROCÉS DE MIDIFICACIÓ

La configuració de TS AUDIO TO MIDI, tenint en compte les característiques de la peça a restaurar, és la següent:

10.1.1 Clarinet

- **Algorisme de conversió:** Polysensors.
- **Harmonic model:** S'utilitza només un harmònic, ja que els següents seran generats posteriorment quan s'apliqui l'instrument virtual.
- **Tune control:** S'ha optat pel control de to automàtic, ja que els instruments estan afinats correctament.
- **Filter window:** No s'ha filtrat cap nota, ja que no es disposa de la partitura de la peça. En tot cas, les notes errònies generades seran eliminades posteriorment.
- **Graphical Eq:** El clarinet té un rang freqüencial d'entre 200Hz i 2KHz. Tenint en compte aquests paràmetres s'ha ajustat l'equalitzador ressaltant aquest marge tonal per

intentar evitar notes innecessàries i procedents dels altres instruments. Pel que fa aquesta peça, el clarinet toca en gran part notes greus, sobre freqüències d'entre 300 i 700 Hz. Per aquest motiu es convertiran també bastants notes corresponents a la guitarra ja que el marge tonal d'aquesta es semblant al de les notes greus clarinet. Com en la reconstrucció anterior, doncs, el procés de neteja serà laboriós i complicat degut a la semblança tonal dels dos instruments. El contrabaix no influirà massa, ja que tot i que se'n puguin introduir alguns harmònics en l'arxiu MIDI resultant, aquests seran distingits amb certa facilitat. La configuració de l'equalitzador és la següent:

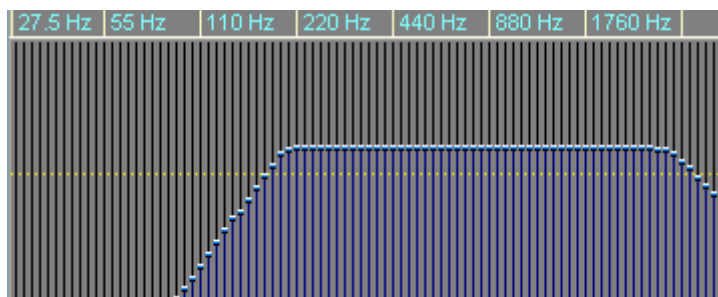


Figura 50

- **Minimal note duration:** Com que durant la peça hi ha algunes parts d'interpretació ràpida (sobretot al final), s'ha establert una duració de 100 ms, és a dir, 10 notes per segon.
- **Volume control:** 90. Inicialment estava configurat a 126, però s'ha reduït una mica el valor per tal d'evitar possibles saturacions, tot mantenint un nivell de so elevat.
- **Transpose control:** 0. En aquest cas no cal canviar el to de la peça.
- **Instrument selector:** Clarinet.

10.1.2 Guitarra

- **Algorisme de conversió:** Polysensors. En aquest cas, i tractant-se d'un instrument polifònic, aquest algorisme és l'adequat. Tot i això, caldrà destriar posteriorment les notes corresponents als altres instruments, sobretot les notes procedents del clarinet.
- **Harmonic model:** S'utilitza només un harmònic, ja que els següents seran generats posteriorment quan s'apliqui l'instrument virtual.

- **Tune control:** S'ha optat pel control de to automàtic, ja que els instruments estan afinats correctament.
- **Filter window:** No s'ha filtrat cap nota, ja que no es disposa de la partitura de la peça. En tot cas, les notes errònies generades seran eliminades posteriorment.
- **Graphical Eq:** La guitarra oscila entre freqüències des dels 80Hz als 620Hz aproximadament. Degut a aquest comportament, es generaran notes procedents del contrabaix i del clarinet. Tot i això les notes del contrabaix es distingeixen amb facilitat, de manera que la dificultat principal serà distingir les notes de la guitarra de les del clarinet, sobretot quan aquest toca notes greus. L'equalitzador s'ha ajustat de la següent manera:

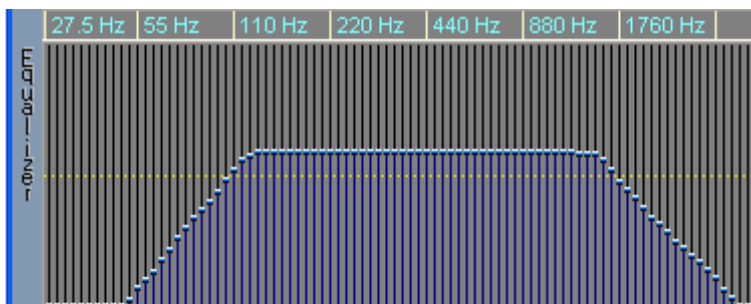


Figura 51

- **Minimal note duration:** Com en el cas del clarinet s'ha establert una duració de 100ms, ja que la velocitat d'interpretació dels dos instruments que formen aquest duet és pràcticament la mateixa.
- **Volume control:** 90. Inicialment estava configurat a 126, però s'ha reduït una mica el valor per tal d'evitar possibles saturacions, tot mantenint un nivell de so elevat.
- **Transpose control:** 0. En aquest cas no és necessari canviar el to de la peça.
- **Instrument selector:** Guitarra.

10.1.3 Contrabaix

En principi, i degut a la seva freqüència, el contrabaix pot semblar un instrument fàcil de tractar. És cert que es distingeix fàcilment dels altres, però si els modificadors són poc eficaços, encara ho són més quan treballen a baixes freqüències. A l'hora de restaurar la

peça s'ha seguit el mateix procediment amb el contrabaix que amb els altres instruments. Durant el següent pas, però, ha sorgit un problema amb el contrabaix. Cap a la meitat de la peça, hi ha un solo de contrabaix, però el midificador el converteix amb molt poca claredat, de manera que les notes resulten pràcticament intel·ligibles. Per aquest motiu, doncs, s'ha decidit aplicar a l'arxiu inicial un filtre passa baixes mitjançant un software processador del senyal d'àudio (s'ha utilitzat el Wavelab) per tal de deixar al mateix volum les freqüències greus (les que afecten al contrabaix) i suavitzar-ne la intensitat de les agudes, amb la finalitat d'aconseguir una pista MIDI més clara i intel·ligible per al contrabaix.



Figura 52

Un cop aplicat el filtre, s'ha convertit el contrabaix de l'arxiu modificat en una pista MIDI. El software midificador s'ha configurat de la següent manera:

- **Algorisme de conversió:** Polysensors. Tot i ser un instrument polifònic, el contrabaix en aquest cas actua com a monofònic, ja que en cap moment toca dues notes alhora. Tot i això s'ha emprat l'algorisme polifònic per evitar la pèrdua d'informació.
- **Harmonic model:** S'utilitza només un harmònic, ja que els següents seran generats posteriorment quan s'apliqui l'instrument virtual.
- **Tune control:** S'ha optat pel control de to automàtic, ja que els instruments estan afinats correctament.
- **Filter window:** No s'ha filtrat cap nota, ja que no es disposa de la partitura de la peça. En tot cas, les notes errònies generades seran eliminades posteriorment.

-Graphical Eq: El rang freqüencial del contrabaix és dels 40Hz als 220 Hz aproximadament. Degut al tractament previ que s'ha fet, s'han ressaltat força les freqüències greus. D'aquesta manera, i ajustant l'equalitzador a les freqüències del contrabaix, s'ha aconseguit un so més clar i amb menys notes innecessàries. La pista MIDI obtinguda, doncs, és més propera al contrabaix que es sent en la peça, i se'n poden distingir les notes amb més claredat. L'equalitzador gràfic s'ha ajustat de la següent manera:

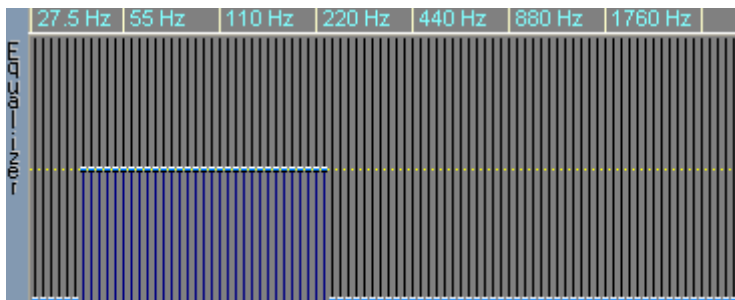


Figura 53

- **Minimal note duration:** Igual que els altres instruments, el contrabaix té parts virtuoses, sobretot durant el solo i el final de la peça, de manera que s'ha establert un valor de 160ms, que equival a unes 6 notes per segon aproximadament.

- **Volume control:** 90

- **Transpose control:** 0. En aquest cas no és necessari canviar el to de la peça.

- **Instrument selector:** Contrabaix.

10.2.NETEJA DE LA PARTITURA MIDI

S'han importat els arxius MIDI obtinguts en el primer pas al Nuendo, i des de l'eina *Piano Roll* (editor de partitures MIDI), s'han eliminat les notes innecessàries generades durant el procés de conversió.

10.2.1Clarinet

La partitura inicial de la peça és la següent:

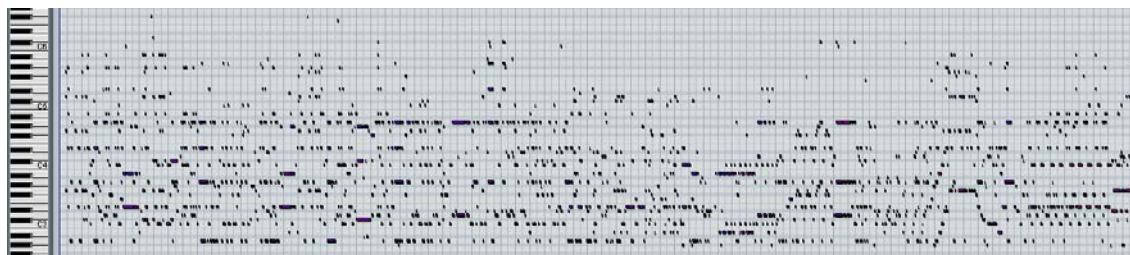


Figura 54

Primer s'han eliminat les notes superiors a la cinquena octava, ja que no són rellevants per a la peça, i com en casos anteriors, han sigut generades pel midificador. Seguidament s'han eliminat les notes corresponents al contrabaix, que s'han pogut identificar amb certa facilitat, tot i que algunes de les més agudes s'han hagut de comprovar diverses vegades. Un cop destriades aquestes notes, l'aspecte de la partitura MIDI és el següent:



Figura 55

S'han de tenir en compte els silencis d'aquest, durant el solo de contrabaix i durant el solo de guitarra, ja que la pista MIDI obtinguda a partir del midificador conté aquests solos com si fossin interpretats pel clarinet. Finalment, s'han deixat només aquelles notes que pertanyen al clarinet i s'han eliminat les pertanyents a la guitarra. Aquesta tasca ha resultat força difícil, ja que alguns fragments són interpretats a dues veus i les notes tocades tenen freqüències força semblants. La partitura final és la següent:

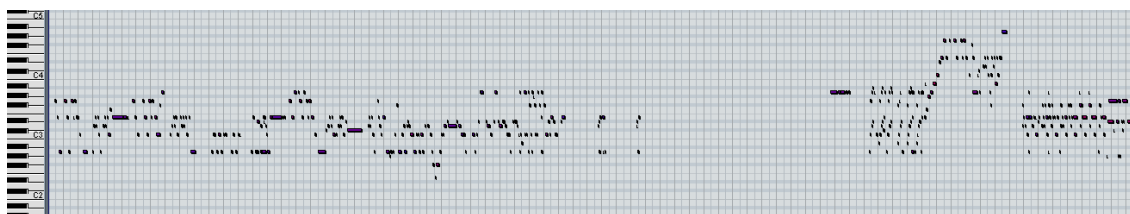


Figura 56

10.2.2 Guitarra

La partitura inicial és la següent:

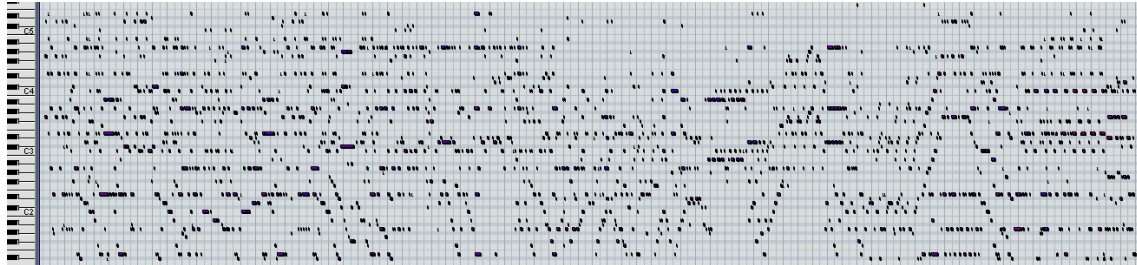


Figura 57

Com en el cas del clarinet s'han exclòs les notes superiors a la cinquena octava ja que no són rellevants. Després s'han eliminat les notes corresponents al contrabaix. Cal dir que en aquest cas ha resultat una tasca més difícil, ja que en alguns moments coincideixen notes agudes del baix amb greus de la guitarra i resulta difícil distingir la procedència de cada nota.

Finalment s'eliminen les notes procedents del clarinet. En aquest cas resulta una mica més fàcil que en la pista del clarinet ja que es disposa d'aquesta per comparar les notes en cas de dubte. Als fragments interpretats a dues veus, s'ha utilitzat la pista del clarinet (ja netejada) per tal de veure quines són les notes complementaries que en manquen, és a dir, les corresponents a la guitarra, i s'han eliminat la resta de notes. A la resta de fragments ha resultat més fàcil determinar les notes de la guitarra i eliminar les restants. La partitura final, doncs, és la següent:



Figura 58

10.2.3 Contrabaix

Gràcies a l'aplicació del filtre passa baixos, resulta més fàcil determinar les notes tocades pel contrabaix. Com es pot veure a la següent figura, les notes de la pista MIDI convertida gairebé no superen la tercera octava, per tant són notes greus que corresponen, en la majoria dels casos, al contrabaix. La partitura inicial, és la següent:

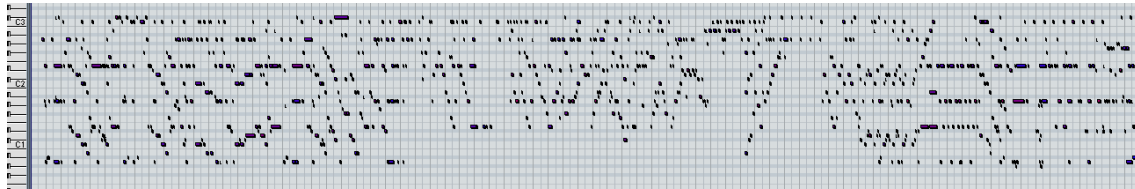


Figura 59

Després s'han eliminat les notes irrelevantes per la peça, que en gran part corresponen a la mateixa melodia del contrabaix interpretada una octava o dues per sobre de la octava base.

La dificultat d'aquesta pista ha estat el fragment referent al solo de contrabaix, que s'ha modificat de manera poc intel·ligible degut a l'expressivitat de l'interpret i la tècnica utilitzada a l'hora de tocar, factors molt difícils de representar quan es treballa amb MIDI. S'ha escoltat el solo varies vegades i s'han modificat algunes notes per tal d'aconseguir el so més proper a l'original possible. La partitura final de la pista és la següent:

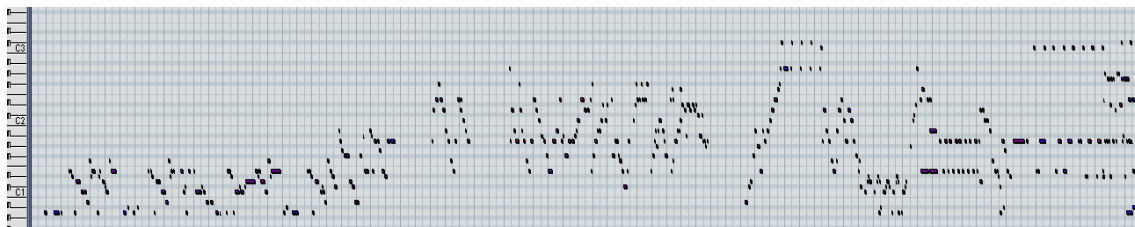


Figura 60

10.3. APLICACIÓ DEL SAMPLER O VST A CADA INSTRUMENT

9.3.1. Clarinet

En aquest cas i com ja s'ha fet en la segona reconstrucció, s'ha utilitzat l'Edirol Orchestra.

In: All MIDI Inputs

Out: Edirol Ochestral

Channel: 3 (corresponent al clarinet)

9.3.2.Guitarra

Pel que fa a la guitarra, s'ha utilitzat el Real Guitar 2, un instrument virtual que representa diferents tipus de guitarra amb un gran realisme. Tot i que la guitarra de la peça original era elèctrica, s'ha utilitzat una guitarra electroacústica ja que la seva qualitat és molt millor que la de l'elèctrica en aquest vst, i dóna una sensació més compacta a la mescla final. Cal dir també que els vsts i plugins per a guitarres elèctriques són majoritàriament distorsions, i és força difícil trobar una guitarra neta amb un so agradable i realista.

In: All MIDI Inputs

Out: Real Guitar 2

Channel: 1 (corresponent a la guitarra)

10.3.3.Contrabaix

Pel que fa al contrabaix ha sigut realment difícil trobar un contrabaix tocat amb els dits, és a dir, amb la tècnica pizzicato. Gairebé totes les llibreries i vsts de contrabaix el representen tocat amb arquet, de manera que no serveixen per a representar un contrabaix de jazz. Tot i que s'ha trobat un vst que representa el contrabaix tocat amb els dits, la qualitat és molt baixa i no s'assembla pràcticament gens al so real de l'instrument. Per aquest motiu, s'ha utilitzat un vst de baix elèctric, ja que n' existeixen molts i representen molt millor un contrabaix de jazz que els propis instruments virtuals de contrabaix tocats amb arquet. El vst escollit és SI-Bass Guitar, un vst de baix elèctric de molt poc pes i que ofereix un so realista i modern.

In: All MIDI Inputs

Out: SI-Bass Guitar

Channel: 1

10.4.MESCLA I MASTERITZACIÓ

Abans de començar a tractar la peça ja es podia apreciar que la reconstrucció seria força complicada, degut a la presència de 3 instruments (és a dir, l'aparició de moltes més notes innecessàries a cada una de les 3 pistes MIDI) i el problema de distinció de les dues veus (entre la guitarra i el clarinet), així com la dificultat de reconstruir els solos degut a la poca qualitat de la pista MIDI obtinguda. També cal dir que en algun punt hi ha algun petit desfaçament del tempo, generada durant el procés de conversió a MIDI, que no s'ha pogut corregir.

Per aquests motius, i també, per la dificultat de trobar alguns instruments virtuals ja explicada, s'ha decidit donar un caire diferent a la peça substituint el contrabaix per un baix elèctric i la guitarra elèctrica per una d'electroacústica.

A nivell individual els retocs pel que fa als instruments han estat ben pocs.

S'han accentuat les freqüències greus del baix des del propi equalitzador del vst, per tal de donar una mica més de cos a la peça final.



Figura 61

El so de la guitarra no s'ha modificat, ja que el so predeterminat és força realista i agradable, i representa la brillantor pròpia del so d'una guitarra.

Pel que fa al clarinet, i com ja s'ha fet en la segona reconstrucció, s'ha buscat un so una mica més ple, de manera que s'han modificat lleugerament els paràmetres de l'envolupant del so des del propi vst (s'han augmentat lleugerament l'atac i el release, així com en major part la decaiguda)



Figura 62

11.CONCLUSIONS

En primer lloc, cal dir que el treball que suposa reconstruir una peça mitjançant el procés emprat és molt més llarg i complicat del que pensava abans de començar el projecte. La causa principal d'aquesta complexitat és la poca capacitat de conversió que tenen els programes midificadors. Com ja s'ha dit al llarg del projecte, aquests programes presenten moltes mancances, i cal que evolucionin visiblement per tal d'oferir pistes MIDI que es puguin equiparar amb els arxius d'àudio originals.

D'altra banda, cal esmentar la gran dificultat que suposa tractar peces amb més d'un instrument. La separació d'instruments en un arxiu d'àudio és una tasca molt complicada, pràcticament impossible amb els mitjans de què es disposa actualment. Aquest fet complica encara més el treball, ja que cal separar els instruments per pistes per a la posterior aplicació d'un sampler o instrument virtual. Aquesta separació per pistes s'ha de fer mitjançant el midificador i tenint en compte els marges freqüencials de cada instrument. En conseqüència, quan s'han de separar dos instruments amb freqüències fonamentals semblants s'obtenen pistes MIDI que contenen les notes tocades per aquests instruments, i dificulten molt neteja posterior de cada pista.

Pel que fa als samplers, existeixen llibreries de gran qualitat, però que presenten un accés força complicat atès el seu preu elevat i el seu pes excessiu en memòria. En relació qualitat-pes, els vsts superen les llibreries, ja que tenen un pes molt inferior i una qualitat considerable, mentre que les llibreries de poc pes són també de poca qualitat. Aquest factor ha fet que durant el projecte s'hagin utilitzat més vsts que llibreries per a sampler.

Tot i aquests inconvenients, cal afirmar que, quan es treballa amb arxius d'un sol instrument monofònic, els resultats poden ser prou bons, ja que fins i tot amb l'aplicació d'un bon instrument virtual, es pot arribar a millorar la qualitat del arxiu inicial.

Altrament, s'ha de valorar molt positivament que, gràcies al format MIDI i l'evolució de la informàtica musical durant els darrers anys, amb un ordinador i els programes adequats es puguin arribar a realitzar produccions d'àudio d'una qualitat més que acceptable.

Tot i això, la informàtica musical encara ha d'avançar més, sobretot, en l'aspecte de conversió d'àudio a MIDI. La millora de la capacitat dels midificadors suposarà, sense cap mena de dubte, una gran millora en treballs de reconstrucció musical d'aquest tipus.

12.ANNEXOS

12.1. ANNEX 1: CONTINGUT DEL CD

Al CD es poden trobar cinc carpetes que contenen el material que es descriu a continuació:

Reconstruccions: conté quatre carpetes on cadascuna fa referència a cada reconstrucció. Dins de cada carpeta *reconstruccióX* es pot trobar una altra carpeta amb el nom de *projecteNuendo*, que conté el projecte en format .npr amb què s'ha treballat per dur a terme la reconstrucció en qüestió.

D'altra banda, es poden trobar els arxius *X-inicial.wav* i *X-final.wav* que corresponen a l'arxiu inicial i el resultat final de cada reconstrucció.

Les carpetes de les reconstruccions contenen també els arxius *X.mid*, que corresponen als arxius MIDI de cada instrument, un cop s'ha fet la conversió d'àudio a MIDI.

Finalment, també es poden trobar els arxius *Xfiltrat.wav*, que corresponen als arxius que han estat filtrats en format wav.

Memòria: conté la memòria del projecte en format .pdf i l'article-resum de la memòria en format.pdf.

Documentació: conté els arxius en format digital que s'ha consultat per dur a terme la bibliografia.

VSTs i llibreries: conté els instruments virtuals i les llibreries que s'han utilitzat per dur a terme el projecte. En aquesta carpeta no s'hi pot trobar el vst *The trumpet*, ja que només es disposa de la versió de prova.

Programes Utilitzats: en aquesta carpeta es poden trobar els instal·ladors dels programes utilitzats, a excepció del Nuendo i el Wavelab que han estat subministrats per l'escola.

13.BIBLIOGRAFIA

- [1] David Gibson, *The Art of Mixing*. Mix Box

- [2] Apunts de les assignatures d'Àudio i sonorització, Enregistrament i post producció d'àudio i Música electrònica

- [3] Apunts de l'assignatura Introducció a l'àudio digital de Pere Rebert (universitat d'Andorra)

- [4] Manuals dels samplers Halion 3 i Kontakt 2

- [5] González, Pablo Busto, *Convertidor de audio a MIDI* –PFC Universidad de Granada-

- [6] <http://www.ccapitalia.net/reso/articulos/audiodigital/>

- [7] <http://www.pianored.com/convertir-wav-midi.html>

- [8] <http://www.pcmidicenter.com/librosgratis/SonarLibro/Ejemplo3.html>

- [9] <http://audioto.com/webhelp/inst.htm>

- [10] <http://www.aulaactual.com/ayuda/ManualMidi.pdf>

- [11] <http://www.wikipedia.org>

- [12] <http://www.taringa.net>

- [13] <http://www.ccapitalia.net/reso/articulos/audiodigital/01/acustica.htm>

- [14] <http://www.jeppi.cat/ca/node/9>

[15] <http://www.foro-cualquiera.com/audio-electronica/55628-sampling-teoria-posibilidades-limitaciones.html>

[16] http://www.elastico.net/archives/cat_sintetizadores.html

[17] www.midi.org

[18] <http://www.xtec.es/rtee/cat/tutorial/midi.htm>

