

1, 2, 3, кодирај! – Активности циклуса 4 – Пројект (Практично интердисциплинарно подучавање) « Синтисајзер », Час 2: Боја и хармоници

Доминантна дисциплина	Физика
Резиме	Ученици откривају боју звука произведеног различитим инструментима. Синусоидни сигнал је врло сличан звук који производи звучна виљушка: ученици се интересују за декомпозицију фреквенције боје различитих инструмената.
Појмови	<p>Информација</p> <ul style="list-style-type: none"> • Фреквенција хармоник је целобројни умножак основне фреквенције. • Боја је специфична карактеристика неког инструмента, настаје комбинацијом хармоника. • Спектрограмом неког звука је представљен начин комбиновања различитих фреквенција током времена. <p>Машине</p> <ul style="list-style-type: none"> • синтисајзер имитира звуке неког другог инструмента
Материјал	<p>За одељење</p> <ul style="list-style-type: none"> • Компјутер са видеопројектором, звучником и <i>Audacity</i> програмом <p>За пар ученика</p> <ul style="list-style-type: none"> • Компјутер са <i>Audacity</i> програмом

Припрема часа

Наставник, пре почетка часа, генерише звуке фреквенције (440Hz) у различитим облицима: синусоидним, правоугаоним, троугаоним
 За реализацију овог задатка постоје бројни инструменти:

- електромеханички генератор: генератор функције којом се снабдева звучник;
- генератори на таблету или смартфону:
 - <https://itunes.apple.com/app/id903272957>
 - <https://itunes.apple.com/us/app/sgenerator-lite/id545708475?mt=8>
- софтвер Audacity: у менију (Générer > Son), може да креира вештачки звук у форми талса, дефисане фреквенције и амплитуде. У том случају оставите вредности по дифолту за фреквенцију (440 Hz) и амплитуде (0,80).

Полазна ситуација

Ученици су током претходног часа посматрали звучне таласе различитог облика произведене различитим инструментима. Наставник их позива да саслушају вештачки створене сигнале које је генерисао пре часа. Ученици запажају да су боје ових звука различите (и да су, углавном, непријатне за ухо). Наставник им зумира на временској скали сигнале различитих облика које могу да посматрају. Ученици тако могу да се посредством експеримента подсети која боја је повезана с одговарајућом формом сигнала.

Наставник пројектује таласе приказане на Часу 1 (експеримент III). Сви пројектовани звучни таласи имају исту фреквенцију (ако је иста нота могла бити изведена сваким инструментом), дакле исти период. Амплитуда регистрованих таласа варира, али наставник указује на форму талса. Истиче да звучна виљушка има облик синусне функције.

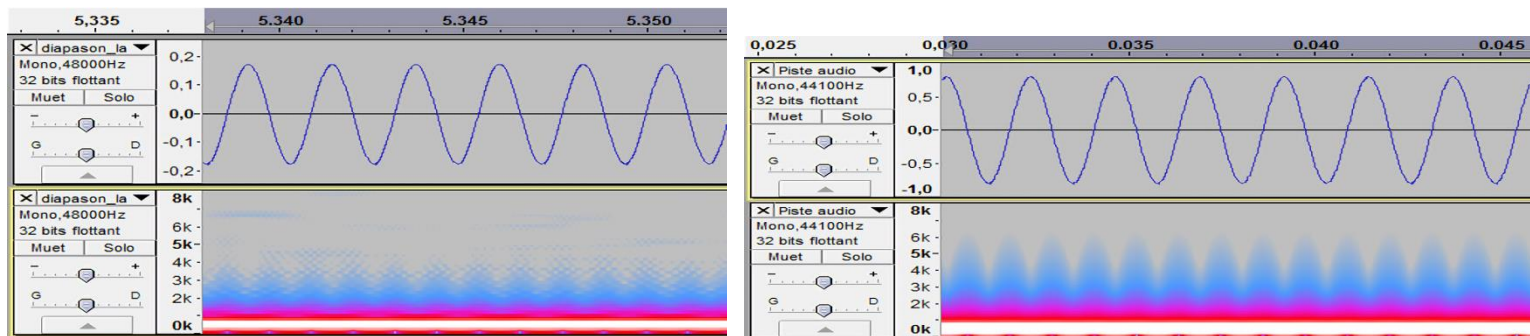
Наставник поставља питање: како разликовати сигнал звучне виљушке од праве синусне функције?

Посматрање: боје и хармоници (цело одељење)

Наставник пројектује на табли *Audacity*. Региструје четири писте симултано: две писте са звучним таласима који емитује звучна виљушка La3 и две писте са звучним таласима које емитује на фреквенцији од 440Hz. Зумирајући временску скалу на стотинку секунде у могућности је да прикаже врло јасну и лепу синусоиду: звук звучне виљушке је скоро потпуно чисти, па се зато она може користити као изузетно добар звучни еталон. Сад наставник указује на спектралну анализу као једну нову алатку.

- Када кликне на Piste Audio > Spectrogramme, визуелизација звука се комплетно мења.
- Када кликне на Piste Audio > Forme d'onde(форма таласа), враћа се на претходну визуелизацију.

Приказује четири различита графа симултано: форма таласа звучне виљушке, спектрограм звучне виљушке, форма синусоидног таласа, спектрограм синусоидног таласа.



Звучна виљушка La3 (440 Hz) лево, синусоида 440Hz десно.
 Форма таласа горе, спектрограм доле.

Наставник објашњава нове графике: на апсцисној оси је време, на ординатној оси су класиране фреквенције. Боје кодирају реалтивне интензитете сваке звучне фреквенције и сваког временског интервала (бела боја односи на највећи интензитет, затим црвена, розе, и плава на слабије интензитете).

Педагошка напомена:

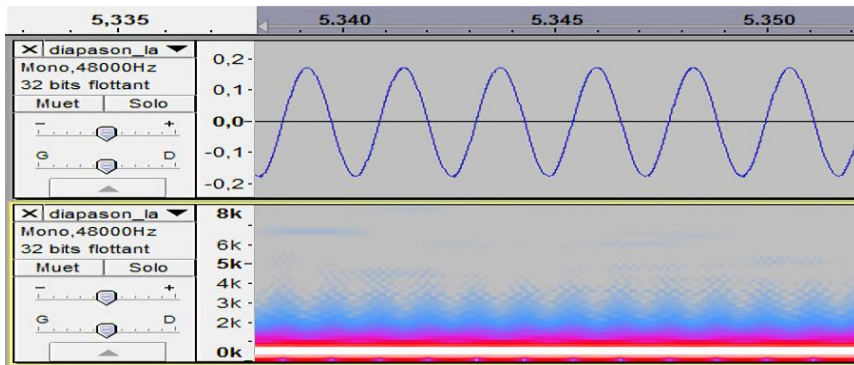
- Ова спектрална анализа је позната под именом *Фуријеов трансформ*. Овај термин није познат ученицима у средњој школи. Међутим, овде се можемо задовољити објашњењем да спектрограм омогућује визуелизацију расподеле различитих фреквенција, које чине талас, у функцији времена.
- Очекивано разумевање ове алатке је минималистичко, и оно би требало да омогући ученицима да лако уоче једноставност или комплексност звука (или у терминима слике, чистоћа или богатство овог звука).

Посматрањем спектра звучне виљушке уочавамо велику хоризонталну белу траку, и врло мали околни шум. Управо ово нам омогућује да правимо разлику између реалног сигнала који емитује звучна виљушка и генерисаног синусоидног сигнала.

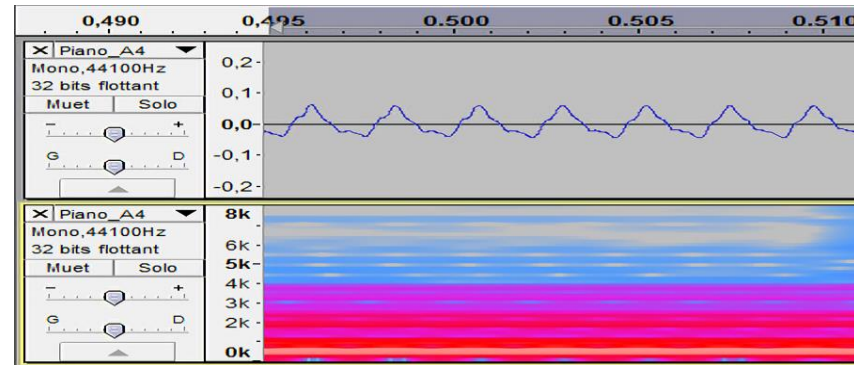
Свака група сад реализује исту манипулацију али са својим музичким узорком. Наставник, истовремено, ради исто с узорком флауте који је регистровало и цело одељење.

У случају других инструмената, различитих од звучне виљушке, могуће је видети више белих али и црвених и розих трака. Ученици запажају да је код комплекснијих звука, чији облик таласа се знатно разликује од синусоидног, спектрограм знатно шири и гушћи. Жица гитаре даје доста једноставан звук, док је код виолине тај звук врло компликован.

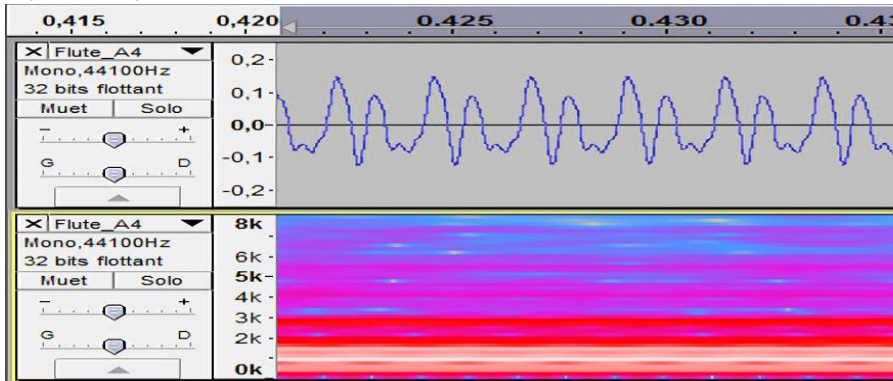
Најинтензивнија фреквенција се назива *основном*, а следеће су позната као *хармоници*.



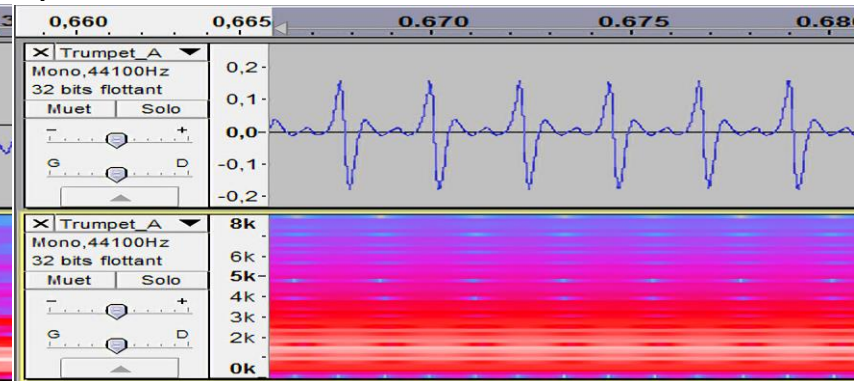
Звучна виљушка



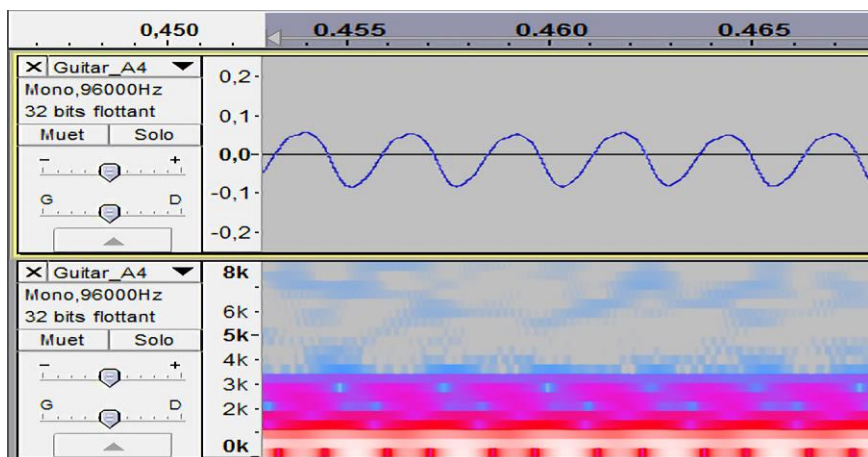
Пијанино



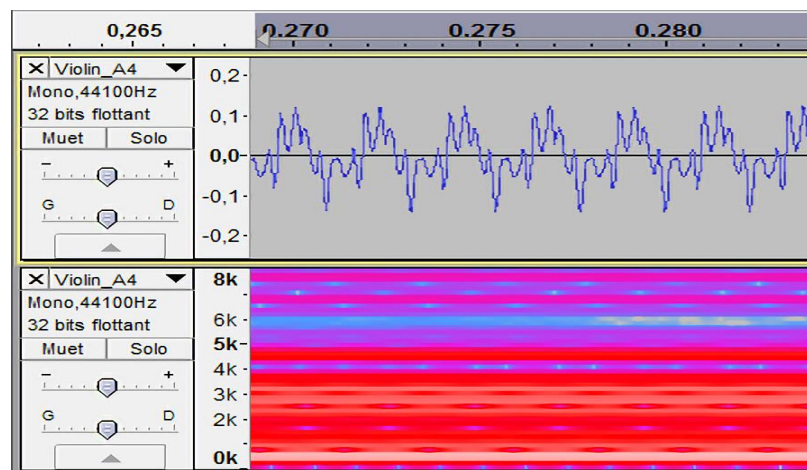
Флаута



Труба



Гитара



Виолина

Научне напомене:

- Хармонике овде дефинишемо као умношке (разломак или целобројне) основне фреквенције (види следећу научну напомену). Audacity програм омогућује идентификацију фреквенције хармоника али са додатном алатком (која омогућује визуелизацију спектра сигнала). Ове активности су предвиђене као опционе на Часу 7, а овде се ограничавамо само на једноставније експерименте.
- *Основна* фреквенција је, по дефиницији, сопствена фреквенција вибрације коју емитује звучни извор. *Хармоник* је, према томе, целобројни(ексклузивно) умножак основне фреквенције..

Основна фреквенција, при изучавању Фуријеовог трансформа неког звука, може бити слабо видљива јер је у питању најмањи заједнички дилацац сваког мерљивог хармоника. На пример, спектар La3 код гитаре приказује главни пик на 440Hz и секундарни пик на 220Hz : нота која се опажа је управо La3, али основна је на 220Hz а La3 има само први хармоник. Штавише, физичка структура инструмента може да омогући емисију звука фреквенција које нису хармоници (умножци нису цели бројеви основне фреквенције, тј., нису у « хармонији » са фундаменталним).

У таквим ситуацијама дајемо предност дефиницији « фундаменталног » и « хармоника » која није потпуно адекватна али је ученици могу знатно лакше разумети.

Посматрање: слушајмо хармонике (цело одељење)

Наставник предлаже ученицима да за боље описивање хармоника користе нове генераторе звука Audacity.

Ученици на почетку генеришу синусоидални талас основне фреквенције на 440Hz (и амплитуде по дифолту 0,80). Затим додају другу писту(Ctrl+Shift+N) у односу на коју генеришу други звук, синусоидни такође, мање амплитуде (0,40), али фреквенције 880Hz. При симултаном слушању ова два звука, констатују да је промењена перцепција звука, иако се добро препознаје почетни звук.

Затим креирају трећу писту укључујући синусоиду блиске фреквенције али различите од 880Hz, на пример 860Hz (амплитуде 0,40). Пре него почну да слушају резултат, укључују беззвучни мод (дирка « Muet » колона лево) писта 2. Звук је знатно мање хармоничан (за ухо музичких заљубљеника ово

може бити и непријатно) па овде и налазимо етимологију термина « хармоник ».

Наставник тако комплетира дефиницију « фреквенције хармоника » : умножак основне фреквенције.

Ученици могу да посматрају друге спектрограме других инструмената, или других генератора (правоугаоне, троугласте, итд. функције),комбинујући хармонике с факторима различитим од 2 ...

Закључак

Одељење извлачи закључак који ће бити записан у свеске пројекта:

- *Боја је специфична карактеристика неког инструмент и последица је комбинације хармоника.*
- *Комбинација неких фреквенција може бити хармонична или непријатна за ухо.*

Електромеханичка варијанта

Овај час може бит комплетиран изучавањем хармоника коришћењем осцилоскопа.

Могуће је, на пример, користити генератор функције ниске фреквенције за напајање звучника јер такав генератор пружа могућност избор форме сигнала (синусоидни, правоугаони, троугласти, итд.). Произведени звук се, за фиксирану фреквенције и амплитуду мења зависно од форме сигнала, што је у вези с његовом бојом.

Микрофон повезан с осцилоскопом омогућује визуелизацију облика емитованог таласа.

Постоји могућност, да се у неком другом тренутку, реализује комбинација сигнала два генератора ниских фреквенција, мешањем две синусоиде различитих фреквенција и амплитуда што као резултат даје нови талас комплексног облика са врло специфичном бојом (што може бити врло непријатна за ухо). Такав талас на излазном каналу осцилоскопа није више синусоидалан (међутим, довољно је да се заустави један од два генератора и да се одмах добије звук синусоидалног облика).

Реч је о основној фреквенцији за талас који има највећи амплитуду..

Ако је фреквенција другог таласа умножак ове основне фреквенције, онда произведени звук из комбинације ова два таласа постаје хармонијски, тј. у питању је хармоник.