



Gitaren en hun klankkleur

Naam: Bram Petri

Klas: 6W

Docent: Rob Hazelzet

2004/2005

Inhoud

Voorwoord	02
De Gitaar	03
Plan voor experiment	06
Resultaten van het experiment	07
Onder- en Boventonen	13
De opbouw van onder- en boventonen	13
Fourier transformatie	15
Wat is het verschil in boventonen dat uitgezonden wordt door verschillende gitaren ?	16
Wat is de invloed van akoestisch/elektrisch ?	18
Wat is de invloed van de snaren ?	21
Wat is de invloed van de klankkast?	24
De akoestische klankkast	24
De elektrische klankkast	24
Conclusie	27
Nawoord	28
Bronvermelding	29
Idee voor presentatie	30

Voorwoord

Het onderwerp van mijn profielwerkstuk is gitaren en hun klankkleur. Als je op een verschillende (goedgestemde) gitaren dezelfde toon speelt dan klinken ze verschillend, dit noemt men de klankkleur.

De belangrijkste vraag, ofwel hoofdvraag, in dit profielwerkstuk is:

Wat is bepalend voor de klankkleur van een gitaar?

Mijn deelvragen zijn:

- **Wat is het verschil in boventonen dat uitgezonden wordt door verschillende gitaren ?**
- **Wat is de invloed van akkoestisch/elektrisch ?**
- **Wat is de invloed van de snaren ?**
- **Wat is de invloed van de klankkast?**

Om deze vraag te beantwoorden ga ik van twee verschillende gitaren een aantal tonen analyseren met de computer.

De reden dat ik voor dit onderwerp heb gekozen voor mijn profielwerkstuk is dat ik geïnteresseerd ben in gitaren, ik speel ook zelf gitaar, en natuurkunde mijn leukste profielvak vind. Daarnaast is 'golven' mijn zwakste onderdeel bij natuurkunde, dus is het misschien leuk om er op deze manier wat meer over te leren.

De Gitaar

De gitaar is één van de populairste en meest gebruikte instrumenten van het moment. Het instrument wordt gebruikt voor een groot aantal verschillende stijlen muziek variërend van Heavy Metal tot klassieke muziek en bestaat al, in een primitievere vorm, sinds de zestiende eeuw.

Een gitaar bestaat uit een hals, een klankkast met klankgat, een brug, een kam en natuurlijk zes snaren.

Een elektrische gitaar heeft een dunnere gesloten klankkast, waar in plaats van een klankgat elementen opzitten. Ook zijn de (dunnere) snaren op een elektrische gitaar van staal gemaakt in plaats van van koper en nylon zoals bij de akoestische gitaar.



Een gitaar maakt geluid doormiddel van trilling. Als je een snaar aan slaat op een gitaar gaat deze trillen in zijn eigen frequentie. Door deze trilling gaat het bovenblad van de klankkast trillen, dit geluid wordt versterkt door de klankkast en komt via het gat in de klankkast weer naar buiten.

Bij een elektrische gitaar werkt het iets anders, de snaren zijn van staal in plaats van nylon en koper omwonden nylon. De snaren zijn van staal omdat dat magnetische capaciteit heeft, en koper en nylon hebben dat niet. Onder de snaren zijn elementen geplaatst, deze elementen bestaan uit zes magneten in zes koperen spoeltjes. De snaren zijn zo boven de elementen geplaatst dat elke snaar zich in het veld van één van de magneetjes bevindt. Als de snaar beweegt vervormt de snaar, doordat deze van staal is, het magnetische veld. Als de snaar dus trilt, dan trilt het magnetische veld mee. Hierdoor ontstaat een stroompje in de koperen spoel die om de magneten heen zit. Dit stroompje wordt doorgegeven aan de versterker die het geluid uitzendt.



Een gitaar zendt natuurlijk niet zomaar geluid uit, maar tonen. Deze tonen zijn op de elektrische en de akoestische gitaar op dezelfde manier verdeeld. Alhoewel een gitaar soms anders gestemd wordt om bijvoorbeeld wat lager te kunnen spelen, zijn gitaren over het algemeen zo gestemd dat de snaren van boven naar beneden de tonen E, A, D, G, B en E uit zenden. Waarbij de laatste toon de hoogste is en de eerste de laagste. Om muziek te spelen is er natuurlijk meer nodig dan deze zes tonen. Daarom zitten er fretjes op een gitaar. Dit zijn de vakjes op de hals van de gitaar, aan het eind van elk vakje zit een klein staafje. Door de snaar op het vakje te drukken, druk je hem op het kleine staafje. Op deze manier heb je de snaar als het ware kleiner gemaakt, hier door wordt de golflengte van de eigen frequentie van de snaar kleiner, waardoor de frequentie weer groter wordt, en de toon dus hoger. De fretjes zijn zo gekozen, dat de toon per fretje dat je indrukt een halve toon hoger is.

	Frets...											
Open	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C	C#	D	D#	E
B	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
G	G#	A	A#	B	C	C#	D	D#	E	F	F#	G
D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C	C#	D
A	A#	B	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A
E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C	C#	D	D#	E
			Dot		Dot		Dot		Dot			Dots

Hierboven zie je hoe de tonen verdeeld zijn over de hals van de gitaar, ook dit is natuurlijk bij de akoestische en de elektrische gitaar hetzelfde. Na het twaalfde fretje begint het geheel weer opnieuw.

Plan voor experiment

Het doel van het experiment is het met de computer analyseren van het geluid dat gitaren uitzenden en daar een grafiek van te maken.

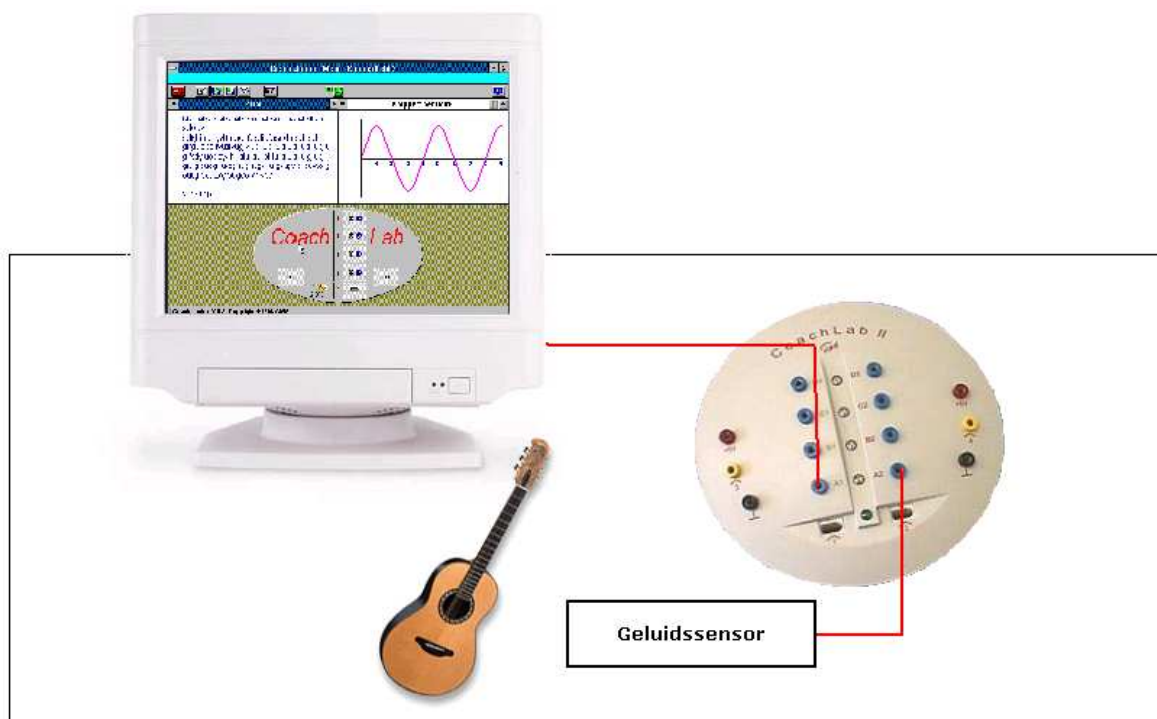
Benodigheden:

- Computer met coach
- Systeembord coach
- Geluidssensor
- Akoestische gitaar
- Elektrische gitaar
- Versterker

Uitvoering:

Op beide gitaren ga ik op een aantal verschillende manieren een aantal tonen aanslaan, alle tonen moeten wel op hetzelfde punt aangeslagen worden, want het is ook van belang waar je de snaar aanslaat. Het geluid hiervan ga ik met de geluidssensor opnemen. Coach maakt hier dan een grafiek van die de spanning tegen de tijd afzet. Daarna laat ik coach met behulp van Fourier-analyse een diagram van de uitgezonden frequenties en hun geluidssterkte (de geluidssterkte(L) in dB geeft weer hoe hard je de toon hoort) maken.

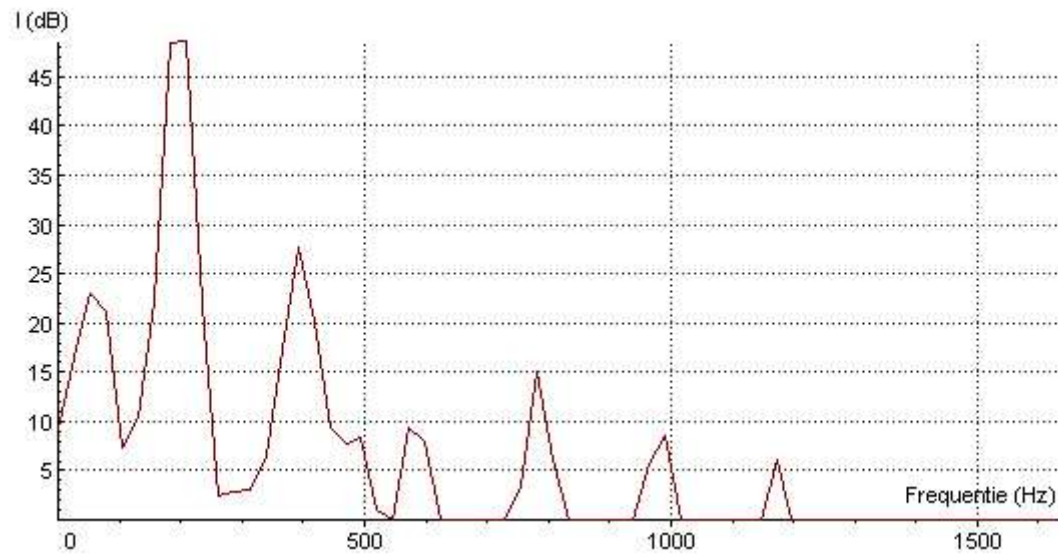
Meetopstelling:



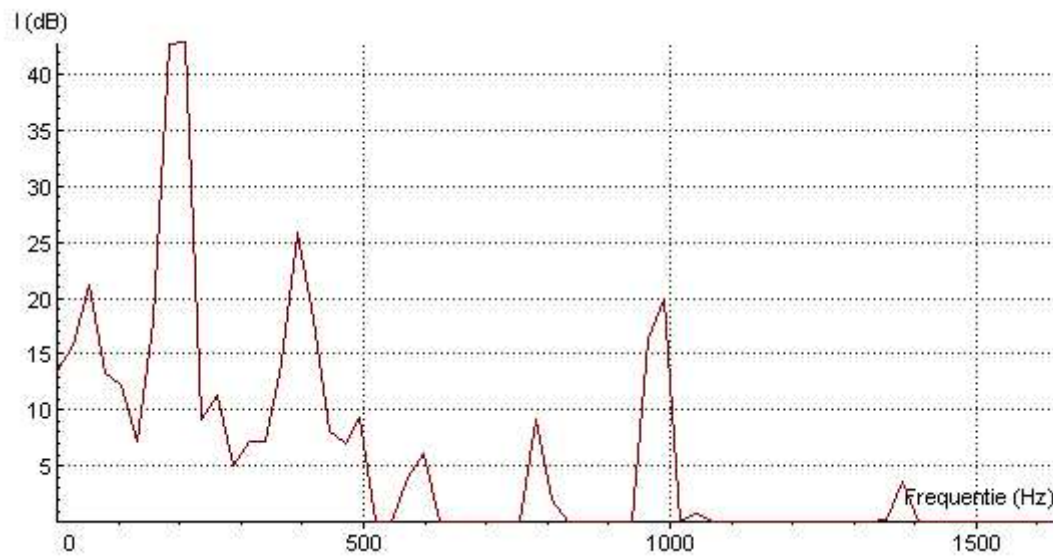
Resultaten van het Experiment

Elektrische gitaar - Versterkt

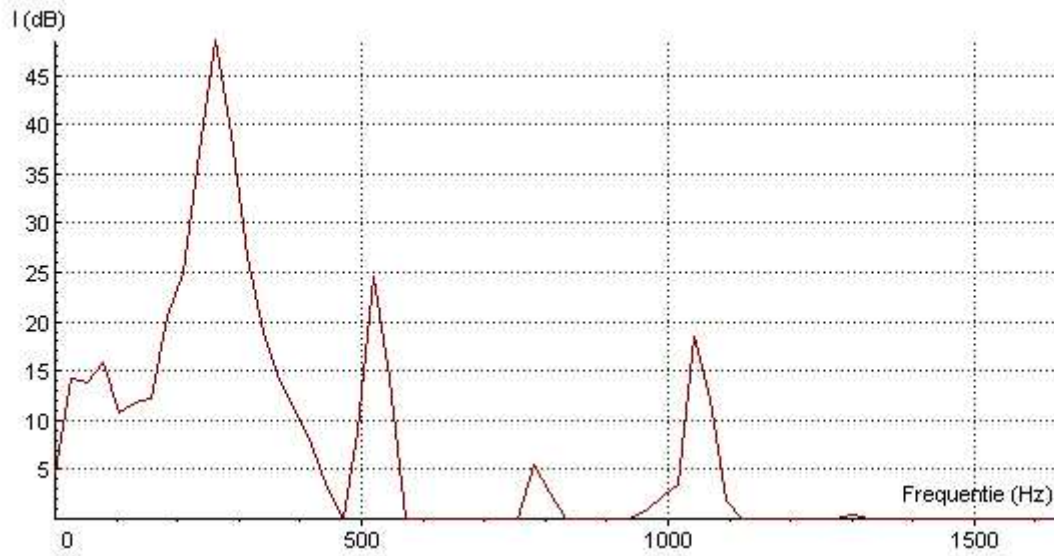
G gespeeld op de 5^e fret van de D snaar



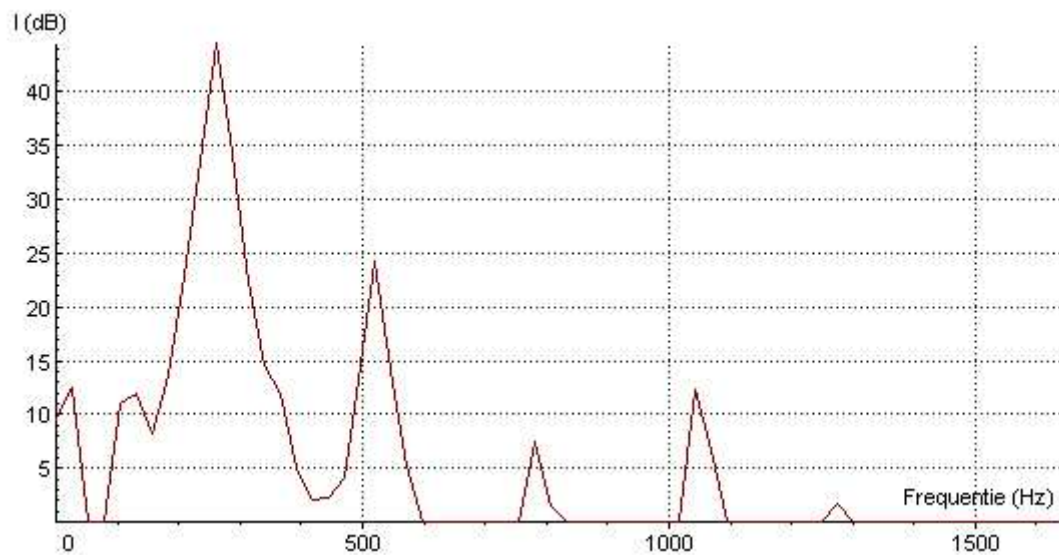
G gespeeld als open snaar (lees: G snaar zonder iets in te drukken)



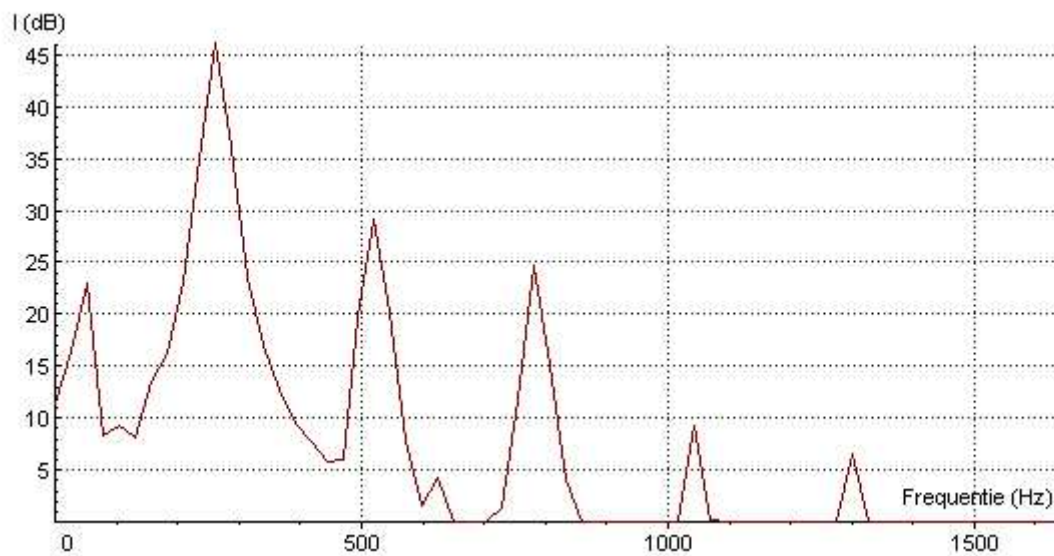
C gespeeld op de 10^e fret van de D snaar



C gespeeld op de 5^e fret van de G snaar

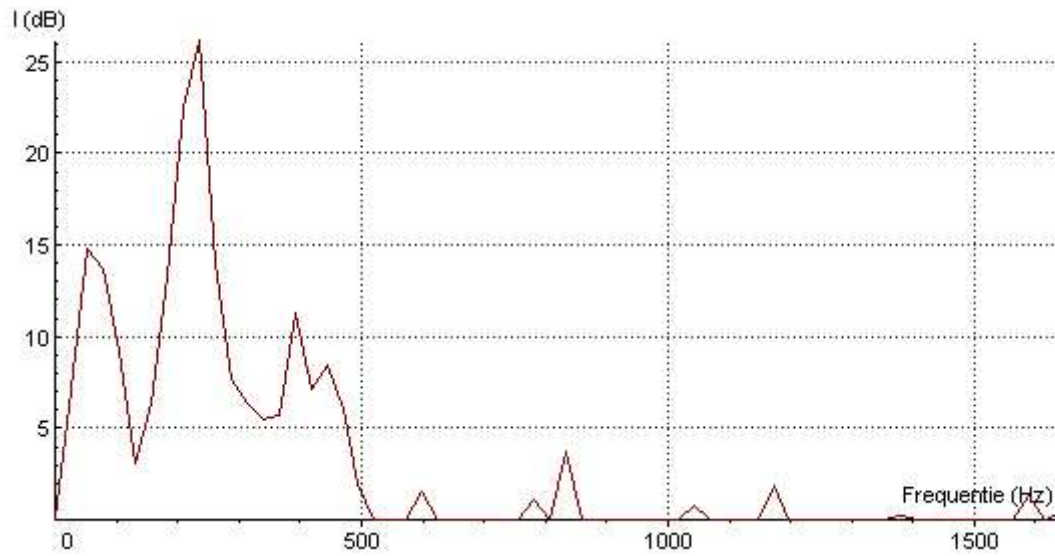


C gespeeld op de 1^e fret van de B snaar

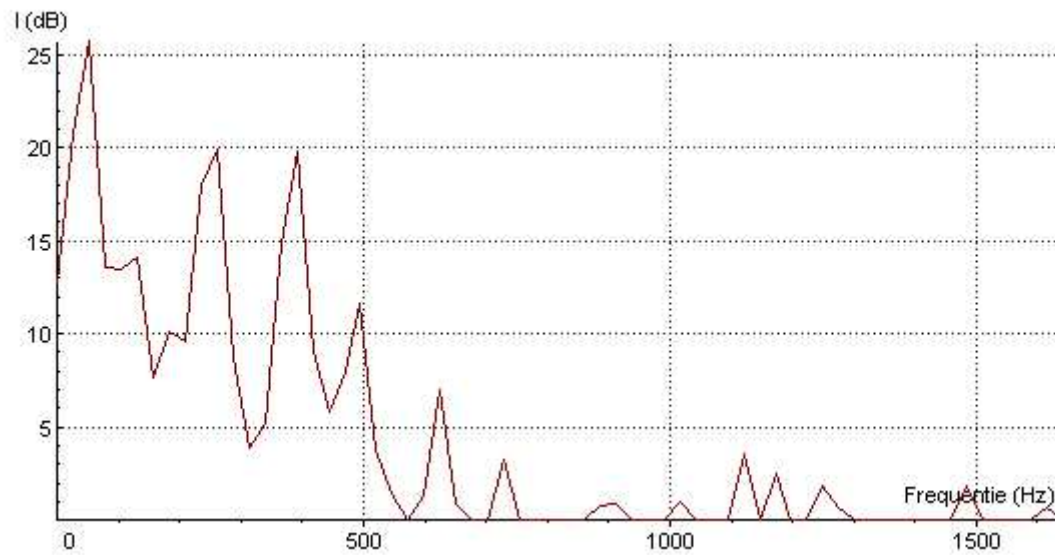


- Onversterkt

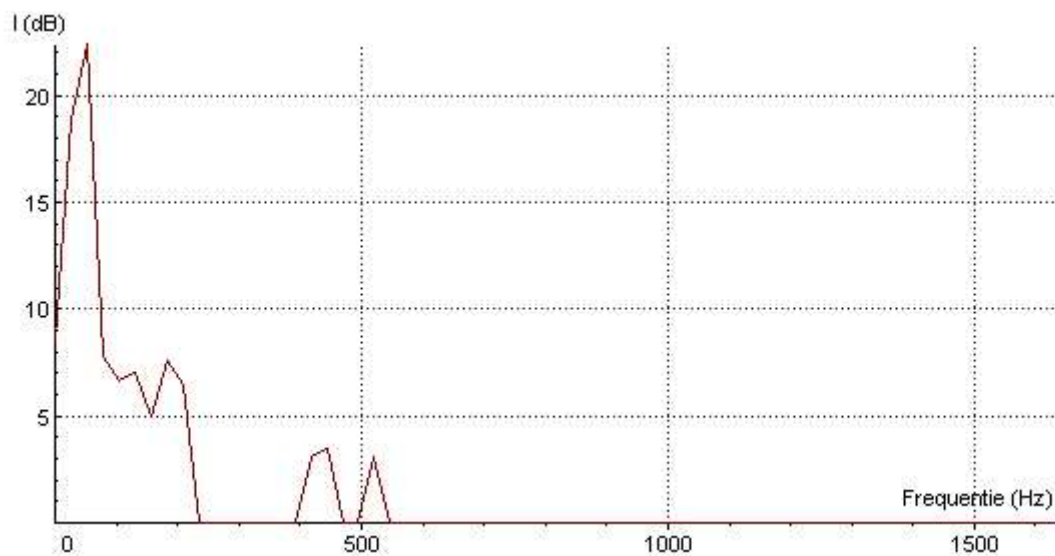
G gespeeld op de 5^e fret van de D snaar



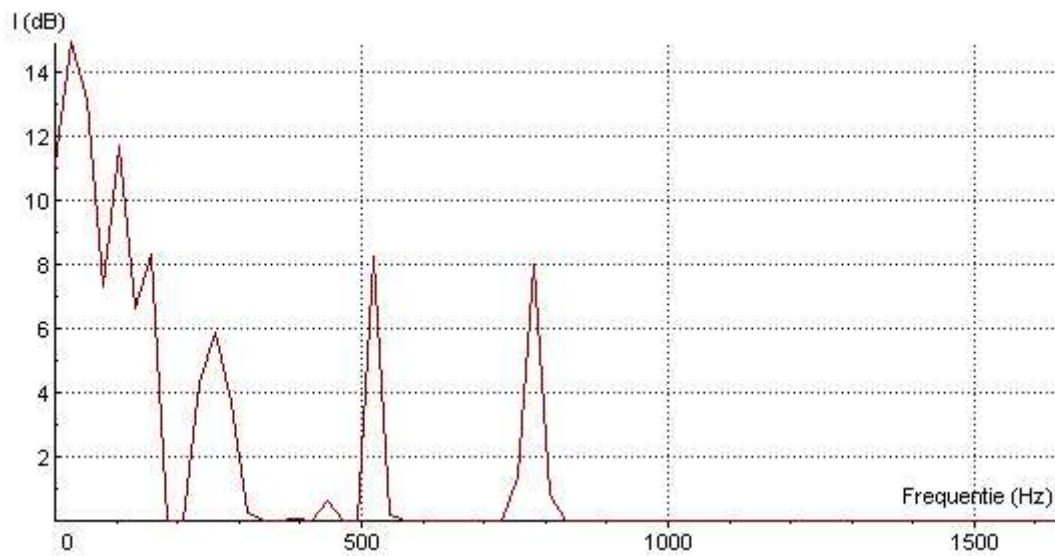
G gespeeld als open snaar



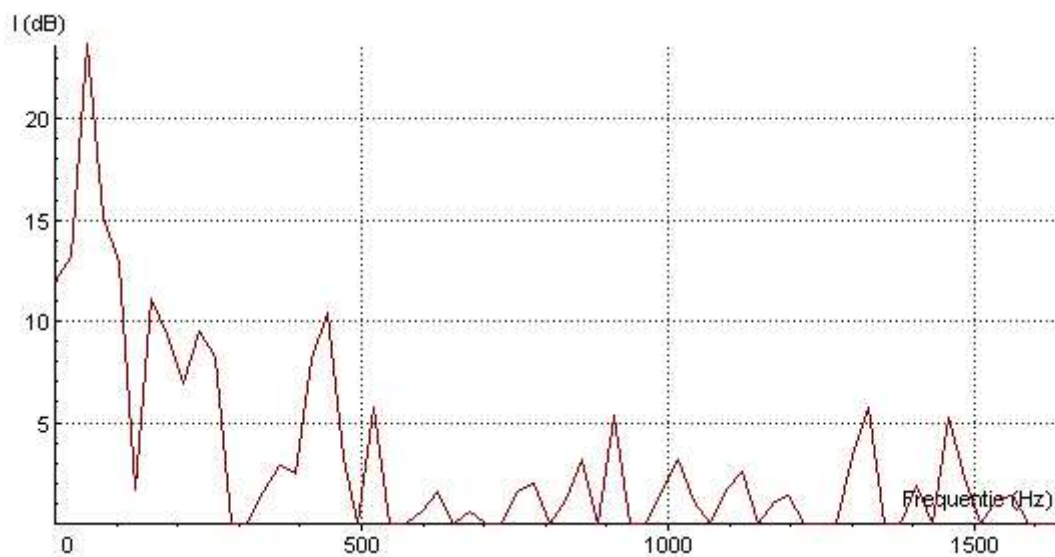
C gespeeld op de 10^e fret van de D snaar



C gespeeld op de 5^e fret van de G snaar

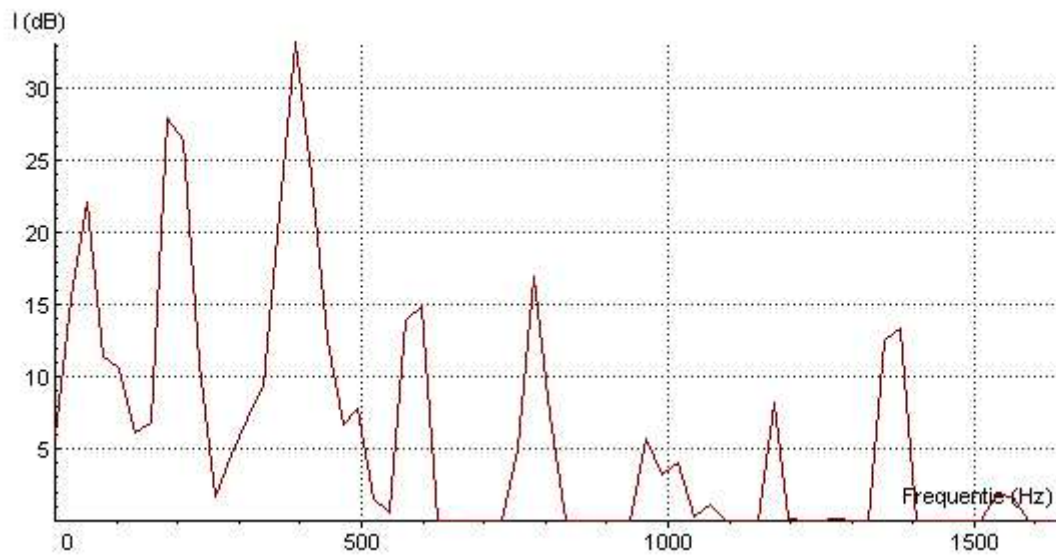


C gespeeld op de 1^e fret van de B snaar

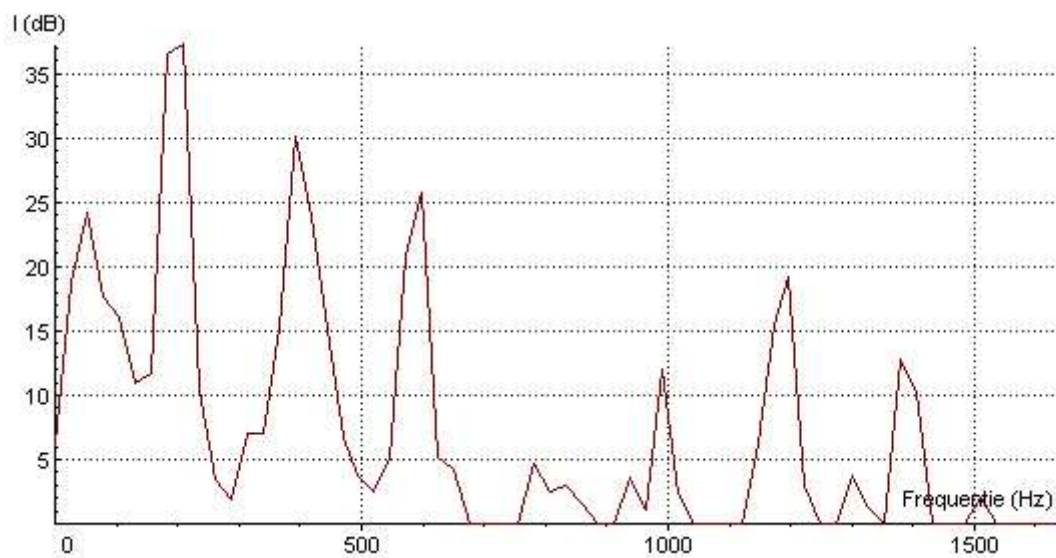


Akoestische gitaar

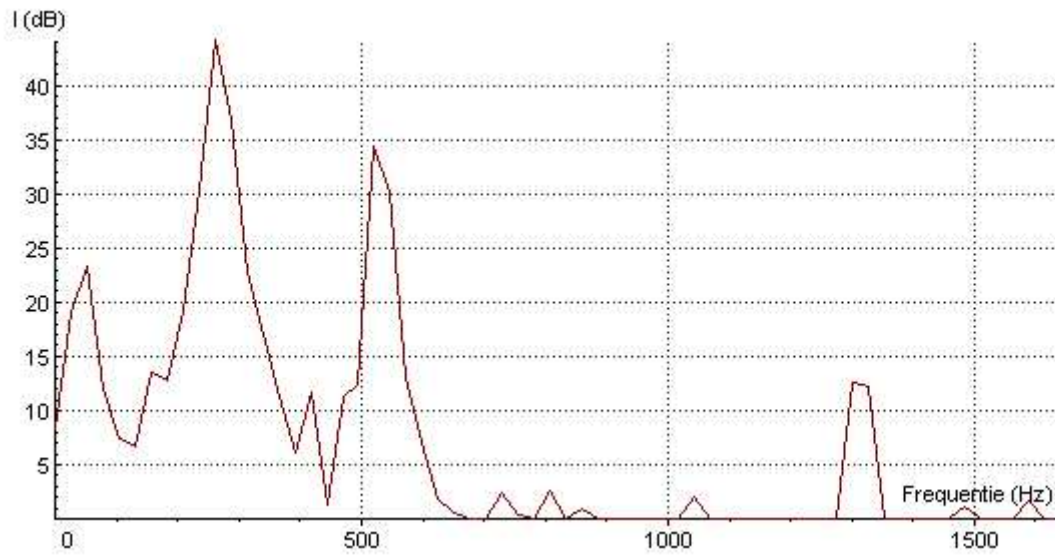
G gespeeld op de 5^e fret van de D snaar



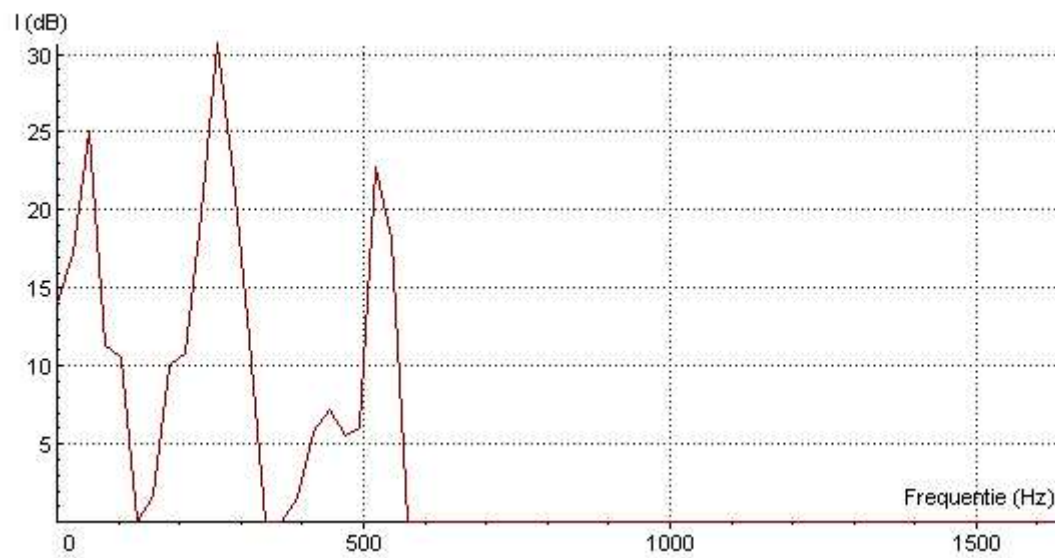
G gespeeld als open snaar



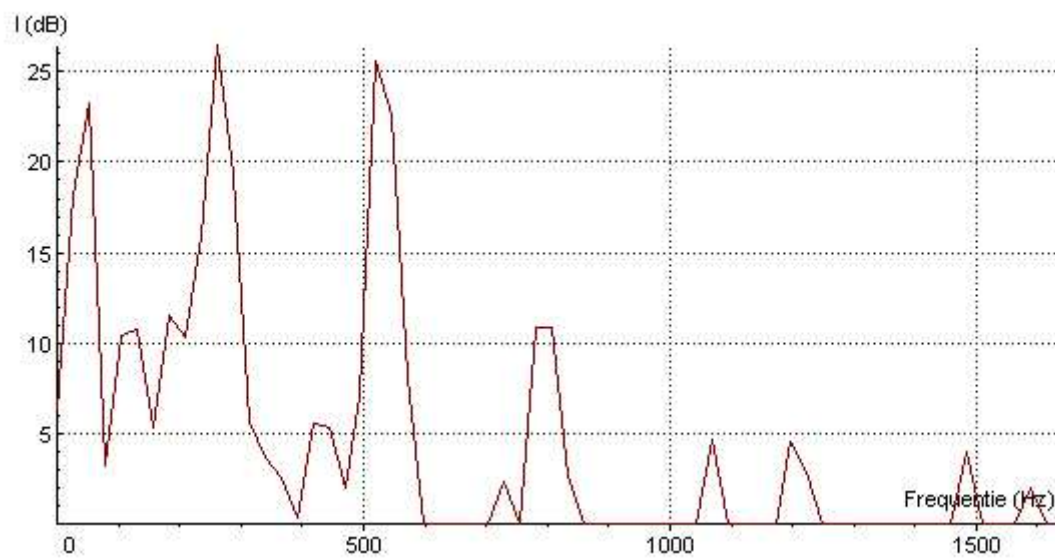
C gespeeld op de 10^e fret van de D snaar



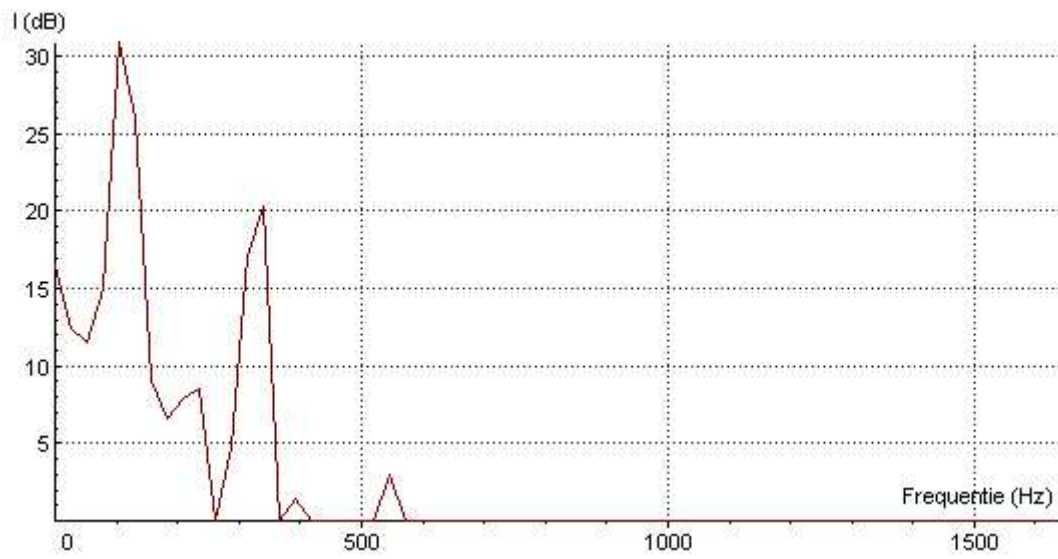
C gespeeld op de 5^e fret van G snaar



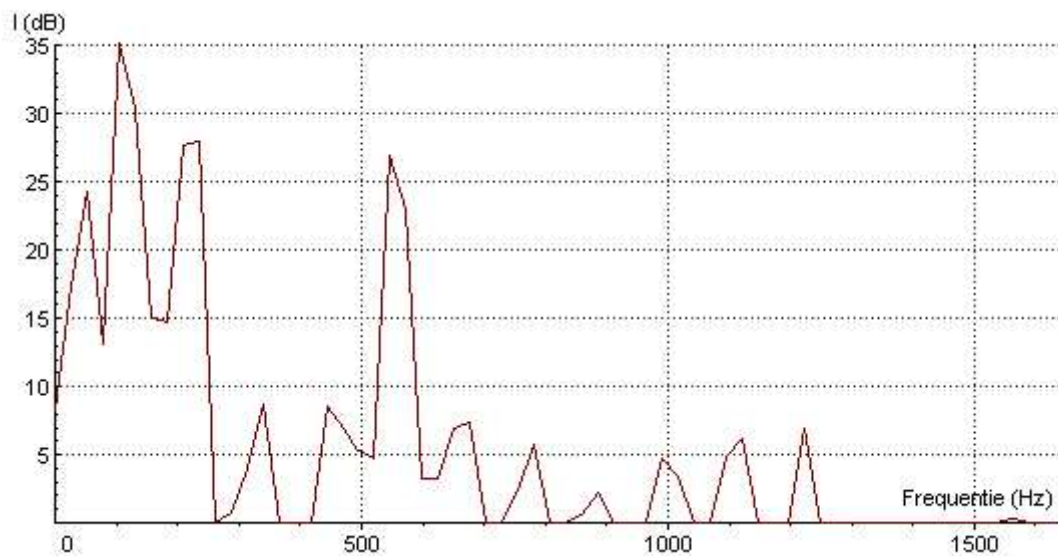
C gespeeld op de 1^e fret van de B snaar



A gespeeld op de 5^e fret van de E snaar

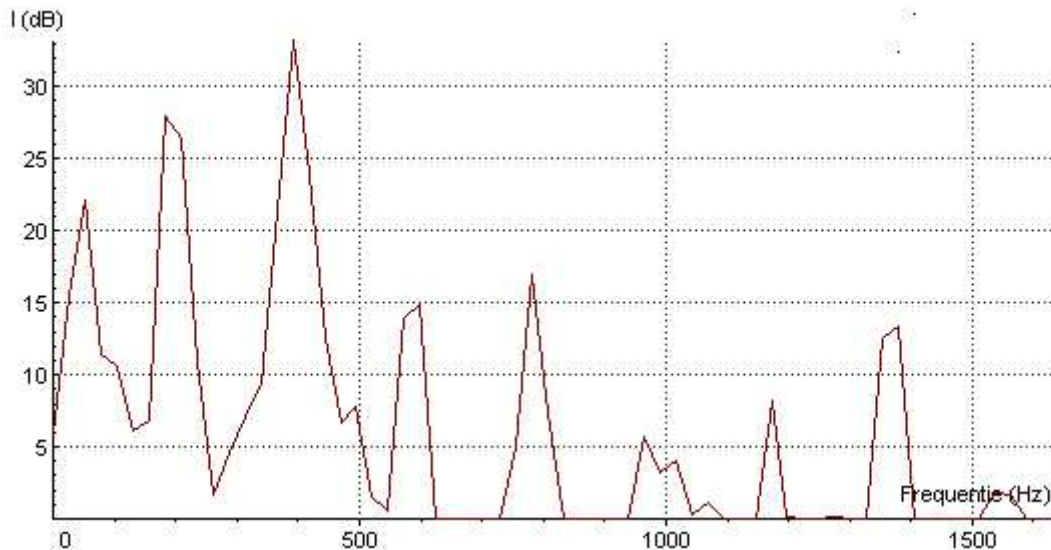


A gespeeld als open snaar



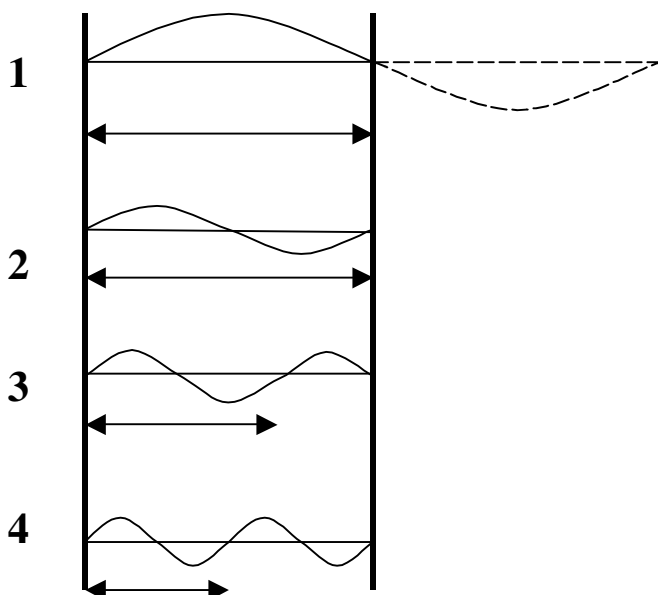
Onder- en Boventonen

Er zit een groot verschil in het geluid dat verschillende gitaren uitzenden. Als je op een akoestische gitaar bijvoorbeeld een G snaar aanslaat dan klinkt deze anders dan de G snaar van een elektrische gitaar. Terwijl beide een G zijn uit dezelfde octaaf en dus ook dezelfde frequentie hebben. Ook op een gitaar zelf klinken tonen van dezelfde hoogte anders, als je op de vijfde fret van de D snaar een G aanslaat klinkt deze heel anders dan een open G snaar. Terwijl ook hier beide G's uit dezelfde octaaf komen. Dit verschil wordt het verschil in klankkleur, of ook wel timbre, genoemd, een elektrische gitaar heeft een heel andere klankkleur dan een akoestische gitaar.



Als je met een computer het geluid van een gitaar analyseert dan komt daar deze grafiek uit. Dit is een G gespeeld op de vijfde fret van de D snaar op een akoestische gitaar. Uit het diagram blijkt dat de gitaar niet alleen de frequentie van de G, 396 Hertz, uitzendt maar ook een aantal andere frequenties. Deze frequenties worden de onder- en boventonen genoemd, de frequenties die onder de grondtoon zitten zijn de ondertonen, en de frequenties die er boven zitten zijn de boventonen.

De opbouw van onder- en boventonen



In de figuur hier onder is vier keer de snaar afgebeeld. Bij 1 is de golflengte van de grondtoon, de toon die je het hardst hoort, die met de grootste geluidssterkte dus, afgebeeld. De snaar is de helft van de golflengte van de grondtoon. Bij 2 is de eerste boventoon afgebeeld. Deze heeft een golflengte die 2 maal zo klein is als die van de grondtoon. De frequentie is hierdoor 2 maal zo hoog. Als de grondtoon bijvoorbeeld een A was geweest, met een frequentie van 110 Hertz, dan was de eerste boventoon $2 \times 110 = 220$ Hertz, wat weer een A is, maar een octaaf hoger dan de grondtoon.

Bij 3 is de golflengte van de tweede boventoon afgebeeld, deze heeft een 3 maal zo kleine golflengte en een 3 maal zo hoge frequentie, dus deze boventoon heeft, als de grondtoon een A is een frequentie van $3 \times 110 = 330$ Hertz, dit is een E, die $2^{1/2}$ octaaf hoger is dan de grondtoon A. De derde boventoon heeft een vier maal zo kleine golflengte, en is dus 440 Hertz, wat weer een A is, maar dan 2 octaven hoger dan de grondtoon. Voor alle boventonen geldt: $f_n = (n-1) \times f_1$ waarbij f_n de n^e boventoon is en f_1 de grondtoon.

Deze drie zijn natuurlijk niet de enige boventonen, er zijn er nog veel meer. Over het algemeen geldt wel dat hoe hoger de frequentie van de boventoon is, hoe lager de geluidsterkte is, dus hoe zachter je de toon hoort.

Fourier transformatie

Bij het experiment, heb ik gebruik gemaakt van Fourier transformatie. Dit is bedacht door Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830). Fourier heeft ontdekt dat elke periodieke functie, zoals de sinusfunctie van het geluid van de gitaar, bestaat uit een reeks sinussen en cosinussen. Als je deze sinussen en cosinussen gevonden hebt kun je daar de frequenties uit afleiden.

Voor de functie $U(n)$ van het geluid van de gitaar geldt volgens de theorie van Fourier:

$$U(n) = A_1 \cdot \sin(2\pi f_1 \cdot t + \varphi_1) + A_2 \cdot \sin(2\pi f_2 \cdot t + \varphi_2) + \dots + A_n \cdot \sin(2\pi f_n \cdot t + \varphi_n)$$

Waarbij geldt dat:

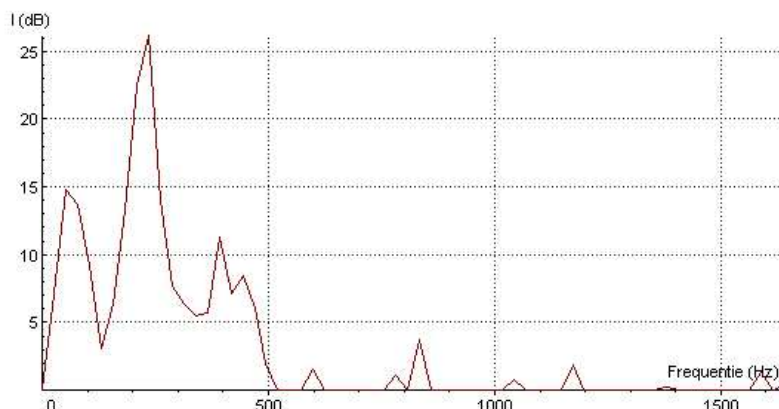
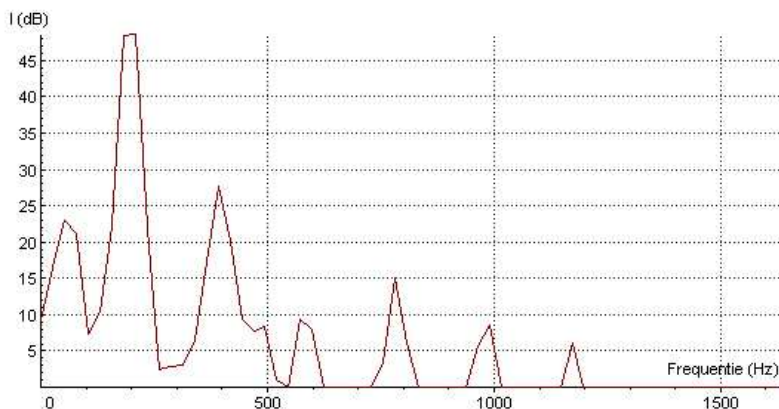
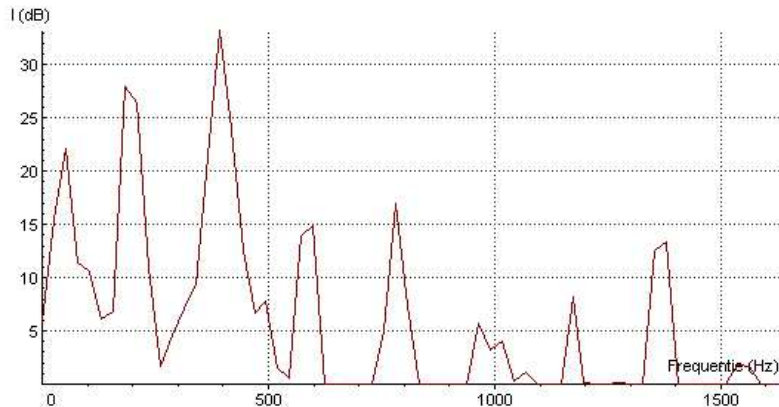
$U(n)$	=	De functie van het geluid dat wordt uitgezonden door de gitaar
A_n	=	De intensiteit van de n^{de} boventoon
f_n	=	De frequentie van de n^{de} boventoon ($f_n = (n-1) \times f_1$)
φ_n	=	De hoek die de functie van f_n bij $t=0$ met de as maakt gedeeld door de hoek die de functie f_1 bij $t=0$ met de as maakt.

Bij een muziekinstrument kan je dus uit deze formule halen welke boventonen met welke intensiteit uitgezonden worden. Hoe dit precies gedaan wordt, is erg ingewikkeld en daar ga ik verder ook niet op in. Uit de formule komen dus alle boventonen, maar veel van de boventonen, vooral de hogere, zijn niet relevant aangezien ze een vreselijk lage geluidssterkte hebben en dus amper waarneembaar zijn.

Om met de computer Fourier transformatie uit te voeren, moet de klank eerst worden gediscretiseerd, of in digitale termen: gesampled. Dit doet de computer zelf al. Sample-en houdt in omzetten in discrete stappen, ofwel samples, in plaats van het continue analoge signaal. Om het proces sneller te maken, maakt de computer alleen gebruik van de eerste periode, er van uit gaande dat de volgende periodes gelijk zijn. De methode van Fourier transformatie die de computer gebruikt om het, inmiddels digitale, signaal te analyseren, wordt DFT genoemd, dit staat voor Discrete Fourier Transform. Behalve de eerdergenoemde punten maakt de computer verder gebruik van hetzelfde principe, en ook dezelfde formule, als het met de hand uitvoeren van Fourier transformatie.

Wat is het verschil in boventonen dat uitgezonden wordt door verschillende gitaren ?

Bij het experiment heb ik gebruik gemaakt van twee verschillende gitaren, een elektrische gitaar (waarvan ik het geluid zowel versterkt als onversterkt heb opgenomen) en een spaans akoestische gitaar (dit is een akoestische gitaar met drie koper-omwonden en drie nylon snaren). Tussen de gitaren is een duidelijk verschil in klankkleur te horen. En ook tussen versterkt en onversterkt is er een duidelijk verschil. Er moet dus op de één of ander manier een verschil zijn in het geluid dat beide gitaren uitzenden. De drie grafieken zijn allemaal het geluid van een G gespeeld op de 5^e fret van de D snaar. De eerste is gespeeld op de akoestische gitaar, de tweede op de versterkte elektrische gitaar en de laatste op de onversterkte elektrische gitaar.



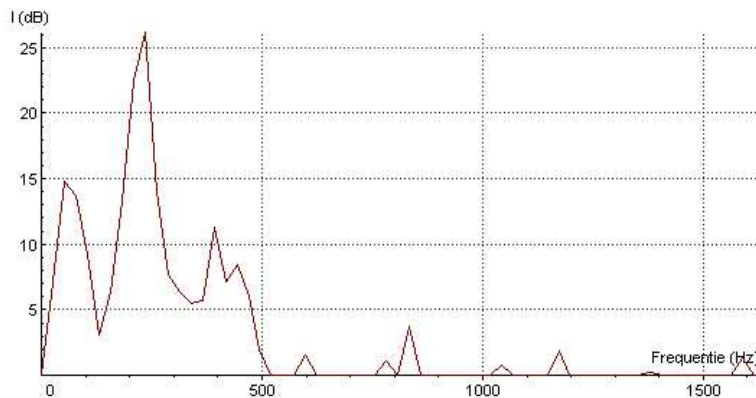
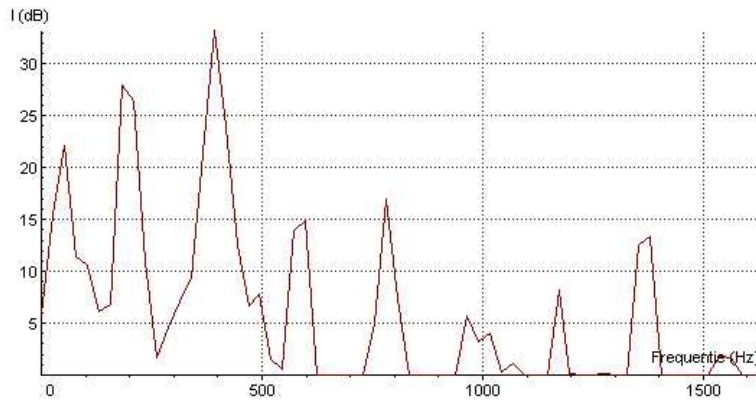
De tonen die de gitaren uitzenden zijn hetzelfde, de akoestische gitaar zendt alleen nog een hoge boventoon uit die de elektrische niet uitzendt. Een groot verschil in de tonen die de gitaren uitzenden is er niet dus. Er is wel een duidelijk verschil in het geluidsstrekte van de boventonen, de akoestische gitaar zendt de boventonen

bijvoorbeeld met een veel hogere geluidsterkte uit dan de elektrische gitaar (zowel versterkt als onversterkt)

Het grote verschil in klankkleur wordt dus veroorzaakt door een groot verschil in geluidsterkte van de boventonen die de gitaren uitzenden. Nu is het de vraag waar dit verschil in boventonen vandaan komt. Deze vraag ga ik proberen in de volgende deelvragen te beantwoorden.

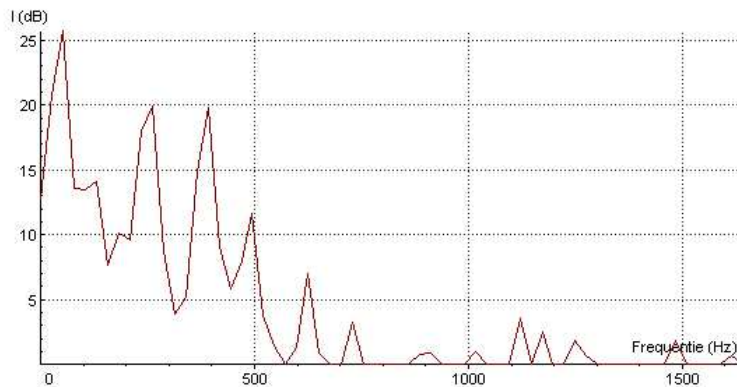
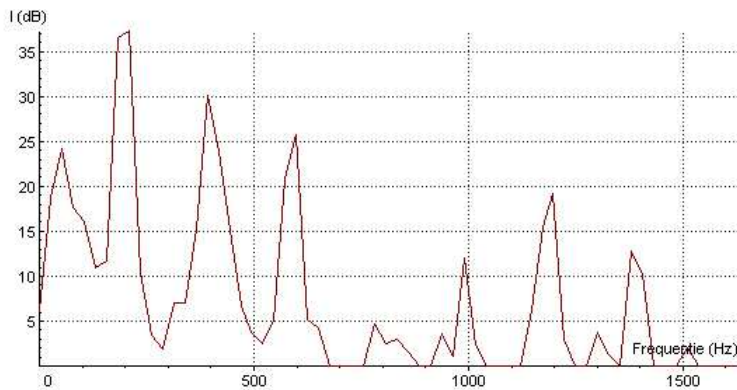
Wat is de invloed van akoestisch/elektrisch ?

Dit zijn twee resultaten uit het experiment, het zijn allebei grafieken van een G, gespeeld op de 5^e fret van de D snaar. De eerste is gespeeld op de akoestische gitaar en de tweede op de onversterkte elektrische gitaar. De reden voor het gebruiken van de grafiek van de onversterkte elektrische gitaar is dat de versterker ook effect kan hebben op de boventonen.



Zoals te zien is in de grafiek, worden in beide gevallen tonen met dezelfde frequentie uitgezonden. Er is echter wel een gigantisch verschil in onder- en boventonen in de grafieken te zien. Bij de akoestische gitaar worden vooral de hogere boventonen met een veel hoger geluidsterkte ten opzichte van de grondtoon uitgezonden dan bij de elektrische. Daarnaast is de grondtoon niet eens gelijk, de grondtoon van de akoestische gitaar is 396 Hertz, en de grondtoon van de elektrische is de helft, 198 Hertz, het is wel allebei een G, maar er zit een octaaf tussen. Bij de akoestische gitaar zit er niet zoveel verschil tussen de grondtoon en de eerste onderton van 198 Hertz, wat dus de grondtoon van G op de elektrische gitaar was. Bij de elektrische gitaar wordt de eerste boventoon (396 Hertz, de grondtoon van de G op de akoestische gitaar) echter uitgezonden met minder dan de helft van het geluidsterkte van de grondtoon.

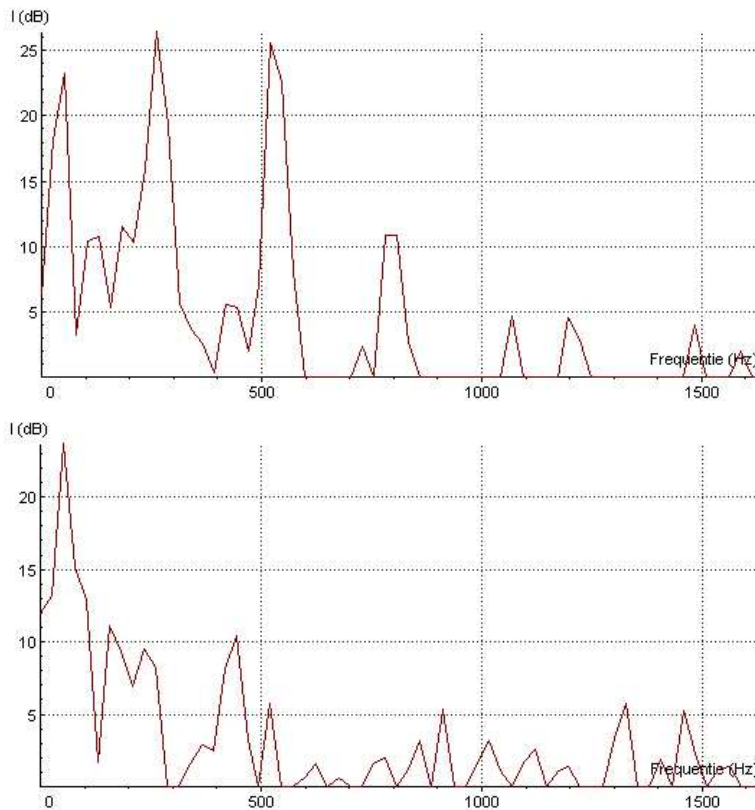
De volgende twee grafieken zijn weer de G, maar gespeeld als open snaar (lees: de G snaar gespeeld zonder iets in te drukken), de eerste is weer gespeeld op de akoestische gitaar, en de tweede op de onversterkte elektrische gitaar.



Weer worden globaal dezelfde frequenties uitgezonden. En ook in dit geval zendt de akoestische gitaar de boventonen met een grotere geluidssterkte ten opzichte van de grondtoon uit. Zelfs het verschil in grondtoon is weer aanwezig. De grondtoon van de open G op de elektrische gitaar is met 99 Hertz weer de helft van de grondtoon van de open G op de akoestische gitaar.

Het kan natuurlijk altijd nog dat dit alleen het geval is bij de G, dus we nemen nu een andere toon, de C.

Hieronder Staan twee grafieken van de C gespeeld op de 1^e fret van de B snaar, de eerste grafiek is van de akoestische gitaar, en de tweede is van de elektrische gitaar.



Een verschil dat nu direct opvalt, is dat de elektrische gitaar ineens veel meer (meetbare) boventonen heeft dan de akoestische. De boventonen worden echter met zo'n laag geluidssterkte uitgezonden, dat ze niet echt relevant zijn. De opvallende punten bij de metingen aan de G zijn ook weer terug te zien in deze grafieken. De grondtoon van de onversterkte elektrische gitaar is weer een octaaf lager dan die van de akoestische gitaar. Ook zendt de akoestische gitaar zijn onderboventonen weer met een veel hoger geluidssterkte ten opzichte van de grondtoon uit.

Het verschil tussen een elektrische en een akoestische gitaar is dus dat:

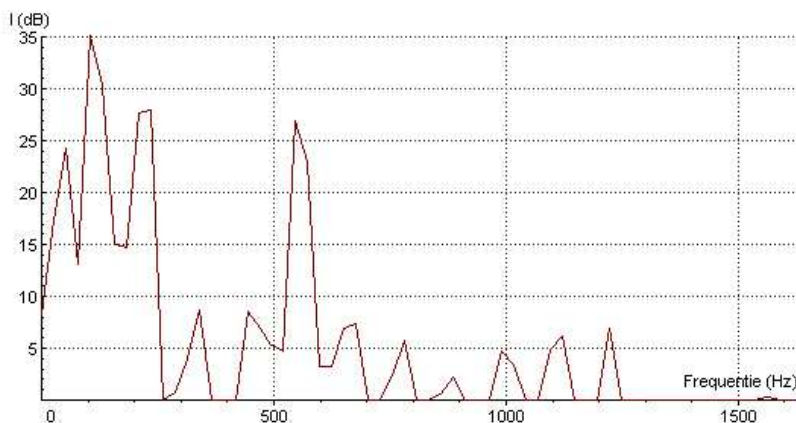
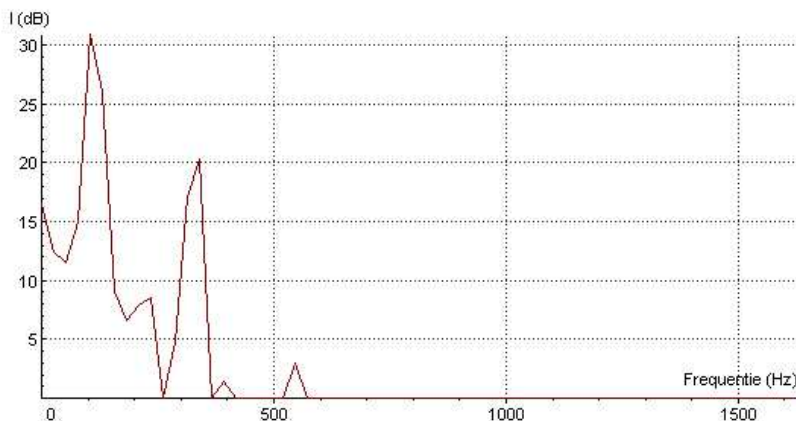
- Een akoestische gitaar veel duidelijkere onder- en boventonen uitzendt
- De grondtoon van de akoestische gitaar een octaaf hoger is dan die van de elektrische

In de frequenties die de gitaren uitzenden zit nagenoeg geen verschil.

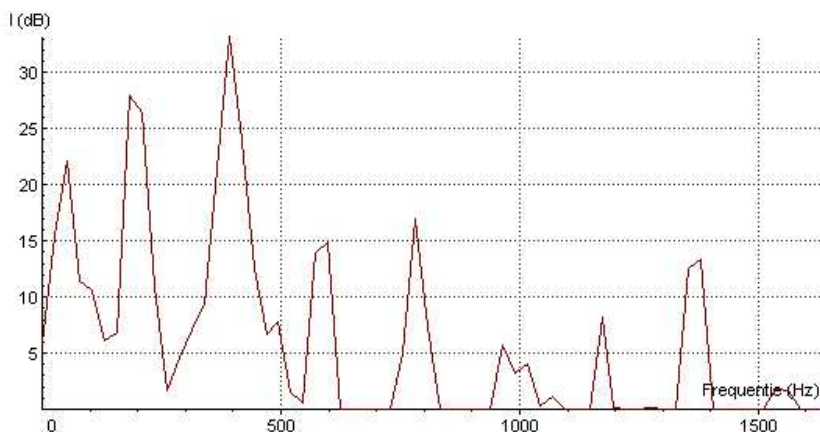
Hier valt natuurlijk nog niet echt een conclusie uit te trekken, want er zitten erg veel verschillen tussen de akoestische en de elektrische gitaar, zoals bijvoorbeeld het verschil in klankkast.

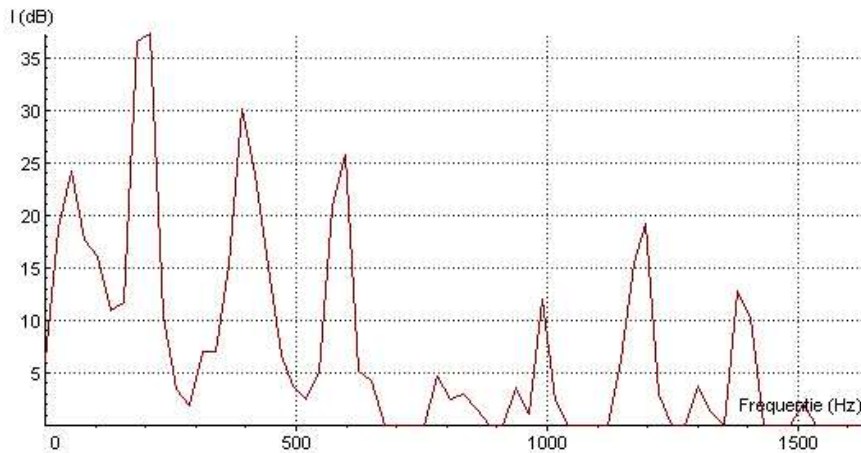
Wat is de invloed van de snaren ?

De volgende grafieken zijn van een A op een akoestische gitaar gespeeld. De eerste A is gespeeld op de 5^e fret van de E snaar, en de tweede A is gespeeld als open snaar.



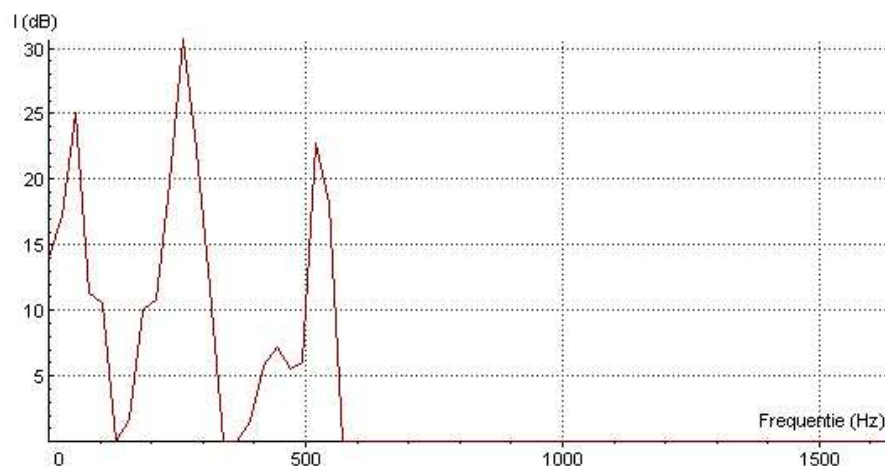
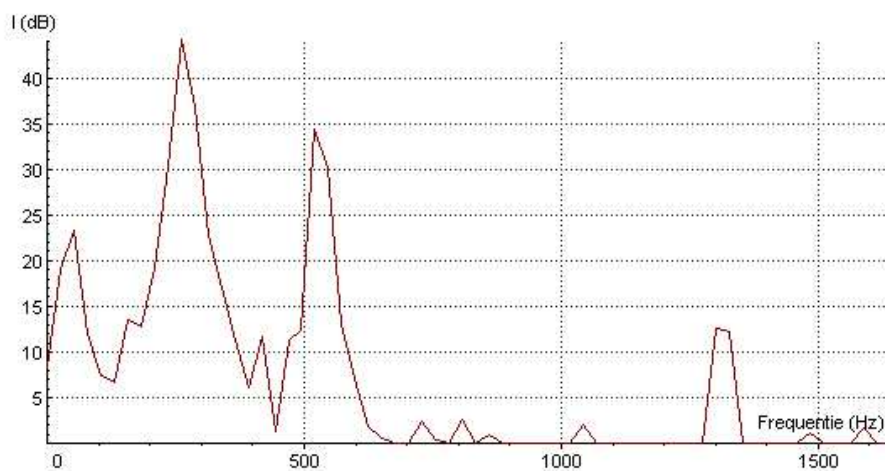
De grondtoon van beide klanken is hier gewoon gelijk (110 Hertz). Er is wel een behoorlijk groot verschil in uitgezonden boventonen. Ten eerste worden er bij het aanslaan op de 5^e fret van de E veel minder boventonen uitgezonden dan bij het aanslaan als open snaar. Daarnaast zijn ook de boventonen met de grootste geluidssterkte anders. Op de 5^e fret van de E snaar wordt vooral de tweede boventoon, een E (330 Hertz) uitgezonden. Bij de open snaar worden de eerste boventoon (een A met een frequentie van 220 Hertz) en de vierde boventoon (een C[#] van 554 Hertz) We gaan nu kijken naar het verschil tussen de D en de G snaar. Hieronder en op de volgende pagina is twee keer het geluid van een G te zien, de eerste keer gespeeld op de 5^e fret van de D snaar, en de tweede keer als open snaar.





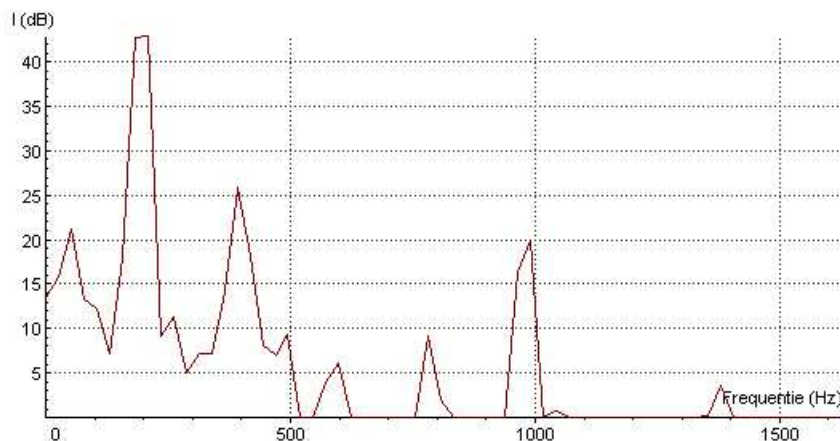
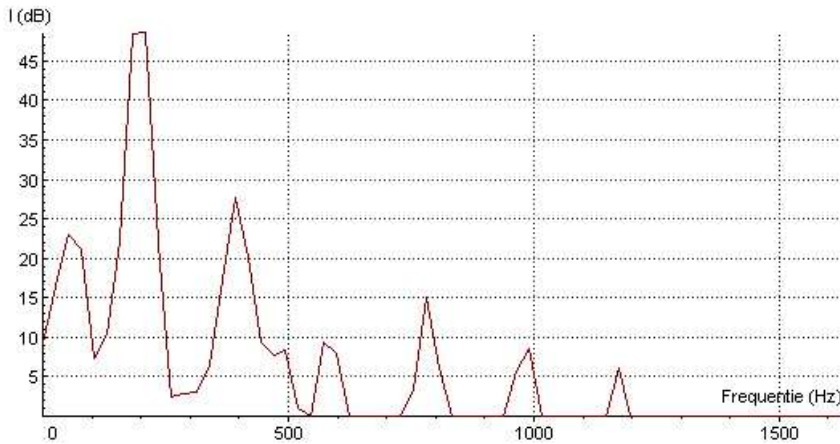
Wat aan deze twee grafieken direct opvalt is dat de grondtoon verschilt, op de D snaar is het een G met een frequentie van 396 Hertz, en de open snaar zendt een G met een frequentie van 198 Hertz (de helft, een octaaf lager dus) uit. Er zit echter in beide gevallen niet veel verschil tussen de geluidsterkte van de twee G's van 198 en 396 Hertz. In de boventonen zit wel een duidelijk verschil, de open snaar zendt, veel duidelijker dan de D snaar, een D uit met een frequentie van 587 Hertz. De D snaar zendt op zijn beurt de G met een frequentie van 792 Hertz weer veel duidelijker uit. Opvallend is ook dat de open snaar ook nog erg hoge boventonen met een redelijk grote geluidsterkte uitzendt.

Hieronder staan twee grafieken van een C, beide op de akoestische gitaar, alleen is de eerste op de 10^e fret van de D snaar gespeeld, en de tweede op de 5^e fret van de G snaar.



In beide gevallen zenden de snaren als grondtoon een C van 264 Hertz uit. Vergelijken met de vorige grafieken zenden de snaren nu bijzonder weinig boventonen uit, ze zenden allebei dezelfde boventoon en dezelfde ondertoon uit. De D snaar zendt eigenlijk nog wel meer boventonen uit, maar die hebben zo'n lage geluidssterkte ten opzichte van de grondtoon, dat ze amper hoorbaar zijn.

De volgende twee grafieken zijn van de (versterkte) elektrische gitaar, het zijn twee G's, de eerste is gespeeld op de 5^e fret van de D snaar, en de tweede als open snaar.



De grondtoon is in beide gevallen hetzelfde, een G van 198 Hertz. De eerste boventoon, een G van 396 wordt in beide gevallen ongeveer in dezelfde verhouding tot de grondtoon uitgezonden. Het grootste verschil is weer dat de open snaar één van de hogere boventonen met een behoorlijk veel hogere geluidssterkte ten opzichte van de grondtoon uitzendt dan de ingedrukte snaar doet. De D snaar zendt overigens wel méér boventonen uit.

Vaak zendt een lagere (en dus dikkere snaar) dus meer boventonen uit. Uit het merendeel van de resultaten zou je kunnen afleiden dat een hogere (en dus ook dunnere) snaar de boventonen met een grotere geluidssterkte uitzendt, door het tegenvoorbeeld van de C blijkt echter dat het gaat om open snaren. Een open snaar zendt namelijk de boventonen wél altijd met een grotere geluidssterkte uit dan een snaar die ergens ingedrukt is.

Wat is de invloed van de klankkast?

De akoestische klankkast

Omdat ik alleen beschikking had over spaans-akoestische gitaren met dezelfde vorm en houtsoort heb ik geen resultaten die ik kan gebruiken.

Van de klankkast is voornamelijk het bovenblad belangrijk. Dit is aangetoond door gitaarbouwer Torres. Torres heeft een goed (houten) bovenblad genomen en de rest van de kast van papier maché gemaakt, deze gitaar klonk hetzelfde als een gitaar met hetzelfde bovenblad maar dan met een houten klankkast. Ook worden er vaak gitaren gemaakt met een houten bovenblad en de rest van kunststof, wat ook hetzelfde klinkt als een gewone houten gitaar.

Het doel van een bovenblad is zoveel mogelijk van de trilling doorgeven aan de lucht kolom in de klankkast. Het bovenblad moet dus redelijk flexibel zijn, maar aan de andere kant moet het bovenblad ook weer stevig zijn, anders kan de brug er niet op vastgemaakt worden.

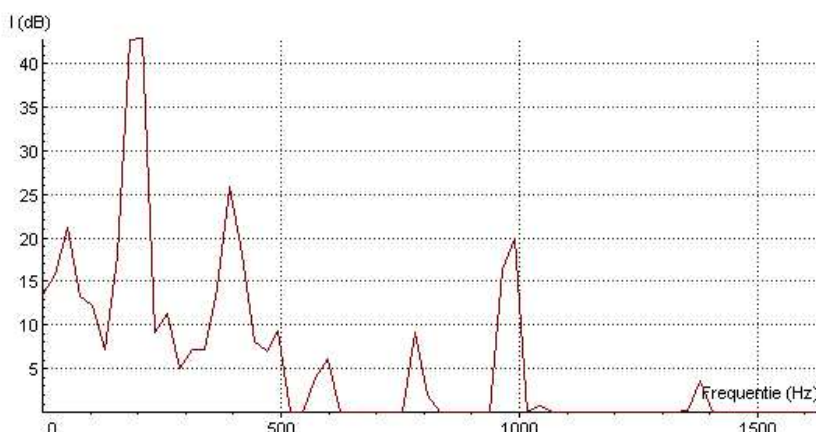
De vorm van de klankkast is meer een kwestie van smaak, voor het geluid maakt het niet zo veel uit. De plaats van het klankgat is echter wel belangrijk, voor de stijfheid van het bovenblad, dus daarmee ook weer voor wat er aan tonen doorgegeven wordt.

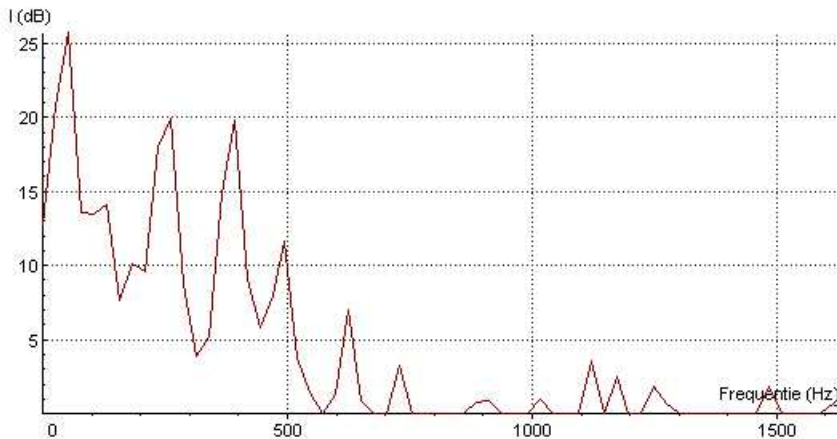
De houtsoort op zich is niet zo belangrijk, zolang het maar licht en sterk is. De manier waarop het hout geplaatst wordt is wel belangrijk. Het wordt meestal kwartjes gezaagd, dat wil zeggen dat de jaarringen recht op het oppervlak. Als het hout op deze manier in het bovenblad zit is het ongeveer dertig keer stijver in de X richting dan in de Y richting. Dit komt goed van pas, want op deze manier kan het hout de spankracht van de snaren goed aan, en kan het ook nog goed meetrillen met de snaren.

De elektrische klankkast

Voor de eigenschappen van de klankkast van de elektrische gitaar kunnen de versterkte en onversterkte spectrums vergeleken worden. De versterker zendt namelijk het effect dat de klankkast heeft niet uit, dit wordt namelijk niet opgevangen door de magneetjes in de elementen. Alles dat de onversterkte gitaar dus uitzendt wat niet (of in mindere mate) terug te vinden is in het spectrum van de versterkte gitaar komt dus door de invloed van de klankkast.

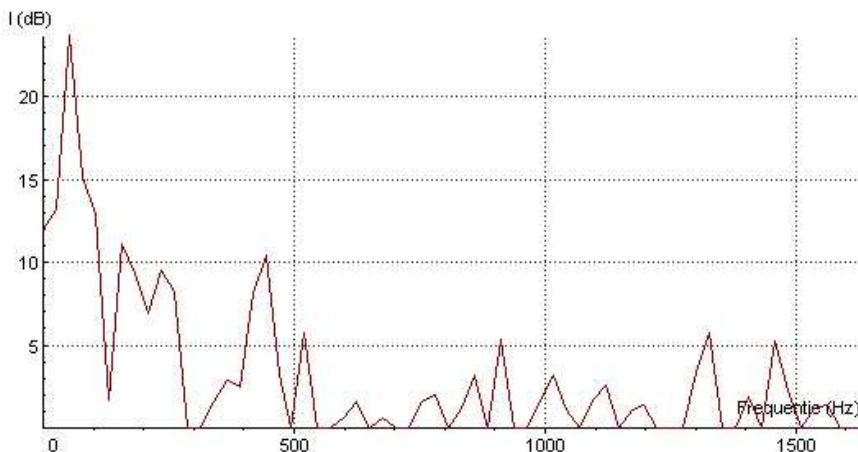
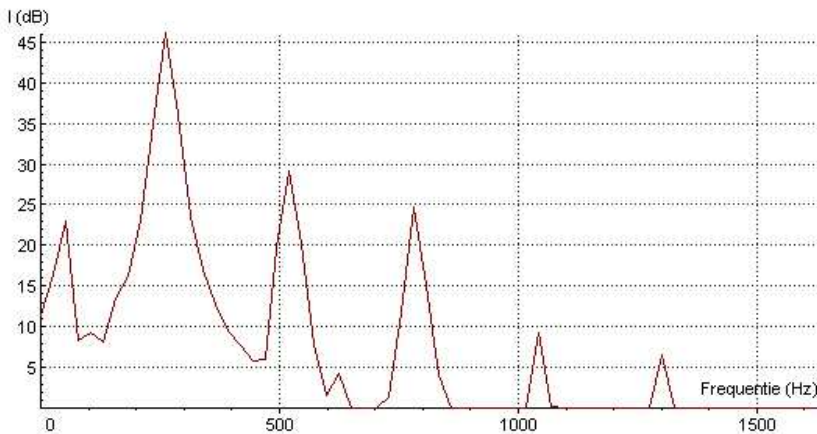
Hieronder en op de volgende pagina staan de spectrums van twee G's, de eerste is gespeeld als open snaar van een versterkte elektrische gitaar en de tweede is gespeeld als open snaar van dezelfde elektrische gitaar, maar dan onversterkt.





Zoals te zien is in de grafieken, zendt de onversterkte gitaar een grondtoon G van 99 Hertz uit terwijl de versterkte een G van 198 Hertz als grondtoon uitzendt. Ook zendt de onversterkte gitaar de eerste paar boventonen met een veel grotere geluidssterkte ten opzichte van de grondtoon uit, dan de versterkte gitaar doet.

Hieronder staan twee grafieken van de C gespeeld op de 1^e fret van de B snaar. De eerste is op een versterkte elektrische gitaar, en de tweede is op de onversterkte elektrische gitaar.



Ook hier is de grondtoon van de onversterkte gitaar een octaaf lager dan die van de versterkte gitaar. Ook zendt de onversterkte gitaar meer boventonen uit dan de versterkte gitaar. Net zoals bij de G van de vorige twee grafieken is ook hier het spectrum van de onversterkte gitaar veel 'rommeliger'.

De klankkast van de elektrische gitaar zorgt dus voor een zeer lage grondtoon en daarnaast een hoog aantal boventonen met ook hoge frequenties. De versterker 'zuivert'

de tonen van de elektrische gitaar, want, de spectrums van de versterkte gitaar hadden niet veel boventonen en ook geen lage grondtoon.

Conclusie

Het grote verschil in klankkleur tussen de geteste gitaren wordt veroorzaakt door een verschil in de geluidssterkte van de onder- en boventonen ten opzichte van de grondtoon.

De akoestische gitaar zendt veel duidelijkere onder- en boventonen uit dan de elektrische gitaar, alhoewel de elektrische gitaar wel boventonen uitzendt, maar dan gewoon zachter. Daarnaast is de grondtoon die de akoestische gitaar bij een bepaalde toon uitzendt een octaaf hoger dan die van de elektrische gitaar, hier moet wel bij gezegd worden dat het hier om een onversterkte elektrische gitaar gaat. Als de elektrische gitaar wordt aangesloten op de versterker dan zorgt deze ervoor dat er weer een 'normale' grondtoon uitgezonden wordt. De elektrische gitaar verliest wel een aantal boventonen door hem op een versterker uit te zenden.

Dikkere snaren zenden meer boventonen uit dan dunnere (Akoestische gitaren hebben dikkere snaren dan elektrische) en open snaren zenden de boventonen met een grotere geluidssterkte uit dan een snaar die ergens ingedrukt is.

Bij de akoestische klankkast heeft het bovenblad de meeste invloed op de boventonen, bij een elektrische gitaar gaat het vooral om het materiaal. Bij beide is de vorm meer 'voor de mooi' en heeft niet echt invloed op de tonen.

Nawoord

Voorlopig:

Ik vond het leuk om aan dit werkstuk te werken. Ik was eerst bang dat ik nog geen twee pagina's over het onderwerp zou kunnen schrijven. Maar dat viel achteraf ontzettend mee.

Het moeilijkste deel vond ik het stukje over Fourier transformatie en de DFT, het heeft even geduurd voordat ik snapte hoe dat werkt, en ook nu is het nog maar een versimpelde versie, want volgens mij kan daar alleen al over een heel profielwerkstuk gemaakt worden.

Wat misschien wat beter had gekund was de planning, ik ben eigenlijk te laat met mijn experiment begonnen en had daardoor aan het eind nog best veel werk aan mijn profielwerkstuk.

Ook had ik achteraf gezien mijn deelvragen liever wat anders gehad, ik had een paar deelvragen moeten maken over 'de gitaar', Fourier transformatie en onder- en boventonen.

Definitief:

Ik ben blij dat er niet zo heel veel moest worden veranderd aan mijn voorlopige versie. Ik schrok wel dat de Fourier transformatie anders moet, want daar had ik al wat problemen mee gehad. Maar ook dat is uiteindelijk weer gelukt. Ik heb ook nog even de volgorde van mijn hoofdstukken veranderd want achteraf gezien vond ik deze volgorde logischer. Ook heb ik nog een klein zinnetje toegevoegd aan het hoofdstuk over boventonen en mij idee voor een presentatie gemaakt. Het was leuk om te maken, dit profielwerkstuk, maar ik ben nu wel erg blij dat het af is.

Bronvermelding

www.howstuffworks.com

www.mlgitaarbouw.nl

www.lordofthestrings.com/lots/RAPRD/09030110.html

logosfoundation.org/kursus/4040.html

kmt.hku.nl/~jorrit/lessen/theorie/spectraal.html#Fourier

ccrma.stanford.edu/~jos/mdft/DFT_Definition.html

www.cage.curtin.edu.au/mechanical/info/vibrations/tut4.htm

www.wikipedia.com

http://www.lct.fnt.hvu.nl/bov/bb/harm-trill/harmonische_trillingen.htm

Binas

Newton 1b

Idee voor presentatie

Mijn presentatie wil ik doen met behulp van een beamer. Ik ga een presentatie maken in flash en die dan op een scherm projecteren en er een praatje bij houden. Ik begin met uitleggen over gitaren en boventonen, daarna over het experiment, Fourier transformatie leg ik heel kort uit aangezien het anders voor veel mensen een saai verhaal wordt en daarna vertel ik wat ik ontdekt heb. Ik neem ook een gitaar of een opname van een gitaar mee zodat ik het verschil in klankkleur duidelijk kan laten horen.