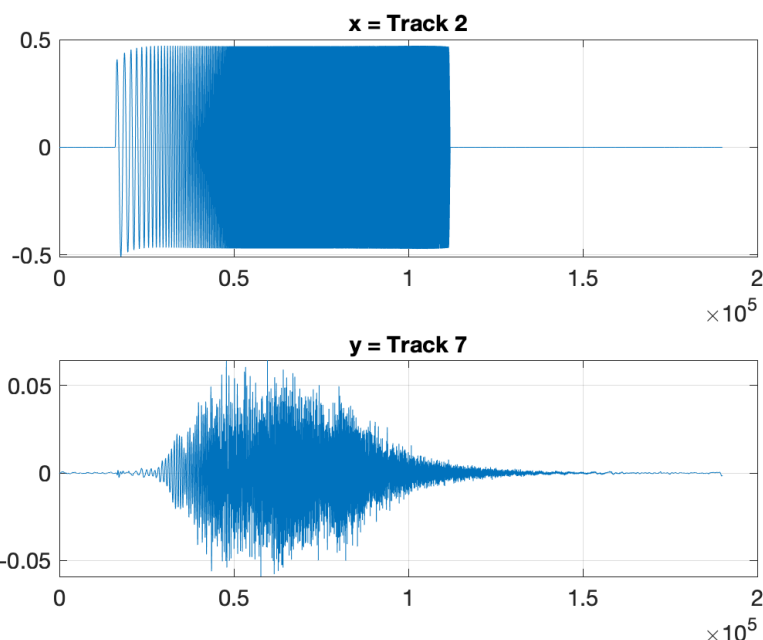
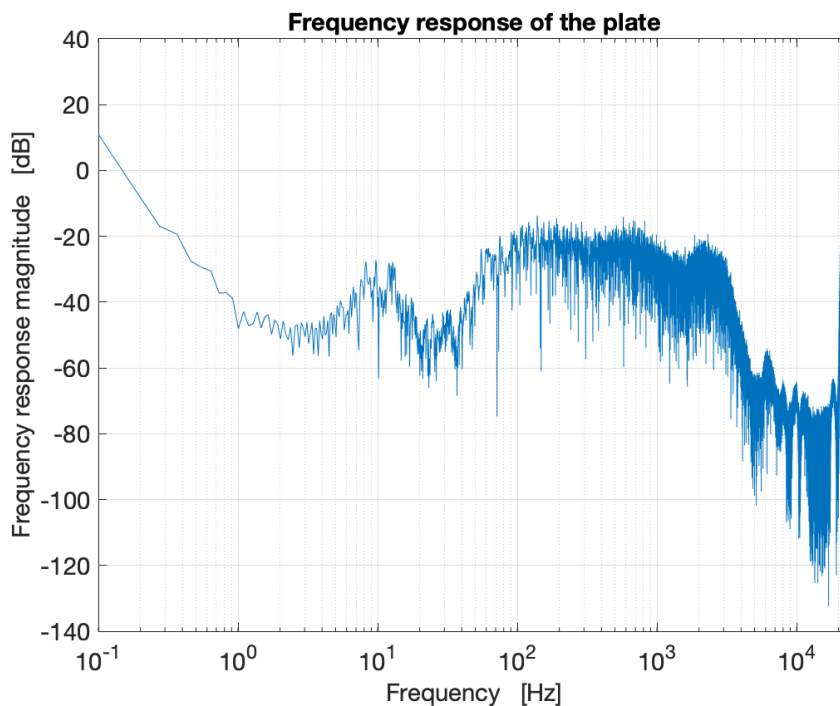


Feedbackplate, analyse av opptak 19 oktober

Et eksempel på kort chirp (1s) og responsen (responsen er ikke eksakt riktig; denne responsen er det som ble sendt ut på spor 7, men den burde blitt sendt tilbake inn på et nytt spor. Dvs, det savnes sannsynligvis en liten forsinkelse).

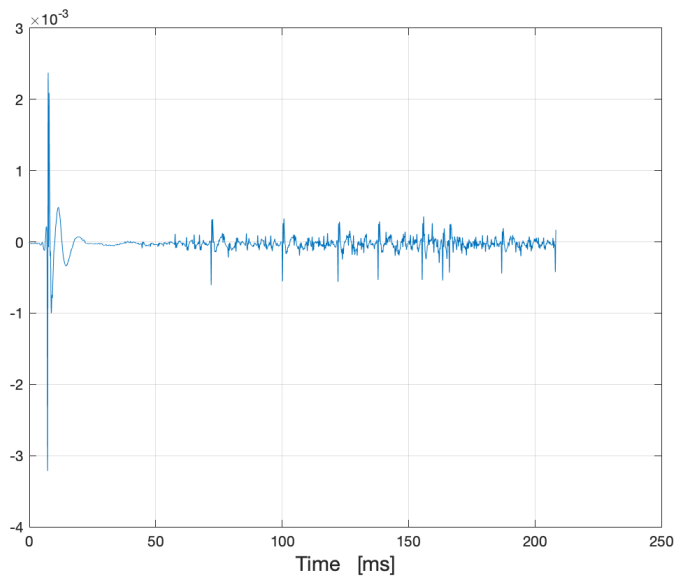


Frekvensresponsen beregnes ved å ta en (lang) FFT av y og dividere med en (like lang) FFT av x. Responsen viser at det er noe lavfrekvens/DC komponent i responsen fra platen. Det er også en del høyfrekvensstøy som blir filtrert vekk (fra 10 kHz) for resten av analysen.



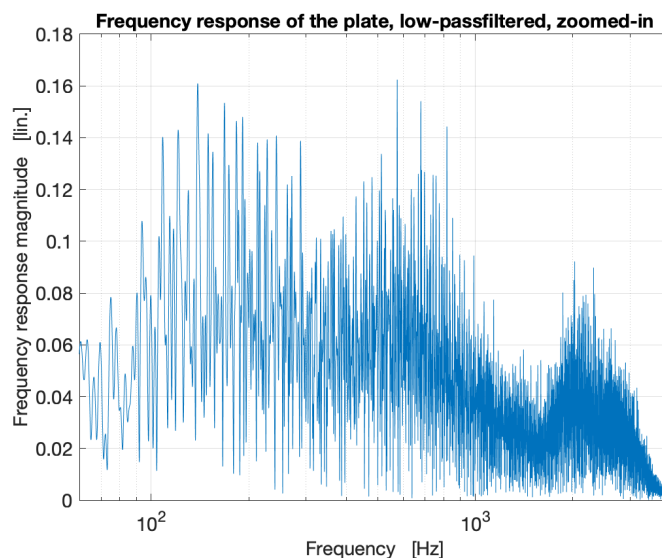
Det er ikke helt enkelt å si om frekvensresponsen er en fornuftig måling eller ikke; impulsresponsen er enklere å «kvalitetssjekke». Vi transformerer frekvensresponsen til en

impulsrespons, og lavpassfiltrerer (lavpassfiltret var gjort med et FIR-filter, og jeg kompenserte for en ekstra forsinkelsen som FIR-filtret ga, slik at tidsaksen skal stemme):



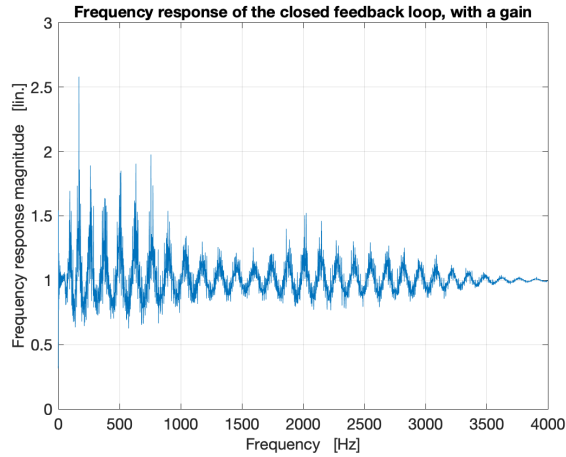
Da dette er en helt elektronisk kobling burde det være null forsinkelse. Den lille forsinkelsen vi kan se er vel akkumulert forsinkelse gjennom noen runder gjennom DAC og ADC. Etterklngen som er lagt på ses fra 40 eller 60 eller 70 ms. Impulsresponsen ser ren og pen ut, så denne måten å måle virker å fungere.

Vi ser på frekvensresponsen igjen og kan zoome inn i det interessante området, og plote på lineær amplitudeskale:

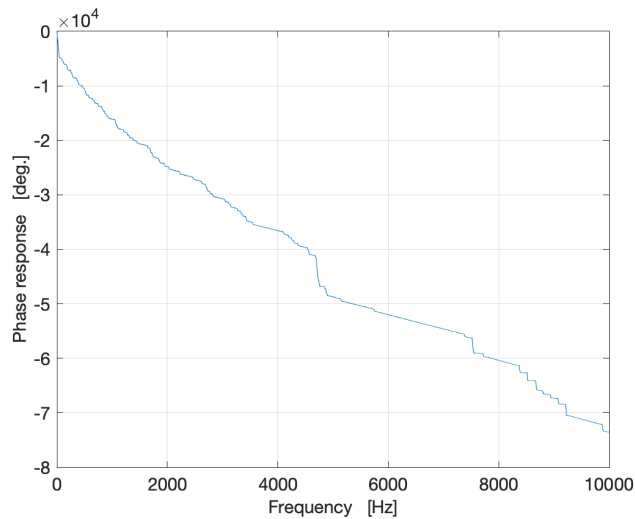


Her ser det jo ut som om det er uhyre mange frekvenstopper, og det gis av at etterklngen er ganske sterk i forhold til direktesignalet.

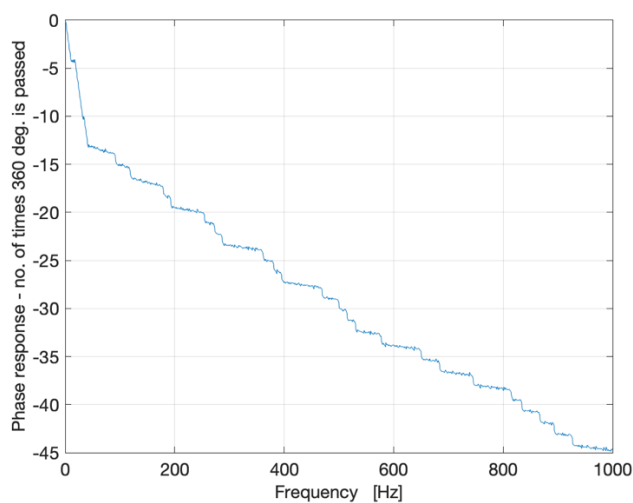
Nå kan vi da simulere hva som skjer hvis vi kobler sammen dette til en lukket sløyfe, og skruer opp en gain litt:



Her ser vi at det er plutselig langt færre frekvenskomponenter som forsterkes. Det er fordi det er de frekvenser som har høy amplitude i frekvensresponsen og fasedreining -360 grader eller -720 grader eller multipler av det, som forsterkes i en feedback loop. Så da plotter vi fasen for frekvensresponsen:



Vi ser at fasen får meget høye verdier, så vi kan isteden dividere fasen med 360 grader, og zoomme inn opp til 1 kHz:



Vi får altså forsterkning i feedback loopen ved hver frekvens som den her normaliserte fasekurven passerer -10 , -11 , -12 , -13 osv samtidig som frekvensresponsen har høy

amplitude. Da frekvensresponsen var svakere under 90 Hz, så får vi altså ikke sterk forsterkning under 90 Hz, selv om fasen passerer -1, -2, -3, 4.

Da fasekurven i stort sett har en lineært økende trend, så vil de forsterkte frekvensene i stort sett fordeles harmonisk. Så hva er det som gir den lineært økende trenden? Det er to kilder til fasedreining:

1. En ren forsinkelse (som vi såg i begynnelsen av impulsresponsen) vil gi en lineært økende fase: fasedreiningen i grader er $360 \cdot \text{delay} \cdot \text{frekvens}$. Dvs en delay på 10 ms = 0.01 s vil gi en fasedreining som passerer 360 hver $1/0.01 =$ hver 100:e Hz. En delay på 5 ms = 0.005 s vil gi en fasedreining som passerer 360 hver $1/0.005 =$ hver 200:e Hz.
2. En etterklang vil også gi en lineært økende fase. Den blir ikke like pent lineært økende; det blir små «wiggles» på kurven, men det er likevel en tydelig lineær trend. Fasedreiningen gis av etterklangstiden (takket vare Manfred Schröder i 1965), fordi en diffus etterklang gir en effektiv forsinkelse (gjennomsnittlig forsinkelse) som er $T60 \cdot 0.072$. Dvs en etterklangstid på 1s gir en effektiv forsinkelse på 72 ms, og den forsinkelsen gir en fasedreining ifølge samme forhold som i punkt 1.

Når det er en miks av direktelyd og etterklang så får man altså et forhold mellom de forsinkelsene. I ditt fall er fasedreiningen sånn at i snitt hver 29:e Hz passerer et heltall (i den siste plotten). Det kan orsakes av en forsinkelse på $1/29 = 0.034\text{s} = 34$ ms. Det er da ikke forsinkelsen i prosessingen, men den effektive forsinkelsen i etterklengen som dominerer.