

Tractament i publicació d'àudio. Exercicis

Autors: Enrique Guaus Termens i Francisco Martí Pérez

L'encàrrec i la creació d'aquest recurs d'aprenentatge UOC han estat coordinats pel professor: Javier Melenchón Maldonado (2019)

PID_00260378

Exercicis resolts mòdul 1

Exercici 1

Enunciat

Solució

Exercici 2

Enunciat

Solució

Exercici 3

Enunciat

Solució

Exercici 4

Enunciat

Solució

Exercici 5

Enunciat

Solució

Exercici 6

Enunciat

Solució

Exercici 7

Enunciat

Solució

Exercici 8

Enunciat

Solució

Exercici 9

Enunciat

Solució

Exercici 10

Enunciat

Solució

Exercici 11

Enunciat

Solució

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 1

Enunciat

Solució

Exercici 2

Enunciat

Solució

Exercici 3

Enunciat

Solució

Exercici 4

Enunciat

Solució

Exercici 5

Enunciat

Solució

Exercici 6

Enunciat

Solució

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 1

Exercici 2

Exercici 3

Exercici 4

Exercici 5

Exercici 6

Exercici 7

Exercici 8

Exercici 9

Exercici 10

Exercici 11

Exercici 12

Exercici 13

Exercici 14

Exercici 15

Exercici 16

Exercicis resolts mòdul 3

Exercici 1

Enunciat

Solució

Exercici 2

Enunciat

Solució

Exercici 3

Enunciat

Solució

Exercici 4

Enunciat

Solució

Exercici 5

Enunciat

Solució

Exercicis resolts mòdul 4

Exercici 1

Enunciat

Solució

Exercici 2

Enunciat

Solució

Exercici 3

Enunciat

Solució

Exercici 4

Enunciat

Solució

Exercici 5

Enunciat

Solució

Exercici 6

Enunciat

Solució

Exercicis resolts mòdul 5

Exercici 1

Enunciat

Solució

Exercici 2

Enunciat

Solució

Exercici 3

Enunciat

Solució

Exercici 4

Enunciat

Solució

Exercicis resolts mòdul 7

Exercici 1

Enunciat

Solució

Exercici 2

Enunciat

Solució

Exercici 3

Enunciat

Solució

Exercicis proposats mòdul 7

Exercici 1

Exercici 2

Exercici 3

Recursos

Exercicis mòdul 1

Exercici 1

Enunciat

De la forma d'ona sinusoidal de les figures 1, 2 i 3, determina el període, la freqüència i l'amplitud del senyal.

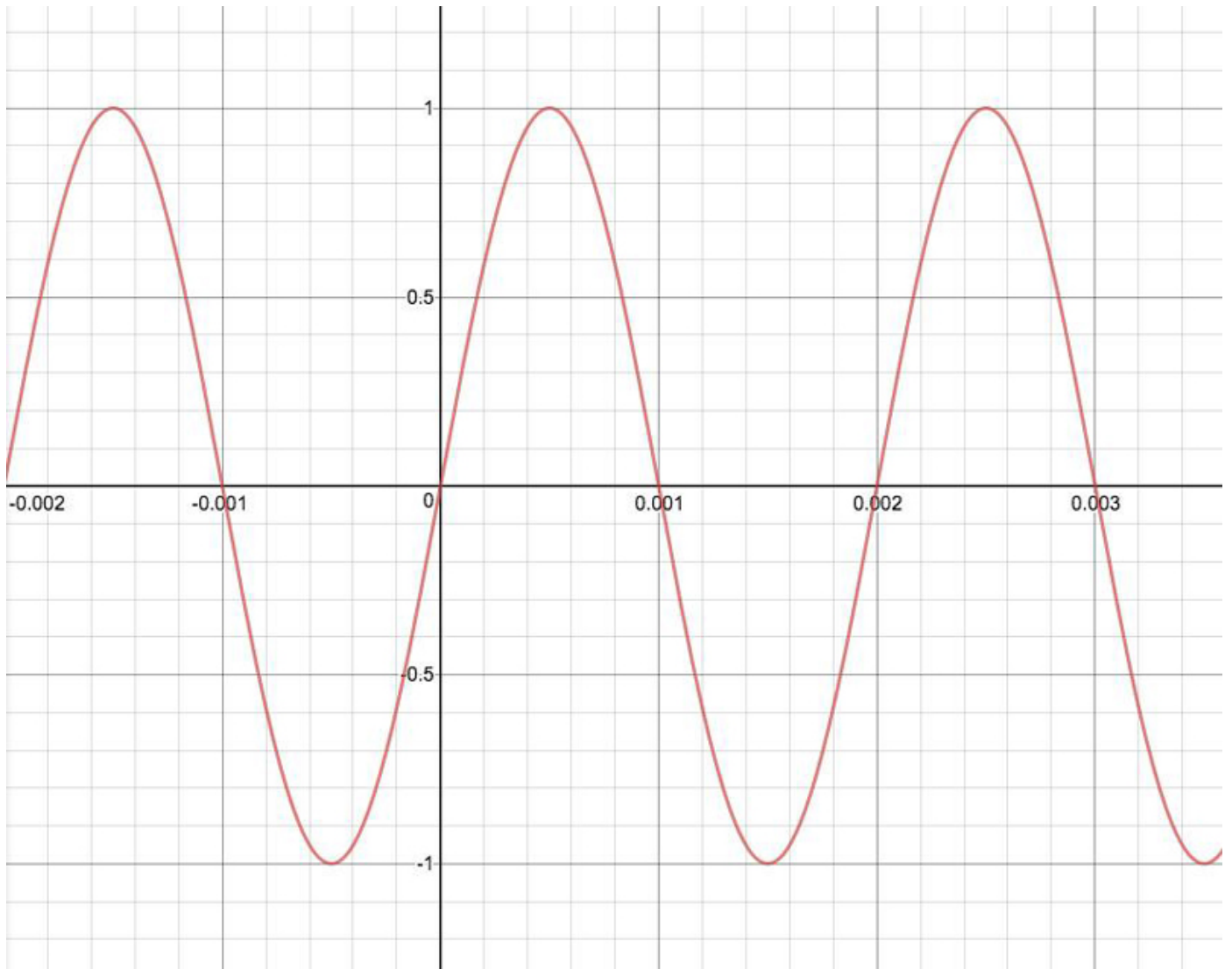


Figura 1

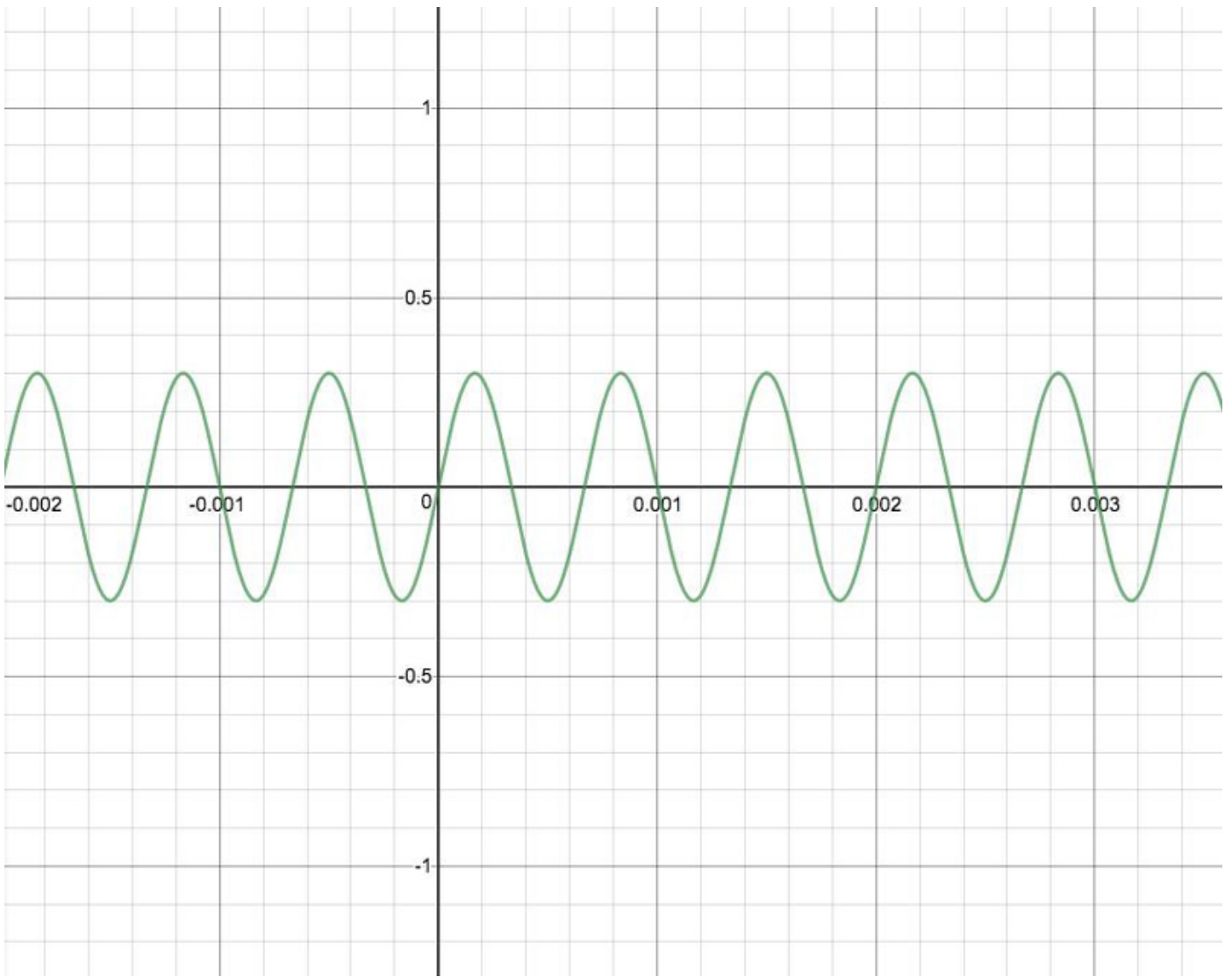


Figura 2

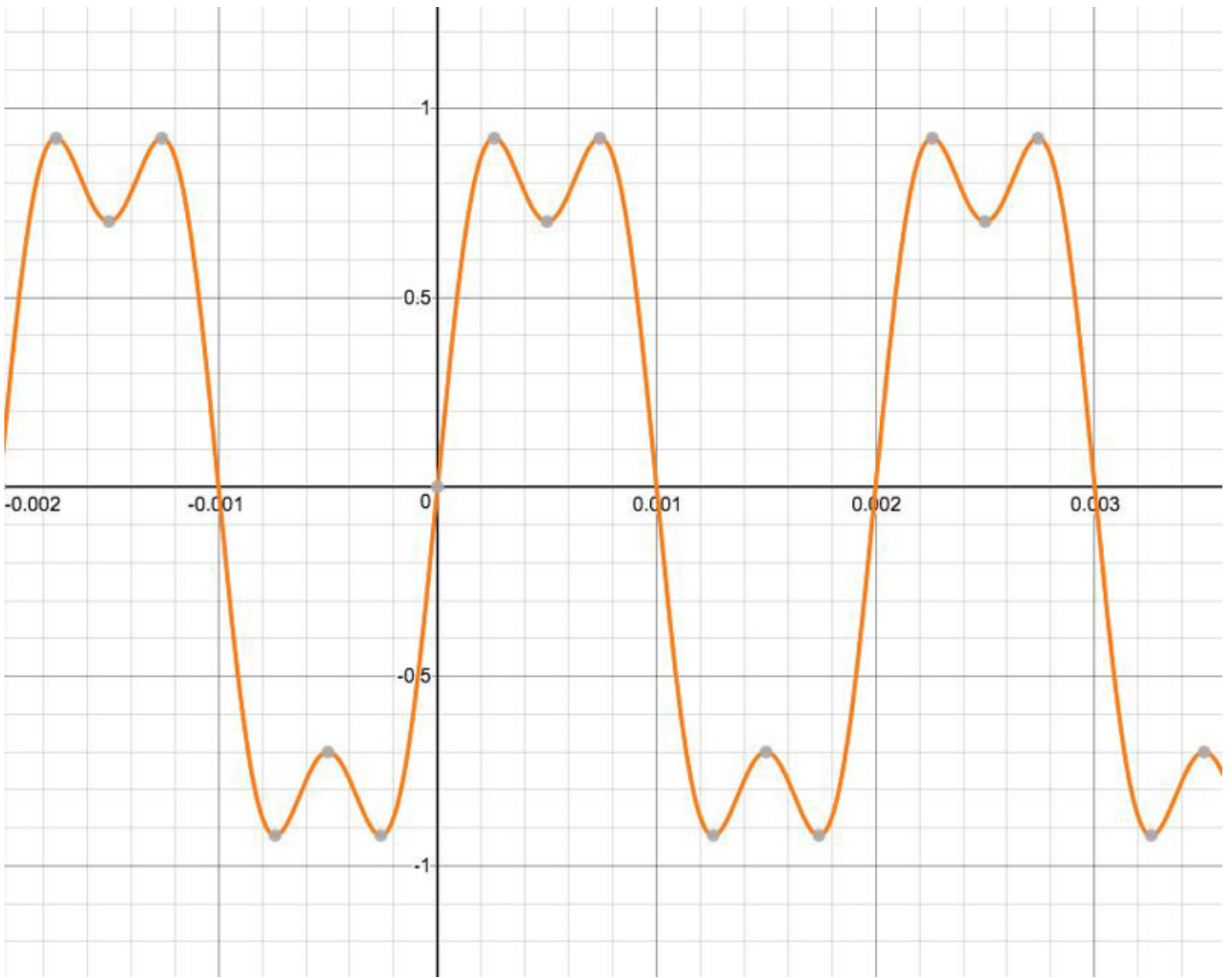


Figura 3

Exercicis mòdul 1

Exercici 1

Solució

$$F = 500 \text{ Hz}$$

$$y_1 = 1 * \sin(2 * \pi * f * t)$$

$$y_2 = 0.3 * \sin(2 * \pi * 3 * f * t)$$

$$y_3 = 1 * \sin(2 * \pi * f * t) + 0.3 * \sin(2 * \pi * 3 * f * t)$$

Exercicis mòdul 1

Exercici 2

Enunciat

1. Quant de temps triga un so de $f = 100$ Hz a arribar d'un punt A fins a un punt B , separats una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aire a una velocitat de $v = 340$ m/s?
2. Quant de temps triga un so de $f = 200$ Hz a arribar d'un punt A fins a un punt B , separats una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aire a una velocitat de $v = 340$ m/s?
3. Quant de temps triga un so de $f = 100$ Hz a arribar d'un punt A fins a un punt B , separats una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aigua a una velocitat de $v = 1.450$ m/s?
4. Quant de temps triga un so de $f = 200$ Hz a arribar d'un punt A a un punt B , separats una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aigua a una velocitat de $v = 1.450$ m/s?

Exercicis mòdul 1

Exercici 2

Solució

1. 0,147 s

2. 0,147 s

3. 0,034 s

4. 0,034 s

Exercicis mòdul 1

Exercici 3

Enunciat

1. Calcular la longitud d'ona d'una ona de $f = 100$ Hz, que recorre una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aire a una velocitat de $v = 340$ m/s.
2. Calcular la longitud d'ona d'una ona de $f = 200$ Hz, que recorre una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aire a una velocitat de $v = 340$ m/s.
3. Calcular la longitud d'ona d'una ona de $f = 100$ Hz, que recorre una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aigua a una velocitat de $v = 1.450$ m/s.
4. Calcular la longitud d'ona d'una ona de $f = 200$ Hz, que recorre una distància de $d = 50$ m, si l'ona es propaga per l'aigua a una velocitat de $v = 1.450$ m/s.

Exercicis mòdul 1

Exercici 3

Solució

- 1.** 3,4 m
- 2.** 1,7 m
- 3.** 14,5 m
- 4.** 7,25 m

Exercicis mòdul 1

Exercici 4

Enunciat

Si l'oïda humana és capaç de percebre freqüències entre $f = 20 \text{ Hz}$ i $f = 20 \text{ KHz}$, calcula les longituds d'ona màxima i mínima corresponents, assumint una velocitat de propagació del so en l'aire de $v = 340 \text{ m/s}$. Sota l'aigua, les freqüències màxima i mínima seran les mateixes? I les longituds d'ona?

Exercicis mòdul 1

Exercici 4

Solució

$\lambda_1 = 17 \text{ m}$

$\lambda_2 = 0,017 \text{ m}$

Els límits freqüencials seran els mateixos, però les longituds d'ona corresponents seran diferents, ja que canvia la velocitat de propagació.

Exercicis mòdul 1

Exercici 5

Enunciat

Es disposa de divuit fitxers d'àudio organitzats tal com mostren la taula 1 i la taula 2.

Taula 1

f = 300 Hz	Durada = 50 ms	Durada = 250 ms	Durada = 1.000 s
Amplitud = 0 dB	M1_e05_0300hz_0050ms_-00dB.w av	M1_e05_0300hz_0250ms_-00dB.w av	M1_e05_0300hz_1000ms_-00dB.w av
Amplitud = -6 dB	M1_e05_0300hz_0050ms_-06dB.w av	M1_e05_0300hz_0250ms_-06dB.w av	M1_e05_0300hz_1000ms_-06dB.w av
Amplitud = -12 dB	M1_e05_0300hz_0050ms_-12dB.w av	M1_e05_0300hz_0250ms_-12dB.w v	M1_e05_0300hz_1000ms_-12dB.w v

Taula 2

f = 5.000 Hz	Durada = 50 ms	Durada = 250 ms	Durada = 1.000 s
Amplitud = 0 dB	M1_e05_5000hz_0050ms_-00dB.w av	M1_e05_5000hz_0250ms_-00dB.w av	M1_e05_5000hz_1000ms_-00dB.w av
Amplitud = -6 dB	M1_e05_5000hz_0050ms_-06dB.w av	M1_e05_5000hz_0250ms_-06dB.w av	M1_e05_5000hz_1000ms_-06dB.w av
Amplitud = -12 dB	M1_e05_5000hz_0050ms_-12dB.w v	M1_e05_5000hz_0250ms_-12dB.w v	M1_e05_5000hz_1000ms_-12dB.w v

Sabent que el comportament de l'oïda és diferent en cada persona, i que l'equip de reproducció (ordinador, targeta de so, auriculars, etc.) pot afectar els resultats, comenta si les diferents situacions de durada i d'amplitud provoquen que percebis un *pitch* diferent per al primer cas ($f = 300$ Hz) i per al segon ($f = 5.000$ Hz). Aquest fet s'adiu amb la teoria?

- **Nota 1:** als extrems de la taula s'hauria de percebre alguna diferència, tot i que força subtil.
- **Nota 2:** en les posicions intermèdies de la taula s'aprecien canvis molt i molt subtils (és a dir, pot ser que una oïda no entrenada no els percebi).

Exercicis mòdul 1

Exercici 5

Solució

Els canvis que es noten més són els següents:

[M1_e05_0300hz_0050ms_-00dB.wav](#)

Sona més agut que:

[M1_e05_0300hz_1000ms_-12dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_0050ms_-00dB.wav](#)

Sona més greu que:

[M1_e05_5000hz_1000ms_-12dB.wav](#)

Exercicis mòdul 1

Exercici 6

Enunciat

El fitxer

[M1_e06_440hz_400mV_000deg.wav](#)

conté un to pur de $f = 440$ Hz i amplitud $V = 0,4$ V (o el que és el mateix, $V = 400$ mV).
D'altra banda, el fitxer

[M1_e06_440hz_400mV_180deg.wav](#)

conté el mateix to pur, però invertint la fase. Dibuixa el so resultant en sumar:

[M1_e06_440hz_400mV_000deg.wav](#)

i

[M1_e06_440hz_400mV_000deg.wav](#)

[M1_e06_440hz_400mV_000deg.wav](#)

i

[M1_e06_440hz_400mV_180deg.wav](#)

Exercicis mòdul 1

Exercici 6

Solució

La figura 4 i 5 mostren el resultat de les operacions, respectivament.

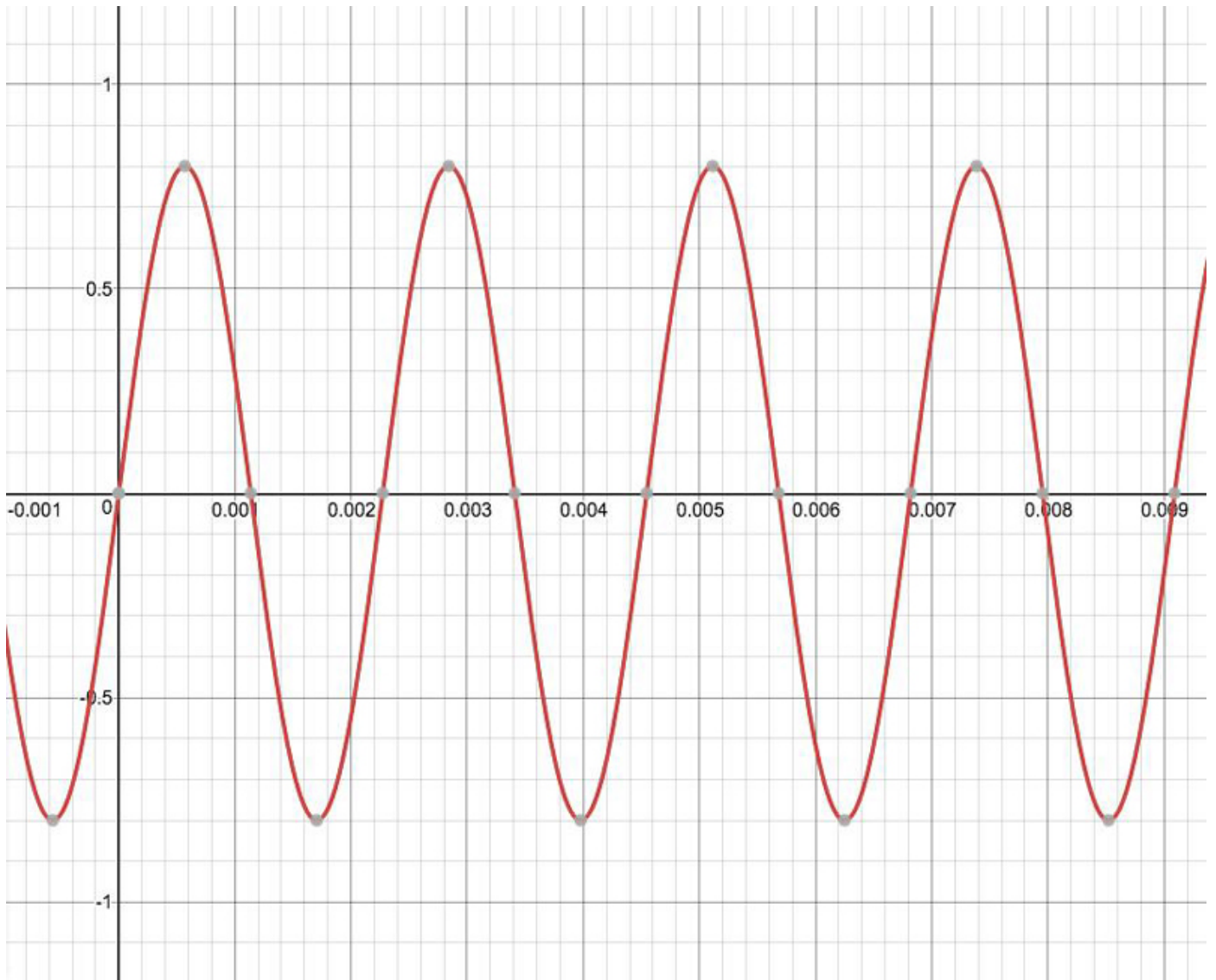


Figura 4

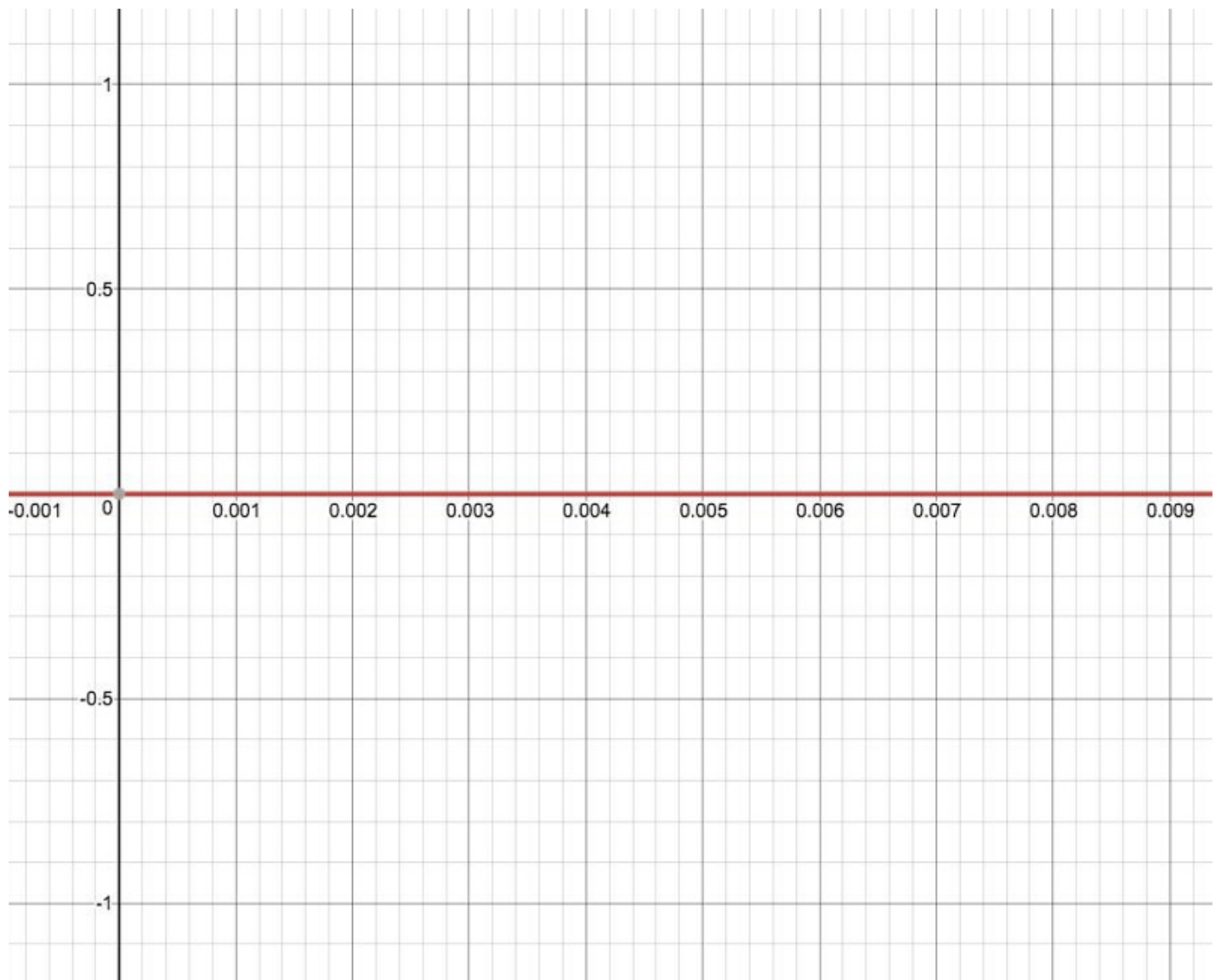


Figura 5

El resultat sonor es pot escoltar respectivament en els fitxers:

[M1_e06_440hz_constr.wav](#)

[M1_e06_440hz_destr.wav](#)

Exercicis mòdul 1

Exercici 7

Enunciat

Es disposa dels fitxers d'àudio:

[M1_e07_0998hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_1000hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_1002hz_400mv_5s.wav](#)

que contenen un to pur d'amplitud $V = 0,4$ V, durada $d = 5$ s i freqüències de $f_1 = 998$ Hz, $f_2 = 1.000$ Hz, i $f_3 = 1.002$ Hz, respectivament.

Es percep alguna diferència d'amplitud entre ells? I de *pitch*?

Dibuixa el so resultant en sumar:

[M1_e07_0998hz_400mv_5s.wav](#)

i

[M1_e07_1000hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_0998hz_400mv_5s.wav](#)

i

[M1_e07_1002hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_1000hz_400mv_5s.wav](#)

i

[M1_e07_1002hz_400mv_5s.wav](#)

Exercicis mòdul 1

Exercici 7

Solució

No hi ha cap diferència d'amplitud, però sí que pot arribar a percebre's, en oïdes molt entrenades, una lleugera diferència de *pitch*.

Les figures 6, 7 i 8 mostren el resultat de les sumes proposades.

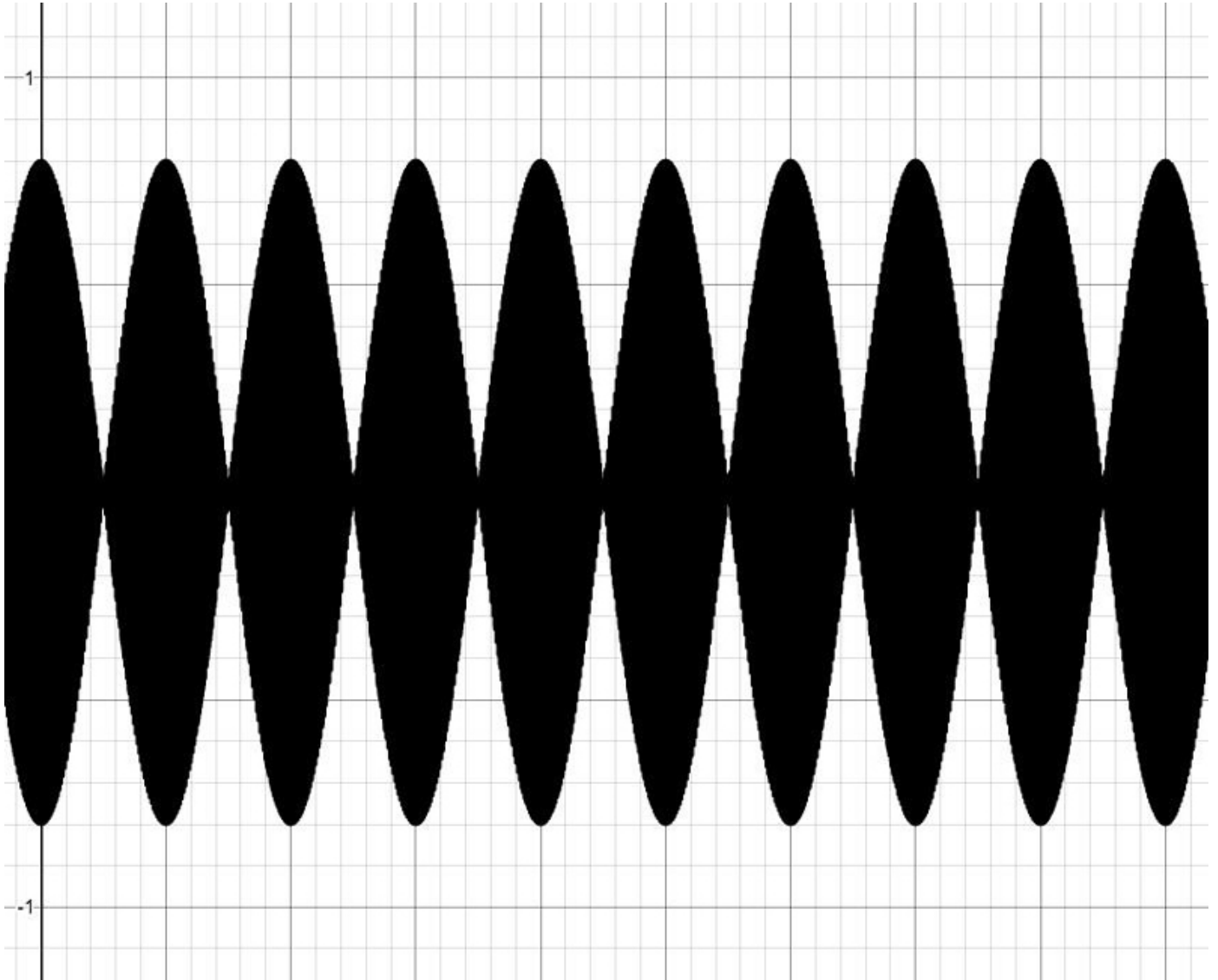


Figura 6

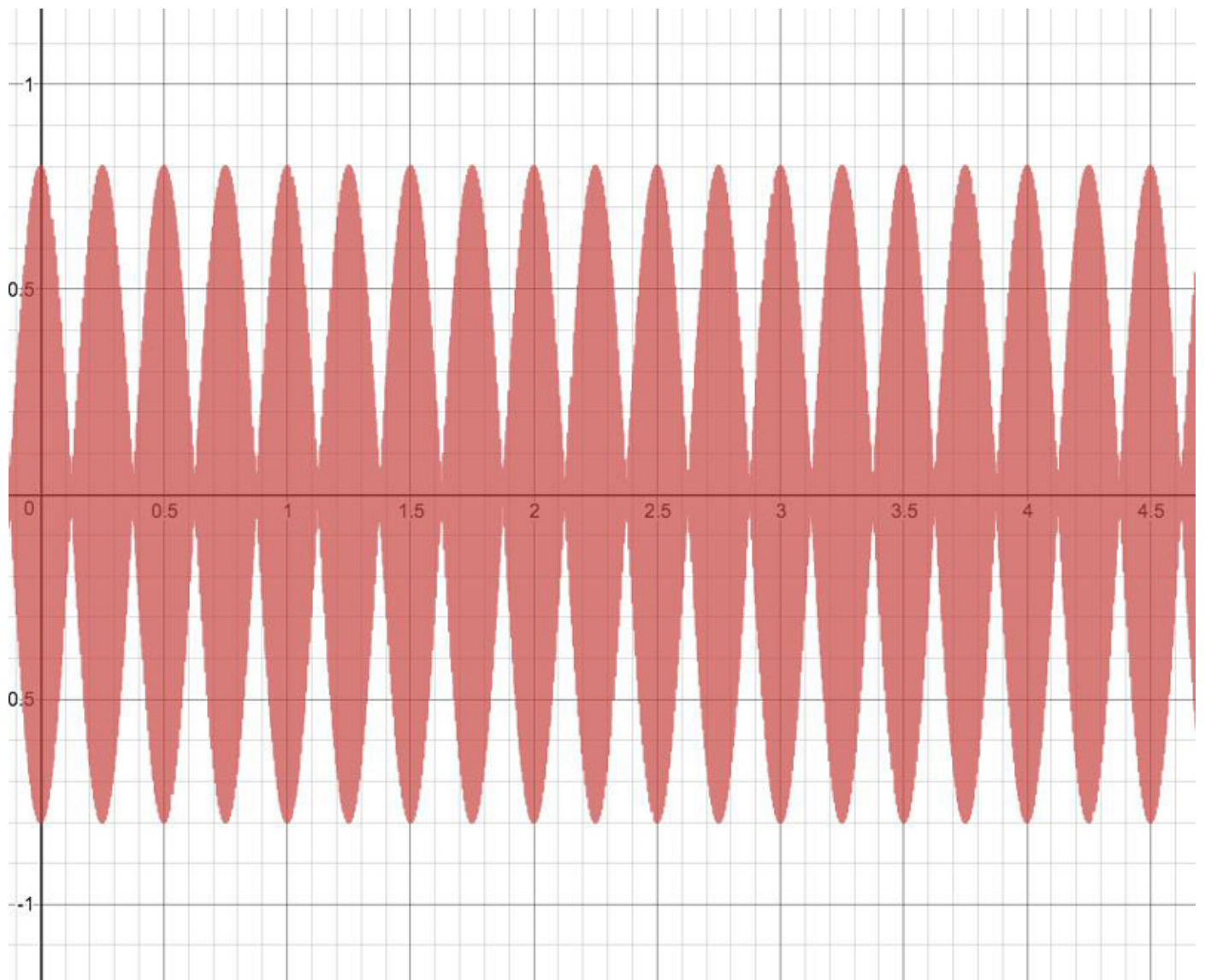


Figura 7

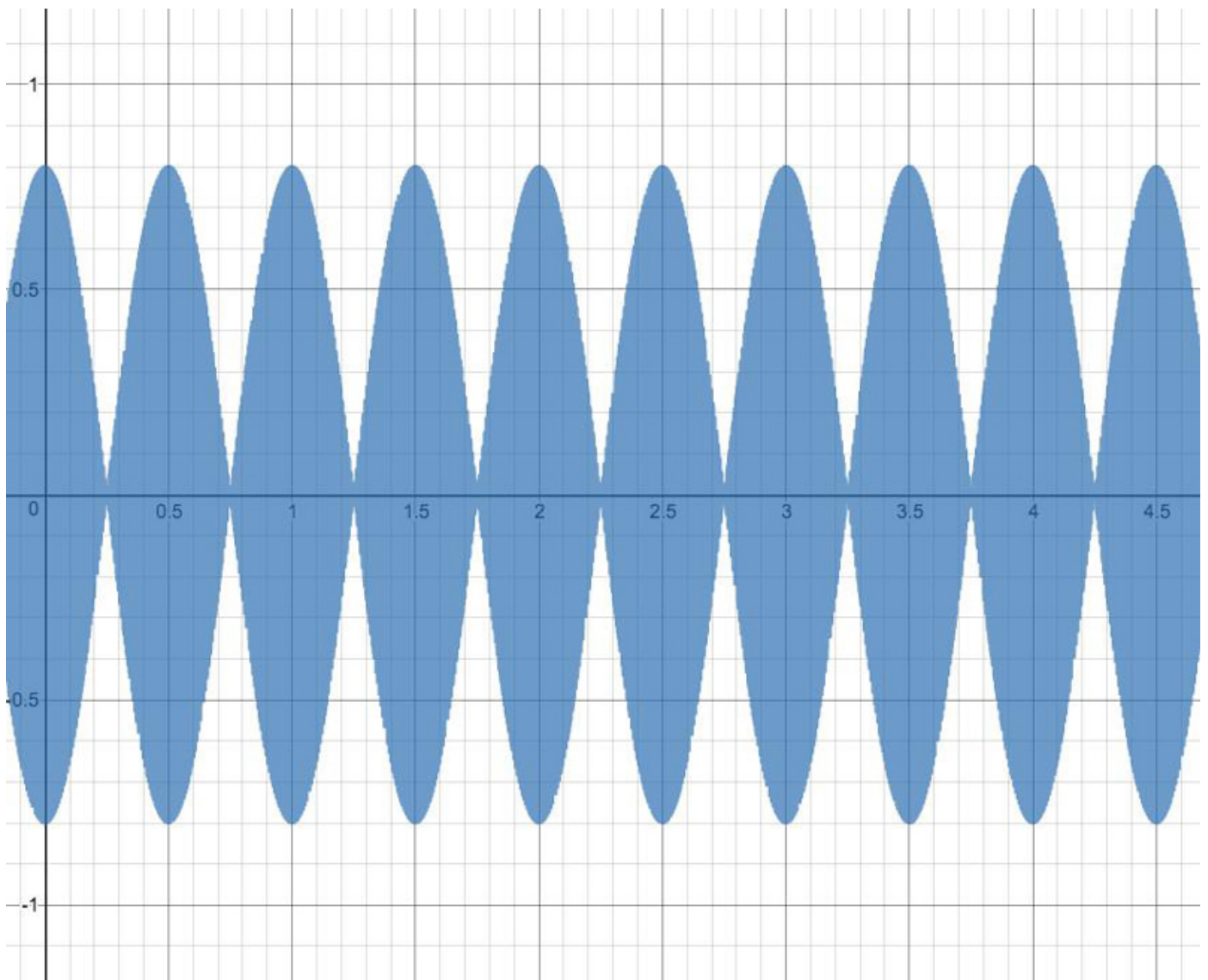


Figura 8

El resultat sonor es pot escoltar respectivament en els fitxers:

[M1_e07_0998_1000hz_5s.wav](#)

[M1_e07_0998_1002hz_5s.wav](#)

[M1_e07_1000_1002hz_5s.wav](#)

Exercicis mòdul 1

Exercici 8

Enunciat

Es disposa dels fitxers d'àudio:

[M1_e08_0660hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e08_0680hz_400mv_5s.wav](#)

que contenen un to pur d'amplitud $V = 0,4$ V, durada $d = 5$ s i freqüències de $f_1 = 660$ Hz i $f_2 = 680$ Hz, respectivament.

Es percep alguna diferència d'amplitud entre ells? I de *pitch*?

Raona quin és el resultat sonor de sumar els dos sons.

Exercicis mòdul 1

Exercici 8

Solució

L'amplitud dels dos sons és la mateixa, però es percep una diferència de *pitch* entre ells. Ara bé, quan s'escolta la suma de tots dos, es percep un so amb una alta rugositat, fruit de tenir uns batements tan ràpids que no es poden percebre com a tal. Tanmateix, les dues notes comencen a diferenciar-se, cosa que no passa en l'exercici 7.

El resultat sonor es pot escoltar en el fitxer:

[M1_e08_0680_0680hz_400mv_5s.wav](#)

Exercicis mòdul 1

Exercici 9

Enunciat

El fitxer

[M1_e09_gaussian+sweep_30s.wav](#)

conté la mescla d'un soroll gaussià centrat en la freqüència de $f_c = 1.000$ Hz, i un to pur que evoluciona des d'una freqüència $f_1 = 220$ Hz fins a una freqüència $f_2 = 2.200$ Hz, de manera exponencial. Hi ha algun moment on sigui difícil de percebre el to pur? Per què?

Exercicis mòdul 1

Exercici 9

Solució

L'efecte d'emascarament pot provocar que per a freqüències properes als 1.000 Hz del soroll, el to pur quedi emmascarat, fins que la freqüència augmenti prou per a sortir de la zona d'emascarament.

Exercicis mòdul 1

Exercici 10

Enunciat

Els fitxers:

[M1_e10_0500hz_400mv_5s_sine.wav](#)

[M1_e10_0500hz_400mv_5s_square.wav](#)

[M1_e10_0500hz_400mv_5s_saw.wav](#)

contenen senyals de $f = 500$ Hz, amplitud de $V = 400$ mV i formes d'ona sinusoidals, quadrats i dent de serra, respectivament.

Escoltarem el mateix *pitch* en els tres casos? I el mateix timbre? Dibuixar com és l'espectre d'aquests tres senyals.

Exercicis mòdul 1

Exercici 10

Solució

Com que la freqüència fonamental dels tres senyals és la mateixa, el *pitch* percebut serà sempre el mateix, però el timbre diferirà, ja que el contingut en harmònics és diferent. El senyal sinusoidal és el més pobre, mentre que els triangulars i els dent de serra són més rics en harmònics. El senyal quadrat només conté harmònics senars, mentre que el senyal en dent de serra els conté tots, per això sona més ric.

Les figures 9, 10 i 11 mostren l'espectre dels tres senyals.

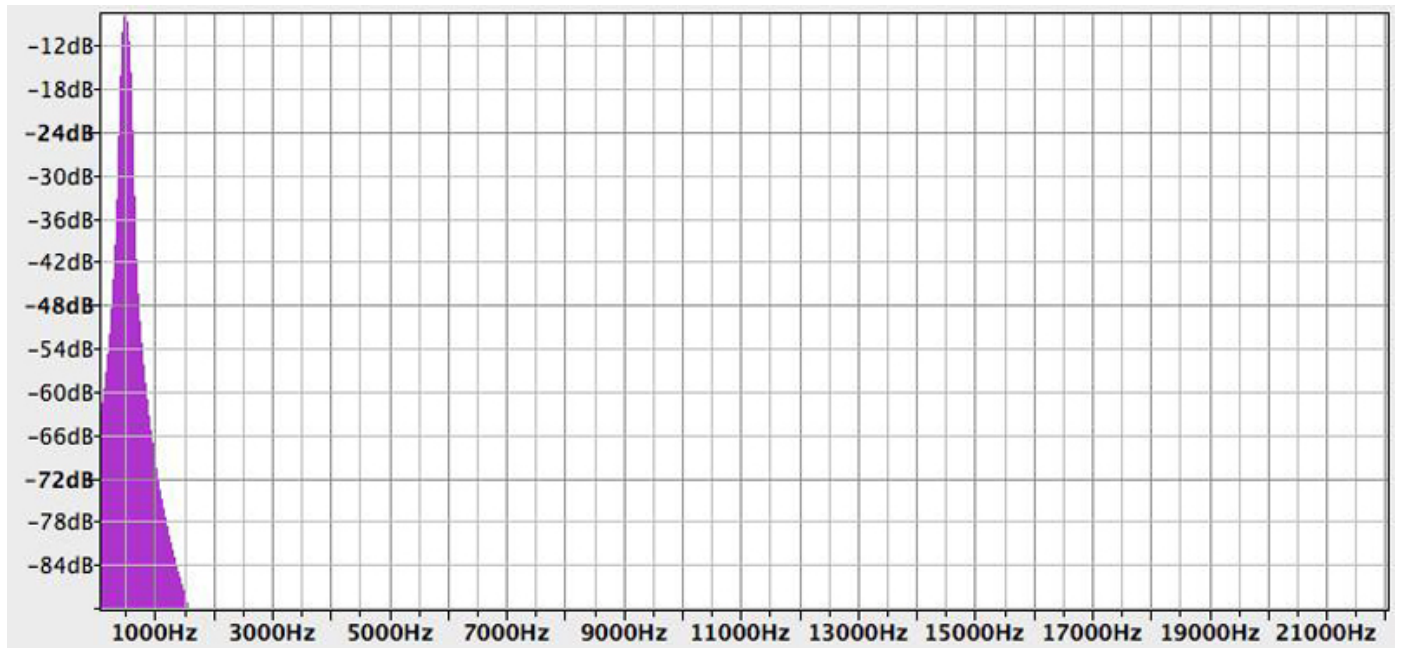


Figura 9

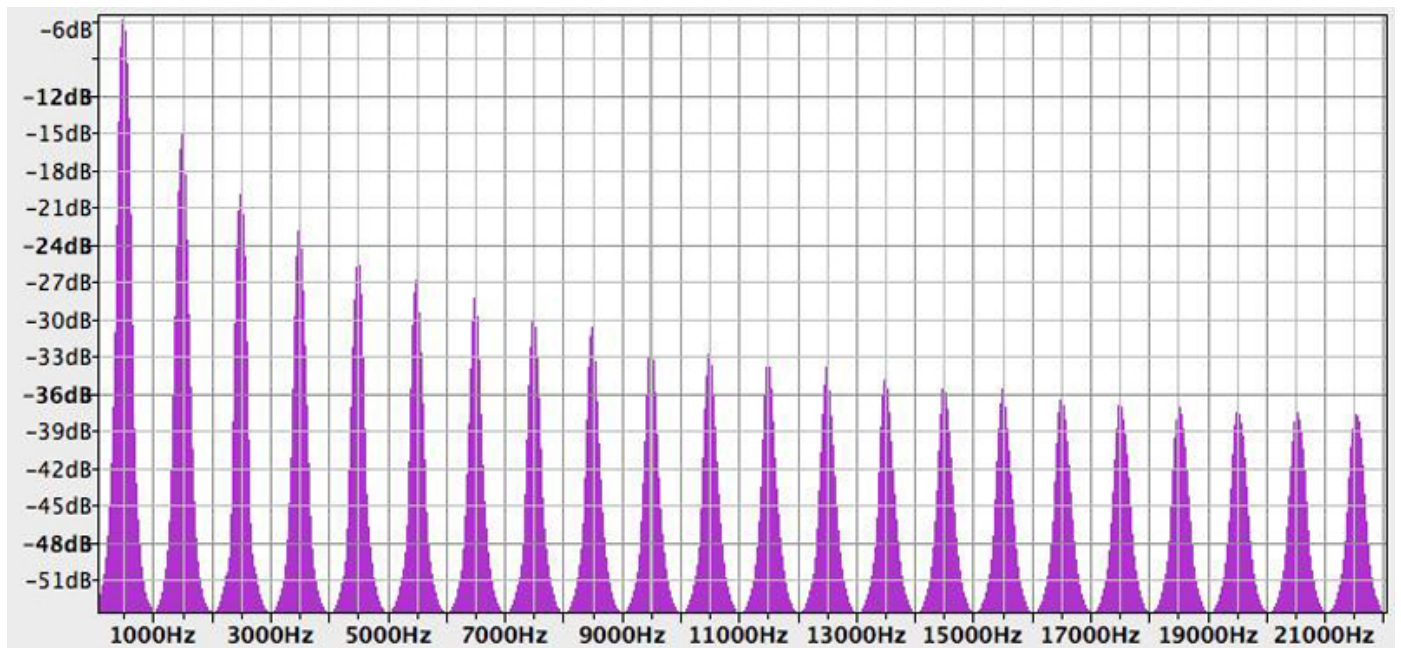


Figura 10

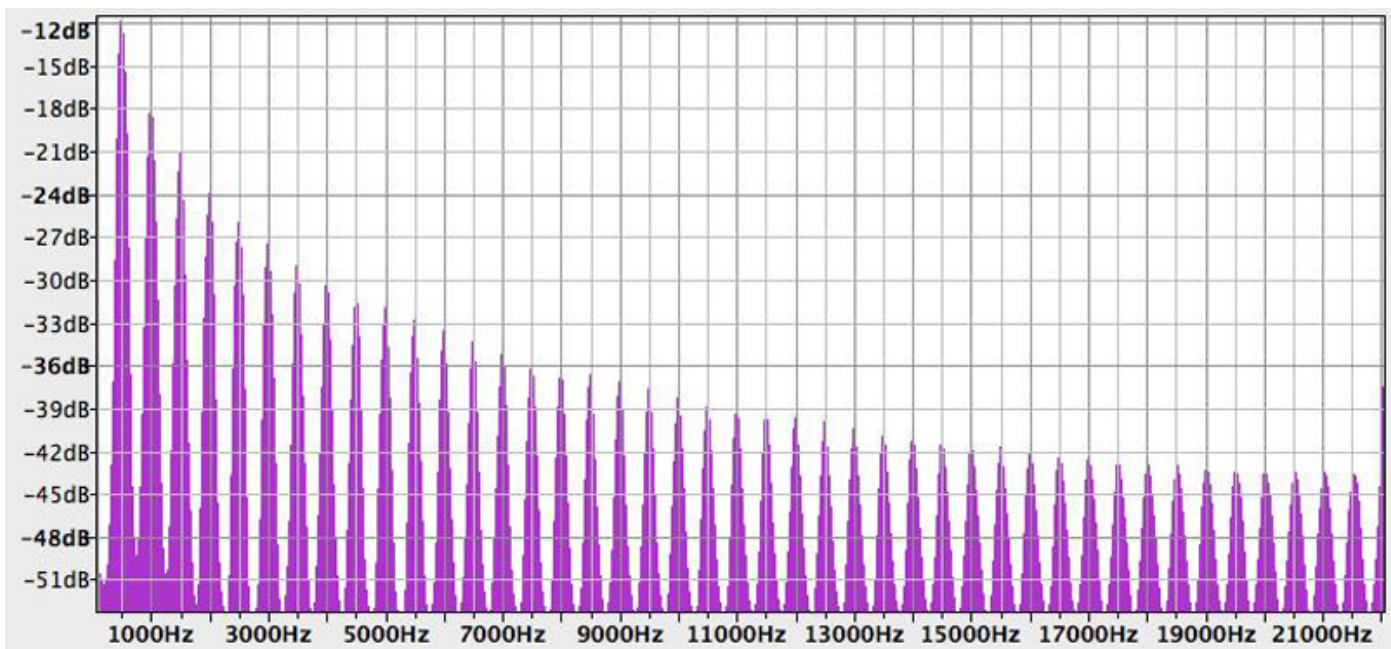


Figura 11

Exercicis mòdul 1

Exercici 11

Enunciat

Dibuixar el sonograma d'un escombrat freqüencial lineal amb inici en la freqüència de $f_1 = 100$ Hz, final en la freqüència de 1.000 Hz, amplitud $V = 400$ mV i durada = 10 s. Quina serà la freqüència corresponent en l'instant $t = 4,5$ s?

Exercicis mòdul 1

Exercici 11

Solució

El sonograma és el mostrat en la figura 12.

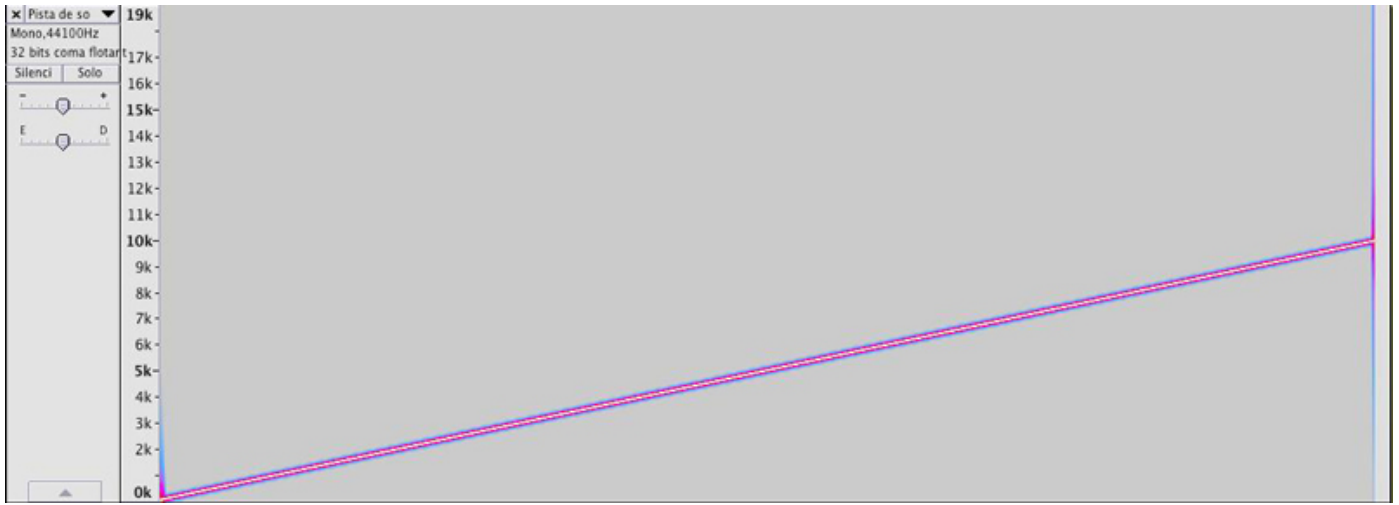


Figura 12

Per a saber la freqüència corresponent en l'instant $t = 4,5$ s, cal buscar l'equació de la recta. A partir dels dos punts coneguts (0 s, 100 Hz; i 100 s, 10.000 Hz) es pot trobar l'equació de la recta $f = 990 t + 100$. Amb això, per a $t = 4,5$ s s'obté una $f = 4.555$ Hz.

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 1

Enunciat

Descarrega el fitxer d'àudio <http://freesound.org/people/schulle4u/sounds/70143/> de la pàgina Freesound (caldrà que et donis d'alta en el portal, si encara no ho has fet) i utilitza aquest so per a:

1. Generar un so d'exactament 14 segons de durada.
2. Fer que el so contingui els nombres de 0 a 9, enumerats de major a menor. És a dir, fent servir eines d'edició bàsiques cal utilitzar l'inici de l'àudio original –el fragment que conté els nombres– i convertir l'àudio original «*one, twothree, ...*» en «*nine, eight, ..., zero*».
3. Fer que el fitxer resultant no tingui clics ni cap altre tipus d'incidència que mostri que és un àudio editat.

Nota: Encara que aquests exercicis fan principalment referència als conceptes estudiats en el mòdul 2, alguns dels apartats requeriran que l'estudiant també consulti el mòdul 6 per a resoldre'ls.

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 1

Solució

1. Com es pot observar, els primers 14 segons de l'arxiu ja contenen els nombres que l'enunciat demana. Així, doncs, només cal seleccionar els primers 14 segons del so i, utilitzant Audition –o Audacity– retallar aquest fragment ([Ctrl] + [T]).

Ara, per a facilitar la feina d'anar tallant els fragments i enganxar-los en un nou fitxer, creem un marcador entre cada nombre.

Un concepte molt important, que cal tenir sempre present, és que els punts del so digitalitzat en els quals l'amplitud és zero són els millors llocs per a realitzar seleccions. Les seleccions que comencen i acaben en interseccions zero redueixen la possibilitat que es produeixin clics o altres sorolls no desitjats.

Així, doncs, comencem situant el cursor entre el nombre *zero* i el *one*, i amb qualsevol de les opcions del menú «Intersecciones Cero» que cerquen valors d'amplitud zero, a la dreta i esquerra del cursor, cercar un d'aquests punts.

Un cop el cursor estigui sobre una mostra d'amplitud 0, polsem la tecla *M* i creem el marcador.

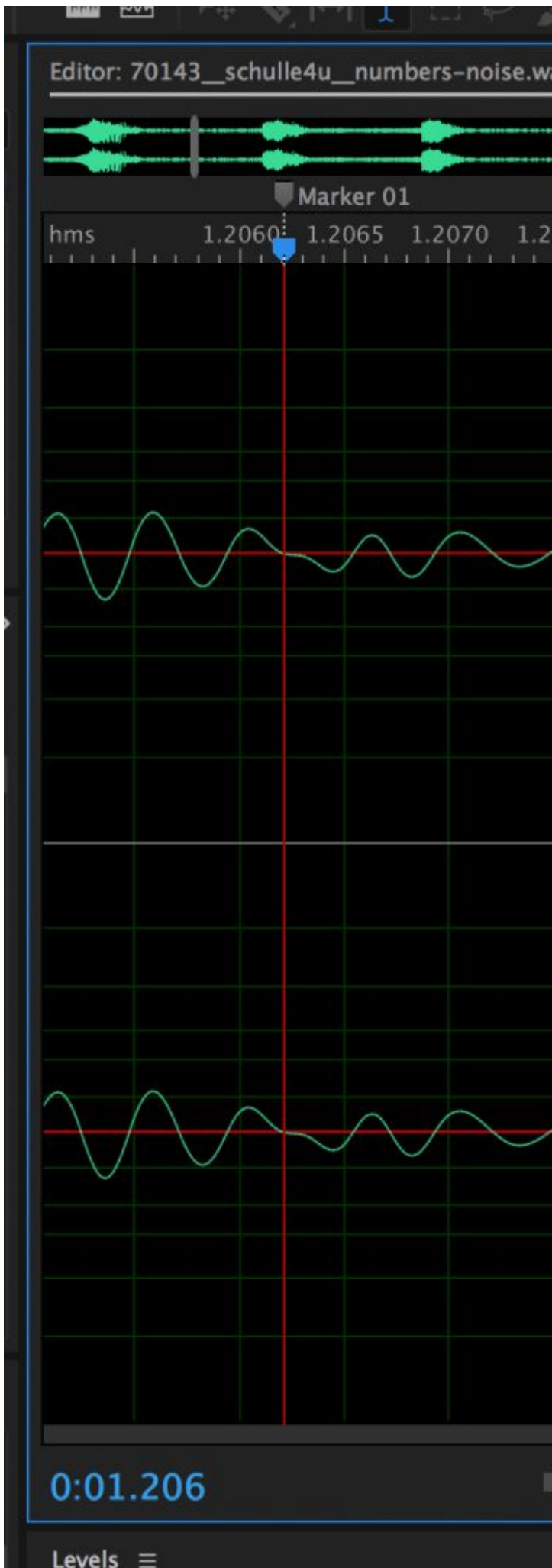


Figura 13. Creació d'un marcador en un punt d'intersecció zero.

Repetim els mateixos passos fins a crear un marcador entre cada nombre, tal com es mostra en la figura 14.



Figura 14

2. Un cop creats els marcadors, el següent pas és molt senzill, només hem de crear un nou fitxer i anar-hi enganxant els fragments, però en ordre invers. És a dir, seleccionem el fragment d'àudio que hi ha entre el darrer marcador i el final, i polsem [Ctrl] + [X] o tallar, i tot seguit anem al nou fitxer i enganxem aquest fragment a l'inici.

Tornem a seleccionar el darrer fragment del so original, el tallem i l'enganxem en el nou fitxer, fins a completar tots els fragments.

3. Un dels avantatges d'haver treballat amb els marcadors és que ara coneixem exactament on hem fet els talls i podem revisar millor si s'ha generat algun clic. Tallar i enganxar els fragments en mostres de valor 0 prevé la creació de clics, però no assegura completament que no se n'hagin creat.

Per a començar, hem de crear un *fade in* a l'inici del so i un *fade out* al final, per a assegurar-nos que el so no tindrà cap problema als extrems. Després, revisem les zones de tall per a veure si hi ha problemes amb algun dels talls.

Si en el primer pas hem seleccionat els 14 primers segons del so original, molt probablement tindrem un clic entre el *nine* i l'*eight*, ja que la mostra final del fragment *nine* no té valor zero.



Figura 15

Una eina molt útil d'Audition és a «Favoritos» > «Limpieza automática». Seleccionem el fragment en el qual hi ha el problema, apliquem aquest efecte i el problema sembla solucionat. Podem consultar la teoria per a veure altres procediments per a fixar clics i altres tipus de sorolls puntuals.



Figura 16

En cas de fer servir algun efecte de reparació automàtica de clics, és millor aplicar-lo només a la zona de tall, així podem comprovar si realment ha solucionat el problema, i també ens assegurem que l'efecte no ha modificat altres parts del so que pugui haver detectat com a clic, sense realment ser-ho (cosa que pot passar).

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 2

Enunciat

Amb un micròfon, un tècnic de so ha enregistrat el so d'un baix i el bombo d'una bateria amb el nom «gravacio.aif». De totes maneres, com pots escoltar, el micròfon també ha captat, en un pla més baix, el so agut del *hi-hat*.

[gravacio.aif](#)

1. Si el tècnic de so volgués eliminar de l'enregistrament el so del *hi-hati* deixar només el so del baix i del bombo, sense perdre qualitat, quin o quins filtres o efectes hauria d'aplicar?
2. Intenta efectuar aquesta operació amb els filtres i els efectes de l'editor d'àudio, i desa el resultat amb el nom de «gravacio2.wav». Inclou una captura de pantalla dels filtres o dels efectes escollits i comenta els paràmetres utilitzats.
3. Amb les eines de l'editor o editors d'àudio que hagi fet servir, fes una anàlisi espectral dels dos sons i compara els resultats. Inclou captures de pantalla de les anàlisis per a complementar els raonaments.

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 2

Solució

1. Aquest exercici està pensat perquè l'alumne posi en pràctica algun dels processos més bàsics que es tracten en la teoria.

Un filtre passabaix és un procés bàsic que pot ser una bona opció per a resoldre aquest exercici. El so del *hi-hat* és un so agut, per la qual cosa un filtre passabaix ens pot ajudar a eliminar les freqüències altes del *hi-hat* sense modificar les freqüències dels sons més greus: baix i bombo.

Una porta de soroll també podria ser un efecte a considerar, ja que és un efecte que permet silenciar les mostres per sota d'un determinat valor llindar. En el nostre cas, el so del *hi-hat* sembla tenir una intensitat menor que el bombo i el baix, per això aquesta opció seria una opció a estudiar.

Una opció molt similar a la porta de soroll, però menys radical, seria un expansor. Segurament no eliminaria del tot el so del *hi-hat*, però, d'altra banda, respectaria més les freqüències agudes del bombo i del baix.

Aquests efectes poden aplicar-se per separat o junts. També seria possible aplicar altres processos més complicats. De totes maneres, en el punt 2 aplicarem l'opció més senzilla, però també vàlida, que és el filtre passabaix.

2. Quan fem les primeres proves amb el filtre passabaix detectem, i aquest és un concepte important, que no és possible eliminar completament el so del *hi-hat* sense modificar també –encara que només sigui una mica– el so del bombo i del baix.

Qualsevol so que hi ha en la natura té infinites freqüències. Si percebem el so del bombo, per exemple, com un so greu és perquè aquest so té més energia en les freqüències greus que en les agudes, però això no vol dir que no tingui freqüències agudes.

Així, doncs, el bombo, el baix i el *hi-hat* comparteixen algunes freqüències i, si eliminem les freqüències del *hi-hat* també eliminarem freqüències del bombo i del baix.

Per a aplicar el filtre passabaix podem utilitzar l'eina «Low Pass Filter» d'Audacity. És un efecte molt senzill, en el qual simplement hem de configurar el *cutoff*, o freqüència de tall, i el *rolloff*, o pendent del filtre.

La freqüència de tall determina la freqüència en la qual el guany comença a atenuar el so, i el *rolloff* controla la pendent de l'atenuació. Com més gran sigui el valor *rolloff*, més accentuat serà el pendent d'atenuació.

Fent proves amb diferents configuracions, podem arribar a la conclusió que amb *rolloff* = 36 dB i *cutoff* = 4.100 Hz aconseguim eliminar pràcticament el so del *hi-hat* sense tallar del tot les freqüències més altes dels altres sons. Es pot eliminar completament el so del *hi-hat* amb valors més petits de *cutoff*, però aleshores, veuríem compromesa la qualitat dels altres sons, ja que també estariem filtrant moltes de les seves freqüències.

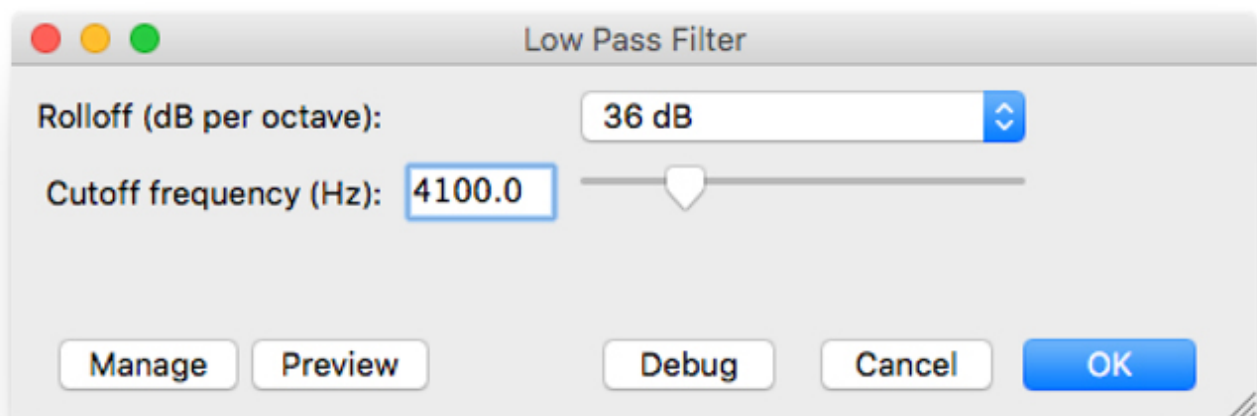


Figura 17

3. En aquest apartat és important remarcar que no s'han de confondre els conceptes *forma d'ona* i *espectrograma*, que són dues maneres diferents de representar visualment un so.

Per a veure l'anàlisi espectral d'un so a Audacity, hem de clicar «Analyze» > «Plot Spectrum».

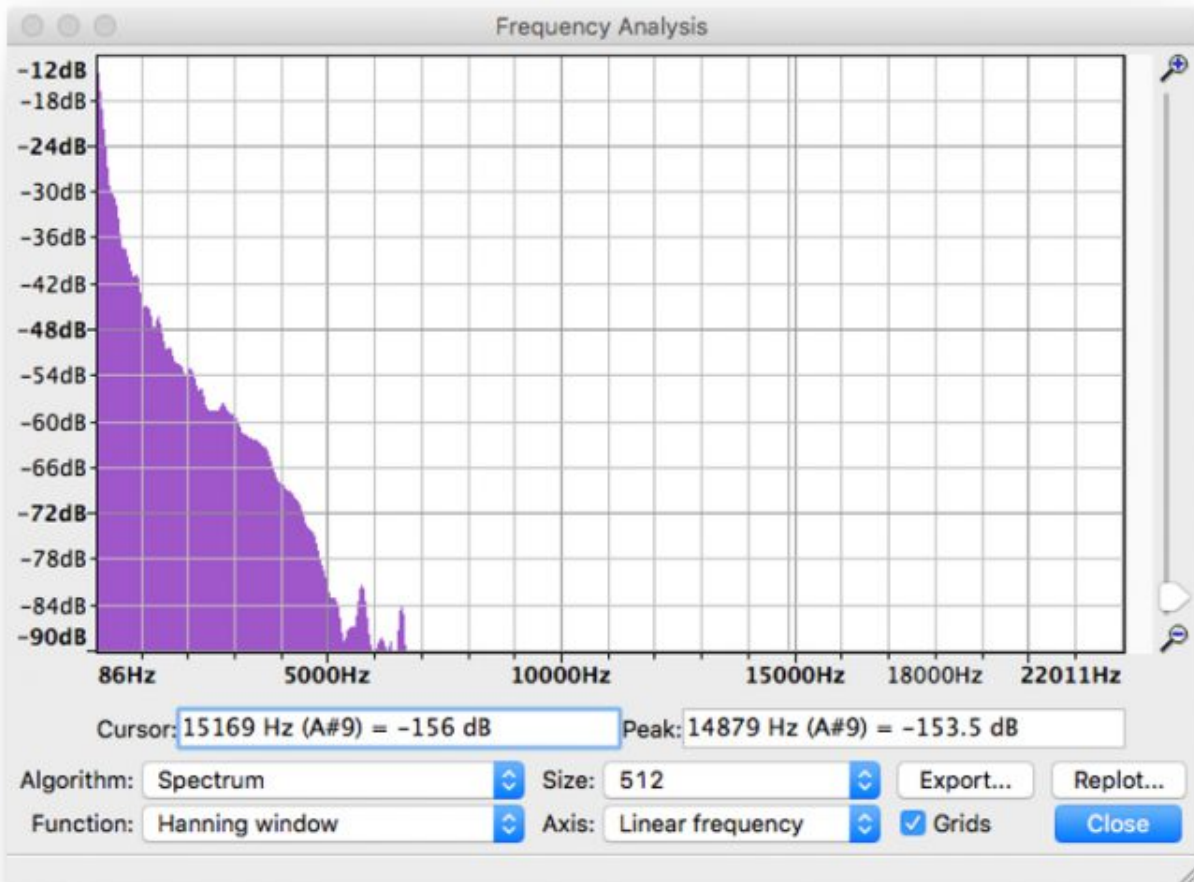
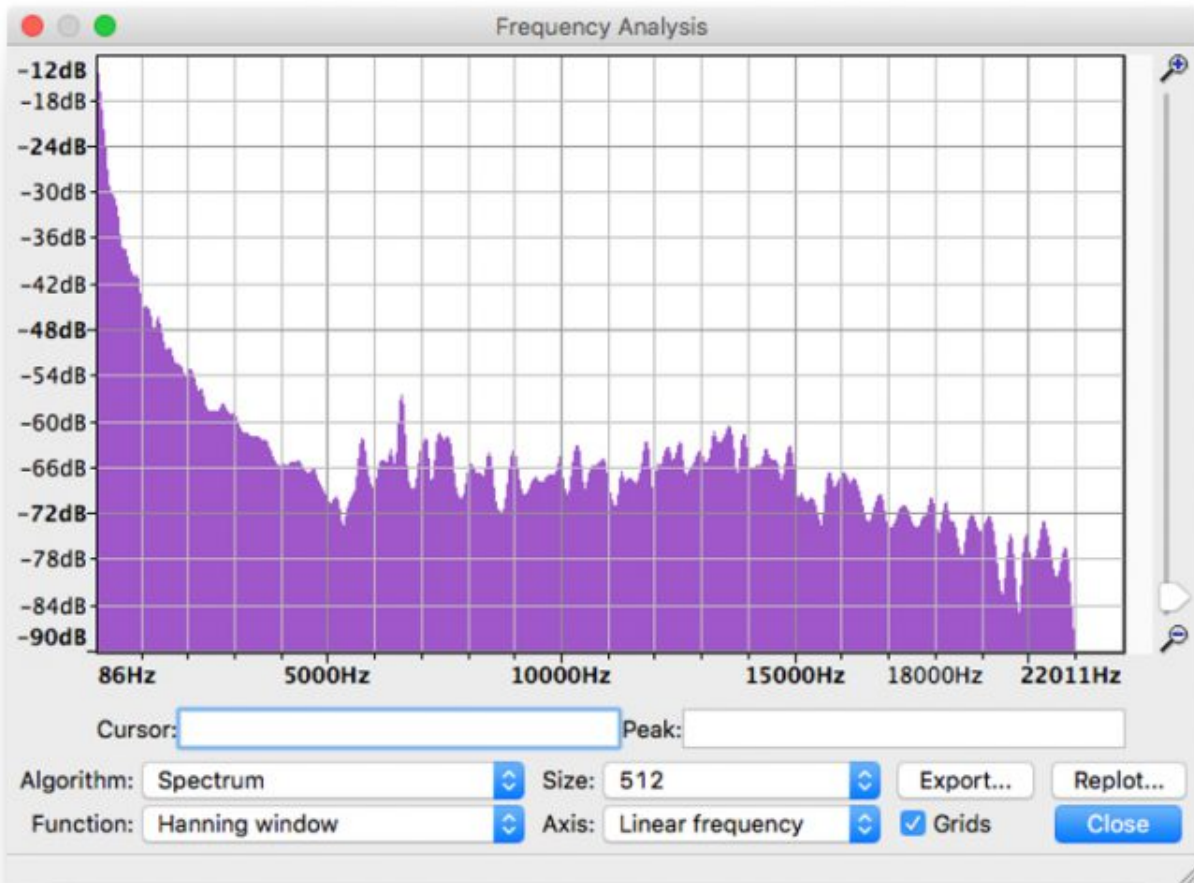


Figura 18. Comparació dels espectres.

En la primera figura, tenim l'anàlisi espectral del so original i, en la segona imatge, l'anàlisi espectral del so filtrat.

Com es pot observar en l'eix horitzontal, l'eix que mostra les freqüències presents en el so, el filtre passabaix ha deixat passar totes les freqüències que hi ha per sota de la freqüència de tall (4.100), i ha anat atenuant progressivament les freqüències que hi ha per sobre de la freqüència de tall fins a filtrar-les completament.

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 3

Enunciat

En els estudis d'enregistrament és típic trobar-se grups que tenen moltes dificultats per a tocar correctament els instruments. El següent àudio seria una simulació de l'enregistrament d'un bateria que té dificultats per a tocar l'instrument en un pla constant.

[bateria_gravacio.wav](#)

Si amb un editor d'àudio obriu el fitxer i observeu la forma d'ona de l'enregistrament, veureu que alguns cops de percussió tenen un nivell molt més alt que d'altres.

1. Quina operació o operacions haurà d'efectuar el tècnic de so per a anivellar els sons de la bateria?
2. Intenta fer aquesta operació amb els filtres i els efectes de l'editor d'àudio, i desa el resultat amb el nom de «bateriaCorregida.wav».

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 3

Solució

1. Un compressor és un efecte que serveix per a reduir el rang dinàmic d'un senyal. Un compressor típic redueix els valors que hi ha per sobre d'un valor màxim, i això fa que la diferència entre els valors màxims i mínims es redueixi.

Aquest seria l'efecte més adequat per a intentar anivellar una mica els sons de la bateria. Encara que també possible, un limitador seria una opció massa radical. Hem de pensar que tampoc no ens podria interessar que tots els cops de bateria fossin exactament iguals, perfectes, ja que aleshores quedaria un so poc natural.

Convé anotar que l'àudio de l'exercici és un petit fragment de l'enregistrament. Per tant, seria realment costós per al tècnic de so corregir manualment els 45 o 50 minuts de bateria que pot haver-hi en un disc.

Un altre punt que cal tenir en consideració quan es modifiquen manualment els sons de la bateria és que aplicar un efecte en un fragment pot generar clics. En la figura 19 es pot veure com es genera un clic amb el programa Audacity en aplicar un efecte «Normalización» sobre un fragment de l'àudio. En canvi, Audition aplica de manera progressiva els efectes als extrems dels fragments, impedit que es generin clics.<

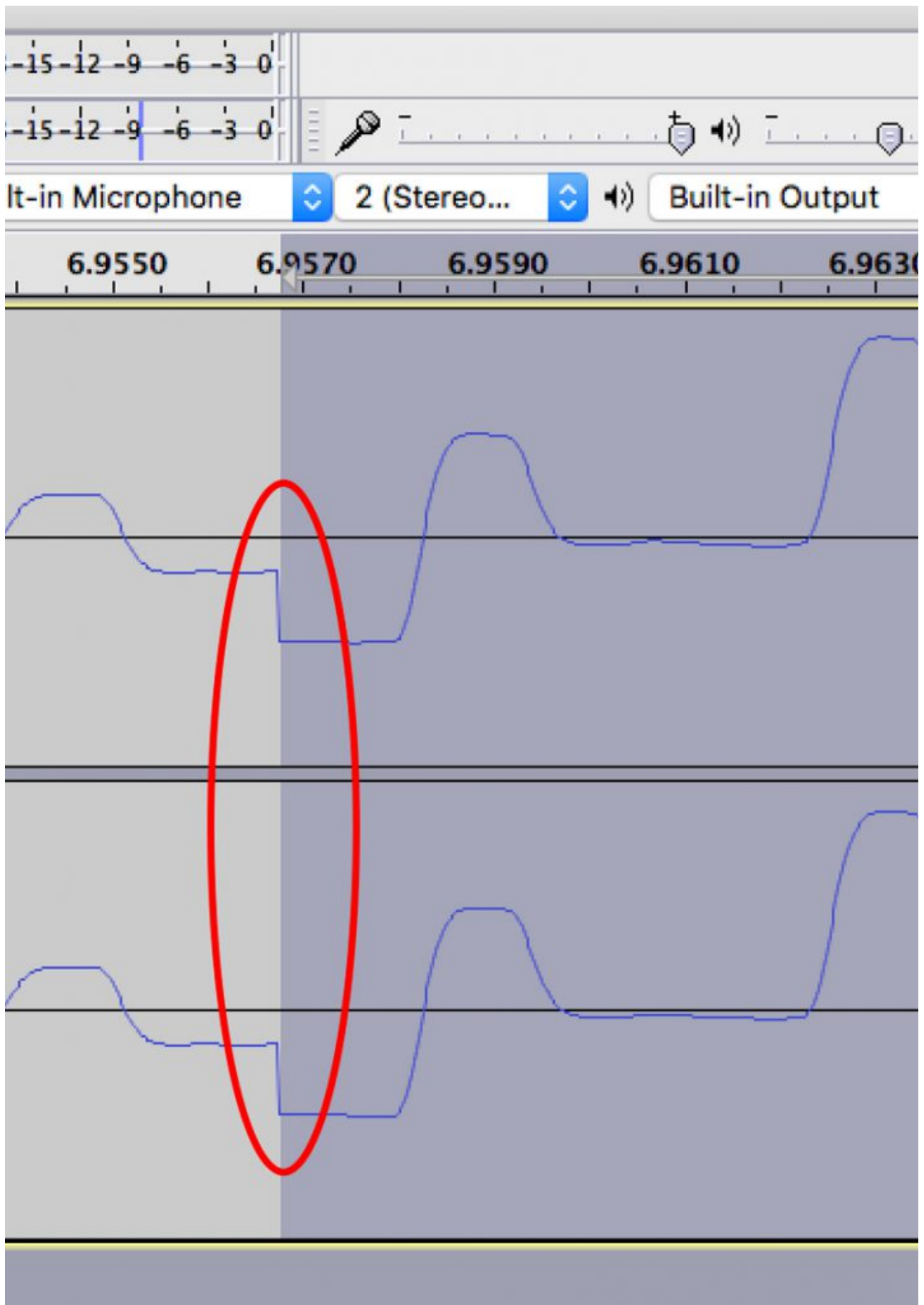


Figura 19. Clic generat a Audacity en aplicar l'efecte «Normalizació» en un fragment d'àudio.

2. Per a resoldre aquest exercici, farem servir el compressor d'una banda d'Audition, amb els següents paràmetres:

- **Threshold (llindar):** -6 dB. És a dir, el compressor només treballarà quan l'amplitud del so sigui com a mínim -6 dB.
- **Ratio (proporció):** 10:1. Indica que un canvi de 10 dB en l'entrada produeix un canvi d'1 dB en la sortida.

- **Attack (atac):** 1 ms. L'atac és el temps que triga el compressor per a completar la reducció de guany. Un atac d'1 ms segurament és massa ràpid, però el resultat visual final serà més fàcil d'entendre per l'alumne.
- **Release (decaïment):** 200 ms. És el temps que triga el compressor a deixar de comprimir un cop detecta que l'amplitud del so està per sota del llindar.
- **Output gain (guany de sortida):** 3 dB. El compressor redueix els valors que hi ha per sobre d'un valor màxim i en moltes situacions és convenient després donar guany a tot el so, per a compensar la reducció de nivell aplicada.

[bateriaCorregida.wav](#)

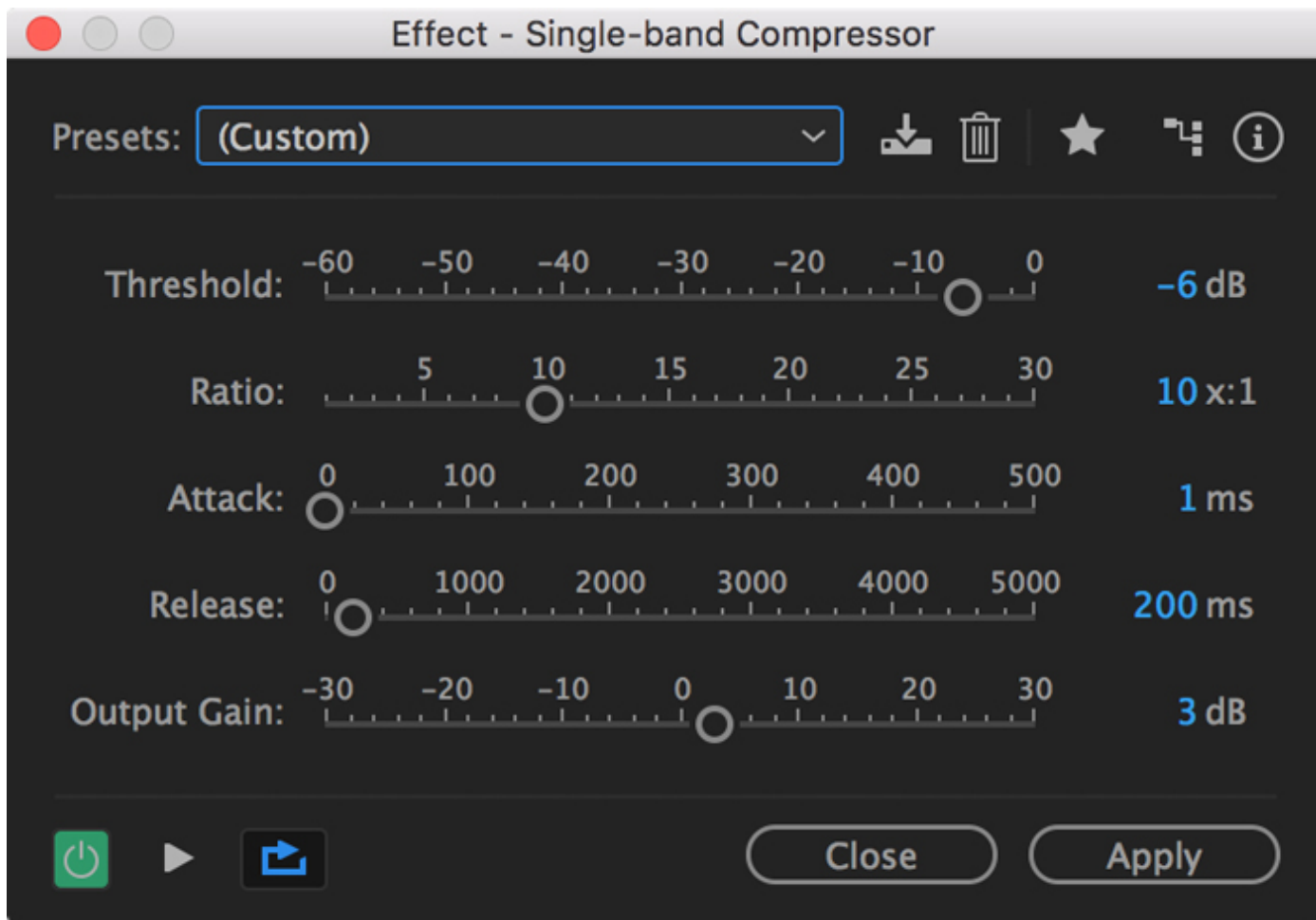


Figura 20. El compressor d'una banda d'Audition.

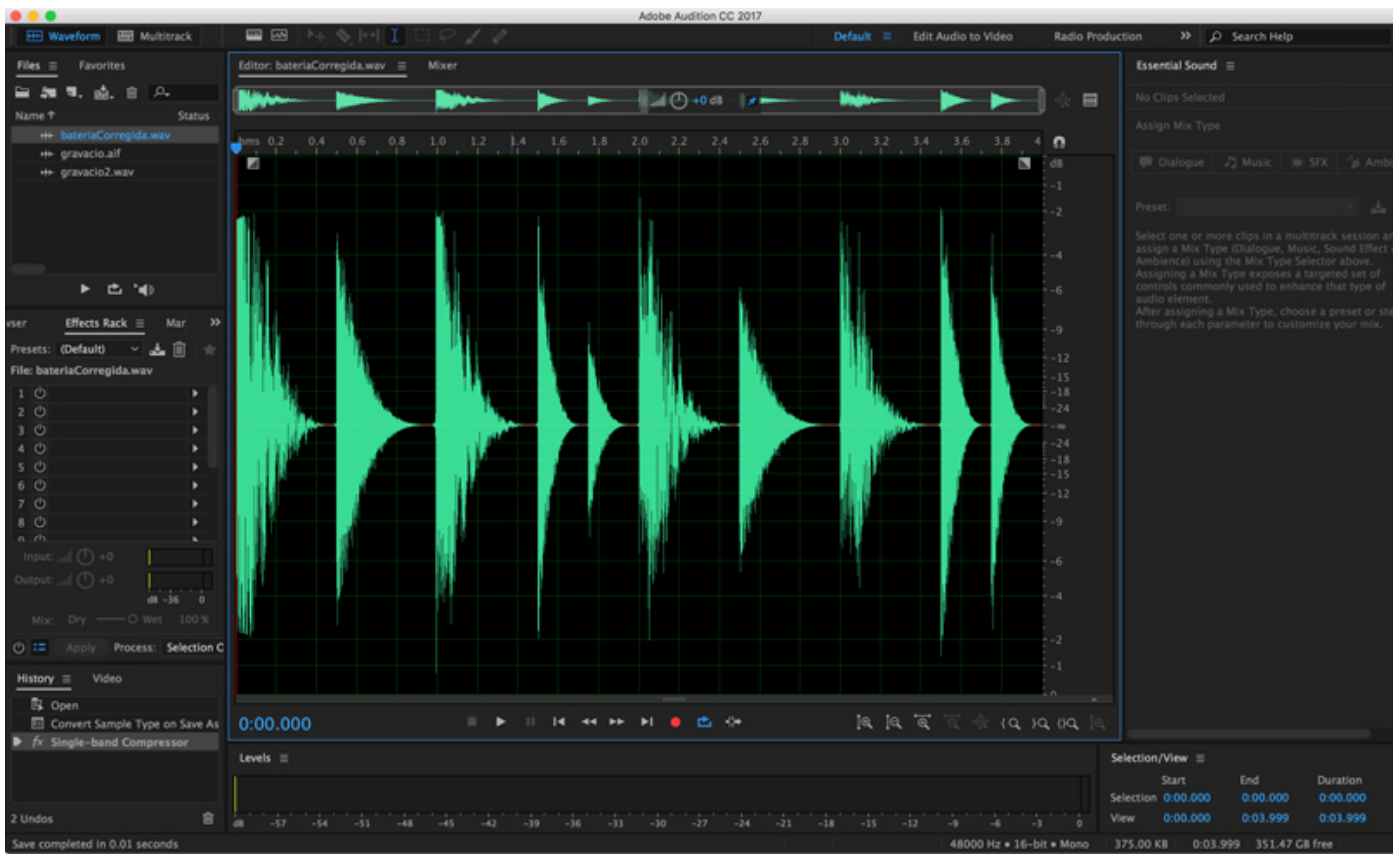


Figura 21. Forma d'ona del fitxer «bateriaCorregida.wav».

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 4

Enunciat

Obre l'arxiu «[273177_xserra_la-vaca-cega-eva.wav](#)» amb l'editor d'àudio. Amb aquest fitxer, genera un altre fitxer d'àudio amb una o dues de les estrofes del poema (escull l'estrofa o estrofes que permetin percebre millor els efectes aplicats) i, sobre aquest fragment, realitza les següents operacions:

1. Aplica-li un efecte que simuli que la dona parla per telèfon.
2. Aplica-li un efecte de dinàmica que accentuï els sons dels moviments bucals (llengua, saliva, etc.) i de la respiració de la dona.
3. Aplica-li un efecte que faci el contrari, és a dir, que atenuï o elimini els sons bucals i de respiració.
4. Aplica-li un efecte que li canviï el to de veu i que soni més greu, sense canviar la velocitat a què recita la dona.
5. Modifica la freqüència de mostreig a 22.050 Hz, sense modificar la freqüència del so (remostreig).
6. Aplica-li un efecte per a simular que el so original soni com si hi hagués diverses veus recitant al mateix temps.

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 4

Solució

1. El so que rebem per un telèfon es caracteritza per estar molt comprimit i lleugerament distorsionat, però si hi ha un filtre que ens pot ajudar a recrear el so d'un telèfon, aquest és un filtre passabanda. Com veurem, només amb el filtre ja obtindrem un resultat força aproximat al que es demana.

[poemaA.wav](#)

Les freqüències presents en la veu parlada van aproximadament des de 100 Hz fins a 6 KHz, però el canal telefònic només permet freqüències entre 300 Hz i 3.400 Hz.

Un «FFT filter» ens permet configurar amb precisió un filtre passabanda que retalli les freqüències inferiors als 300 Hz i superiors als 3.400 Hz.

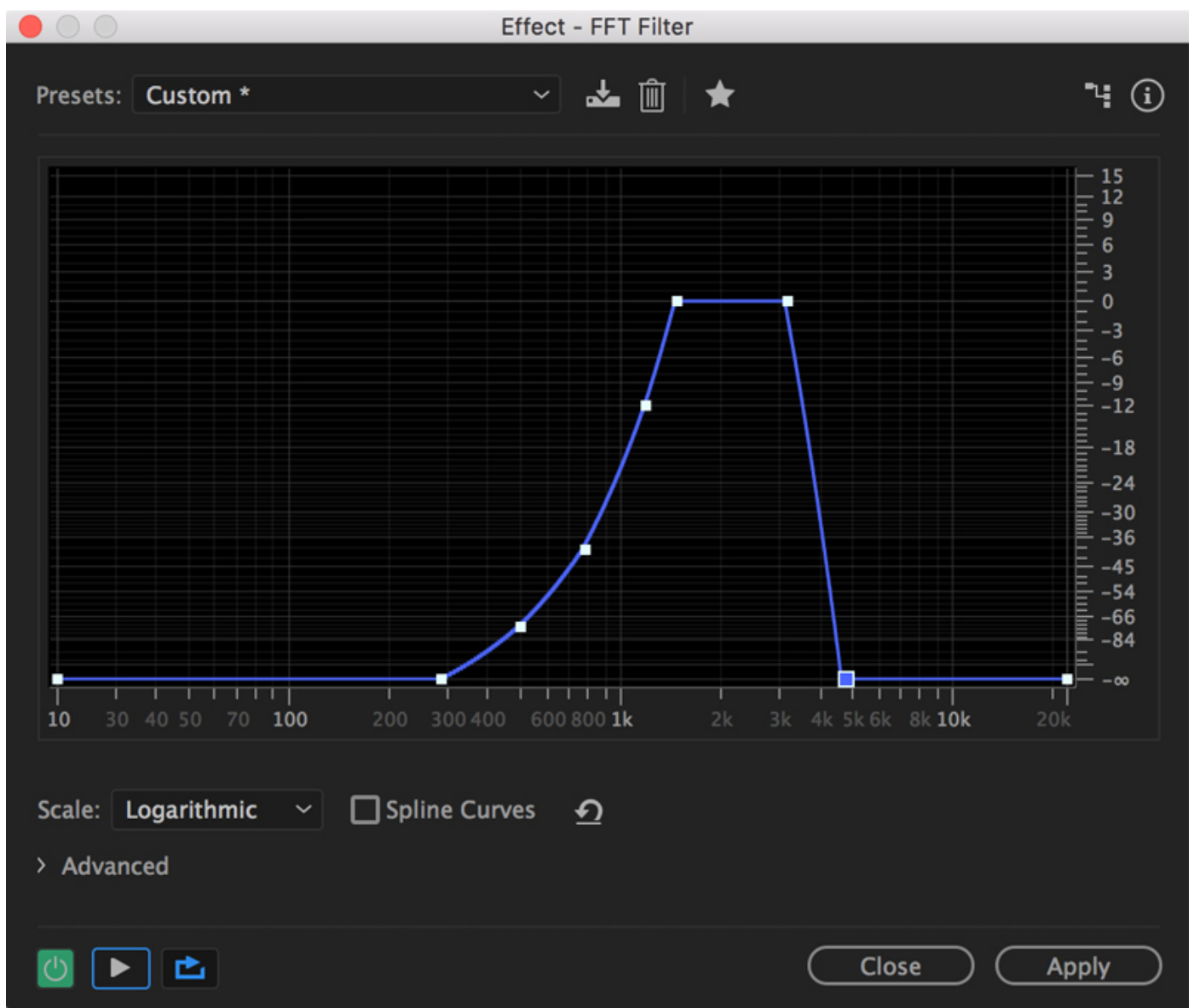


Figura 22

2. Com hem vist, un compressor és un efecte que serveix per a reduir el rang dinàmic d'un senyal. Comprimit un senyal podem fer que sons que quedaven en un pla molt baix en l'enregistrament original passin a estar molt més presents.

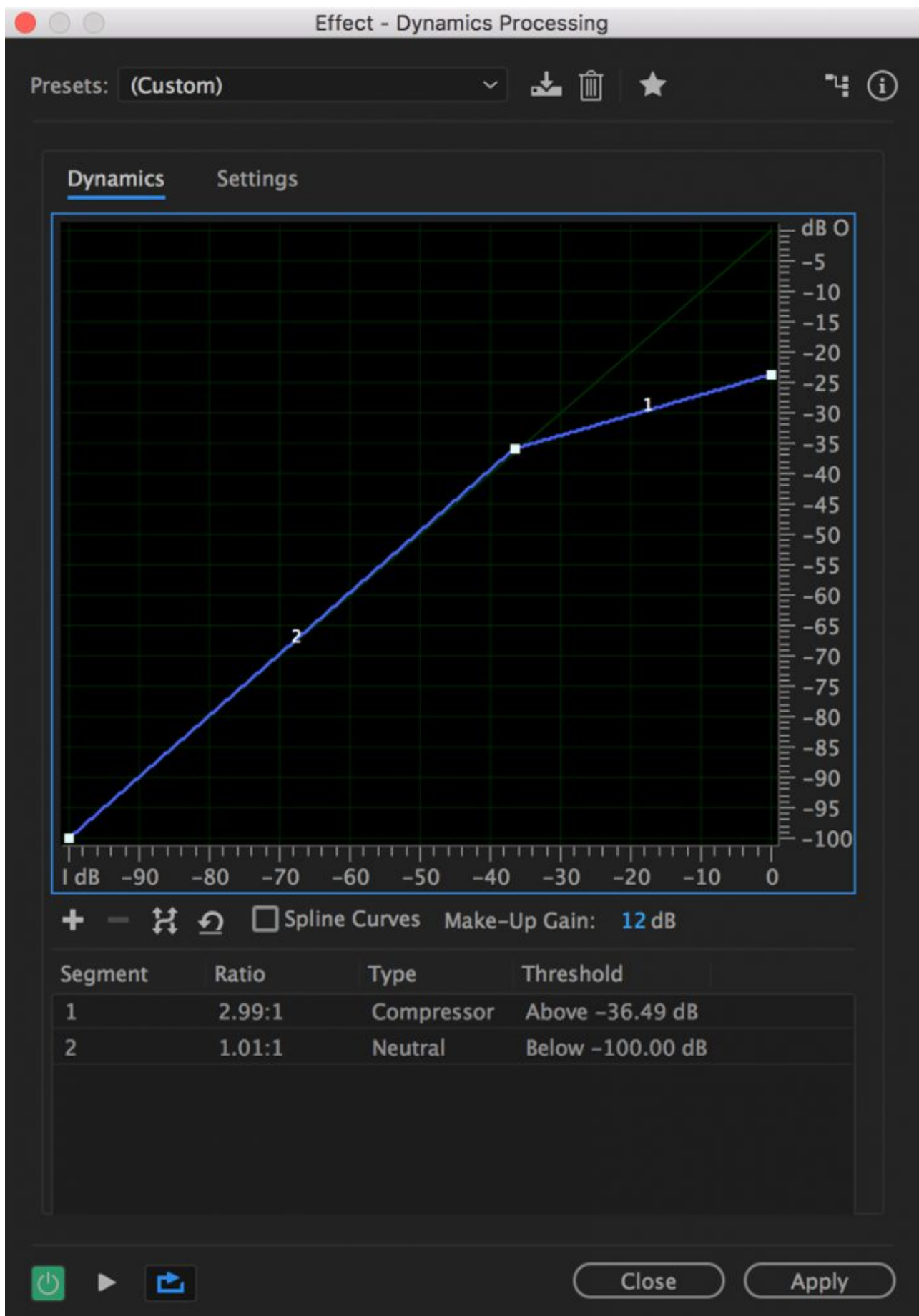


Figura 23

Amb un processador de dinàmica, configurem el compressor per a reduir els valors que hi ha per sobre d'aproximadament -40 dB, i al resultat final li donem un guany de 12 dB per a compensar la pèrdua d'amplitud.

Cal que quedi clar que aquest efecte i l'efecte «Compressor» d'una banda de l'exercici 3 són bàsicament el mateix, un compressor. La diferència més important entre ells és la interfície.

Escoltant el resultat final, és fàcil adonar-se que els sons bucals són més evidents que en el so original.

[poemaB.wav](#)

3. Si volem aplicar un efecte de dinàmica que faci el contrari, cal aplicar un expansor. Un expansor accentua les diferències disminuint els nivells febles i augmentant els forts, que és el que es demana.

Tornem a fer servir el «Procesador de Dinàmica». Els dos primers segments de la corba permeten disminuir el nivell dels nivells febles, i el darrer segment augmenta el nivell de les mostres que ja tenien un nivell alt.

[poemaC.wav](#)

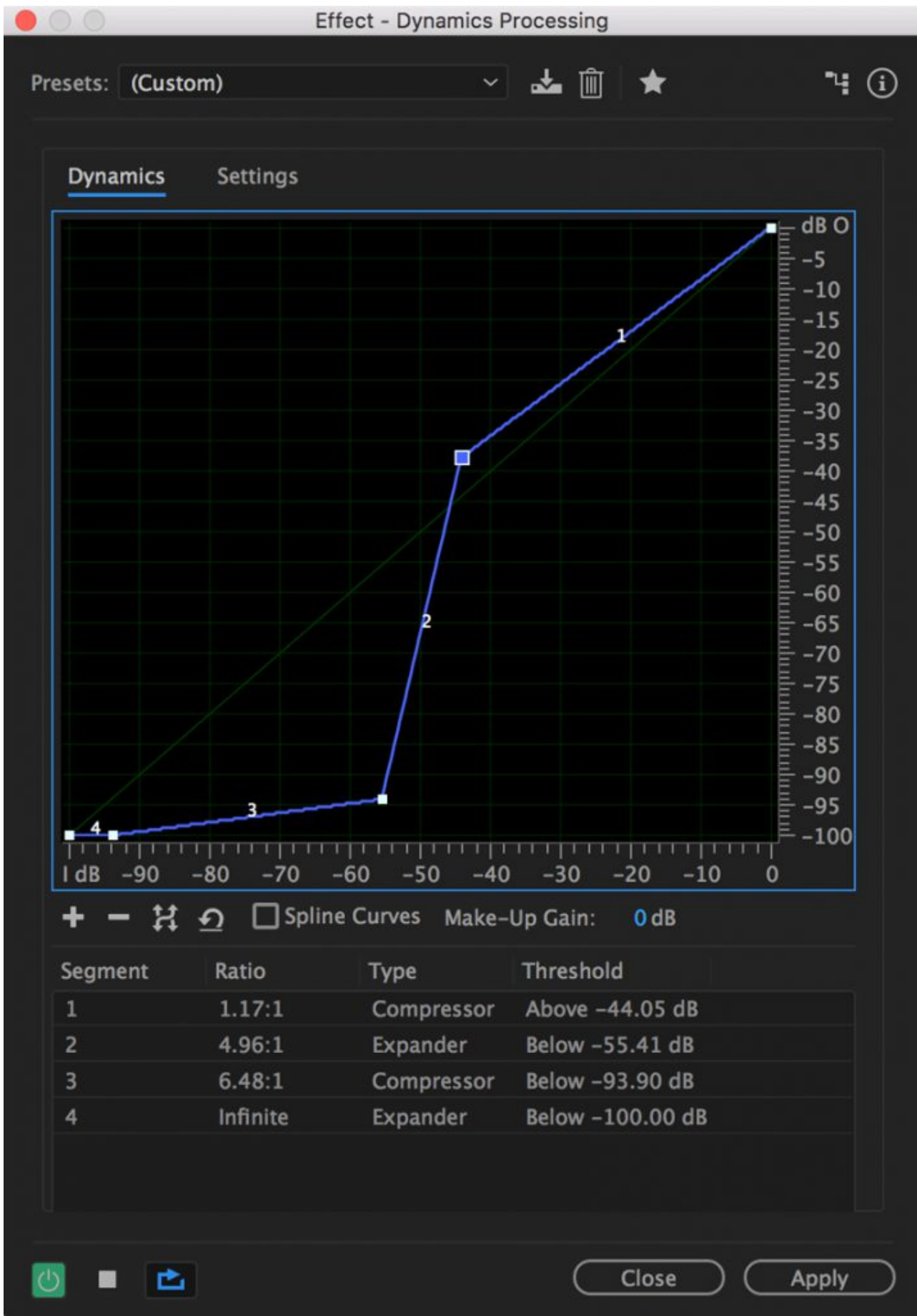


Figura 24

4. Per a dur a terme aquest apartat, podem escollir l'efecte «Pitch Shifter» i posar un valor de semitons < 0. Per exemple, -5.

El resultat es pot consultar en el fitxer següent:

[poemaD.wav](#)

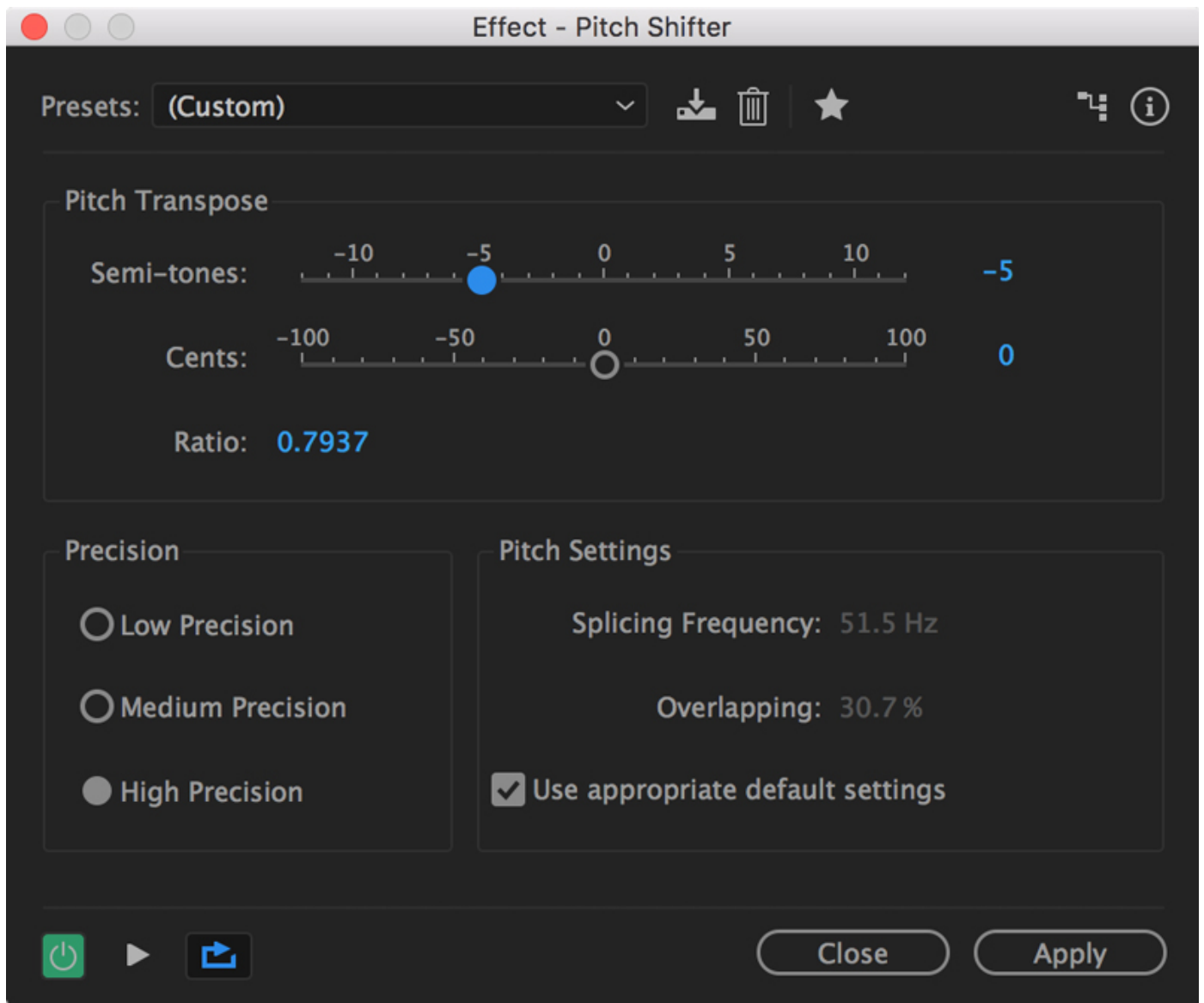


Figura 25

5. Per a dur a terme aquest apartat, simplement hem de seleccionar «Guardar como» i canviar el format de l'àudio dins de les opcions. En el desplegable de la freqüència hem d'escollir 22.050 Hz.

[poemaE.wav](#)

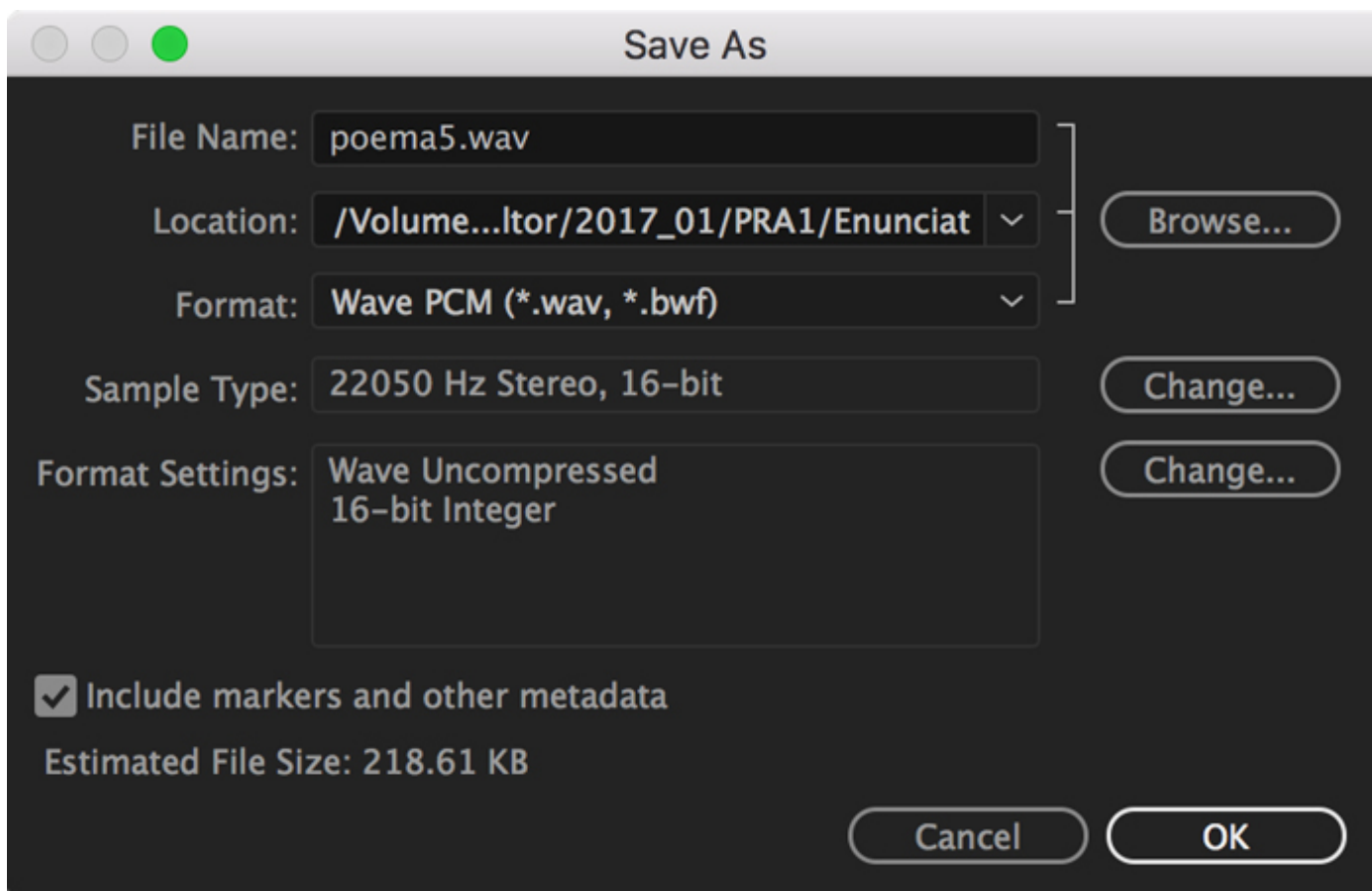


Figura 26

6. Hi hauria diferents maneres de fer aquest punt. Segurament la més senzilla sigui utilitzant l'efecte «Chorus». Com podem llegir en la teoria: «*chorus* és un efecte molt utilitzat, amb el qual s'intenta simular que un sol instrument (o una sola veu) soni com diversos instruments a l'uníson».

Configurem cinc veus i, sobretot amb els paràmetres que controlen el retard o «Delay», podem intentar diferenciar les diferents veus. Cal anar amb compte amb els paràmetres, ja que valors massa grans poden donar com a resultat sons poc naturals.

[poemaF.wav](#)

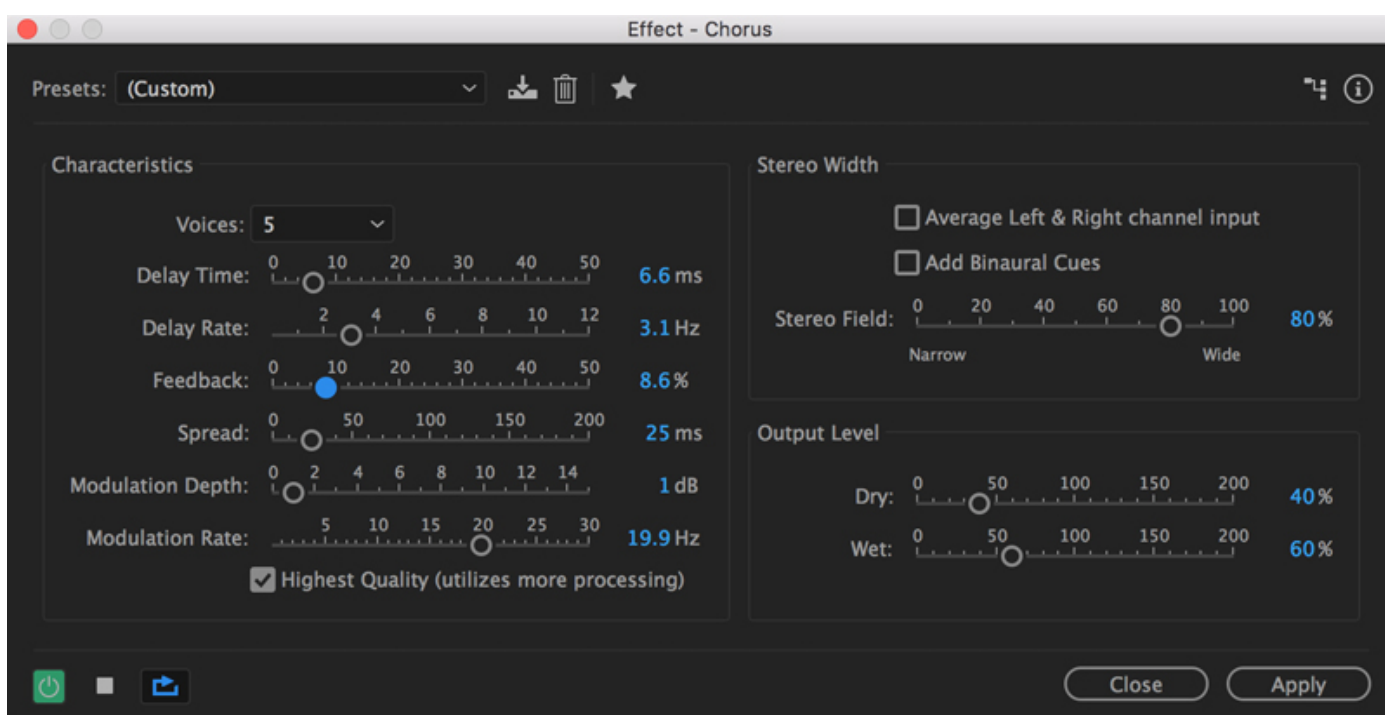


Figura 27

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 5

Enunciat

Hem aplicat un compressor i un expansor al so de la figura 28 per a generar els sons de les figures 29 i 30. És a dir, primer hem aplicat un compressor al so de la figura 28 i hem generat un dels sons, i després hem aplicat un expansor al so original de la figura 28 i hem generat l'altre so.

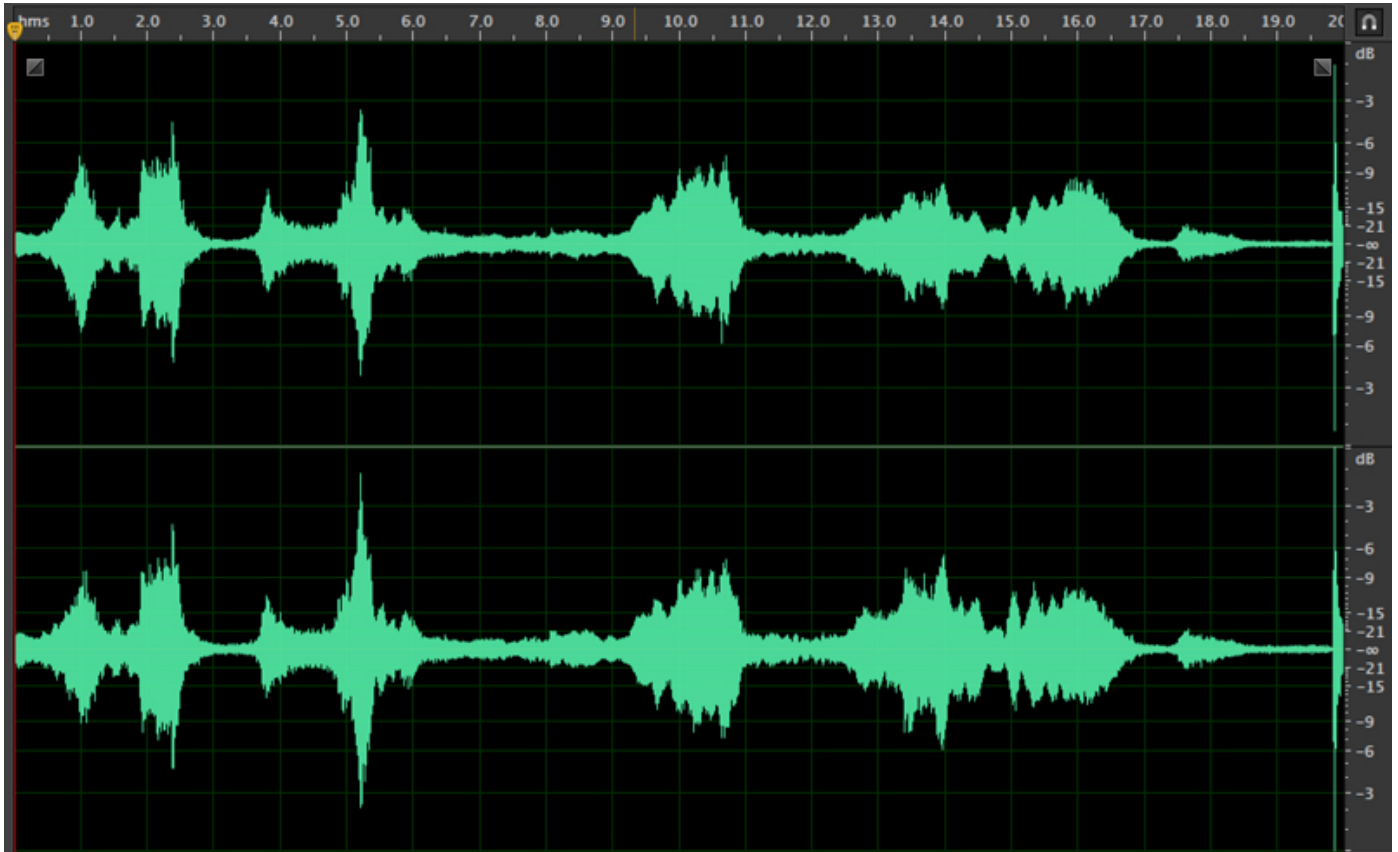


Figura 28

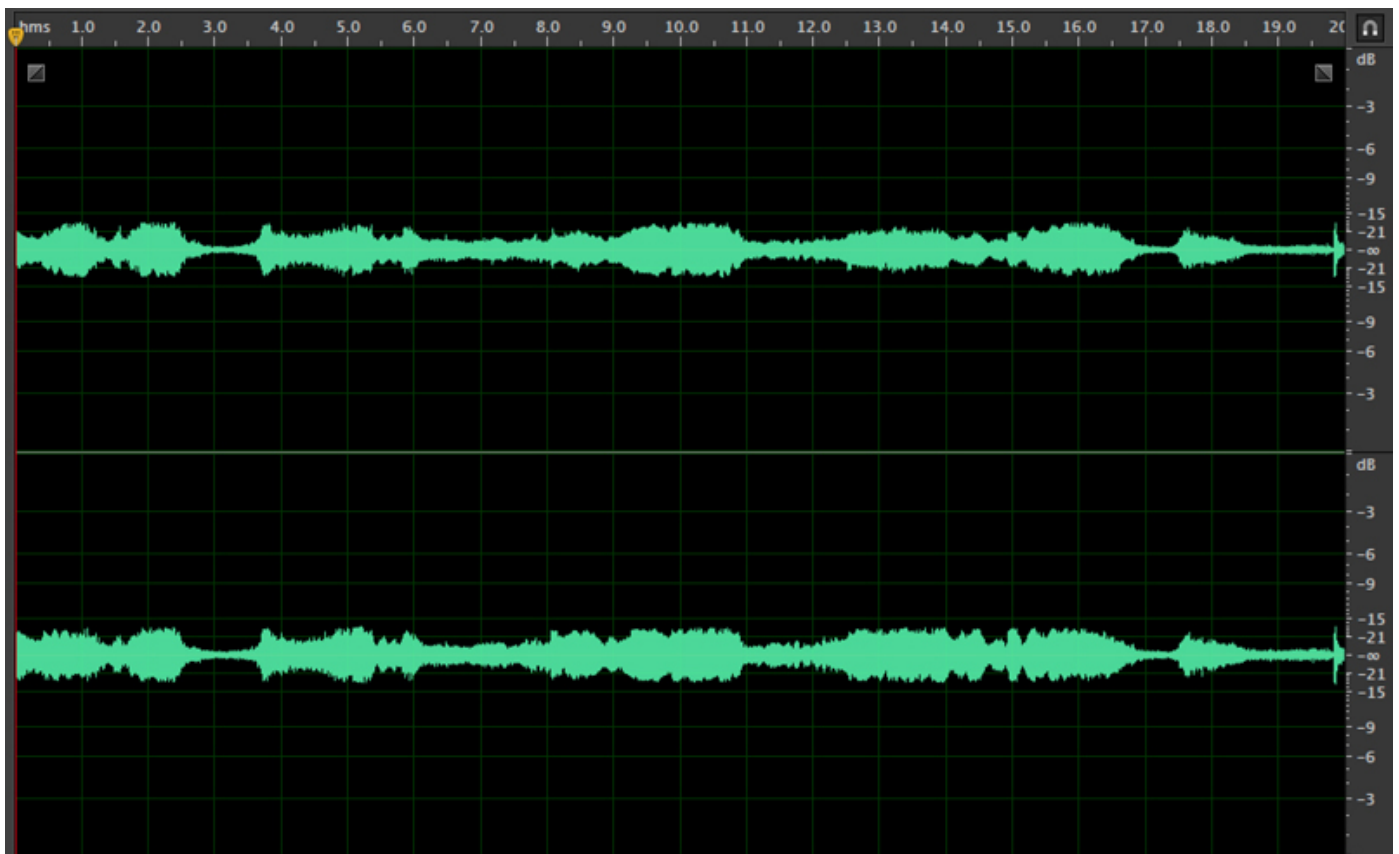


Figura 29

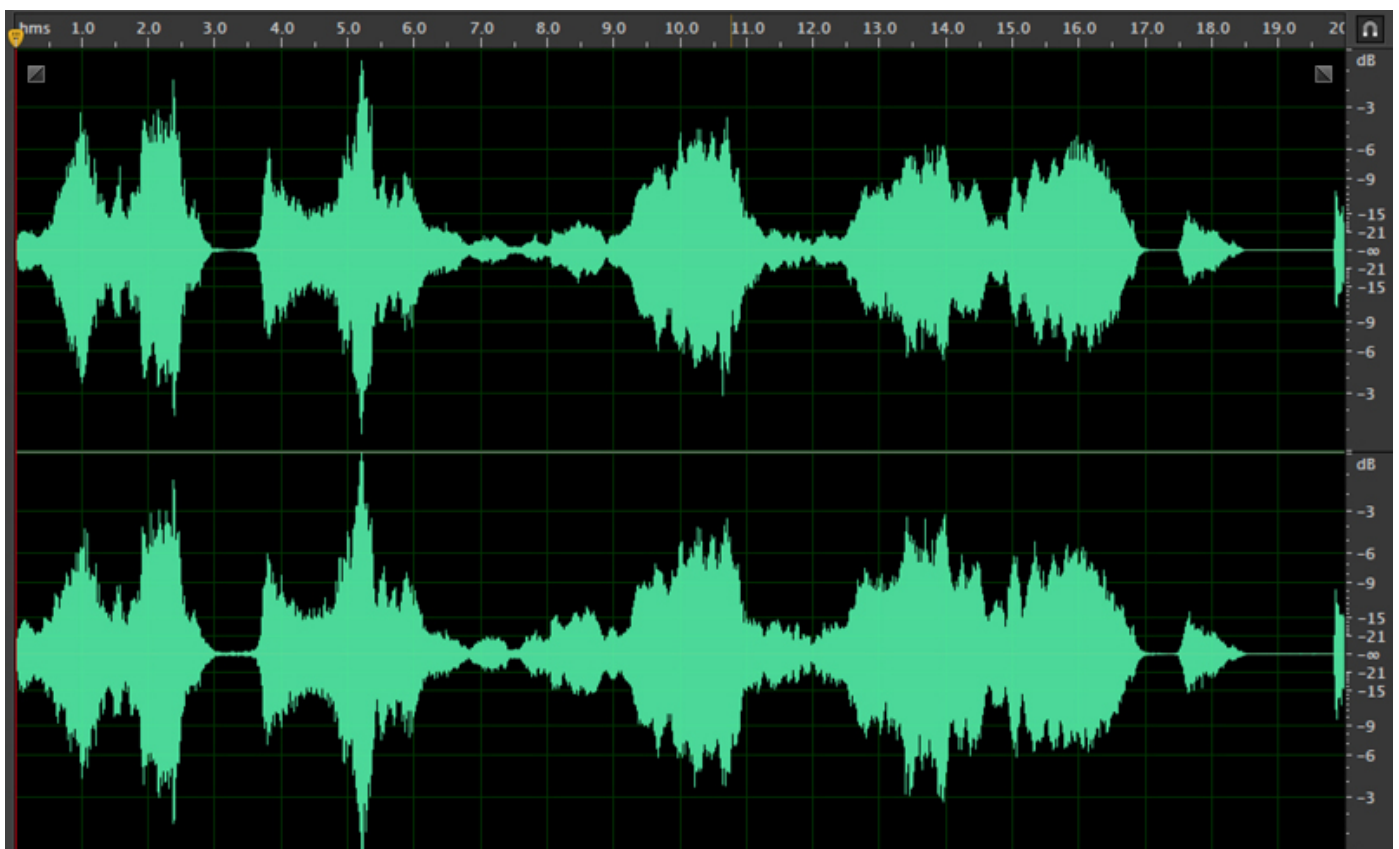


Figura 30

1. A partir de les seves formes d'ona, quin so creus que ha estat generat amb el compressor, i quin amb l'expansor? Raona la resposta.
2. En quins casos s'utilitza un compressor i en quins és més convenient utilitzar un expansor?

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 5

Solució

Com ja sabem, el rang dinàmic d'un so està determinat per la diferència entre la intensitat més forta i la més feble.

La figura 31 ens permet veure clarament que el resultat del primer processador de dinàmica (imatge central) és un so amb un rang dinàmic més baix que el rang dinàmic del so original (imatge esquerra), mentre que el segon processador (imatge dreta) ens ha generat un so amb un rang dinàmic més elevat.

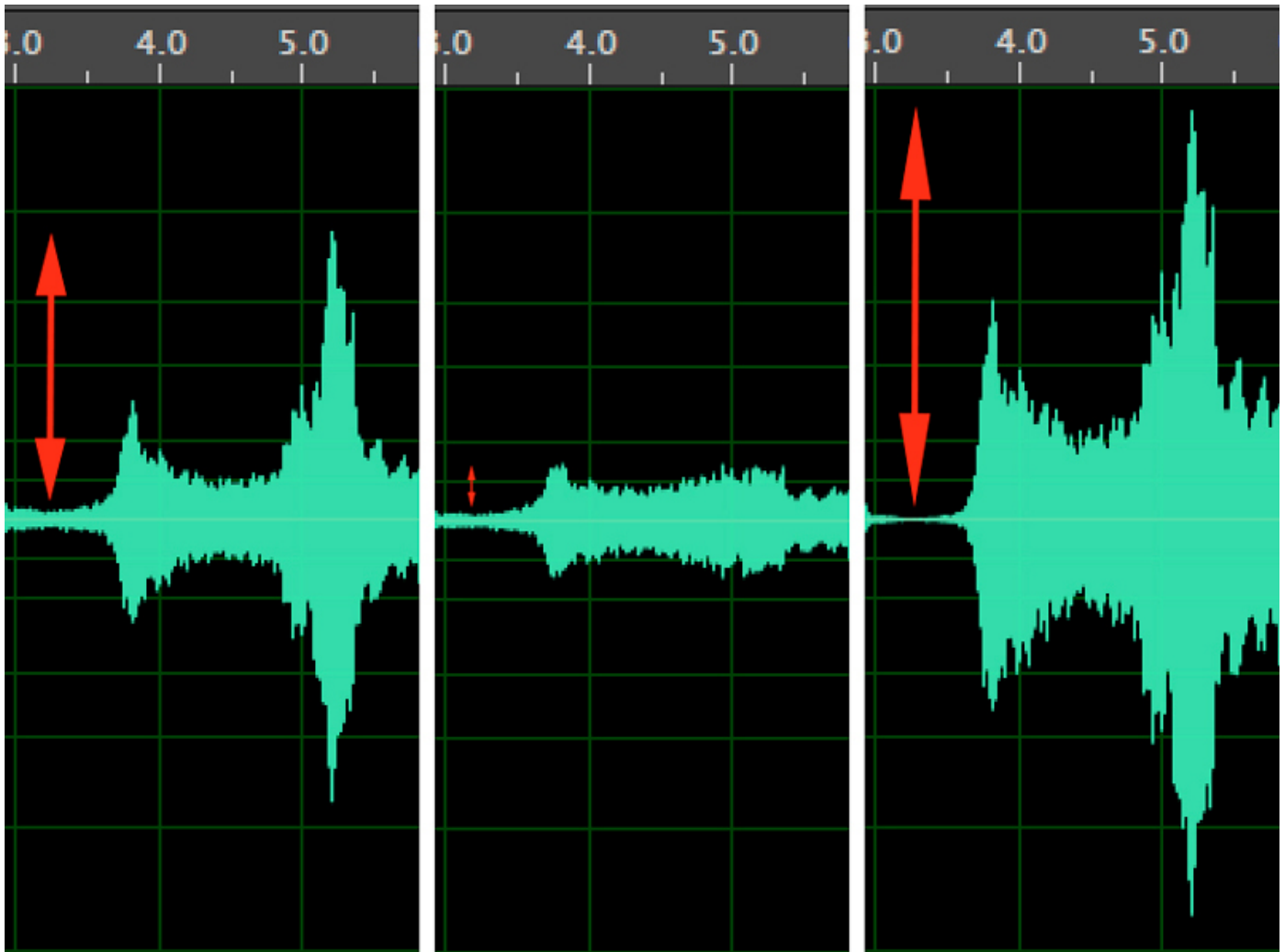


Figura 31. Comparació del rang dinàmic en el mateix punt dels tres sons.

Per tant, el primer processador de dinàmica és un compressor (redueix el rang dinàmic), mentre que el segon processador de dinàmica és un expansor (augmenta el rang dinàmic).

Els compressors són molt utilitzats en música rock i pop. Com que redueixen el rang dinàmic de les cançons, és possible situar tant els nivells forts com els febles molt a prop del màxim, donant la sensació d'«enganxada».

De vegades, quan escoltem música clàssica hem d'anar ajustant el volum del nostre equip, ja que hi ha alguns fragments que sonen molt fort i d'altres que són difícilment perceptibles. En canvi, quan escoltem música rock o pop, normalment no cal regular el volum de l'equip perquè tot sona fort.

Els compressors també es fan servir molt en enregistraments de veu, percussions, baixos, etc. Sovint la diferència entre els nivells mínims i els màxims és força elevada, o presenta irregularitats, i el compressor ens permet aconseguir un resultat més equilibrat dinàmicament.

Finalment, també és molt habitual fer servir els compressors durant el procés de masterització (*). Com ja hem comentat, és molt habitual aplicar compressions molt elevades en alguns gèneres musicals, o en productes sonors destinats a la publicitat de ràdio i televisió.

Si bé no sempre és necessari, ni aconsellable, aplicar nivells de compressió excessius per a no perdre naturalitat, és un procés molt habitual durant la masterització de qualsevol producte sonor, ja que permet equilibrar i conjuntar dinàmicament els diferents elements sonors que el componen.

Els expandors, com que augmenten el rang dinàmic, es fan servir molt, per exemple, en material provinent de cintes magnètiques analògiques que, amb el pas del temps, han perdut definició. També es poden fer servir per a reduir el soroll de fons d'un enregistrament, ja que permeten augmentar la diferència de nivell entre el so enregistrat –una veu, per exemple– i el soroll de fons que s'hagi pogut captar.

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 6

Enunciat

És habitual llegir en treballs d'aquesta assignatura, o en d'altres del grau de Multimèdia, sentències com «el so tindrà més qualitat com major sigui la seva resolució» o –l'equivalent en l'àmbit visual– «com més resolució, la imatge tindrà més qualitat». Per a comprovar la validesa d'aquestes sentències, farem les operacions següents:

1. Enregistra amb l'ordinador, telèfon o dispositiu a què tinguis accés, amb una qualitat d'11.025 Hz i 8 bits, afegint el teu nom i cognom, la frase «un so digitalitzat sempre tindrà més qualitat com major sigui la seva resolució».
 2. Desa el resultat de l'enregistrament (en format MP3, WAV, o en el format que per defecte assigni el teu dispositiu d'enregistrament) amb el nom «soBaixaResolucio.xxx».
 3. Converteix el so a 48 KHz i 32 bits amb l'editor d'àudio. Desa el resultat en format WAV, sense comprimir, i amb el nom «soAltaResolucio.wav».
 4. Compara l'espai que ocupen els dos fitxers en el disc dur. Quin ocupa més espai? Quina és la raó?
 5. Compara auditivament els dos sons: el so de «baixa resolució» i el so d'«alta resolució». Si entenem com a qualitat d'un enregistrament la similitud amb el so real, raona si és cert dir que «un so digitalitzat sempre tindrà més qualitat com major sigui la seva resolució».
- **Nota 1:** per a fer els exercicis en què es demana efectuar un enregistrament, s'aconsella fer servir el telèfon mòbil. Cal configurar el telèfon perquè l'enregistrament es faci en la màxima qualitat que permeti el dispositiu. El resultat s'ha d'importar a un editor d'àudio per a realitzar les operacions, comparacions i anàlisis que es demanen.
 - **Nota 2:** per a dur a terme els exercicis s'aconsella fer l'escolta amb auriculars si no es disposa d'un bon sistema d'escolta (altaveus).

Exercicis resolts mòdul 2

Exercici 6

Solució

1 i 2. S'adjunta fitxer «soBaixaResolucio.wav» a 11.025 Hz i 8 bits.

soBaixaResolucio.wav

3. Alguns editors d'àudio, com ara Audition, enregistren per defecte a 32 bits. És a dir, encara que l'usuari creï un arxiu a 8 bits, l'editor pot estar enregistrant a 32 bits. Per tant, en el cas d'haver utilitzat Audition per a enregistrar el fitxer «soBaixaResolucio.wav», és important desar l'arxiu, tancar-lo i obrir-lo de nou abans de fer la conversió, per a estar segurs que es treballa sobre un arxiu de 8 bits. Per exemple, el soroll de fons que hi ha en el fitxer «soBaixaResolucio.wav» també ha de ser en el fitxer «soAltaResolucio.wav». Si ha desaparegut, algun dels passos efectuats no ha estat correcte.

4. La mida dels fitxers d'àudio digitalitzats depèn de la freqüència de mostreig i de profunditat de bits dels fitxers. Per tant, lògicament la mida del fitxer «soAltaResolucio.wav» (48.000 Hz i 32 bits) ha de ser més gran que la del fitxer «soBaixaResolucio.wav» (11.025 Hz i 8 bits).

Si volem calcular en detall el nombre de *bytes* que ocupen els arxius en el disc dur, podem fer el següent càlcul:

$(\text{freqüència de mostreig} \times \text{profunditat de bits} \times \text{durada en segons} \times \text{nombre de canals}) / 8$

Però, després de fer aquests càlculs, veiem que els nostres fitxers ocupen una mica més d'espai en el nostre ordinador. Quina és la raó? D'una banda, un arxiu pot tenir 500 *bytes* d'informació, però, potser, el sistema operatiu utilitza 512 *bytes* d'espai per a desar-lo. L'espai exacte que el sistema operatiu farà servir dependrà del sistema d'arxius que utilitzi.

D'altra banda, els arxius d'àudio digital, a més de les mostres d'àudio, també inclouen una capçalera d'informació. En aquesta capçalera s'indica la freqüència de mostreig del so, la profunditat de bits, si és monofònic o estèreo, etc., i també possibilita que l'arxiu s'interpreti correctament en qualsevol dispositiu.

5. El procés d'enregistrament és el que determina la qualitat del so. Qualsevol pèrdua en el procés d'enregistrament és irreversible. Qualsevol freqüència, so, detall, etc. que no es capti inicialment no es podrà recuperar posteriorment.

Si quan fem una fotografia a un grup de persones, a una línia tallam part del cap, encara que la modifiquem en la màxima qualitat possible, el cap no apareixerà. El mateix passa amb el so. Les dades que no es capturin en l'enregistrament inicial, després no apareixeran. Quan modifiquem la freqüència de mostreig o la profunditat de bits de l'arxiu, simplement estem duplicant la informació que ja hi ha, o inserint nova informació que el programa genera, però que no aportarà en cap cas més qualitat al so.

Per tant, no és cert que un so digitalitzat sempre tingui més qualitat com major sigui la seva resolució.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 1

L'arxiu d'àudio digital següent correspon a un arxiu d'àudio d'una veu molt saturada:

[344250_honest-cactus_normal-voice-and-intro_Saturation.wav](#)

1. Obre i reproduueix l'arxiu amb l'editor d'àudio i familiaritza't amb el so distorsionat d'un senyal saturat.
2. Aplica un canvi d'amplitud de -6 dB a l'arxiu d'àudio i torna'l a reproduir. Ha desaparegut la distorsió per haver reduït l'amplitud de l'arxiu d'àudio?
3. Fes servir el *zoom* temporal de l'editor d'àudio per a visualitzar en detall la forma d'ona de l'arxiu d'àudio, i estudia'n els punts de saturació per a familiaritzar-te amb la forma d'ona d'un arxiu de so saturat.
4. Compara auditivament l'arxiu d'àudio saturat amb l'arxiu d'àudio original, sense saturar:

[344250_honest-cactus_normal-voice-and-intro.wav](#)

5. Quina operació creus que cal aplicar a l'arxiu original per a generar l'arxiu saturat?
6. Fes servir el *zoom* temporal de l'editor d'àudio per a visualitzar en detall la forma d'ona de l'arxiu sense saturar, i compara-la amb la forma d'ona de l'arxiu saturat.

Nota: Encara que aquests exercicis fan principalment referència als conceptes estudiats en el mòdul 2, alguns dels apartats requeriran que l'estudiant també consulti el mòdul 6 per a resoldre'ls.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 2

Repeteix l'exercici 1 amb un enregistrament de la teva veu, és a dir:

1. Amb un dispositiu d'enregistrament (telèfon, ordinador, etc.), enregistra teva veu de manera que l'enregistrament quedi molt saturat.
2. Obre i reproduïx l'arxiu amb l'editor d'àudio (l'auràs d'importar si l'enregistrament s'ha fet, per exemple, amb un telèfon mòbil) i familiaritza't amb el so distorsionat d'un senyal saturat.
3. Aplica un canvi d'amplitud de -6 dB al teu enregistrament i torna'l a reproduir. Detecta auditivament si la distorsió ha desaparegut o és menys present.
4. Finalment, estudia la forma d'ona del senyal i familiaritza't amb la forma d'ona d'un senyal saturat.
5. Creus que és possible eliminar la saturació d'un enregistrament una vegada fet?

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 3

Amb un dispositiu d'enregistrament (telèfon, ordinador, etc.), enregistra la teva veu amb dues configuracions diferents: al màxim nivell possible, però sense arribar a saturar, i a un nivell molt baix. Obre els dos arxius amb l'editor d'àudio i:

1. Aplica un guany en el segon senyal, de manera que els dos enregistraments tinguin un nivell similar.
2. Compara auditivament els dos enregistraments. En particular, compara el soroll de fons present en els dos enregistraments. En quin dels dos enregistraments el soroll de fons és més present?

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 4

Repeteix l'exercici 3, però enregistrant altres fonts sonores: animals, natura, trànsit, l'ambient en una estació de metro, etc.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 5

Obre l'arxiu d'àudio digital «[390514_tylean_counting-1-to-10.wav](#)» amb l'editor d'àudio i fes les següents operacions:

1. Aplica-li una inversió temporal (el resultat ha de ser el mateix que si reproduïm un disc de vinil a l'inrevés).
2. Es poden generar clics o altres sorolls quan s'inverteix tot l'arxiu d'àudio?
3. Sobre l'arxiu original, inverteix només els nombres senars, és a dir, el resultat sonor hauria de ser 1 (invertit), 2 (sense invertir), 3 (invertit), etc.
4. Es poden generar clics quan es fa aquesta darrera operació? Si la resposta és afirmativa, com evitaries o eliminaries els clics generats?

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 6

Edita l'arxiu «[390514_tylean_counting-1-to-10.wav](#)» de manera que:

1. La narració passi a ser un compte enrere, és a dir, els números passin a estar ordenats de major a menor (10, 9, 8, ...). L'arxiu resultant ha de tenir exactament la mateixa durada que l'arxiu original.
2. Quines tècniques faries servir per a evitar o eliminar els clics generats?

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 7

Edita l'arxiu «[390514_tylean_counting-1-to-10.wav](#)» de manera que hi hagi un segon més de temps entre número i número. Inseix un silenci d'un segon entre número i número, i explica quin procediment has utilitzat per a evitar que es produeixen clics.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 8

Edita l'arxiu «[177269_sergeo_numbers-in-french.wav](#)» de manera que les pauses entre els diferents números siguin més curtes i el resultat final tingui una durada exacta de vint segons. El resultat final no ha de contenir cap clic ni cap soroll, i no s'ha de notar que l'arxiu ha estat editat.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 9

Elimina l'inici i el final dels següents sons de manera que les seves durades passin a ser la meitat de la durada original. Fes servir una fosa d'entrada (*fade in*) i una fosa de sortida (*fade out*) per a prevenir que es generin clics.

[Sine1200Hz.wav](#)

[126444_harregarre_compilatie.mp3](#)

[332769_emanuele-correani_ambience-train-station-inside.wav](#)

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 10

La figura 32 mostra un fragment de la forma d'ona d'un so amb un clic, i un fragment de la forma d'ona d'un so amb punts de saturació.

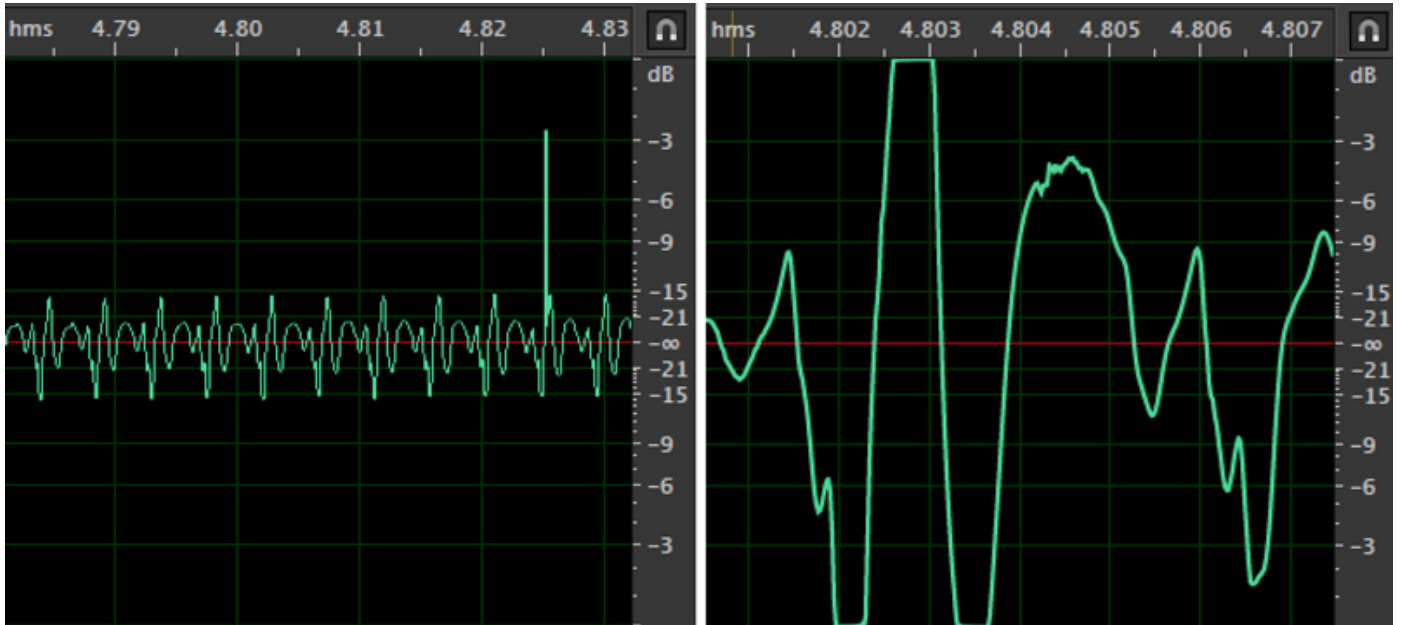


Figura 32

1. Quina imatge correspon al so amb un clic, i quina al so amb punts de saturació?
2. Sonorament, en què es diferencia un clic d'un punt de saturació?
3. En quins casos és possible que es generi un so amb punts de saturació?
4. Una vegada generat un so molt saturat (és a dir, amb molts punts de saturació), és possible, amb l'ajuda d'algun efecte, recuperar el so original sense saturació?

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 11

Obre l'arxiu «[AmbientSoundClics.mp3](#)» amb l'editor d'àudio i:

1. Localitza auditivament els clics presents en l'arxiu.
2. Ajusta al màxim els dos *zooms* de l'editor d'àudio per a estudiar els clics amb detall i determinar, amb la màxima precisió possible, les seves posicions, el nombre de mostres de clics i els valors màxims de les mostres.
3. Fes servir alguna de les eines de l'editor d'àudio per a eliminar completament els clics, sense afectar la resta de l'arxiu.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 12

Raona quin tipus de filtre digital bàsic faries servir en les següents situacions:

1. Tenim un enregistrament de veu en un bar molt sorollós, i se'ns demana que modifiquem l'arxiu original per a fer-lo més intel·ligible.
2. Tenim l'enregistrament d'un bombo de bateria en què se sent, de fons, el so de la guitarra, i se'ns demana sentir només el bombo.
3. Tenim la mescla final de la cançó d'un grup i observem que la veu del cantant ha quedat molt més forta que la resta dels instruments. Volem atenuar una mica la veu, sense afectar gaire la resta d'instruments.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 13

Suposem que la forma d'ona de l'arxiu digitalitzat de l'enregistrament en estèreo d'un concert de música clàssica és com el de la figura 33.

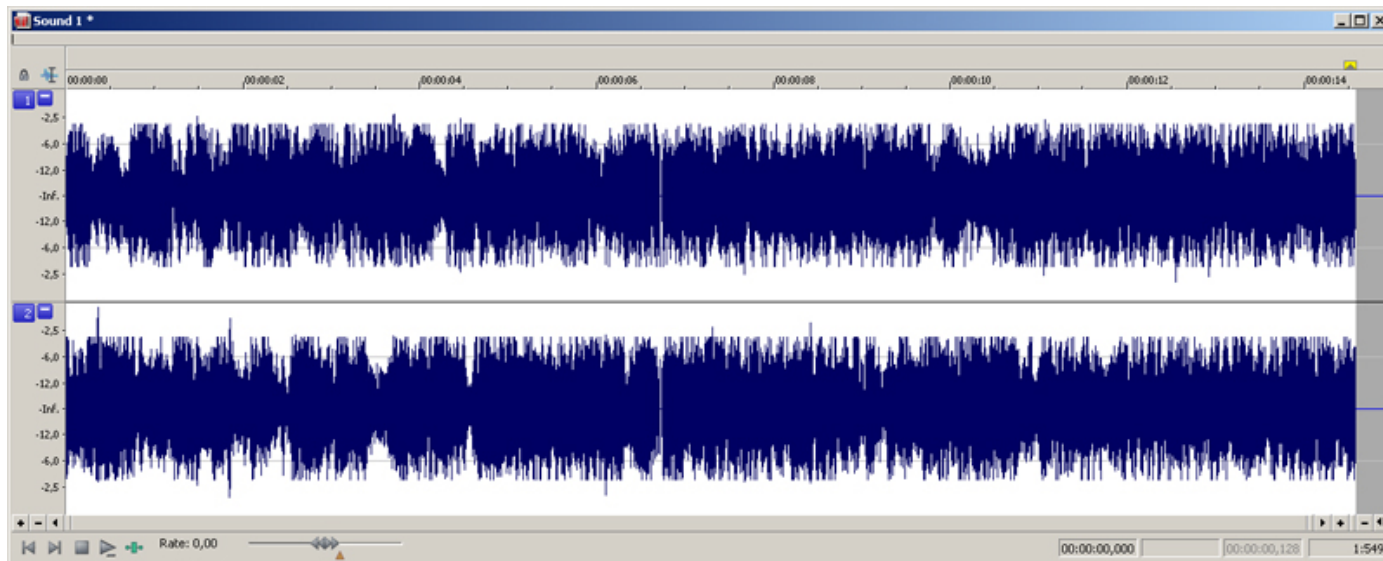


Figura 33

De quin efecte creus que s'ha abusat?

1. Compressor
2. Expansor
3. Reverberació
4. Porta de soroll

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 14

Amb el programa Audition, al so

[Ex3_original.wav](#)

li hem aplicat tres filtres: un filtre passabaix, un filtre passaalt i un filtre passabanda. A continuació, trobareu els sons resultat d'aplicar aquests filtres al so original:

[Ex3_modificat_1.wav](#)

[Ex3_modificat_2.wav](#)

[Ex3_modificat_3.wav](#)

Tenint en compte això:

1. Quin filtre creus que s'ha aplicat per a cada so?
2. Quines particularitats del so resultant t'han fet decidir el filtre del punt 1?
3. Creus que es podria deduir si s'ha fet servir un equalitzador gràfic o paramètric per a generar els sons modificats?

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 15

Obre l'arxiu d'àudio «[43555_dobroide_20071103-description-human.wav](#)» i fes els exercicis següents:

1. Converteix el fitxer d'àudio «[43555_dobroide_20071103-description-human.wav](#)» al format MP3 amb *bit rate* = 128 Kbps, 44.100 Hz.
2. Compara les mides dels fitxers de l'arxiu WAV original i l'MP3 generat.
3. Compara els espectrogrames dels fitxers WAV i MP3 i comenta les diferències que hi ha.
4. Detectes alguna diferència sonora entre el so WAV i el so MP3? Prova a reproduir-los amb diferents equips (altaveus i auriculars, per exemple).
5. Finalment, canvia la freqüència de mostreig de l'arxiu WAV a 22.050 Hz i explica breument en què consisteix el procés.

Exercicis proposats mòdul 2

Exercici 16

Quins avantatges i inconvenients hi ha entre digitalitzar un so a 48 KHz i 16 bits o fer-ho a 96 KHz i 24 bits?

Exercicis mòdul 3

Exercici 1

Enunciat

Per a commemorar el setanta-vuit aniversari del naixement de Robert Moog, Google va publicar un *doodle* inspirat en els seus instruments:

<https://www.google.com/doodles/robert-moogs-78th-birthday>.

1. Quin tipus de síntesi creus que fa servir aquest sintetitzador virtual?
2. En què es diferencia aquest tipus de síntesi i la síntesi per taula d'ones?
3. Comenta quines són les seccions principals d'aquest sintetitzador i analitza en detall les seccions «Oscilators» i «Filter». Relaciona els seus controls i funcionament amb els conceptes estudiats en la teoria del curs.

Exercicis mòdul 3

Exercici 1

Solució

1. Aquest sintetitzador virtual fa servir síntesi substractiva, i seria un exemple de sintetitzador digital que emula el so d'un sintetitzador analògic per a maquinari.

L'opció síntesi additiva la podem descartar ràpidament quan constatem que la secció «Oscil·ladors» conté només dos oscil·ladors. La síntesi additiva parteix del principi que qualsevol so es pot constituir a partir de la suma de components bàsics –que es poden generar amb oscil·ladors–, però per a aconseguir sons mínimament interessants cal un nombre elevat d'oscil·ladors.

La síntesi substractiva, en canvi, necessita menys oscil·ladors (els sintetitzadors per síntesi substractiva acostumen a tenir entre un i tres oscil·ladors). Aquests oscil·ladors han de ser capaços de crear ones d'espectre ric que seran filtrades per un conjunt de filtres, i que generaran el so final. Com podem veure en la figura 34, aquest sintetitzador desenvolupat per Google conté tots aquests elements. A més, si el toquem, ens adonarem que el so que produeix és el típic so d'un sintetitzador per a síntesi substractiva.



Tips

- Click on the doodle to activate "keyboard mode" and play sounds by typing.
- On US English keyboards, the qwerty and number rows emulate the order of synthesizer keys.
- To adjust knobs, click, click and drag up and down, or click and use the arrow keys.
- To record on a different track, click the track's volume meter.

Figura 34. Sintetitzador proposat per Google.

<https://www.google.com/doodles/robert-moogs-78th-birthday>

2. La síntesi per taula d'ona és un mètode de síntesi digital de so. Per tant, també es pot descartar ràpidament que aquest sintetitzador sigui un sintetitzador per taula d'ona, ja que –encara que tècnicament és un sintetitzador digital– emula un sintetitzador analògic.

Com ja hem comentat, els components bàsics de la síntesi substractiva són els oscil·ladors i els filtres. També hem vist, encara que té un funcionament diferent, que la síntesi additiva es basa en oscil·ladors capaços de generar ones simples (ones sinusoidals).

En canvi, la síntesi per taula d'ona és un mètode de síntesi completament diferent. Els sintetitzadors basats en aquest tipus de síntesi tenen emmagatzemats en la memòria petits fragments d'àudio digital de sons reals o electrònics, i generen el so combinant, repetint o filtrant els fragments.

Una característica important de la síntesi per taula d'ona és que, com que té enregistraments d'instruments reals en la seva memòria, esdevé un mètode ideal per a recrear els sons d'aquests instruments amb més facilitat i encert.

3. Aquest sintetitzador virtual es podria dividir en sis parts, començant pels controls superiors, d'esquerra a dreta hi ha les seccions:

- **Mixer:** permet controlar els nivells dels oscil·ladors per separat, així com el volum general de mescla dels tres oscil·ladors.
- **Oscillators:** secció amb tres oscil·ladors.
- **Filter:** secció amb un filtre amb sis controls.
- **Envelope:** envolupant d'amplitud que s'aplica sobre la mescla dels tres oscil·ladors un cop filtrada.
- **Modulation:** la roda de modulació permet manipular el so generat. També disposa d'un botó *on/off* per a activar o desactivar l'opció.
- **Teclat:** permet generar els sons. També es poden generar els sons des del teclat de l'ordinador.

A més, com a complement, el sintetitzador està connectat a un enregistrator de quatre pistes que ens permet enregistrar i reproduir el material posteriorment.

La secció «Oscillators» conté tres oscil·ladors, essent l'oscil·lador número 2, l'oscil·lador superior; l'oscil·lador número 1, l'oscil·lador del mig; i l'oscil·lador número 3, l'oscil·lador situat en la part inferior de la secció.

A més del control del nivell situat en la secció «Mixer», cadascun dels oscil·ladors té tres controls («Range», «Frequency» i «Waveform»), excepte el primer oscil·lador, que no disposa de «Frequency» (vegeu figura 35).

En detall, aquests paràmetres són els següents:

- **Range:** permet canviar l'octava de l'oscil·lador, és a dir, permet configurar-ne l'altura (*pitch*), però octava a octava.
- **Frequency:** permet modificar l'afinació de l'oscil·lador. Així com la freqüència de l'oscil·lador número 1 sempre estarà determinada per la tecla que es pressioni, els oscil·ladors 2 i 3 poden desafinar-se emulant el so dels sintetitzadors analògics per a maquinari clàssic.
- **Waveform:** permet seleccionar la forma d'ona de l'oscil·lador entre sis possibles opcions.

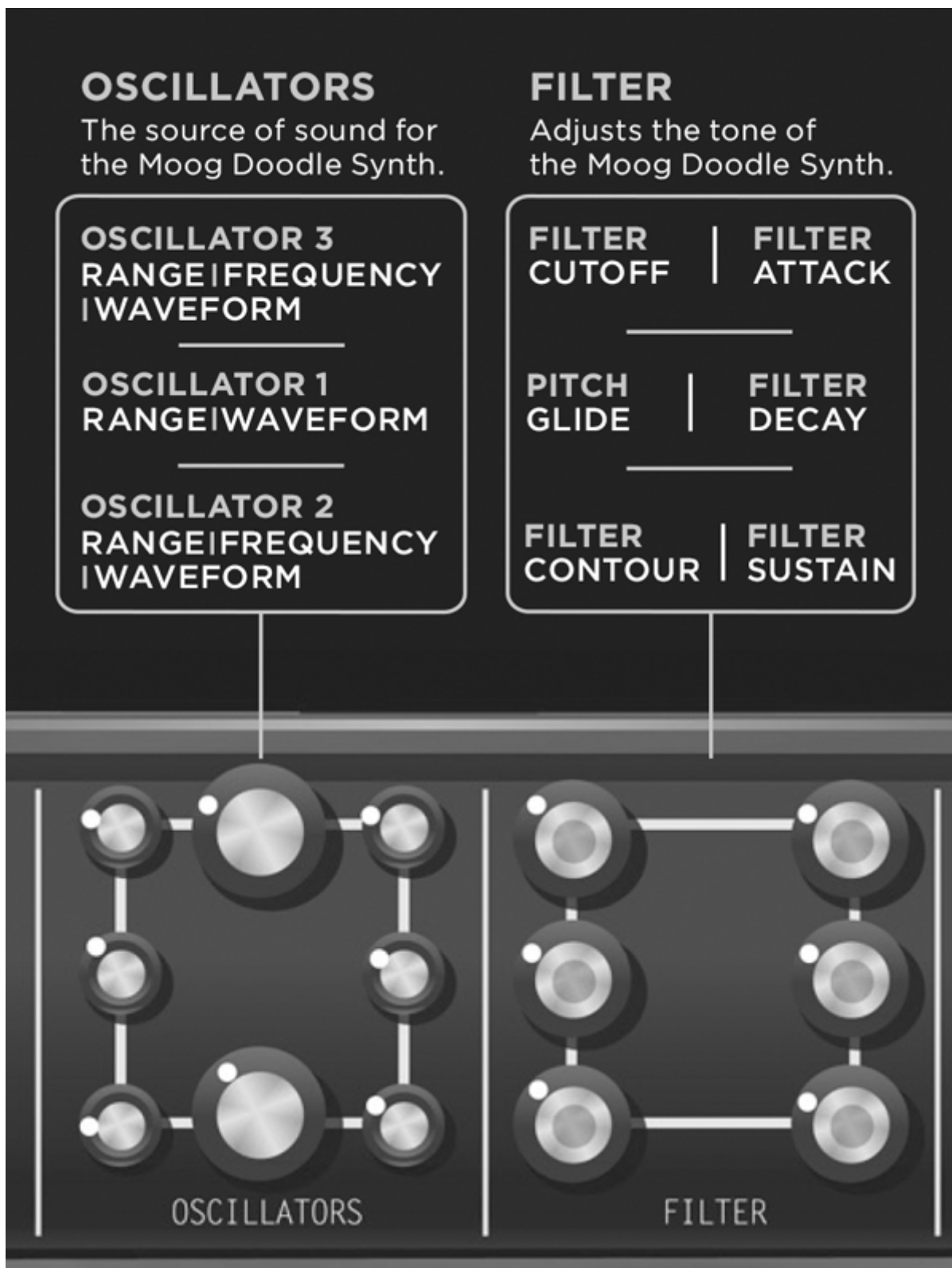


Figura 35. Oscil·ladors i filtres.

<http://googletricks.com/wp-content/google-doodles/moog-doodle-guide.pdf>

Pel que fa a la secció «Filter», està formada per un únic filtre de tipus passabaix. En detall, els seus controls són els següents (vegeu figura 35):

- **Cutoff:** és la freqüència de tall a partir de la qual actua el filtre.
- **Glide:** controla la quantitat de portament entre les notes que es van tocant. Un valor alt de *glide* genera una transició del *pitch* entre les diferents notes (la veu pot crear aquest efecte), mentre que un valor de *glide* igual a zero genera notes discontinües en termes de *pitch* (quan es toquen les tecles d'un piano).
- **Contour:** controla la quantitat d'envolupant que s'aplica en el filtre (vegeu pròxim control).

- **Envolupant ADS:** els tres controls que hi ha a la dreta del filtre són *attack*, *decay* i *sustain*, d'una envolupant que modifica el *cutoff* del filtre al llarg del temps. Un filtre que vagi modificant el *cutoff* al llarg del temps acostuma a generar sons més interessants que un filtre amb un *cutoff* fixe.

Exercicis mòdul 3

Exercici 2

Enunciat

Obrir el sintetitzador en línia <https://stuartmemo.com/synth/>.

Activar només un dels tres oscil·ladors. Analitzar en detall el funcionament del «Volume Filter», que genera una envoltent d'amplitud del tipus ADSR.

Nota: el sintetitzador no funciona amb tots els navegadors. Perquè funcioni, ha de poder carregar un teclat en la part inferior dels controls, que es pot tocar amb el ratolí o amb les tecles «ASDF...L» i veïnes.

Exercicis mòdul 3

Exercici 2

Solució

La imatge del sintetitzador completament carregat en un navegador és el que es mostra en la figura 36.

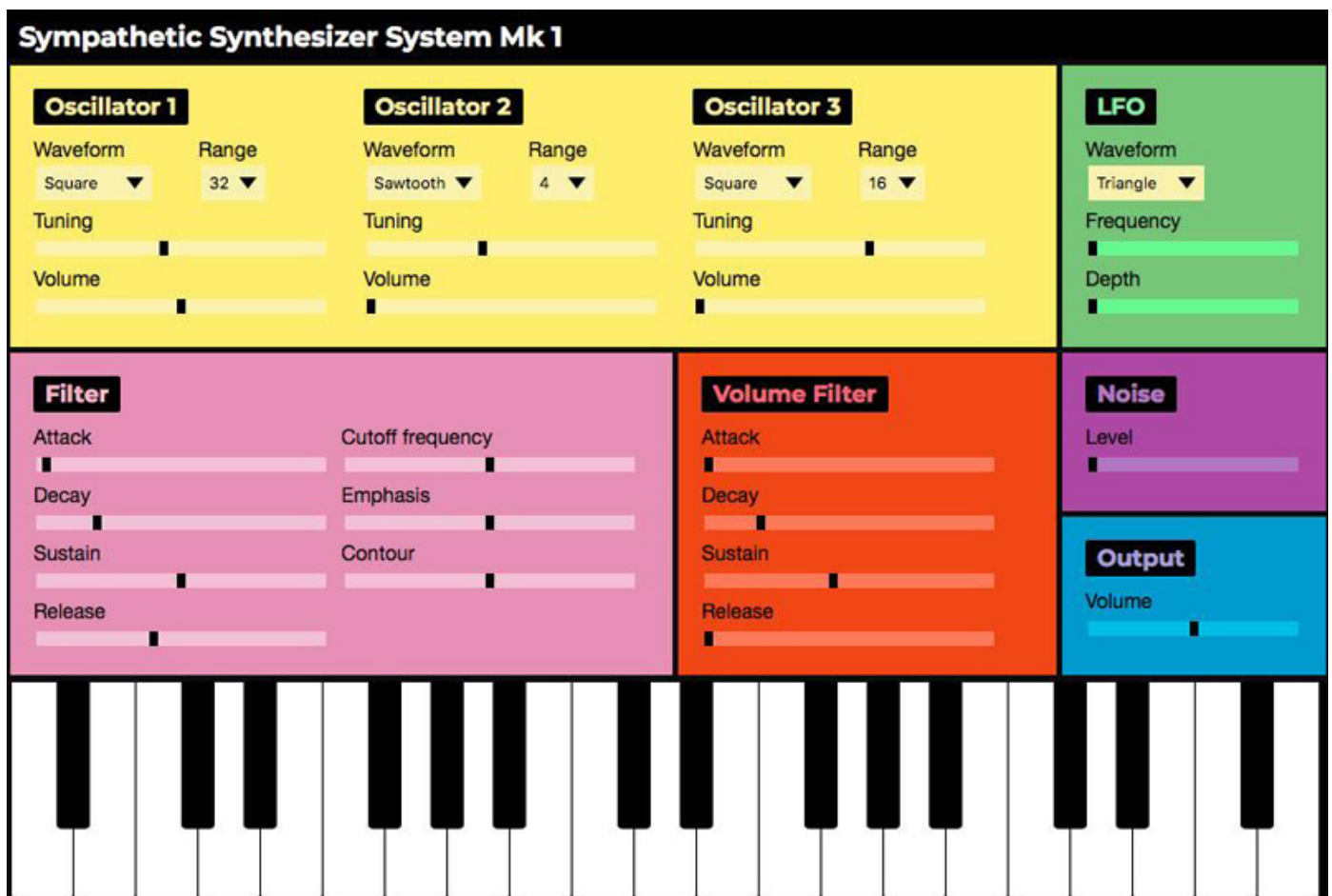


Figura 36. Sintetitzador carregat correctament.

Per a activar només un dels sintetitzadors, cal posar el *fader* dels «Oscillator2» i «Oscillator3» a zero (a l'esquerra de tot). A partir d'aquí, si es prem la seqüència de tecles «asdfghjk» s'escolta l'escala major de do. La seqüència de tecles «we» i «tyu» fan sonar les notes negres del teclat.

Per a canviar d'octava, cal modificar el *range* de freqüències i seleccionar un dels números (32, 16, 8, 4 o 2) per a aconseguir que el teclat es mogui successivament per octaves de greu a agut.

El menú de *waveform* permet seleccionar la forma d'ona generada (triangular, dent de serra i triangular) amb les diferents distribucions espectrals que implica cadascuna (és a dir, diferents timbres).

Tal com indica l'enunciat, la secció «Volume Filter» no és res més que un generador d'envolvents ADSR. La corba ADSR, de manera genèrica, conté quatre paràmetres, que són els següents:

- **Atac (*attack*):** l'atac d'un so d'un instrument es produeix en el moment de començar o atacar la nota. Es pot dir que és el temps que triga el so des que comença fins que arriba a la màxima amplitud. Es mesura en segons.
- **Decaïment (*decay*):** després de l'atac hi ha una atenuació del so. El decaïment és el temps que triga el so a passar del volum màxim (final de l'atac) i el manteniment. Es mesura en segons.
- **Manteniment (*sustain*):** correspon al nivell de so en la zona estable del so. Durant el manteniment, el timbre i el volum del so romanen constants. La durada del manteniment no es pot conèixer *a priori*, ja que dependrà del temps que l'usuari premi la tecla. Així, doncs, el manteniment és una mesura de nivell (volum) del so en la seva part estable i contínua, que es mesura en percentatge o en decibels (dB). Un instrument de percussió no té part de manteniment.

- **L'extinció o l'alliberament (*release*):** és el temps que triga el so en desaparèixer un cop alliberada la tecla del sintetitzador. En el cas de l'orgue d'una església (prenent com a instrument el conjunt orgue-església, amb la reverberació), seria el temps que passa entre que l'organista deixa de prémer una tecla i que el so de l'església s'atenua totalment, que pot ser d'uns segons.

Amb els paràmetres per defecte del «Volume Filter» s'obté un so sec, amb un atac molt ràpid, un nivell de manteniment força alt i una extinció també immediata. És la resposta més directe de prémer una tecla: quan es prem, sona, i quan es deixa de prémer, no sona.

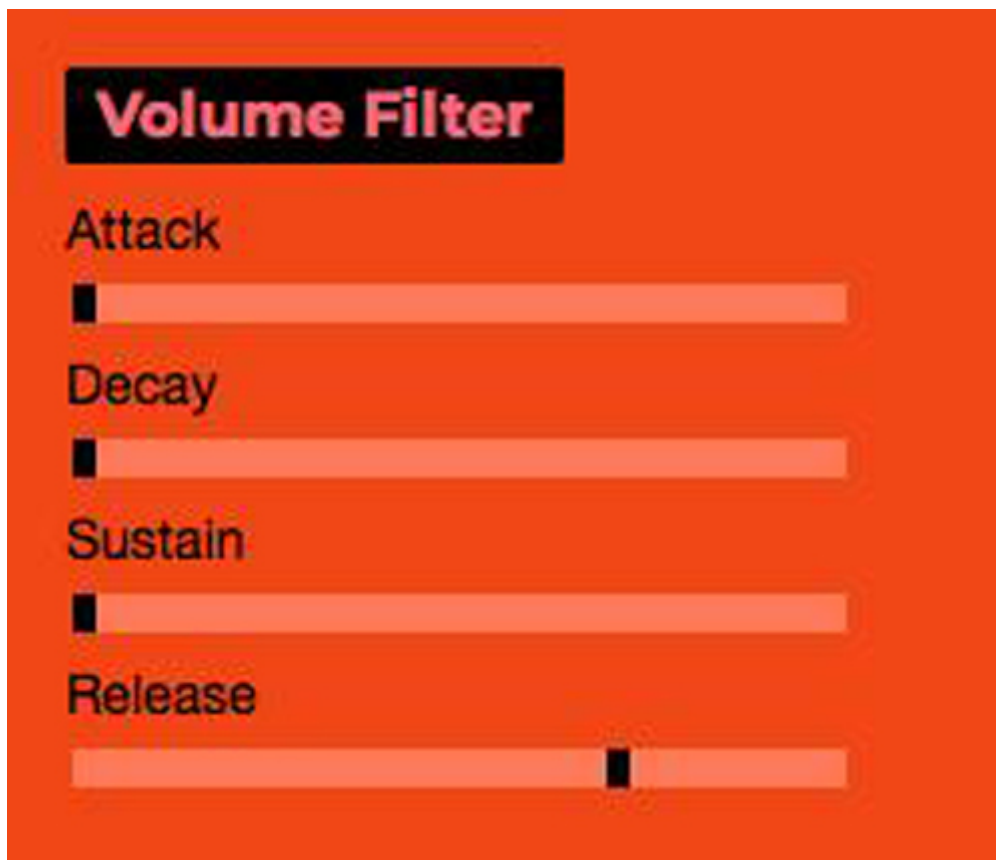


Figura 37. Configuració del «Volume Filter» per a obtenir un so de percussió.

Si es modifica la situació inicial i es proposa un decaïment i manteniment nuls i una extinció llarga, el comportament serà com el d'un instrument de percussió: només hi ha atac i extinció. La figura 37 mostra la configuració proposada.

Exercicis mòdul 3

Exercici 3

Enunciat

Què és un oscil·lador controlat per voltatge? Quina n'és la funció en un sintetitzador analògic?

Exercicis mòdul 3

Exercici 3

Solució

Un oscil·lador controlat per voltatge (VCO) és un generador de forma d'ona, la freqüència del qual està controlada per l'amplitud (tensió, en volts) d'un senyal «extern» (tot i que pot ser generat pel sintetitzador mateix, en un altre mòdul). La freqüència d'aquest oscil·lador pot ser a freqüència LFO (baixa freqüència) o a freqüència d'àudio (freqüència audible). En el primer dels casos, el més comú, el VCO s'utilitza per a modular, per exemple, la freqüència d'un senyal portador en el que s'anomena «**Sintesi FM**», modificant el timbre del so generat. En el segon dels casos, la tensió donada modifica directament l'altura del senyal sintetitzat i permet un control més directe de la freqüència percebuda. La figura 38 mostra un exemple de VCO.



Figura 38. Exemple de VCO virtual.

Font: imatge de synthesizeracademy.com/

Quan s'utilitza com a modulador (tant si és de freqüència com d'amplitud, o cap a algun paràmetre d'un generador d'envoltent ADSR), l'amplitud del senyal del VCO s'acostuma a anomenar **depth**, o profunditat, ja que indica amb quina intensitat es modula el paràmetre. Per exemple, si s'utilitza per a una modulació en freqüència d'un *vibrato*, l'amplitud de l'LFO determina si el *vibrato* va mig, un o dos semitons amunt i avall. D'altra banda, la freqüència del senyal del VCO s'acostuma a anomenar **rate**, ja que indica a quin ritme es produeix la modulació. Per exemple, si s'utilitza per a fer una modulació en freqüència d'un *vibrato*, la freqüència de l'LFO determina quantes pujades i baixades de freqüència fonamental per segon tindrà el so final.

Finalment, cal dir que aquestes modulacions poden ser sinusoidals (en l'exemple anterior sonaria com un *vibrato* d'un cantant), amb senyals quadrats (es podria percebre una mica com el so d'una sirena, en dues freqüències diferents i constants), etc.

Exercicis mòdul 3

Exercici 4

Enunciat

Què és un LFO? En la síntesi additiva, els diferents harmònics són generats per un LFO?

Exercicis mòdul 3

Exercici 4

Solució

En un sintetitzador, un LFO (*Low Frequency Oscillator*) és un oscil·lador que genera ones (generalment, sinusoidals, triangulars o quadrades) en freqüències més baixes que les freqüències audibles. Aquests senyals de baixa freqüència s'utilitzen generalment per a modular altres paràmetres, com per exemple, l'amplitud d'un altre senyal (creant, per exemple, un efecte de trèmolo) o la freqüència (creant, per exemple, un efecte de vibrato, o una modulació FM per a aconseguir diferents timbres d'un so). Generalment, l'amplitud del senyal provinent de l'LFO es coneix com a *depth* de la modulació, mentre que la freqüència es coneix com a *rate*. En funció de la forma d'ona, el *depth* i el *rate*, les possibilitats de generar diferents sons utilitzant un LFO són infinites. La figura 39 mostra un detall d'un sintetitzador que té un LFO.



Figura 39. Detall d'un sintetitzador amb un LFO.

Font: imatge de blog.landr.com

Els LFO, tot i que poden arribar a generar freqüències de fins a 100 Hz, que ja entren dins del marge audible, no s'utilitzen en síntesi additiva. S'utilitzen per a controlar paràmetres dels oscil·ladors, però no com a oscil·ladors pròpiament, que són els que s'utilitzen en la síntesi additiva, generalment sintonitzats en freqüències múltiples d'una fonamental.

Exercicis mòdul 3

Exercici 5

Enunciat

És possible generar el so d'un oboè amb sintetitzadors de síntesi additiva? I de síntesi per taula d'ona?

Exercicis mòdul 3

Exercici 5

Solució

A priori, la resposta a les dues preguntes plantejades seria afirmativa. Ara bé, se'n poden matisar força detalls.

Si s'analitza l'espectre del so d'una nota de l'oboè, s'observa que és un so ric en harmònics, i que els té tots: parells i senars. La figura 40 mostra l'espectre simplificat del so d'una nota d'oboè.

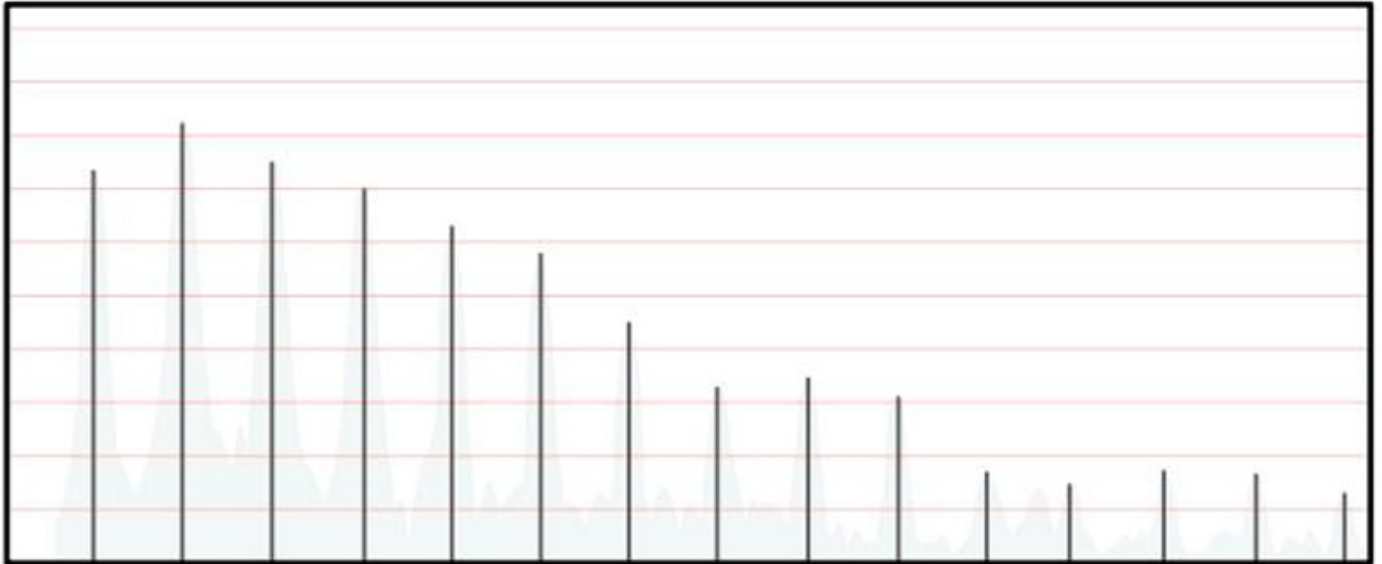


Figura 40. Espectre simplificat de la nota d'un oboè tocant C5, *mezzo forte*.

Font: Paul Clift, Adrien Mamou-Mani, René Caussé (2015). «Extending Brass & Woodwind Instruments with Acoustic-Aggregate-Synthesis». Proceedings of the 41st International Computer Music Conference 2015 (ICMC). Denton, Texas: EUA.

Com a curiositat, i com passa amb molts instruments, s'observa que la fonamental no és el component freqüencial amb més amplitud.

Tot i que l'amplitud dels harmònics decreix ràpidament, cal sintetitzar-los tots, des de la fonamental fins a un nombre prou elevat segons la qualitat final desitjada. Per això, cal un nombre elevat d'oscil·ladors. Avui dia és difícil i cal poder disposar de tants oscil·ladors i sincronitzar-los, tret que es faci amb un ordinador. La potència de càlcul és suficientment elevada com per a generar el so d'uns 15 o 20 oscil·ladors, tots a freqüències i amplituds diferents. Però això no treu que sigui un procés computacionalment car. Es pot aconseguir, sí, però consumirà força recursos. A favor seu té que l'amplitud dels harmònics decau ràpidament i, així, tot i que s'hagi de sintetitzar els harmònics parells i senars, amb «pocs» oscil·ladors, n'hi haurà prou.

D'altra banda, per a sintetitzar el so de l'oboè mitjançant una taula d'ona cal enregistrar-lo i emmagatzemar un (o més d'un) període de la forma d'ona, i llegir-lo repetidament (mode bucle) a una velocitat que dependrà de la nota desitjada: si la nota que ha de sonar és més aguda, la velocitat de lectura serà més elevada, ja que la freqüència de la fonamental és més elevada). Es pot enregistrar des d'un sol període (teoria de la síntesi amb taula d'ona entesa al peu de la lletra) fins a molts períodes. En aquest cas, si per exemple el so enregistrat té una durada de 0,5 s, en comptes d'un sintetitzador per taula d'ona s'utilitza un *sampler*. Sigui com sigui, amb aquesta tècnica s'obté un so més realista que l'anterior, i de manera més econòmica des del punt de vista computacional. Ara bé, no es té cap control sobre l'espectre en cas que s'hi vulguin implementar petites modificacions en funció del volum de la nota, fet que passa en la realitat, i que sí que es pot fer fàcilment amb la síntesi additiva.

Com a conclusió, cal dir que el so d'un oboè es pot aconseguir amb les dues tècniques proposades per l'enunciat, i que totes dues tenen avantatges i inconvenients. Tanmateix, potser la millor manera de sintetitzar un so d'oboè és amb síntesi substractiva o, fins i tot, amb síntesi per FM. Però això ja serien figures d'un altre paner.

Exercicis mòdul 4

Exercici 1

Enunciat

Comenta un cas real de música objectiva i de música subjectiva d'algun fragment de pel·lícula. Descriu-lo breument i justifica'n la resposta. (**Nota:** els casos no han de ser inventats. Cal citar l'escena de la sèrie o de la pel·lícula.)

Exercicis mòdul 4

Exercici 1

Solució



Figura 41. Fotograma de la pel·lícula *El pont sobre el riu Kwai*.

La música objectiva és la música que forma part directa de l'acció d'una escena. Com a exemple, es pot citar l'escena de la pel·lícula *El pont sobre el riu Kwai* en què es visualitza l'entrada al camp de concentració japonès de les tropes del coronel Nicholson mentre xiulen la coneguda melodia. S'observa com la música s'integra perfectament en l'acció i en forma part. La figura 41 mostra un fotograma de l'escena proposada.



Figura 42. Fotograma de la sèrie *Black Mirror*.

La música subjectiva és la música que acompanya i ajuda a situar l'espectador dins de l'escena, però que no forma part directa de l'acció. En aquest cas, es pot agafar com a exemple el primer capítol de la tercera temporada la sèrie *Black Mirror*, titulat *Nosedive* (caiguda en picat). En aquesta escena s'observa la protagonista en una terrassa, demanat un cafè i prenent-se'l, i fent una foto per a compartir-la a les xarxes socials. La música que sona no està lligada en cap cas a l'acció, i l'únic objectiu és crear un clima de falsa felicitat. La figura 42 mostra un fotograma de l'escena proposada.

Trecho do Episódio 01 da 3ª Temporada de Black Mirror



Exercicis mòdul 4

Exercici 2

Enunciat

Comenta un cas real d'efecte objectiu i d'efecte subjectiu d'algun fragment de pel·lícula. Descriu-lo breument i justifica'n la resposta. (**Nota:** els casos no han de ser inventats. Cal citar l'escena de la sèrie o de la pel·lícula.)

Exercicis mòdul 4

Exercici 2

Solució



Figura 43. Escena de la pel·lícula *El bo, el lleig i el dolent*.

Els efectes de so objectius són els que formen part directa de l'acció d'una escena. En la pel·lícula *El bo, el lleig i el dolent*, en l'escena del duel final, els sorolls de les pistoles, tant dels trets com dels carregadors, són efectes objectius, ja que formen part de l'acció directa de l'escena. En teoria, els sentiríem si fóssim presents en l'escena real, tot i que potser s'han incorporat a la banda sonora *a posteriori*, a l'estudi, però conceptualment són efectes objectius. La figura 43 mostra un fotograma de l'escena proposada.





Figura 44. Escena de la película *L'impossible*.

Els efectes de so subjectius no són conseqüència directa de l'acció d'una escena. En la pel·lícula *L'impossible* (*), just abans que arribi el tsunami se senten uns sons greus que, tot i que no sorgeixen de l'escena, indiquen a l'espectador que alguna cosa molt greu és a punt de passar. La figura 44 mostra un fotograma de l'escena proposada.



Exercicis mòdul 4

Exercici 3

Enunciat

Comenta la diferència entre els conceptes de banda sonora, banda musical i banda internacional.

Exercicis mòdul 4

Exercici 3

Solució

La banda sonora és la pista d'àudio que combina tots els elements de la producció, incloent-hi música, efectes, veus i altres elements sonors. La banda musical, estrictament parlant, és la pista d'àudio que conté només la música. És habitual, però, confondre la banda musical amb el que col·loquialment anomenem la **banda sonora de la producció**. Finalment, la banda internacional fa referència a la unió de les pistes de música, efectes de so i altres elements sonors, excloent-hi les veus. Dit d'una altra manera, a la banda internacional hi ha tots els elements que componen la banda sonora excepte les veus, ja que cada país inclou les seves en el procés de doblatge.

Exercicis mòdul 4

Exercici 4

Enunciat

Què és i quins paràmetres té en compte una llicència Creative Commons?

Exercicis mòdul 4

Exercici 4

Solució

La llicència Creative Commons protegeix l'obra artística tenint en compte els següents criteris, que poden ser inclosos o no segons la voluntat de l'autor:

- **Reconeixement:** cal reconèixer l'autoria de l'autor. Aquest paràmetre ha d'estar sempre present.
- **Ús comercial:** l'autor pot especificar si permet que la seva obra sigui utilitzada o no amb finalitats comercials.
- **Obres derivades:** l'autor pot especificar si permet la creació de noves obres a partir de la seva, o si cal mantenir l'obra original immodificable.
- **Compartir igual:** en cas de permetre obres derivades, l'autor pot especificar que les obres que se'n derivin tinguin el mateix tipus de llicència Creative Commons, o no.

Exercicis mòdul 4

Exercici 5

Enunciat

Enumera diferents maneres d'obtenir la música per a un producte audiovisual, i comenta els avantatges i els inconvenients de cadascuna.

Exercicis mòdul 4

Exercici 5

Solució

Els efectes de so es poden obtenir a partir de:

- biblioteques de so,
- enregistraments d'ambient en directe, o
- efectes reproduïts o sintetitzats *ad hoc*.

Les biblioteques de so presenten la facilitat que poden utilitzar-se indiscriminadament, sense haver d'enregistrar prèviament, i que els sons estan molt ben classificats. Com a inconvenients, es pot remarcar que els sons de la biblioteca són limitats, i que cal pagar una llicència.

Els enregistraments en directe tenen l'avantatge que poden correspondre al mateix escenari on s'ha rodat una escena, creant un ambient més realista. En canvi, però, cal enregistrar l'efecte i processar-lo, procés que és més lent que no pas utilitzar un so de biblioteca. Cal dir que en les biblioteques també hi ha enregistraments d'ambient en directe.

Finalment, els efectes reproduïts o sintetitzats tenen l'avantatge que no hi ha límit pel que fa a la creativitat, però el procés per a l'obtenció dels sons pot arribar a ser molt tediós. És relativament fàcil enregistrar i crear l'efecte de la fricció de la roba d'una persona quan seu al sofà, però pot ser molt difícil sintetitzar el so d'un cotxe en moviment de manera realista.

Exercicis mòdul 4

Exercici 6

Enunciat

Explica dues situacions en què cal recórrer al doblatge per la necessitat d'aplicar-hi algun efecte de so.

Exercicis mòdul 4

Exercici 6

Solució

La primera situació podria ser l'enregistrament d'una conversa telefònica en què, si bé un dels dos interlocutors pot enregistrar-se en directe, el segon ha d'enregistrar-se *a posteriori*, durant un procés de doblatge, i aplicar-hi un filtre telefònic per a donar realisme a l'escena. Una altra situació podria ser la simulació de dos interlocutors que són a una certa distància, en la qual limitarem el nivell de so i potser aplicarem un filtre per a simular l'efecte.

Exercicis mòdul 5

Exercici 1

Enunciat

Quines diferències conceptuals hi ha entre SoundCloud i Audiotool?

Exercicis mòdul 5

Exercici 1

Solució

Són dues eines molt diferents. Audiotool és una eina en línia per a crear peces musicals a partir de sintetitzadors i de mostres d'àudio i compartir-ho a la xarxa. En canvi, SoundCloud està pensat únicament per a compartir àudio a la xarxa, posant èmfasi en les xarxes socials. Dit d'una altra manera, Audiotool se centra en el procés de creació (un procés que pots compartir), mentre que SoundCloud se centra en la compartició de l'àudio.

Exercicis mòdul 5

Exercici 2

Enunciat

Quines diferències conceptuals hi ha entre SoundCloud i GISS TV?

Exercicis mòdul 5

Exercici 2

Solució

Són dues eines molt diferents. SoundCloud és una eina en línia per a compartir àudio (produït *a priori*) a la xarxa, posant èmfasi en les xarxes socials. En canvi, GISS TV és una eina pensada per a reproduir àudio a temps real mitjançant *streaming*, sense dedicar gaire esforços en les xarxes socials.

Exercicis mòdul 5

Exercici 3

Enunciat

Com ho faries per a penjar una collecció de deu sons, de cinc segons, en una pàgina web?

Exercicis mòdul 5

Exercici 3

Solució

Per a posar sons a la xarxa hi ha diferents opcions, com ara penjar-los directament en el servidor (SoundCloud), o utilitzar un servidor de reproducció en continu (*streaming*). Com que són sons curts, la idea de l'*streaming* perd força, i podríem debatre entre penjar-los directament en la web o posar-los a SoundCloud. Si l'usuari a qui va destinada la web no està acostumat a navegar per SoundCloud i no hi ha molt de trànsit en el servidor, potser és millor penjar-los directament en el servidor utilitzant les eines que l'HTML5 ens dona (insistent en la curta durada dels fitxers). Si preveiem molt de trànsit, o si fossin fitxers més pesants, el SoundCloud seria l'opció perfecte.

Exercicis mòdul 5

Exercici 4

Enunciat

Proposa tres inconvenients d'utilitzar fitxers MP3 en comptes de WAV en el tractament d'àudio.

Exercicis mòdul 5

Exercici 4

Solució

Tot i que el principal avantatge del format MP3 és la poca grandària per l'ús d'algorismes de compressió d'àudio, no sempre tot són avantatges.

En primer lloc, el principal desavantatge és que el format MP3 és un format amb pèrdues. És cert que en les codificacions més elevades (p. ex., a partir de 256 Kbps) aquestes pèrdues són pràcticament imperceptibles, però el nivell de compressió és més baix. En resum, com més comprimit, menys qualitat. D'altra banda, un altre inconvenient és que el procés de compressió i de descompressió requereix un temps important. Avui dia comprimir o descomprimir un tema amb els ordinadors és molt ràpid, però cal pensar què passa en una sessió d'enregistrament de trenta-dues o més pistes d'àudio sonant alhora, mentre l'ordinador també reproduceix un vídeo de manera sincrònica. En els casos que l'ordinador va al límit de la seva capacitat, és millor no treballar amb fitxers MP3. Per últim, cal pensar que el format MP3 és un format propietari, que vol dir que no és un codi obert ni gratuït, i que per a distribuir música en aquest format cal abonar unes taxes als creadors (Fraunhofer Institutes). De fet, els drets de la patent van expirar el passat 16 d'abril del 2017, així que ara ja no cal pagar taxes.

Exercicis resolts mòdul 7

Exercici 1

Enunciat

En aquest exercici, implementarem un programa amb «Processing» i «Minim» que permeti experimentar amb les interferències constructives i destructives. Per a fer-ho, començarem generant un senyal sinusoidal de freqüència 440 Hz, que no serà el mateix en els dos canals:

1. En el canal esquerre, aquest to pur tindrà la freqüència fixe de 440 Hz i amplitud 0,5. Podeu fer servir l'objecte «Pan» per a dirigir el to pur al canal esquerre.
2. En el canal dret, el to pur també tindrà la freqüència 440 Hz, però l'amplitud podrà anar entre 0 i 0,5, segons el moviment vertical del ratolí. També controlarem la fase del to pur amb el moviment horitzontal del ratolí. El mètode «setPhase» de l'objecte «Oscil» us pot ajudar a configurar aquest comportament.
3. L'aplicació ha de mostrar simultàniament tres formes d'ona: una per cada canal, i la suma dels dos senyals.

Nota: En aquest i altres exercicis de «Processing» és probable que les formes d'ona es moguin molt ràpidament i sigui difícil apreciar-ne la forma. Per a corregir aquest comportament, afegiu al programa una funció «KeyPressed» i modifiqueu lleugerament la freqüència dels dos tons purs, en passos de 0,5 o 1 Hz, amunt o avall amb les tecles «+» i «-». Aquests petits canvis de freqüència faran que la imatge quedi més estable en la pantalla.

Exercicis resolts mòdul 7

Exercici 1

Solució

```
/**
 * Minim. Exercici resolt número 1
 * Francesc Martí, martifrancesc@uoc.edu, 27-09-2018
 *
 */

// Importem els paquets necessaris de la biblioteca «Minim»
import ddf.minim.*;
import ddf.minim.ugens.*;
import ddf.minim.spi.*;

// Definim els objectes i variables del programa
Minim minim;
AudioOutput out;
Oscil wave1, wave2;
Pan pan1, pan2;
float ampWave2, phaseWave2;
float freq;
PFont f;

void setup() {
  size(512, 360);

  // Inicialitzem els objectes i les variables
  minim = new Minim(this);
  out = minim.getLineOut(Minim.STEREO, 512);
  freq = 440.0;
  wave1 = new Oscil( freq, 0.5, Waves.SINE);
  wave2 = new Oscil( freq, 0.5, Waves.SINE);

  // Els objectes «Pan» ens permetrà enviar un dels oscil·lador al canal dret i l'altre al canal esquerre
  pan1 = new Pan(-1);
  pan2 = new Pan(1);

  // Connectem els objectes
  // Un senyal l'enviem al canal dret i l'altre al canal esquerre
  wave1.patch(pan1).patch(out);
  wave2.patch(pan2).patch(out);

  // Creem la font que farem servir per a mostrar text en la finestra del programa
  f = createFont("Arial", 12, true);
  textFont(f);
  fill(0);
}

void draw() {
  background(255);
}
```

```

// El text a mostrar en la finestra del programa
text("Canal esquerre", 10, 20);
text("Canal dret", 10, 120);
text("Suma dels dos canals", 10, 220);

// Dibuix de les formes d'ona
for (int i = 0; i < out.bufferSize() - 1; i++)
{
// Dibuix del canal esquerre
line(i, 60 + out.left.get(i)*50, i+1, 60 + out.left.get(i+1)*50);
}
for (int i = 0; i < out.bufferSize() - 1; i++)
{
// Dibuix del canal dret
line(i, 160 + out.right.get(i)*50, i+1, 160 + out.right.get(i+1)*50);
}
for (int i = 0; i < out.bufferSize() - 1; i++)
{
// Dibuix de la suma dels canals esquerre i dret
line(i, 280 + out.mix.get(i)*100, i+1, 280 + out.mix.get(i+1)*100);
}
}

// Amb el ratolí controlarem l'amplitud i la fase de wave2
void mouseMoved()
{
// Control de l'amplitud del senyal wave2
ampWave2 = map (mouseY, 0, height, 0.5, 0);
wave2.setAmplitude(ampWave2);

// Control de la fase del senyal wave2
phaseWave2 = map (mouseX, 0, width, 0.5, 1);
wave2.setPhase(phaseWave2);
}

// Des del teclat modificarem lleugerament la freqüència dels dos tons purs
// Això permetrà establir la imatge de les formes d'ona en la pantalla
void keyPressed()
{
switch(key)
{
case '+':
freq=freq+1;
break;
case '-':
freq=freq-1;
break;
default:
break;
}
// Apliquem els canvis en les dues ones
wave1.setFrequency(freq);
wave2.setFrequency(freq);
}

```



Exercicis resolts mòdul 7

Exercici 2

Enunciat

En aquest exercici, farem un programa que permeti a l'usuari experimentar i entendre el concepte de sonoritat. Generarem un programa que emeti un to pur sempre amb la mateixa intensitat, però diferent freqüència. Així l'usuari podrà percebre com canvia la sensació sonora de sons amb el mateix nivell d'intensitat.

Per a realitzar el programa seguirem els següents passos:

1. Generarem un to pur de freqüència 1.000 Hz i amplitud 0,5.
2. Controlarem la freqüència del to pur amb el moviment horitzontal del ratolí, podent variar des de 20 Hz (quan el punter del ratolí estigui a l'esquerra de la finestra programa) fins a 20 KHz (quan el punter estigui a la dreta).
3. Com que l'aplicació mostrarà la forma d'ona del senyal que es genera, anàlogament al primer exercici, afegirem al programa una funció «KeyPressed» que permeti controlar el moviment del gràfic de la forma d'ona amb les tecles «+» i «-».
4. Finalment, l'aplicació també haurà de mostrar l'espectre del senyal, ja que això permetrà a l'usuari veure com senyals del mateix nivell d'intensitat tenen sonoritats diferents.

Exercicis resolts mòdul 7

Exercici 2

Solució

```
/**
 * Minim. Exercici resolt número 2
 * Francesc Martí, martifrancesc@uoc.edu, 27-09-2018
 *
 */

// Importem els paquets necessaris de la biblioteca «Minim»
import ddf.minim.*;
import ddf.minim.ugens.*;
import ddf.minim.spi.*;
import ddf.minim.analysis.*;

// Definim els objectes i les variables del programa
Minim minim;
AudioOutput out;
Oscil wave;
float freq;
FFT fft;
PFont f;

void setup() {
  size(512, 450);

  // Inicialitzem els objectes i les variables
  minim = new Minim(this);
  out = minim.getLineOut(Minim.STEREO, 512);
  freq = 1000;
  wave = new Oscil( freq, 0.5, Waves.SINE);
  fft = new FFT( out.bufferSize(), out.sampleRate());

  // Connectem els objectes
  wave.patch(out);

  // Creem la font que farem servir per a mostrar text en la finestra del programa
  f = createFont("Arial", 12, true);
  textFont(f);
  fill(0);
}

void draw() {
  background(255);

  // Dibuixarem la forma d'ona i l'espectre en blau

  stroke(0, 0, 255);

  // El text a mostrar en la finestra del programa
  text("To pur amb intensitat constant: 0.5" , 10, 20);
```



```

text("Freqüència: " + freq + " Hz.", 10, 36);

// Dibuix de la forma d'ona
strokeWeight(1);
for (int i = 0; i < out.bufferSize() - 1; i++)
{
line(i, 180 + out.mix.get(i)*100, i+1, 180 + out.mix.get(i+1)*100);
}

// Aquesta funció analitzarà i dibuixarà els espectres
drawFTP();
}

void drawFTP() {
// Fem l'anàlisi fft sobre el buffer mix
fft.forward(out.mix);

// Dibuixem l'espectre
strokeWeight(2);
for (int i = 0; i < fft.specSize(); i++)
{
line( 2.2*i, height, 2.2*i, height - fft.getBand(i) );
}
}

// Amb el ratolí controlarem la freqüència del senyal
void mouseMoved()
{
// Control de la freqüència de l'ona
// Aquesta pot anar dels 20 Hz fins als 20 KHz
freq = map(mouseX, 0, width, 20, 20000);
wave.setFrequency(freq);
}

// Des del teclat, modificarem lleugerament la freqüència dels dos tons purs
// Això permetrà establir la imatge de les formes d'ona en la pantalla
void keyPressed()
{
switch(key)
{
case '+':
freq=freq+1;
break;
case '-':
freq=freq-1;
break;
default:
break;
}
wave.setFrequency(freq);
}
}

```


Exercicis resolts mòdul 7

Exercici 3

Enunciat

En aquest exercici, diferenciarem entre els sons harmònics i el soroll. La diferència principal és que els sons harmònics tenen clarament definida una freqüència fonamental i uns harmònics, mentre que en el soroll no hi ha cap freqüència predominant o contingut harmònic de certa rellevància.

Per a visualitzar aquest fenomen, obrirem dos fitxers preenregistrats: un amb una melodia harmònica i l'altre amb un soroll:

1. Utilitzant l'objecte «AudioPlayer», obriu els fitxers «[music_box](#)» i «[noise.wav](#)», i reproduïu-los alhora.
2. Amb el moviment horitzontal del ratolí, controleu el volum dels dos fitxers: a l'esquerra del tot sonarà només el fitxer «[music_box](#)», mentre que a la dreta del tot sonarà només el fitxer «[noise.wav](#)».
3. Dibuixa per pantalla les formes d'ona i els espectres dels dos sons en relació amb allò que sona. És a dir, quan el ratolí estigui a l'extrem esquerre de la finestra caldrà visualitzar només la forma d'ona i l'espectre del so «[music_box](#)», i quan el ratolí estigui a l'extrem dret només la forma d'ona i espectre del so «[noise.wav](#)».

Exercicis resolts mòdul 7

Exercici 3

Solució

```
/**
 * Minim. Exercici resolt número 3
 * Francesc Martí, martifrancesc@uoc.edu, 28-09-2018
 *
 */

// Importem els paquets necessaris de la biblioteca «Minim»
import ddf.minim.*;
import ddf.minim.ugens.*;
import ddf.minim.spi.*;
import ddf.minim.analysis.*;

// Definim els objectes i les variables del programa
Minim minim;
AudioPlayer player1, player2;
float amp1, amp2, drawControl;
FFT fft1, fft2;
PFont f;

void setup() {
  size(512, 350);

  // Inicialitzem els objectes i les variables
  minim = new Minim(this);
  player1 = minim.loadFile("music_box.wav");
  player2 = minim.loadFile("noise.wav");
  fft1 = new FFT( player1.bufferSize(), player1.sampleRate() );
  fft2 = new FFT( player2.bufferSize(), player2.sampleRate() );

  // Creem la font que farem servir per a mostrar text en la finestra del programa
  f = createFont("Arial", 12, true);
  textFont(f);
  fill(0);

  // Reproduïm els dos arxius d'àudio en mode «loop», ajustant els volums inicials a -35 dB
  player1.setGain(-35);
  player2.setGain(-35);
  player1.loop();
  player2.loop();
}

void draw() {
  background(255);
  stroke(0);

  // El text a mostrar en la finestra del programa
  text("music_box.wav (espectre vermell)", 10, 20);
```

```

text("noise.wav (espectre verd)", 10, 120);

// Dibuix de les formes d'ona
strokeWeight(1);
for (int i = 0; i < player1.bufferSize() - 1; i++)
{
//Espectre vermell per al player1
stroke(255, 0, 0);
line( i, 60 - drawControl*player1.mix.get(i)*50, i+1, 60 - drawControl*player1.mix.get(i+1)*50 );
}
for (int i = 0; i < player2.bufferSize() - 1; i++)
{
// Espectre verd per al player2
stroke(0, 255, 0);
line( i, 160 - (-drawControl+1)*player2.mix.get(i)*50, i+1, 160 - (-drawControl+1)*player2.mix.get(i+1)*50 );
}

// Aquesta funció analitzarà i dibuixarà els espectres
drawFTP();
}

void drawFTP() {

// Fem les anàlisis fft sobre els buffers mix
fft1.forward(player1.mix);
fft2.forward(player2.mix);

// Dibuixem l'espectre
for (int i = 0; i < fft1.specSize(); i++)
{
//Espectre vermell per al player1
stroke(255, 0, 0);
strokeWeight(2);
line( 2.2*i, height, 2.2*i, height - 2*drawControl*fft1.getBand(i) );

// Espectre verd per al player2
stroke(0, 255, 0);
line( 2.2*i, height, 2.2*i, height - 2*(-drawControl+1)*fft2.getBand(i) );
}
}

// Amb el ratolí controlarem les amplituds dels dos sons
void mouseMoved()
{
amp1 = map( mouseX, 0, width, -80, 10);
player1.setGain(amp1);
amp2 = map( mouseX, 0, width, 10, -80);
player2.setGain(amp2);

// Aquesta variable ens ajuda a fer els dibuixos en funció de la posició del ratolí
drawControl = map( mouseX, 0, width, 0, 1);
}

```


Exercicis proposats mòdul 7

Exercici 1

Amb l'ajut de la biblioteca «Mínim» de «Processing», cal programar una aplicació que implementi la síntesi substractiva. Per a dur a terme aquesta tasca seguirem els passos següents:

1. Amb un objecte de tipus «Noise» generem soroll blanc amb amplitud 0,5.
2. Amb les tecles «1», «2» i «3», l'usuari ha de poder escollir el tipus de soroll que generarà l'objecte «Noise». Els tipus de soroll disponibles seran blanc, rosa i marró.
3. L'amplitud del soroll es controlarà amb les tecles «4» (disminuint) i «5» (augmentant), i podrà variar entre 0 i 1.
4. A aquest senyal se li aplicarà un filtre utilitzant un objecte de tipus «MoogFilter».
5. Amb les tecles «a», «s» i «d» podrem seleccionar el tipus de filtre: passabaix, passabanda o passaalt (per defecte, serà un passabaix).
6. La freqüència de tall del filtre es controlarà amb les tecles «q» (disminuint) i «w» (augmentant), i podrà variar entre 200 i 1.000 Hz.
7. La ressonància del filtre es controlarà amb les tecles «z» (disminuint) i «x» (augmentant), i podrà variar entre 0 i 1.
8. Els valors del tipus de soroll generat i l'amplitud del soroll han de mostrar-se en tot moment en la finestra de l'aplicació. També caldrà mostrar el tipus de filtre, la ressonància i la freqüència de tall.
9. Finalment, a més d'emetre el so que es genera, el programa també haurà de mostrar la forma d'ona i l'espectre del senyal filtrat en la finestra de l'aplicació.

Exercicis proposats mòdul 7

Exercici 2

Desenvolupa una aplicació que permeti obrir, reproduir i aplicar un efecte «Vocoder» sobre un arxiu d'àudio. Per a realitzar el programa seguirem els passos següents:

1. Enregistra amb l'ordinador, telèfon o dispositiu a què tinguis accés, amb una qualitat de 44.100 Hz, 16 bits i monofònic, la frase «un so digitalitzat no sempre tindrà més qualitat com major sigui la seva resolució».
2. Fes servir l'objecte «FilePlayer» de «Minim» per a obrir i reproduir el fitxer d'àudio generat.
3. Inicialment, l'arxiu ha d'estar en mode «pausa», i l'usuari pot reproduir o aturar el so amb la tecla «p» del teclat. Si l'usuari no pausa la reproducció, l'arxiu d'àudio s'haurà de reproduir contínuament en mode «Loop».
4. Connecta la sortida d'àudio de l'objecte «FilePlayer» a un objecte «Vocoder» (http://code.compartmental.net/minim/vocoder_class_vocoder.html).
5. Inicialment, l'objecte «Vocoder» tindrà una longitud de finestra («Window size») de 1.024 mostres i un valor de solapament («Window count») de 8. L'usuari podrà escollir valors de longitud de finestra de 128, 256, 512, 1.024 o 2.048 mostres, i valors de solapament de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 i 16. Es deixa llibertat a l'alumne perquè decideixi quines tecles controlaran les variables.
6. En la finestra de l'aplicació caldrà mostrar alhora els espectrogrames del so original i el so amb l'efecte del «Vocoder» aplicat, de manera que sigui senzill comparar-ne les diferències.

Exercicis proposats mòdul 7

Exercici 3

L'aplicació que cal desenvolupar en aquest exercici permetrà experimentar amb el concepte de freqüència fonamental i els harmònics. La idea consisteix a desenvolupar un programa que permeti afegir tons purs a un to pur inicial donat (que serà la fonamental), de manera que el resultat tendeixi a un senyal en forma triangular. Les característiques de l'aplicació a dissenyar són les següents:

1. L'aplicació generarà inicialment un to pur «A» de freqüència $f = 340$ Hz, amplitud 0,4 i fase 0,5.
2. Si l'usuari prem la tecla «1», en el to pur «A» se li afegirà –sumarà– un altre to pur. Si prem la tecla «2», en el to pur «A» se li afegiran dos tons purs, i així successivament fins a 9 tons purs si es prem la tecla «9».
3. La relació entre el to pur «A» i els tons purs que anem sumant ha de ser tal que la forma d'ona resultant tendeixi a una forma d'ona triangular, amb el to pur «A» com a fonamental. Dit d'una altra manera, en prémer la tecla «1», l'aplicació ha de generar la fonamental i el primer harmònic d'una triangular amb freqüència fonamental $f = 340$; en prémer la tecla «2», la fonamental i els dos primers harmònics; etc.
4. L'aplicació ha de mostrar en la finestra de l'aplicació la forma d'ona del senyal que es genera.
5. L'aplicació també ha de mostrar l'espectre del senyal que es genera.
6. L'aplicació ha d'incloure una funció que permeti estabilitzar la imatge de la forma d'ona amb les tecles «+» i «-».

Recursos

Mòdul 1

[M1_e05_0300hz_0050ms_-00dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_0050ms_-06dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_0050ms_-12dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_0250ms_-00dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_0250ms_-06dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_0250ms_-12dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_1000ms_-00dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_1000ms_-06dB.wav](#)

[M1_e05_0300hz_1000ms_-12dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_0050ms_-00dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_0050ms_-06dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_0050ms_-12dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_0250ms_-00dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_0250ms_-06dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_0250ms_-12dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_1000ms_-00dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_1000ms_-06dB.wav](#)

[M1_e05_5000hz_1000ms_-12dB.wav](#)

[M1_e06_440hz_400mV_000deg.wav](#)

[M1_e06_440hz_400mV_180deg.wav](#)

[M1_e06_440hz_constr.wav](#)

[M1_e06_440hz_destr.wav](#)

[M1_e07_0998hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_1000hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_1002hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_0998hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_1000hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_1002hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e07_0998+1000hz_5s.wav](#)

[M1_e07_0998+1002hz_5s.wav](#)

[M1_e07_1000+1002hz_5s.wav](#)

[M1_e08_0660hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e08_0680hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e08_0660+0680hz_400mv_5s.wav](#)

[M1_e09_gaussian+sweep_30s.wav](#)

[M1_e10_0500hz_400mv_5s_sine.wav](#)

[M1_e10_0500hz_400mv_5s_square.wav](#)

[M1_e10_0500hz_400mv_5s_saw.wav](#)

Mòdul 2

[gravacio.aif](#)

[bateria_gravacio.wav](#)

[bateriaCorregida.wav](#)

[273177_xserra_la-vaca-cega-eva.wav](#)

[poemaA.wav](#)

[poemaB.wav](#)

[poemaC.wav](#)

[poemaD.wav](#)

[poemaE.wav](#)

[poemaF.wav](#)

[soBaixaResolucio.wav](#)

[344250_honest-cactus_normal-voice-and-intro_Saturation.wav](#)

[390514_tylean_counting-1-to-10.wav](#)

[177269_sergeo_numbers-in-french.wav](#)

[Sine1200Hz.wav](#)

[126444_harregarre_compilatie.mp3](#)

[332769_emanuele-correani_ambience-train-station-inside.wav](#)

[AmbientSoundClics.mp3](#)

[Ex3_original.wav](#)

[Ex3_modificat_1.wav](#)

[Ex3_modificat_2.wav](#)

[Ex3_modificat_3.wav](#)

[43555_dobroide_20071103-description-human.wav](#)

Mòdul 7

[music_box.wav](#)

[noise.wav](#)

(*) Contingut disponible només en web.