

1, 2, 3, кодирај! – Активности циклуса 4 – Пројект (Практично интердисциплинарно подучавање) « Синтисајзер », Час 7(опционо): Генерисање својих сопствених звука

Доминантна дисциплина	Физика
Резиме	Ученици, користећи генераторе синусоидних функција, пореде четири класичне скале и реконструишу боју инструмента према свом избору.
Појмови	Информација <ul style="list-style-type: none">• Боја је карактеристична за неки инструмент, а производи се комбинацијом хармоника. Машине <ul style="list-style-type: none">• Синтисајзер имитира звуке неког инструмента.
Материјал	За одељење: <ul style="list-style-type: none">• Компјутер с видеопроектором, звучник и софтвер Audacity За пар ученика: <ul style="list-style-type: none">• Компјутер са софтвером Audacity• Радни лист-Д08

Полазна ситуација

Током [претходно часа](#) (факултативно), ученици с могли да рачунају тачне фреквенције 12 нота темперираних скала. Наставник, без обзира да ли је овај час реализован или не, даје сваком пару ученика [Радни лист-Д08](#) на ком имају могућност да се подсети фреквенција за четири « класичне » скале. Они ће синтетизовати одговарајуће звуке и фреквенције, што ће им омогућити да их упореде.

Програмирање: креирање тринаест нота различитих скала (по паровима)

Одељење је подељено у 4 групе: једна четвртина одељења ће произвести ноте темперираних лествица, друга хроматске ноте, трећа Дур (дијатонске лествице), а четврта А-мол (молске лествице). Ученици у свакој групи раде у пару.

Наставник подсећа како се генеришу звуци помоћу софтвера *Audacity* (према: [Час 2: menu Générer > Son](#)). Ученици морају да:

- Добију вредности фреквенција 13 нота, ограничавајући се на интервал од La3 до La4, за лествицу која им је дата.
- Прављење 13 фајлова (формат WAV: се креира са Fichier > Exporter... или Ctrl+Shift+E) синусоидалних сигнала, амплитуде 0,80, и фреквенција које ће наћи прорачуном.

Ови фајлови ће моћи да се поставе у банку звука које ће користити одељенски *Scratch* синтисајзери.

Заједничко представљање:

Ученици сукцесивно изводе различите лествице: од La3 до La4 за дату лествицу, или ноту по ноту за четири лествице паралелно. Неке ноте се слушањем могу објективно разликовати. Наставник наглашава ученицима да транспозиција неке музике неће изгледати лепо у оквиру неке лествице (посебно две *zarliniennes* лествице).

Продубљивање: имитирајмо инструменте

Ово продубљивање омогућује обogaћивање банке звука које је произвело одељење (артифицијелни звук нота моно-фреквенције). Наставник подсећа да боју неког инструмента одређује комбинација хармоника дате фреквенције и односа. Затим пита: *да ли можете да замислите како неки синтисајзер може да имитира боју реалног инструмента?*

Одговор је очигледан: синтисајзер комбинује бројне хармонике да би реконструисао спектрограм одговарајућег инструмента. Наставник сад предлаже ученицима да то и релатизују .

Педагошка напомена:

- Манипулације могу, у овом случају, да буду врло заморне па вам саветујемо да сваки ученик репродукује само једну ноту неког инструмента. Овим ћете бити сигурни сваки ученик радити на својој клавијатури.
- У циљу економије времена можете да екстраполирате мерени спектар једне ноте у односу на свеукупну скалу. Резултат не мора бити идентичан зависно од инструмента, али ученици то могу да верификују *a posteriori*, или пак да се задовоље зналачким креирањем новог инструмента.

Audacity спектрограм не омогућује да се нађу егзактне вредности фреквенција различитих хармоника у игри, а ми смо га искористили као једноставни индикатор чистоће или комплексности. За репродукцију функционисања синтисајзера потребно је добити знатно квантитативније вредности реалних фреквенција и њихових амплитуда, респективно.

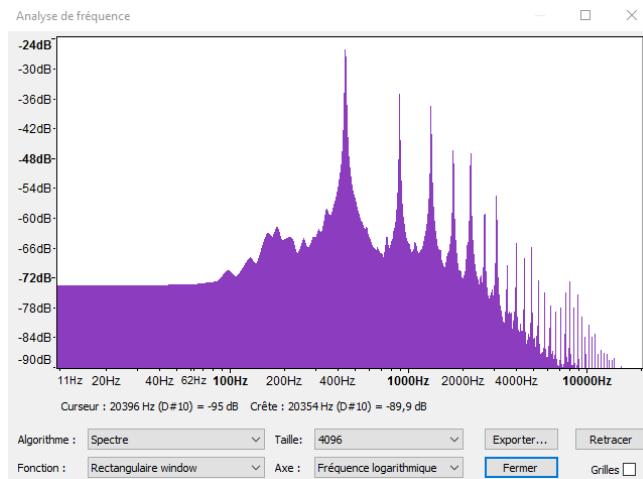
Наставник приказује тај метод помоћу видеопроектора:

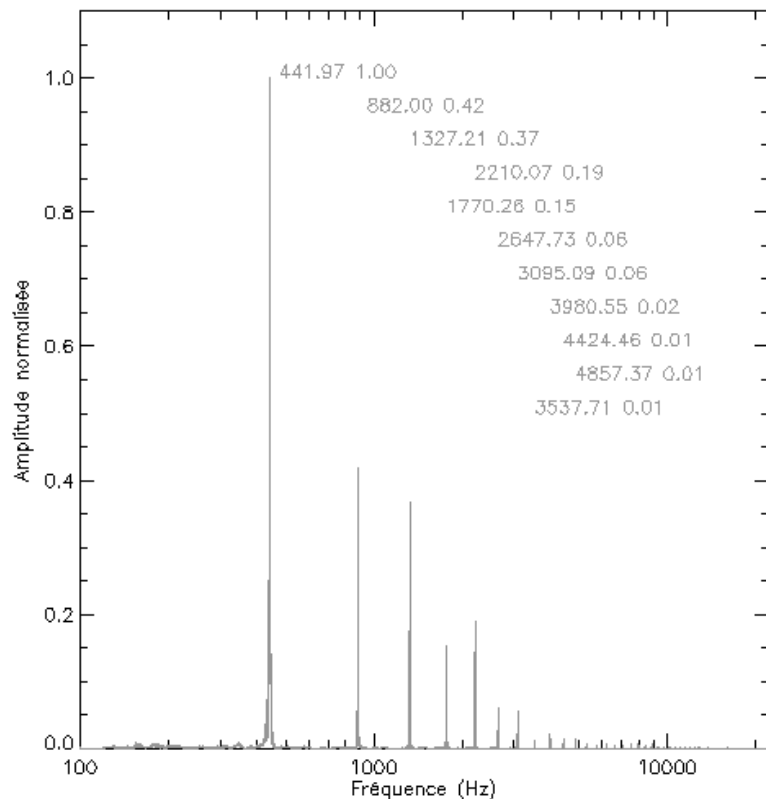
1 Региструјем/преузимам звучни узорак (на пример, једну од La3 која је претходно разматрана)

2 Селекционишу део овог узорка

Користе алатку Analyse > Tracer спектар. Потребно је променити параметар « Fonction » да би се селекционисао « правоугаони прозор », и повећава « Taille » најмање за 4096 (да би се добила боља статистика). На том графику су трасиране фреквенције (на апсциси) и амплитуде (на ординати) за сваку фреквенцију која учествује у формирању овог сигнала. У случају звучне виљушке или неке вештачке La3, спектар није једноставна линија него звонаста крива која обухвата пикове (пикови представљају релевантну информацију, а « звоно », деформисано као последица употребе логаритамске скале на апсциси, представља « шум »).

3





Спектар јачине звука *La3* на виолончелу: лево је спектар симулиран помоћу софтвера *Audacity*, десно је реални Фуријеов трансформ. **N.B.:** dB је дато логаритамском скалом (лево). На десном графику су нанете вредности фреквенције и амплитуде (реалтивне у односу на основну) хармоника сто пута слабијих од основне.

4 Помоћу миша можемо означити и прочитати фреквенције и амплитуде (у децибелима) свих фреквенција које се налазе у селекционисаном узорку. Курзором аутоматски означавамо највеће пикове, што поједностављује задатак.

Означавамо релативне амплитуде и апсолутне фреквенције другог, петог, двадесетог пика највише амплитуде.

5 (Можемо, евентуално, забележити само реалтивне односе фреквенција према основној с циљем да екстраполирамо овај спектар на друге ноте.)

Покрећемо нови пројект *Audacity*, који ће садржавати две, пет, двадесет симултаних писти. У свакој генеришемо синусоидни звук током више секунди копирајући мерене вредности фреквенција и амплитуда. (Овај дуг узорак ће касније бити подељен на више подузорака променљивог трајања, да би репрезентовали осмине, четвртине, половине нота, итд.)

6 **N.B.:** децибелу су дати у логаритамској скали (ученици се могу, у вези овог, упознати претрагом литературе, а може и наставник да им да формулу), на којој смањењу од 3dB одговара два пута слабији звук; за смањење веће од 50dB

звук ће бити нечујан.
7 Пројект можемо регистровати и у фајловима WAV или MP3.

С додавањем фреквенције звук постаје богатији и сличнији. На пример, пет главних хармоника La3 изведених на оргуљама:

- Писта 1 = синусоида 440Hz, амплитуда 0,80
- Писта 2 = синусоида 220Hz, амплитуда 0,40
- Писта 3 = синусоида 880Hz, амплитуда 0,25
- Писта 4 = синусоида 660Hz, амплитуда 0,15
- Писта 5 = синусоида 1110Hz, амплитуда 0,06

Научне напомене:

- Имитација звука помоћу синтисајзера се не завршава овим, јер додавајући десетине хармоника звук ће остати хладан и без карактера. У ствари, периодични сигнал успостављен током ове активности се ослања на комбинацију бесконачних синусних сигнала. Ситуација у реалности је другачија, јер нота изведена неким инструментом има увек свој почетак и свој крај (нестанак). Укупна амплитуда се током времена мења, обвојница је назив за варијацију амплитуде током живота ноте. Дакле, синтисајзер мора истовремено да имитира спектар хармоника и обвојницу сигнала.
- Не препоручујемо вам да покушате да верификујете форму талас реконституисаног сигнала (можете то урадити брзо помоћу дугмета Pistes > Mixage) који може да значајно варира у односу на почетни узорак. Заиста, рекомпозиција сигнала изоставља једну информацију која се односи на разлику фаза различитих компоненти једних у односу на друге, а коју је врло тешко мерити. На срећу, људско ухо је на то потпуно неосетљиво!
- Ученици ће у средњој школи упознати егзактну формулу за скалу у дециблеима:

$$\Delta_{dB} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)$$

