

Slutrapport

Martin Almqvist - Carl Strandby

Sammandrag

I denna laboration konstruerades en avståndsmätare för att mäta en stämgaffels grundfrekvens och dämpningskoefficient. Därefter applicerades tekniken på ett stränginstrument, en ukulele. Experimentet utfördes genom att koncentrera en laser på mätobjektet och låta den reflekteras på en positionssensitiv-detektor. Således kunde mätobjektets fysiska svängning representeras av en elektrisk signal vars frekvens och amplitud kunde mätas och analyseras. Experimentet fastställde stämgaffelns frekvens till $292,4\text{ Hz}$ med en standardavvikelse på $0,84\text{ Hz}$, och dess dämpningskoefficient till $1,10 \cdot 10^{-4}$ med en standardavvikelse på $0,11 \cdot 10^{-4}$. Tekniken applicerades framgångsrikt på ett mindre stränginstrument så att denna kunde stämmas, och lyckades även att registrera superpositioner av enskilda toner ur ett ackord.

Innehåll

1	Introduktion	3
2	Teori	3
2.1	Avståndsmätning med triangulering	3
2.2	Positionssensitiv-detektor, PSD	4
2.3	Harmonisk oscillator	5
3	Metod	5
3.1	Försöksuppställning	5
3.1.1	Grunduppgift	5
3.1.2	Bonusuppgift-uppgift	7
3.2	Utförande	7
3.2.1	Grunduppgift-uppgift	7
3.2.2	Bonusuppgift-uppgift	8
4	Resultat	8
4.1	Grunduppgift	8
4.1.1	Bonusuppgift	10
5	Diskussion	15
5.1	Grunduppgift-uppgift	15
5.2	Bonusuppgift-uppgift	16
6	Appendix	19
6.1	Labblogg	21

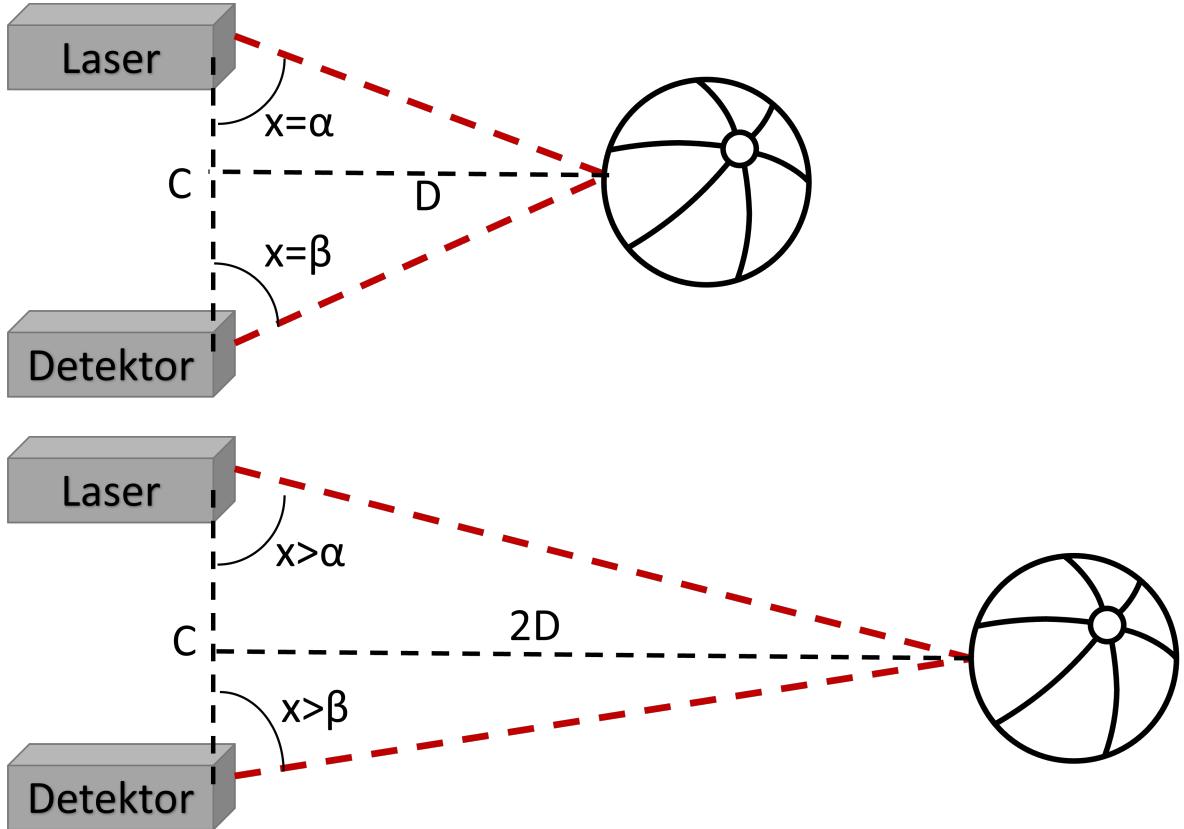
1 Introduktion

När ett objekt rör sig, skapar dess rörelse en longitudinell våg i luften runtomkring den. När denna ljudvåg når ett öra uppfattar dess trumhinna vågens amplitud och frekvens som just ljud. Ljud är på det sättet superpositioner av ljudvågor från mängder av processer som ständigt pågår. Därför är det intressant att undersöka vad som karaktäriserar ett ljud från ett specifikt objekt. En metod för att göra detta är att mäta hur objektet fysiskt rör sig i rummet med hjälp av en så kallad avståndsmätare. En sådan avståndsmätare kan till exempel användas i industrin för att mäta vibrationer och slitage på förbränningsmotorer. I grunduppgiften i denna laboration konstrueras just en sådan avståndsmätare med en laser och appliceras för att bestämma frekvensen och dämpningskoefficienten för en stämgafl. I bonusuppgiften appliceras samma teknik på ett mindre stränginstrument, en ukulele, samt identifiera enskilda toner i ett ackord. Syftet med detta experiment är således att konstruera en optisk avståndsmätare och undersöka hur denna kan användas för att bestämma frekvens och amplitud på olika objekts svängningar.

2 Teori

2.1 Avståndsmätning med triangulering

Trianguleringsmetoden är en metod för att mäta avstånd med hjälp av en laser. Genom att låta en ljusstråle från laser reflekteras på ett objekt och därefter på en detektor kan avståndet till objektet bestämmas genom att mäta infallsvinkeln på detektorn, givet att lasern och detektorns position är kända[1]. Om mätobjektet flyttas längre ifrån detektorn ökar denna infallsvinkel och på samma sätt minskar den om objektet flyttas närmre detektorn, se figur 1. Med en känslig detektor kan således även mycket små förflyttningar mätas så att frekvens och amplitud kan bestämmas för ett objekt i svängning.



Figur 1: Avståndet till objektet kan bestämmas genom att känna till infallsvinkeln hos den reflektterade ljusstrålen samt lasern och detektorns positioner. Ökas avståndet till objektet ökar även infallsvinkel.

2.2 Positionssensitiv-detektor, PSD

En positionssensitiv-detektor, PSD, är en sensor bestående av en detektionsplatta och två identiska delar i varsin ände av plattan som ger ifrån sig varsin ström I_A och I_B som är proportionella mot var på sensorn ljusets intensitet är som störst [2]. Ju närmre sida A på sensorn, desto större blir strömmen I_A och vice versa. Positionen för intensitetsmaximat från en infallande ljusstråle ges av formeln

$$x = \frac{I_A - I_B}{I_A + I_B} \frac{L}{2} + C, \quad (1)$$

där L är längden på detektionsplattan, x är avståndet från mitten på sensorn till intensitetsmaximat, och C en kalibreringskonstant. Vid studier av frekvens och amplitudkarakteristik är det framförallt förhållandet mellan de olika strömmarna som är intressant. Detta medför att ekvation 1 kan förenklas till den simplare, men i detta fall lika användbara ekvationen

$$x(t) = I_A(t) - I_B(t) + C. \quad (2)$$

Genom att fouriertransformera denna signal från sensorn kan således frekvensen för svängningen hos det infallande ljuset mätas. Svängningens amplitud ges direkt av ekvation 2 då större amplitud leder till att en reflekterad ljusprick på sensorn rör sig större sträckor över detektorn och således blir skillnaden mellan strömmarna i ekvation 2 större.

2.3 Harmonisk oscillator

Ett objekt i svängning kan beskrivas som en underdämpad harmonisk oscillator [3]. Dämpningen hos svängningens amplitud över tid kan då fås med ekvationen

$$A(t) = Ce^{-2\pi\zeta f_0 t} = Ce^{-kt}, \quad (3)$$

där ζ är dämpningskoefficienten, f_0 är grundfrekvensen och C är en konstant som avgör funktionens värde vid $t = 0$. Ur denna ekvation kan dämpningskoefficienten lösas ut med sambandet

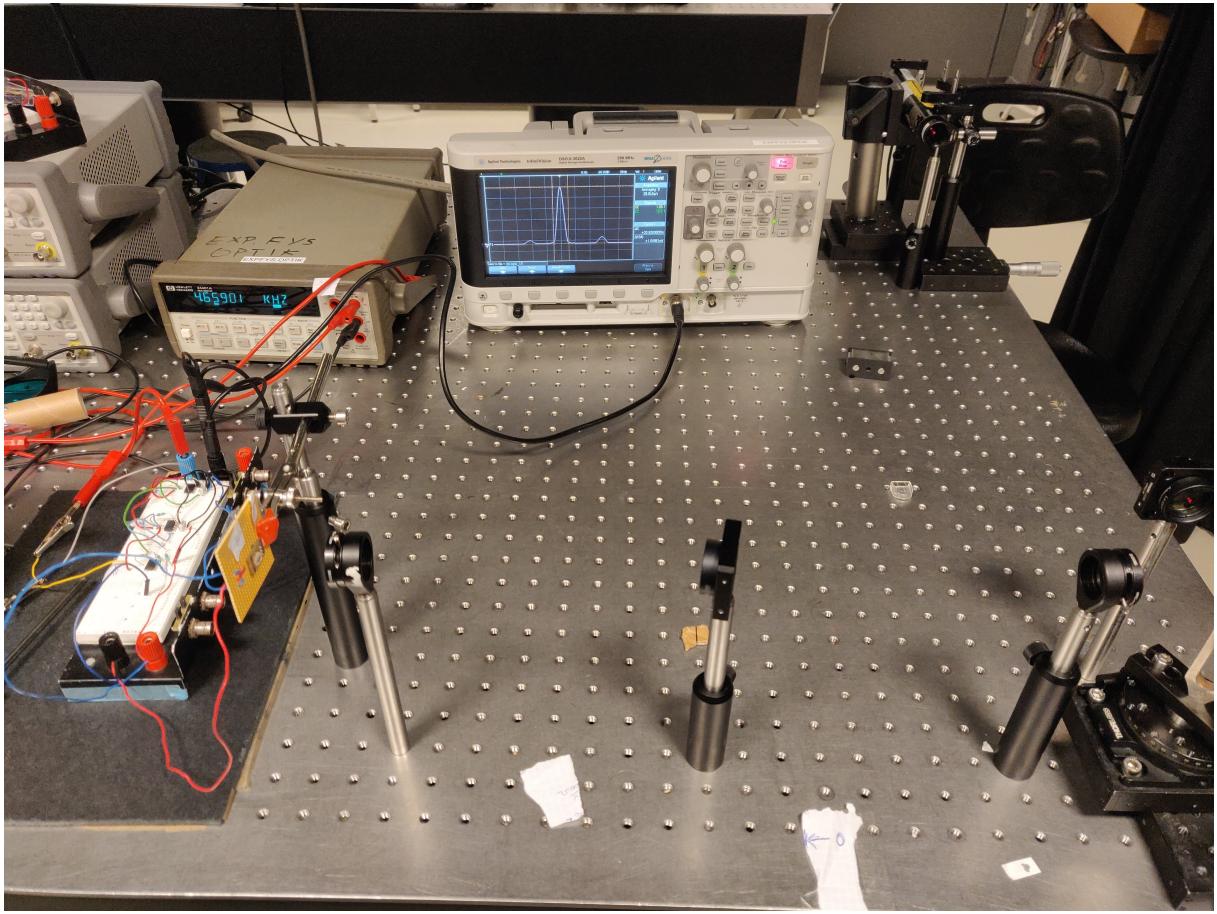
$$\zeta = k/(2\pi f_0). \quad (4)$$

3 Metod

3.1 Försöksuppställning

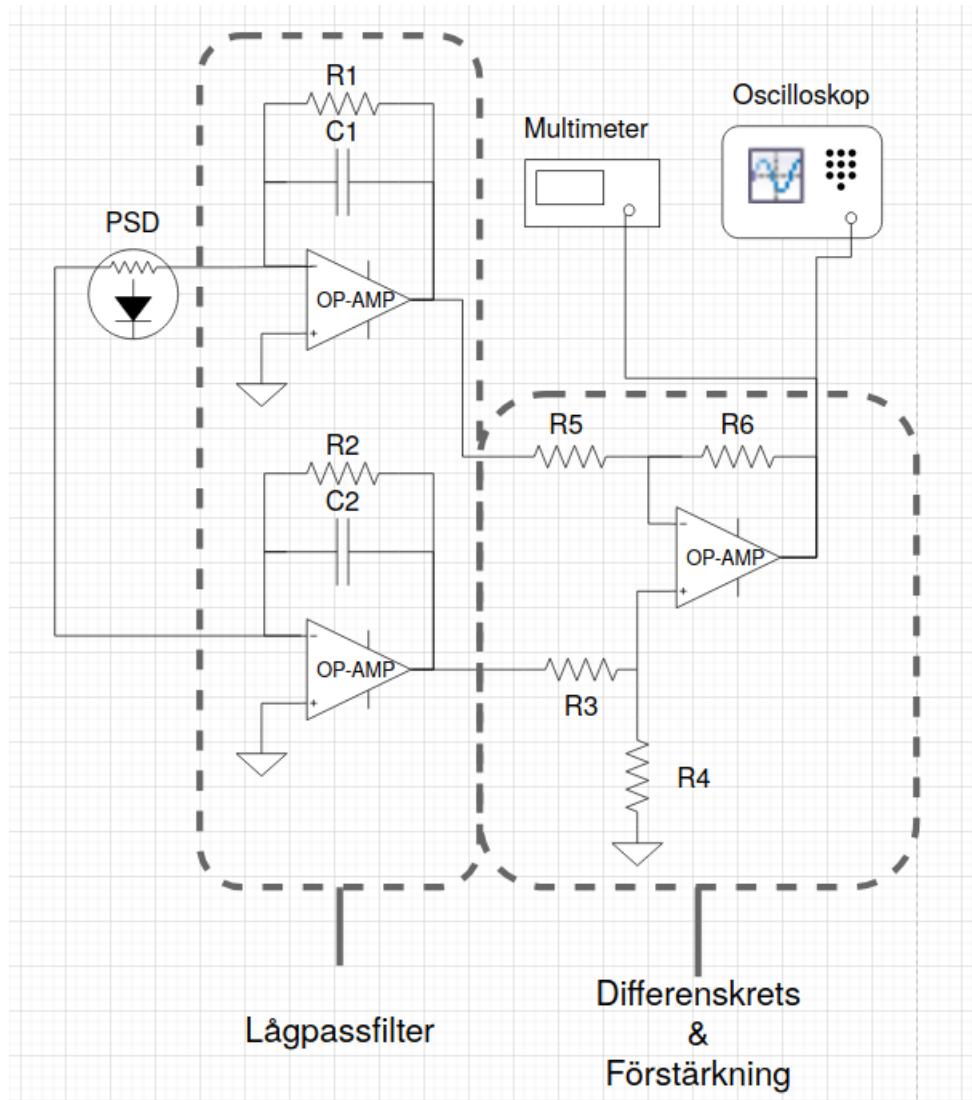
3.1.1 Grunduppgift

Experimenten utfördes på ett Nexus-bord från Thorlabs. På denna monterades en röd HeNe-laser så att dess ljusstråle reflekterades mot ett mätobjekt 90° på en positionssensitiv-detektor, PSD, se figur 2. Två optiska linser användes i uppställningen, en första som koncentrerade ljusstrålens spotsize på mätobjektet, i grunduppgiftens fall en stämgaffel, och en andra som samlade upp det reflekterade ljuset direkt efter mätobjektet och koncentrerade ljusstrålen på PSD:n. Dessutom användes irisbländare för att säkerställa att ljusstrålens bana förblev densamma under experimentets gång. Ljusstrålens bana bröts mellan mätningar med ett strålstopp vid laserns mynning, och byttes under experiment ut mot ett neutralt gråfilter.



Figur 2: Denna bild visar de optiska komponenterna i försöksuppsättningen. Upp till höger är strålstoppet placerad precis framför lasern. Nere till höger är stämgaffeln placerad, ljustrålens reflekterades 90° mot denna och fortsätter till vänster i bilden genom en fokuserande lins samt irisbländare för att slutligen träffa PSD.

Signalerna från de två olika sidorna av PSD:n kopplades till ett kopplingsbräde. I kretsen passerade signalerna varsina aktiva lågpassfilter med en brytfrekvens på ca 482 Hz. Sedan passerade signalen en differenskrets som tog skillnaden mellan de två signalernas spänningar och förstärkte den, varpå denna skillnad kunde mätas med ett oscilloskop av modell Agilent DSO-X 2022A och en multimeter av typen HP 34401A. I oscilloskop undersöktes signalen i frekvensrummet medan multimetern mätte signalens amplitud och exporterade resultaten via GPIB:kablar till en dator med LABview. Hela kopplingsschemat inklusive värden på valda motstånd och kondensatorer ses i figur 3.



Figur 3: Kretsschema grunduppgift och bonusuppgift. Lågpassfilter ses i den vänstra rutan där R_1, R_2 valdes till $= 100 \text{ k}\Omega$, C_1 och C_2 till $3,3\text{nF}$ vilket ger en gränsfrekvens på 482 Hz. I den högra rutan ses en differanskrets som tar två spänningar som input och skickar ut skillnaden som output. Dess motstånd R_4 och R_6 valdes till $120 \text{ k}\Omega$ samt R_3 och R_5 varierades för att ge en förstärkning på 50 – 100.

3.1.2 Bonusuppgift-uppgift

I bonusuppgiften används samma försöksuppställning som i grunduppgiften fast stämgaffeln byttes ut mot ett stränginstrument, en ukulele, som monterades på Nexus-bordet. På ukulelen monterades reflexiv tejp för att ge en starkare reflektion.

3.2 Utförande

3.2.1 Grunduppgift-uppgift

Inför en mätning togs strålstoppet bort och byttes ut mot ett neutralt gråfilter, och lasers ljsstråle justerades med hjälp av irisbländarna. Mätningar av frekvens och amplitud gjordes separat vid åtskilda tillfällen. För att mäta stämgaffelns frekvens applicerades

en mekanisk stöt på gaffeln, och när den stabiliseras togs en bild på oscilloskopet i frekvensrummet med hjälp av funktionen FFT, och sparades därefter till ett USB-minne. Amplituden mättes genom att starta en mätning i LABVIEW, varpå en mekanisk stör applicerades på stämgaffeln med godtycklig styrka, när amplituden som visades i LABVIEW hade sjunkit till nivån innan stöten avslutades mätningen och datan sparades. Ett flertal mätserier togs för att få ett medelvärde över amplitudförändringen samt frekvensen. Datatan analyserades därefter i matlab där dämpningskoefficienten i 4 kunde bestämmas genom att approximera en exponentialfunktion.

3.2.2 Bonusuppgift-uppgift

När stämgaffeln hade byts ut mot en ukulele, och denna monterats på bordet undersöktes först frekvenserna på de fyra strängarna. En oscilloskopbild togs på signalen i frekvensrummet innan stämning. När strängens frekvens överensstämde med standard-stämning för en ukulele togs ytterligare en oscilloskopbild. När alla strängar var stämda undersöktes deras dämpningar på samma sätt som stämgaffeln i grunduppgiften. Slutligen gjordes några mätningar då alla fyra strängar vibrerade samtidigt i ett försök att få en oscilloskopbild av superpositionen av de fyra strängarnas frekvenser.

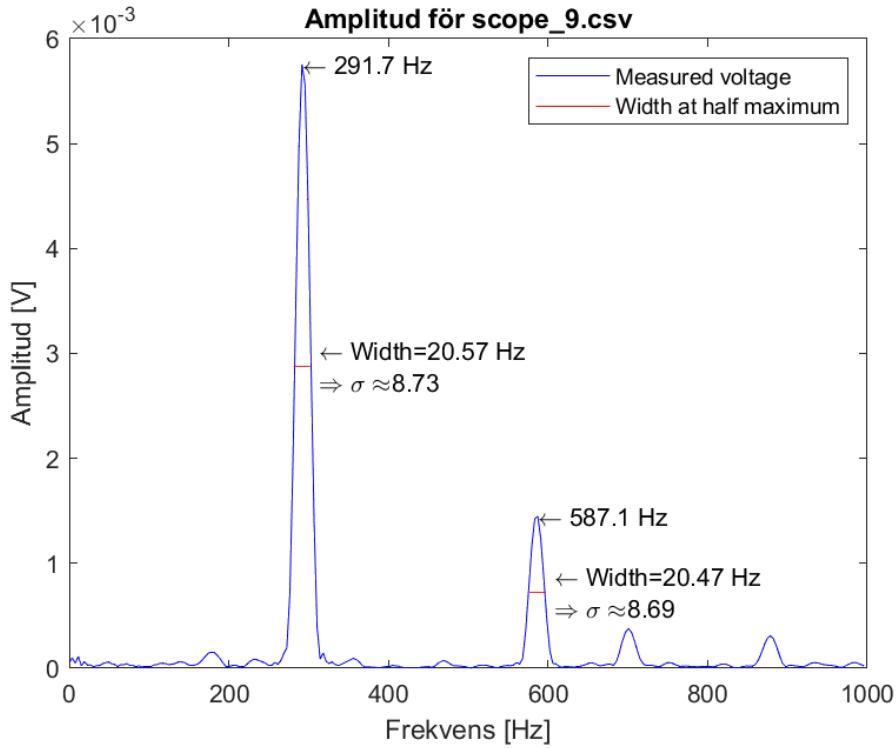
4 Resultat

4.1 Grunduppgift

Grundfrekvensen på stämgaffeln bestämdes till 292,4 Hz med en standardavvikelse på 0,84 Hz. De uppmätta frekvenserna och deras FWHM-värden redovisas i tabell 1. Figur 5 visar en av de sex mätningarna där man ser frekvenstoppen för grundfrekvensen som uppmättes till 291,7 Hz med ett FWHM, Full Width at Half Maximum, på 20,57 Hz. Figuren visar även en frekvenstopp centrerad kring 587,1 Hz.

Tabell 1: Mätningar på frekvensen med respektive värde på FWHM, Full Width at Half Maximum. Medelvärdet av mätningarna var 292,4 Hz med en standardavvikelse på 0,84 Hz

	Frekvens [Hz]	FWHM [Hz]
Mätning 1	293.00	20.39
Mätning 2	291.67	20.67
Mätning 3	291.67	20.57
Mätning 4	291.67	20.65
Mätning 5	293.70	20.21
Mätning 6	292.68	4.06

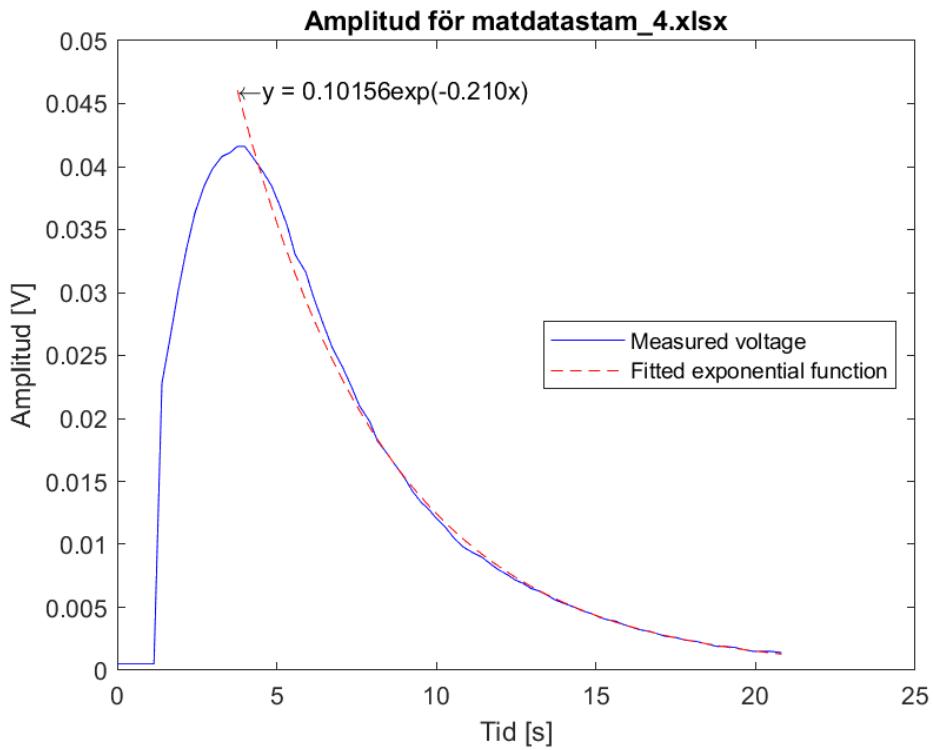


Figur 4: En mätning av stämgaffelns frekvens i frekvensrummet. Bilden visar en topp för grundtonen vid frekvensen 291,7 Hz med FWHM 20,57 och en topp vid frekvensen 587,1 Hz med FWHM 20,47

Dämpningskoefficienten mättes fem gånger. Figur 5 visar en sådan mätning över den uppmätta amplituden i tidsrummet och den passade exponentiell funktionen. Konstanten C , för funktionen bestämdes till ungefär 0,1 och koefficienten i exponenten k , bestämdes till 0,21. Med det genomsnittliga värdet på grundfrekvensen bestämt till 292,4 Hz, ger detta värde på k enligt ekvation 4 en dämpningskoefficient på $1,13 \cdot 10^{-4}$. Tabell 2 visar värdena för de fem mätserierna som gav ett genomsnittligt värde på dämpningskoefficienten på $1,10 \cdot 10^{-4}$ och en standardavvikelse på $0,11 \cdot 10^{-4}$.

Tabell 2: De uppmätta konstanterna från ekvation ?? framför exponenten, C , koefficienterna i exponenten, k , och k konverterat till dämpningskoefficienten ζ . Standardavvikelsen σ syftar på dämpningskoefficienten ζ :s standardavvikelse. Dämpningskoefficientens medelvärde är i denna tabell $1,10 \cdot 10^{-4}$ och dess standardavvikelse $0,11 \cdot 10^{-4}$.

	C	k	$\zeta \cdot 10^{-4}$
Mätning 1	0.01	0.21	1.13
Mätning 2	0.01	0.17	0.90
Mätning 3	0.15	0.21	1.14
Mätning 4	0.10	0.21	1.14
Mätning 5	0.17	0.22	1.19

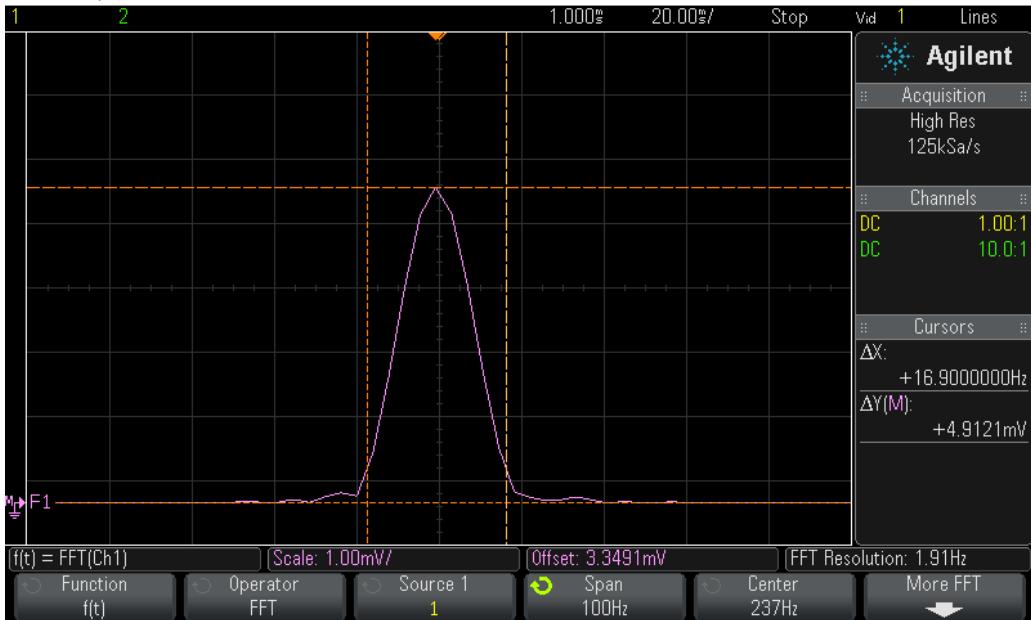


Figur 5: Amplitudens avtagande över tid för en mätning över stämgaffelns dämpningskoefficient.

4.1.1 Bonusuppgift

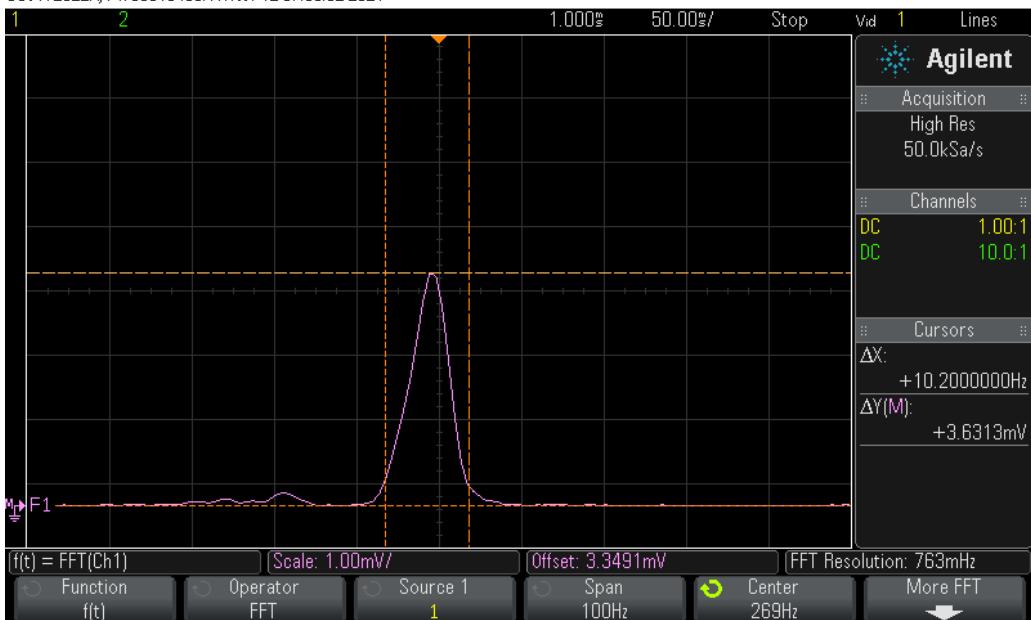
Figur 6 visar oscilloskopbilden för frekvenstoppen för C-strängens grundfrekvens innan stämning. Oscilloskopet är centrerat till mitten av toppen kring 237 Hz och de vertikala markörerna visar att bredden på toppen var 16,9 Hz. Figur 6 visar samma topp efter stämning, då oscilloskopet är centrerat 269 Hz och toppens bredd var 10,2 Hz.

DSO-X 2022A, MY53510430: Fri Nov 12 07:45:26 2021



Figur 6: Oscilloskopbild på frekvenstoppen för grundfrekvensen av ukulelens C-sträng. Osciloskopet ses vara centrerat kring 237 Hz och ΔX , toppens bredd, ses vara 16,9 Hz

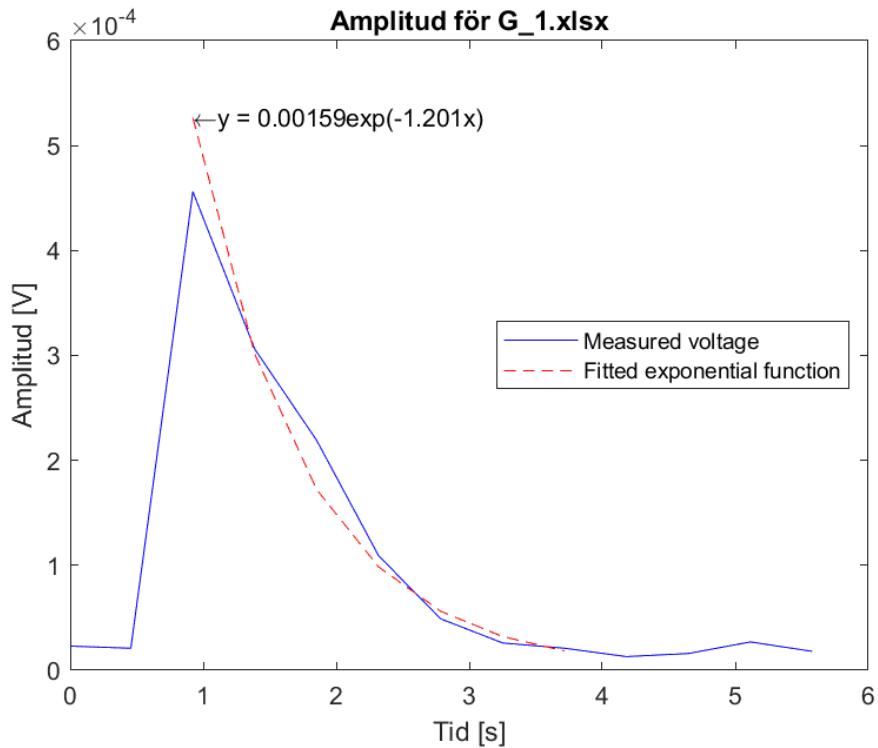
DSO-X 2022A, MY53510430: Fri Nov 12 07:50:02 2021



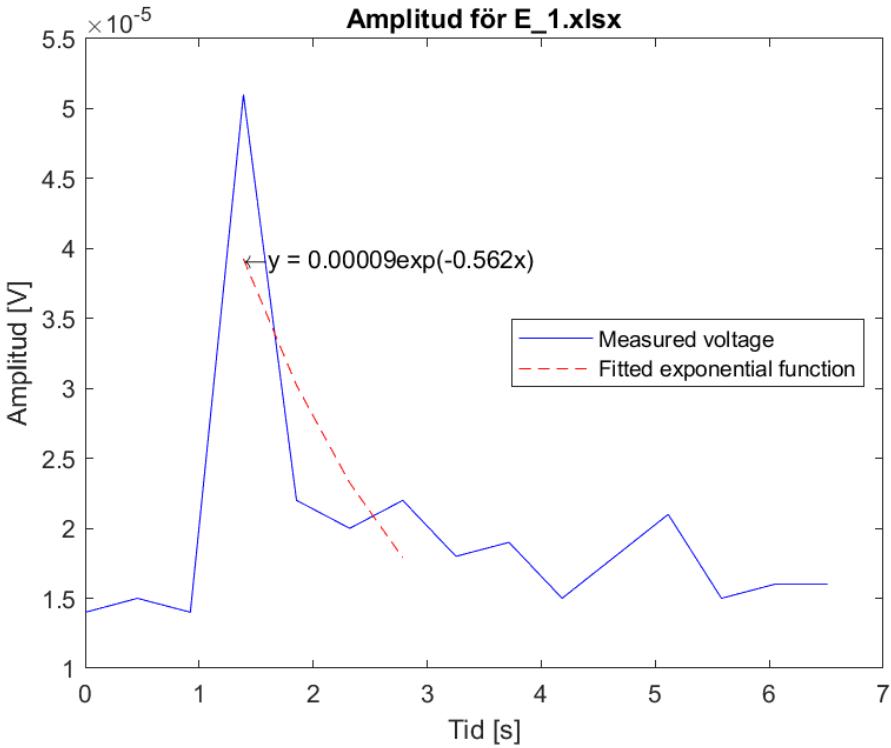
Figur 7: Oscilloskopbild på frekvenstoppen för grundfrekvensen av ukulelens C-sträng. Osciloskopet ses vara centrerat kring 269 Hz och ΔX , toppens bredd, ses vara 10,2 Hz

Figur 8 visar en amplitudmätning för G-strängen på ukulelen där k uppmätttes till 1,201 vilket, med grundfrekvensen bestämd till 393 Hz gav en dämpningskoefficient på $4,86 \cdot 10^{-4}$. En annan mätning visas i figur 9 där k bestämdes till 0,56 vilket med grundfrekvensen 329 Hz gav en dämpningskoefficient på $2,72 \cdot 10^{-4}$. Det gjordes tre mätningar på varje sträng och de genomsnittliga värdena redovisas i tabell 3 medan en fullständig tabell över alla mätvärden ses i Appendix 4. A-strängen som hade högst grundfrekvens ses i tabell 3 också ha den lägsta genomsnittliga dämpningskoefficienten, medan C-strängen

som hade lägst grundfrekvens hade den högsta dämpningskoefficienten. E- respektive G-strängen, uppmättes ha dämpningsfrekvenser inom spannet för dess standardavvikelse. Skillnaden för de tolv uppmätta dämpningskoefficienterna illustreras grafiskt i figur 10.



Figur 8: Amplitudens avtagande över tid för en mätning på ukulelens G sträng. Här ses exponentens koefficient vara 1,201 vilket ger en dämpningskoefficient på ungefär $6,54 \cdot 10^{-4}$.

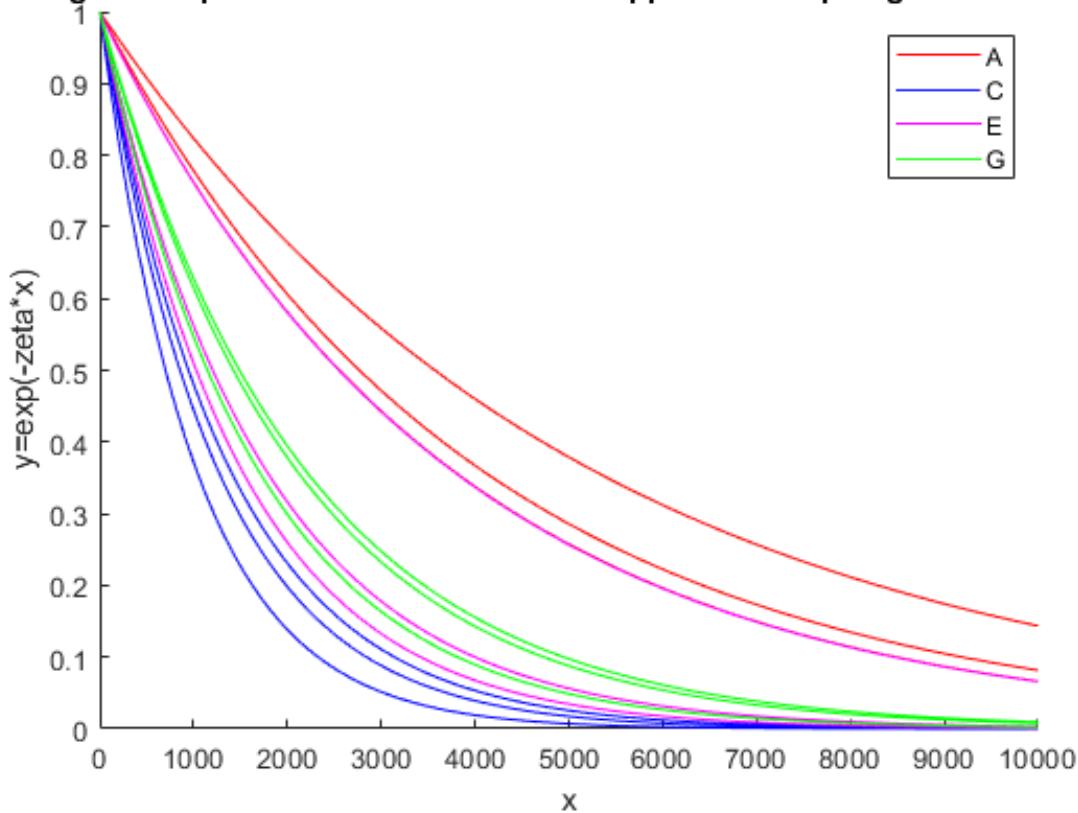


Figur 9: Amplitudens avtagande över tid för en mätning på ukulelens E-sträng. Här ses exponentens koefficient vara 0,562 vilket ger en dämpningskoefficient på ungefär $2,72 \cdot 10^{-4}$.

Tabell 3: Genomsnittliga värden för de tre uppmätta konstanterna för de fyra strängarna på ukulelen. Frekvensen avser strängens grundfrekvens, medan C , k och ζ kommer från de anpassade funktionerna på samma form som i ekvation 4. Standardavvikelsen σ syftar på dämpningskoefficienten ζ :s standardavvikelse. För en fullständig tabell över mätvärden, se Appendix 4.

Sträng	Frekvens [Hz]	$C \cdot 10^3$	k	$\zeta \cdot 10^4$	$\sigma \cdot 10^4$
A	440	0.55	0.66	2.39	0.40
C	269	1.74	1.43	8.44	1.31
E	329	0.23	1.05	5.07	2.09
G	393	1.67	1.28	5.19	0.75

Avtagande exponentialfunktioner med de uppmätta dämpningskoefficienterna



Figur 10: Avtagande exponentialfunktioner som illustrerar skillnaden på de uppmätta dämpningskoefficienterna från tabell 3. De röda linjerna visar A-strängen som har en grundfrekvens på 440 Hz, de blå C-strängen med grundfrekvensen 269 Hz, de rosa E-strängen med grundfrekvensen 329 Hz och slutligen de gröna G-strängen med grundfrekvensen 393 Hz.

Figur 11 visar två oscilloskopbilder på samma mätning då ett öppet ackord spelades på ukulelen, då A-, C-, E- och G-strängen spelas samtidigt. I den övre bilden är toppen för C-strängen markerad, men toppen för E-strängen syns inte i oscilloskopet, däremot markeras ungefärlig var den borde ha varit utifrån tidigare mätning av E-strängens frekvens. På den nedre bilden markeras topparna för G- och A-strängen. Därmed visar bilden en superposition av C-, G- och A-strängens grundfrekvenser.



Figur 11: Figurerna visar superpositionen av grundfrekvenserna för ett öppet ackord på ukulelen, det vill säga då A-, C-, E- och G-strängen spelas samtidigt. De två bilderna visar samma mätning fast med olika toppar markerade. I den övre bilden markerar X frekvenstoppen för C-strängen på 260 HZ, medan markören X2 markerar var toppen för E-strängen borde ha synts på 329 Hz. I den nedre bilden markerar X frekvenstoppen för G-strängen på 384 Hz och X2 frekvenstoppen för A-strängen på 460 Hz.

5 Diskussion

5.1 Grunduppgift-uppgift

Grundfrekvensen hos stämgaffeln beräknades till $292,4\text{ Hz}$ med standardavvikelse på $0,84\text{ Hz}$, och dess dämpningskoefficienten uppmättes till $1,13 \cdot 10^{-4}$ med en standardavvikelse på $0,11 \cdot 10^{-4}$. I en tabell för musikaliska toner definieras tonen D_4 som en ljudvåg med frekvensen $293,66$ och det antas därför att den undersökta stämgaffeln är konstruerad

för att ha just denna ton [4]. I en västerländsk musikskala är det ungefär 17 Hz mellan varje halvton och resultatet för den uppmätta grundfrekvensen kan därför anses avse just tonen D_4 . Att standardavvikelsen är relativt låg, endast 0,84 Hz, kan bero på att antalet mätpunkter är ca 80 per mätserie, och att effekterna av störningar i en sådan längre mätserie reduceras i frekvensrummet. De huvudsakliga störningskällorna i metodiken bakom mätningen tros vara saker som kraften på stöten som sätter stämgaffeln i svängning, brus från andra ljuskällor som taklampor vibrationer från stötar i bord och på mätutrustning samt att ljuset träffar PSD:n delvis i kanterna utanför PSD:ns aktiva område [2]. Det kan spekuleras i att dessa störningskällor har gemensamt att de troligtvis har en större påverkan på signalens amplitud snarare än dess frekvens. Det är därför intressant att notera att andelen mellan dämpningskoefficientens standardavvikelse och dess uppmätta medelvärdet är ungefär 10 % medan motsvarande förhållande för grundfrekvensen endast är cirka 0,3 %.

5.2 Bonusuppgift-uppgift

Från förstudiens målbild att använda den konstruerade avståndsmätaren för att stämma en ukulele, växte idén fram att dessutom undersöka dämpningskoefficienterna för strängarna för att se om det gick att se några samband kring vilka strängar som har högst respektive lägst dämpningskoefficient och strängens frekvens eller tjocklek. Inga sådana samband kunde bestämmas då standardavvikelserna för dämpningskoefficienterna på C- och E-strängen var för stora, se tabell 3. Mer specifikt var standardavvikelsen för E-strängen nästan tre gånger större än den för G-strängen, vilket också ses i figur 10 där dess linjer är klart mer utspridda än linjerna för övriga strängar. Möjligtvis hade det gått att avgöra vilken av dessa strängar som hade lägst dämpningskoefficient om mätningarna hade gjorts noggrannare, eller fler mätvärden hade tagits. Vid en jämförelse av den högsta och den lägsta dämpningskoefficienten är det tydligt att det är den ljusaste strängen, A-strängen som hade lägst dämpningskoefficient och därför avtar längsammast, samt att den mörkaste strängen, C-strängen hade högst koefficient och därför avtar snabbast.

Dessa uppmätta värden på strängarnas dämpningskoefficienter kan dock inte anses vara särskilt tillförlitliga då en stor felkälla för dessa mätningar är att GPIB-kabeln och Labview-programmet tillsammans med osciliskopet, endast tog ett mätvärde ungefär var 0,45 sekund, samtidigt som amplituden hos strängen under vissa mätningar gick från sitt maxvärde till att vara oidentifierbar i brusgolvet på ungefär två sekunder. Detta medförde att endast 3 – 4 mätpunkter kunde tas per mätserie innan signalen försvann. Samtidigt krävs det minst 3 mätpunkter för att det ska gå att identifiera en unik avtagande exponentialfunktion. Detta ledde till relativt dåligt anpassade funktioner, se figur 9. Således blev även mätvärdena på dämpningskoefficienterna relativt osäkra, då dessa beräknats utifrån dessa anpassade funktioner.

För att göra noggrannare mätningar av dämpningskoefficienterna för strängarna hade därför antingen brusgolvet behövt sänkas, eller mätutrustningen och labview-programmet behövts ändras för att hinna ta fler mätvärden per sekund. Det förstnämnda hade kunnat uppnås genom att till exempel genom att isolera kretsen och mätningssystemet från elektromagnetiska störningar med till exempel aluminiumfolie, eller genom att stänga av så många ljuskällor och elektrisk utrustning som möjligt i laborationssalen. Dessa metoder testades även under utförandet av grunduppgiften, men övergavs då resultaten för mätvärdena under pågående laboration ansågs tillräckligt goda. Mer effektivt hade det troligtvis varit att ändra mätutrustningen och LABview-programmet så att fler

mätvärden per sekund hade kunnat tas. Mätserierna hade då blivit längre och de anpassade funktionerna närmre de faktiska dämpningarna, men det är oklart exakt hur snabbare mätfrekvens hade kunnat uppnås. En simplare metodik för att få noggrannare genomsnittliga värden däremot varit att ta fler mätvärden. På detta vis hade de genomsnittliga mätvärdena varit mer representativa för de faktiska dämpningskoefficienterna.

Referenser

- [1] Z JI MCL. Design of optical triangulation; 1989. [Online; hämtad 2021-december-16]. Available from: https://chalmers.instructure.com/courses/17580/files/folder/Referenslitteratur/TIF091_Optik_Litteratur?preview=1615934.
- [2] psd techinfo. Referenslitteratur Chalmers;. Available from: https://chalmers.instructure.com/courses/17580/files/folder/Referenslitteratur/TIF091_Optik_Litteratur?preview=1615938.
- [3] Wikipedia. Harmonisk oscillator; 2020. [Online; hämtad 2021-december-16]. Available from: https://sv.wikipedia.org/w/index.php?title=Harmonisk_oscillator&oldid=48532011.
- [4] Suits BH. Frequencies of Musical Notes. Michigan Technological University; 1998. [Online; hämtad 2021-december-16]. Available from: <https://pages.mtu.edu/~suits/notefreqs.html>.

6 Appendix

Tabell 4: Koefficienten i exponenten, k , för mätningarna på dämpningskoefficienten för de fyra strängarna, konstanten framför exponenten, C , och k konverterat till dämpningskoefficienten ζ .

Mätning	Sträng	Frekvens [Hz]	$C \cdot 10^3$	k	$\zeta \cdot 10^4$
1	A	440	0.55	0.69	2.50
2	A	440	0.81	0.75	2.71
3	A	440	0.28	0.54	1.94
4	C	269	2.71	1.67	9.89
5	C	269	0.94	1.24	7.33
6	C	269	1.57	1.37	8.10
7	E	329	0.29	1.39	6.74
8	E	329	0.09	0.56	2.72
9	E	329	0.33	1.19	5.76
10	G	393	1.62	1.15	4.66
11	G	393	1.59	1.20	4.86
12	G	393	1.79	1.49	6.04

Tabell 5: Utrustningslista på utrustningen vi tänkt använda

Rod HeNe-laser Melles Griot05-LLR-811

Spänningsaggregat Agilent E3640A

linskit LSB04-A

PSD

Digital multimeter HP 34401A, två stycken

GPIB-kabel, två st.

Dator med LabVIEW mjukvara samt uttag för GPIB kablar

Oscilloskop Agilent DSO-X2022A

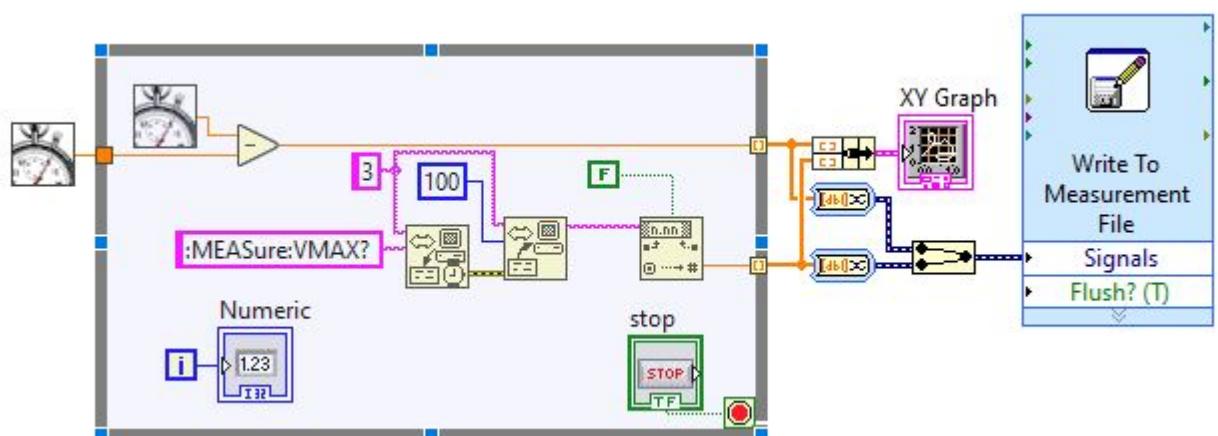
resistorer, kondensatorer

kopplingsdäck

Nexus bord

aluminiumfolie

stränginstrument



Figur 12: Labview kod som kördes under laborationen.

6.1 Labblogg

Labblogg OPTIK-EXFUS

9/11

11:10 uppstört med John i söderhetsanion
her tim fredag klockan 10:00.
förflyttat med led

11:21 påbörjar Labview samt försöksuppsättning

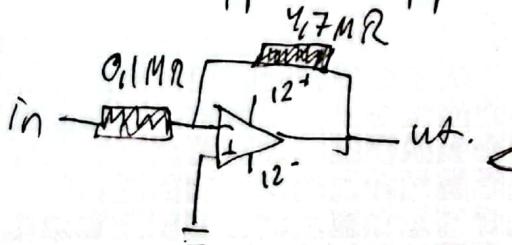
13.01 problem för Labview att hämta
filer. Carl experimenterar med
försökstillstånd och hittar grana positioner.

14.30 - Filen rest. Labview körningar
fortfarande.

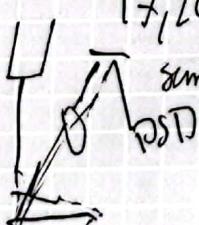
14.50 - Timbiche

15:10 Labview fungerar efter att ha bytt
ut en multimeter.

16:34 kopplar upp en enkel förstärker krets



17.10 Lyckats förstärken väntigt ifru från mobilen
som testar ≈ 10 gångars förstärkning men
värden



19:40 Bryter för met
20:30 pålöper felstyr av krets

23:00 krets hör en amp fungerar

23:20 förbättrade problem med att få svara variatren från
stomgatte. Går här

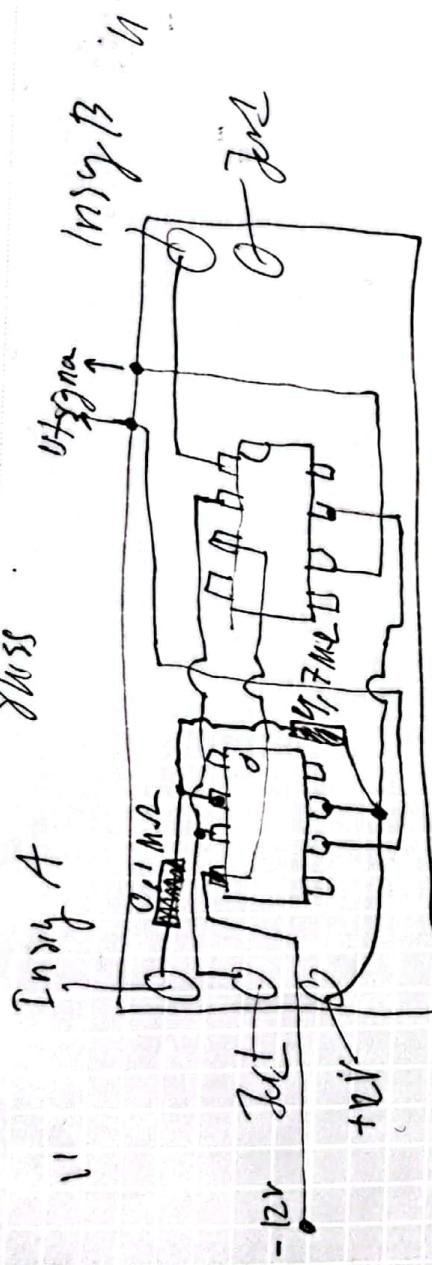
10 November

10:37 Tillärke : lägger i ny plan mindre arstång
och testar att hitta signal via oscilloskop.

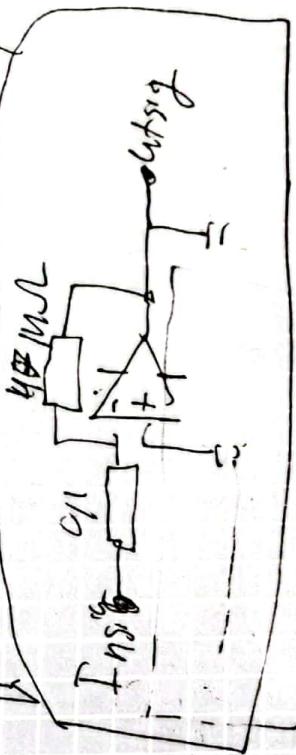
Två lägger en dator

16:19 ~~W~~ Bryter ett par fiammo

Ej testat \rightarrow den nya men
mät på den fria Gulv



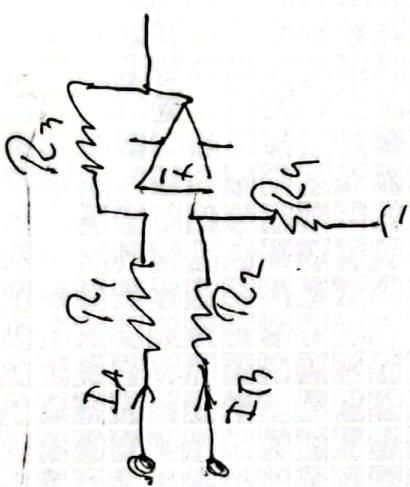
Skriv ~~Detalj~~ om till kon / logg till



= en signal vi kan göra



R_3 , R_1 och V_1 är förstärkning $\frac{R_3}{R_1}$ och V_1 ?



Sparar en op-amp det vägat?
Om V_1 endast har kretsen i bygger

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4.$$

PSD, HVL = neutral, Blö, Blän i kas.

Labblogg

▼ Labblogg

▼ 9/11

Hej! Idag börjar vi labba.

Experimenterat med försöksuppställning. Alignat lasern så att den går i en rak linje. Borde kunna använda iris för att ställa in det.

Lyckats bygga en op amp som fungerar

▼ 10/11

Anlänt 10.30 Plan för att komma igång under förmiddagen:

Ställa upp flytta lasern så att stämgaffeln → PSDn går längs bordets långsida och vi får plats till instrument. Vi vill testa några OP-ampar i vår nu fungerande krets för att identifera några som fungerar. Vi vill därefter mäta på kretsen med laser på PSDn med hjälp av ett oscilloskop för att mäta amplituden på bruset och amplituden från signalen från PSDn. På sådant sätt kan vi avgöra hur vi vill bygga filtret. Om amplituden för bruset är större än signalen vill vi sätta in ett lågpass filter innan förstärkarkretsen. Annars vill vi ha lågpassfiltret efteråt. Vi funderar på att bygga lågpassfiltret till ett aktivt filter.

11.30 Testar att sätta stämgaffeln i ett magnetiskt fäste man kan rotera. Verkar vara decent storlek på vibrationerna. Vi har undersökt vilka OP-ampar som fungerar och kopplat upp kretsen

12.45 Går på lunchrast. Carl söker hitta ett sätt att få lasern att gå rakt, letar efter en threaded kinematic mount. Martin använder ett oscilloskop för att undersöka kretsen

14.30 Försöksuppställning färdig med lasrar. Finns för och nackdel med att ha en sista fokuserande lins innan PSD. Den blir mer koncentrerad men nackdelen är att den rör sig mindre i sidled. Går igenom förstärkarkretsarna innan Carl ska på möte och Martin på intervju. Nästa steg är att undersöka PSDn med oscilloskopet och se hur stora signaler vi får ut.

18.01 Har börjat leka med kretsen för OP-amparna. Byggt en differenskrets i circuitlab för att kunna testa kretsarna så att de uppfyller egenskaperna vi vill

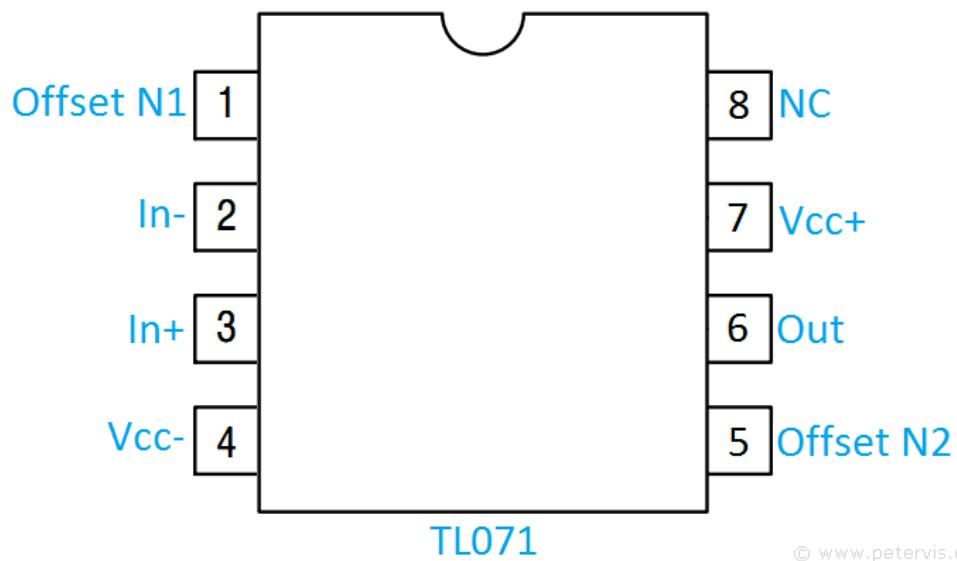
ha. Jag gjorde också en mätning på PSDn i mörker och lös på den med lasern. Jag mätte då amplitudskillnaden med ett oscilloskop för när jag lös med lasern på PSDn och inte och fann att $\Delta y_{laser} = 15.5mV$. //Carl

18.30 Gjorde en mätning på PSDns brus och fann att $\Delta Y_{brus} = 40mV$. Skapat en krets i circuitlab

21.30 Martin tillbaks från intervju sedan en timma eller liknande. Bygger nu upp kretsen med rätt storlekar på motstånden. Vi har också testat storleken på utslagen på en ny PSD, den gamla var trasig, och får någon millivolts utslag när vi lyser med vår laser.

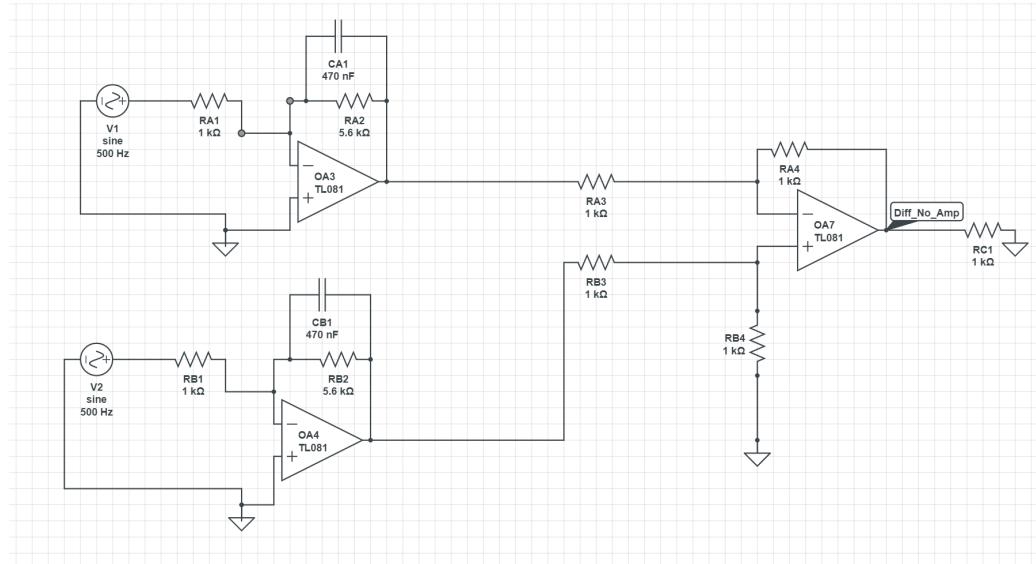
Storlek på motstånd och kondensator väljs för att få en cutoff vid

▼ OP-AMP gångar

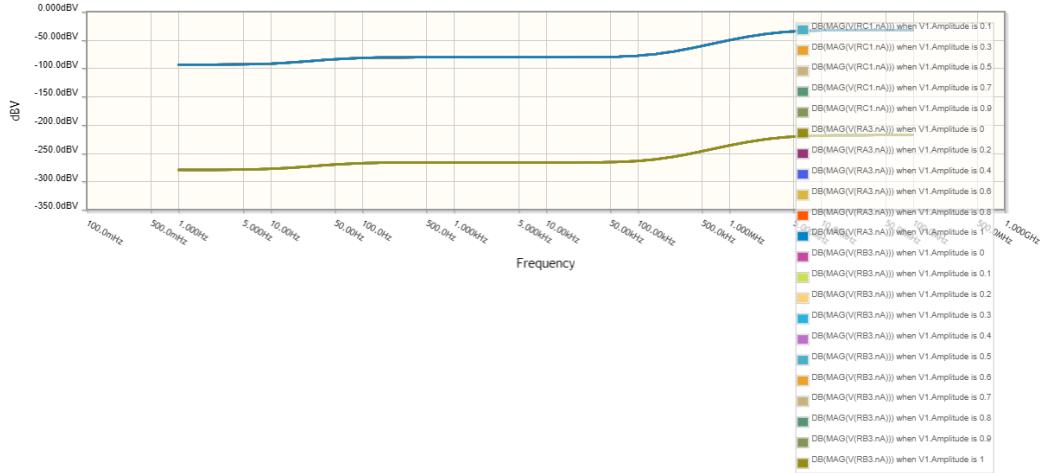


▼ Circuitlab krets

Spänningssällor är 20mV



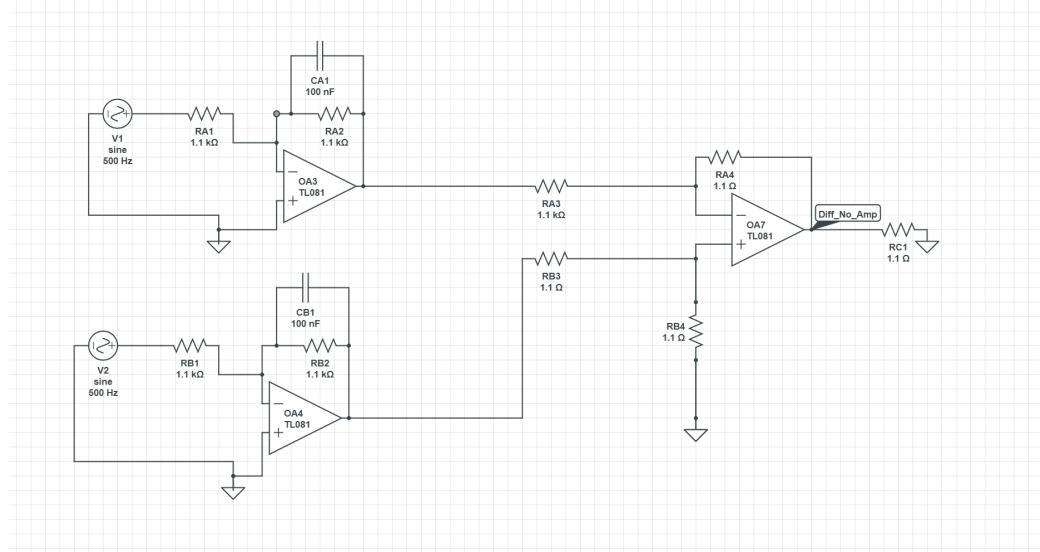
▼ Simulering frekvenssvep



23.30 Haft problem och kämpat med filter/op kretsar i drygt en två timmar. Positivt att vi verkar se små amplitudskillnader när vi slår på stämgaffeln och lyser på PSD:n som är kopplad direkt till oscilloskopet.

Vi verkar få olika värden när vi mäter på kretsen med vår multimeter jämfört med den handhållna multimetern. Kasserat en OP amp som var trasig.

▼ Circuitlabb krets med uppdaterade motstånd (för att komma ihåg)



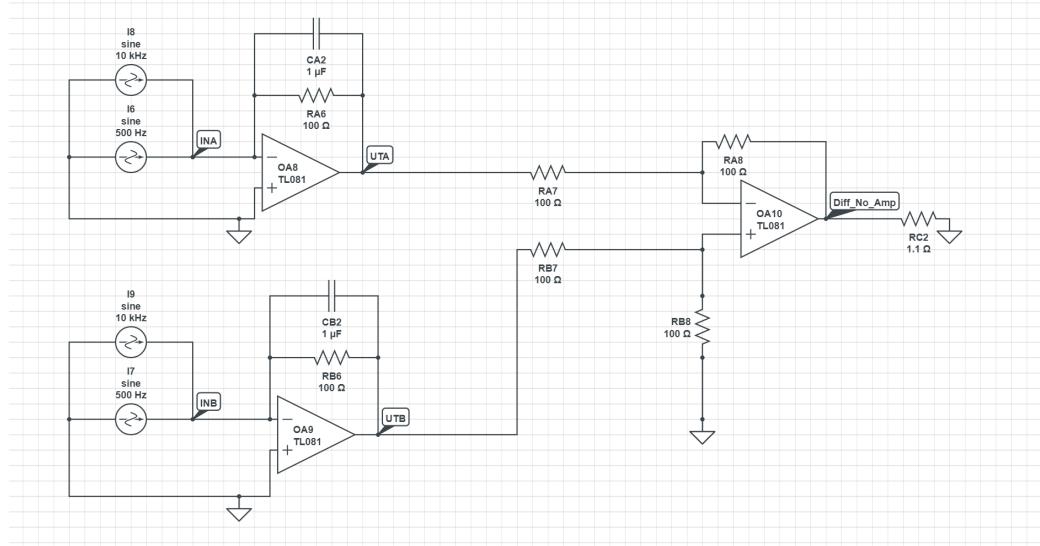
▼ 11/11

11.00 Tillbaks! Lyckats bygga kretsen i circuitlab och simulerat med lagom värden.

▼ Circuitlab krets med strömkällor

20mA och dessa motstånd ger utsignaler på 2-3 V

20mA borde vi få om vi har en spänningsskälla på 2V i seriekoppling med ett motstånd på 100 Ohm.



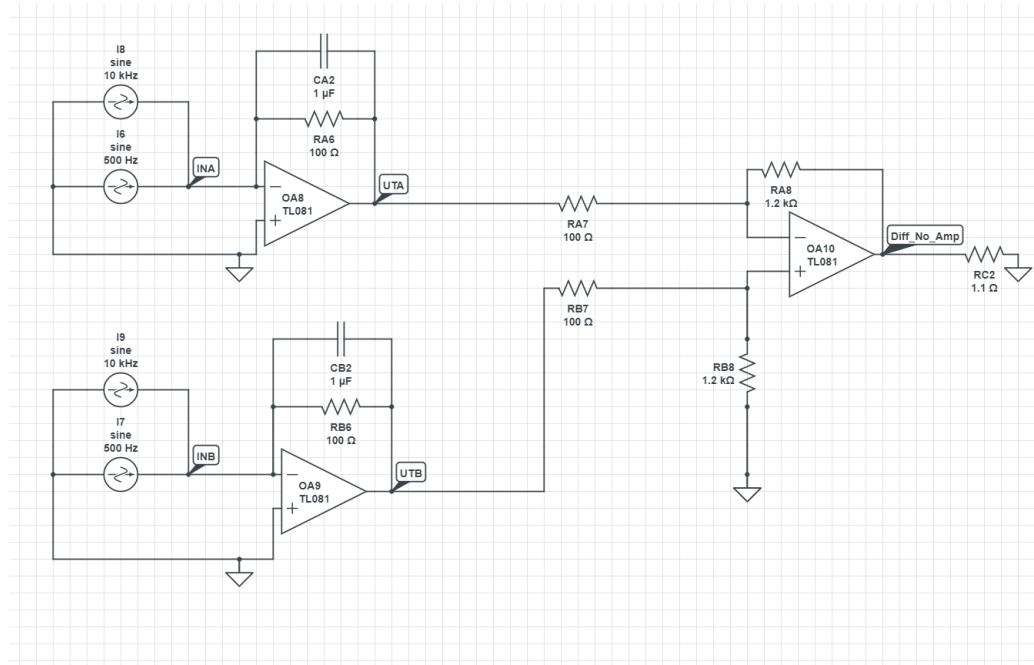
13.45

Kopplat på subtraktionskretsen och lagt på en förstärkning på 100 ggr.

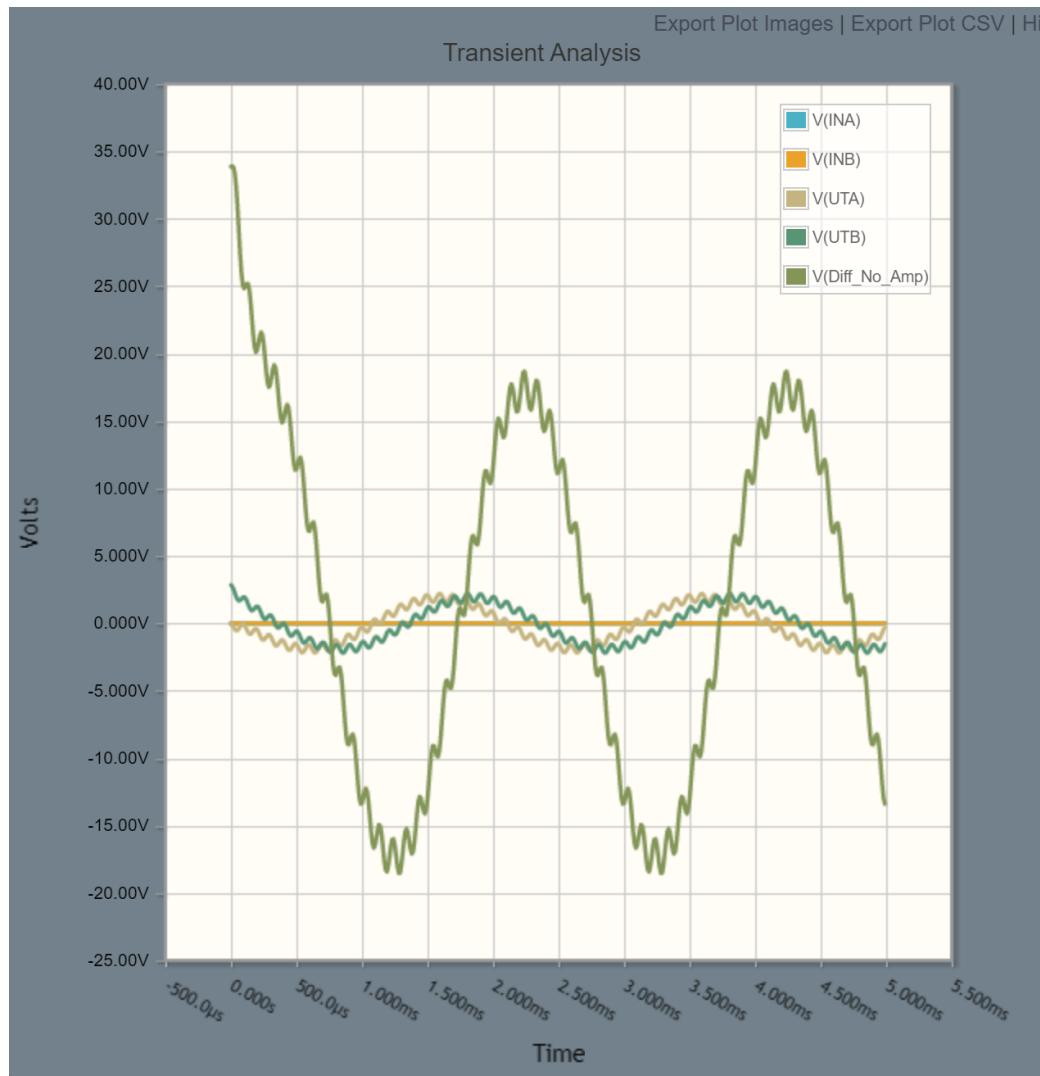
Med 100 mVpp in i kretsen och ett motstånd på 100 Ohm så har vi en diff i kretsen på 1.2 mV mellan de olika kretsarna när den borde ha varit noll. Då är skillnaden mellan op-amparna förstärkt med gånger 100.

▼ Uppkoppling och simulering samt bild på uppställning

Kopplat upp enligt figur



Som enligt simulering blir ca



Nu är nästa steg en kebab och att koppla ur mostånden till spänningsskällorna och ersätta dem med PSDn. Ska även kolla vilken sladd från PSD:n som är höger och vänster.

18:35 WOOOOHOOOO, efter att ha bytt ut komponenterna i lågpassfiltret till 3,3 nf och 100k ohm så har vi nu fått en gränsfrekvens på ca 482 och VI KAN SE våran sökta frekvens!!! Bygger nu en kartong med folie för att skydda kretsen / PSD för störningar sedan ska mätdata tas för grunduppgiften.

20:00 Carl tar bilder på oscilloskopet som visar frekvens och frekvensband. Samt bygger en ställning för ukulelen. Martin skriver labview kod för att spara amplituderna.

21:20-21:45 rast 5 serier med stämgaffel, en med ljuset på och en med enbart bakgrundsbrus + laser men ingen vibberation.

22:20 Ställning och labviewkod är nu klar, påbörjar mätning av stämgaffel

23:38 klar med alla mätningar.

Påbörjar analys av Ukele, tar ut frekvens, och stämmer denna, kollar sedan på hur de olika strängarna dämpas. tar 3 mätserier per sträng.

00:00 stämt instrumentet och påbörjar nu mätningar av de olika strängarna.

▼ Logg för mätvärden strängar och stämningar (hör till bilder)

▼ Lista över toner för en ukulele



A'' ₃ /B' ₃	233.08	148.02
B ₃	246.94	139.71
C ₄	261.63	131.87
C [#] ₄ /D ^b ₄	277.18	124.47
D ₄	293.66	117.48
D [#] ₄ /E ^b ₄	311.13	110.89
E ₄	329.63	104.66
F ₄	349.23	98.79
F [#] ₄ /G ^b ₄	369.99	93.24
G ₄	392.00	88.01
G [#] ₄ /A ^b ₄	415.30	83.07
A ₄	440.00	78.41
A [#] ₄ /B ^b ₄	466.16	74.01
B ₄	493.88	69.85
C ₅	523.25	65.93
C [#] ₅ /D ^b ₅	554.37	62.23
D ₅	587.33	58.74

▼ Första: E-strängen

Första mätningen visar att tonen är centrerad kring 317 Hz med Delta X 25 Hz. Det betyder att vår ton som ska vara ett E4, det vill säga vara centrerad kring 329,63 Hz egentligen är närmre halvsteget mellan E4b och D4#.

▼ Bild e1 den ostämda e strängen

▼ Bild e2 den stämda e strängen

Visar

▼ Andra: C-Strängen

Något mörkare ton en E4.

▼ Bild e3 visar tonen och dess överton

Zoomar in på den lägre av dem och finner att den är centrerad kring.... 237 Hz med delta x 16.9 Hz, den borde vara 261,63 Hz.

Vridit och stämt

▼ Tredje G-strängen

Borde vara 392 Hz

Var 319 Hz

Nu stämd till 392 delta x 5Hz

▼ Fjärde A-strängen

▼ Centrerad runt 405 Hz delta x 5.5 Hz

▼ Borde vara 440 Hz

▼ Nu stämd till

00:11 Klart med ALLA mätningar niiice. Bilder kopierade till Carls dator

▼ 12/11

▼ Redovisat 9.30

- ▼ Tog en extra bild på flera strängar samtidigt
- ▼ Fotograferar försöksuppställningen
- ▼ Mått mellan saker

