

Voortplantingssnelheid van Geluid

Experimentele basistechnieken: Practicum 8

**Mathias Meersschaut,
Michail Ognyanov**

**Professor
Joris Van de Vondel,
Riccardo Raabe**

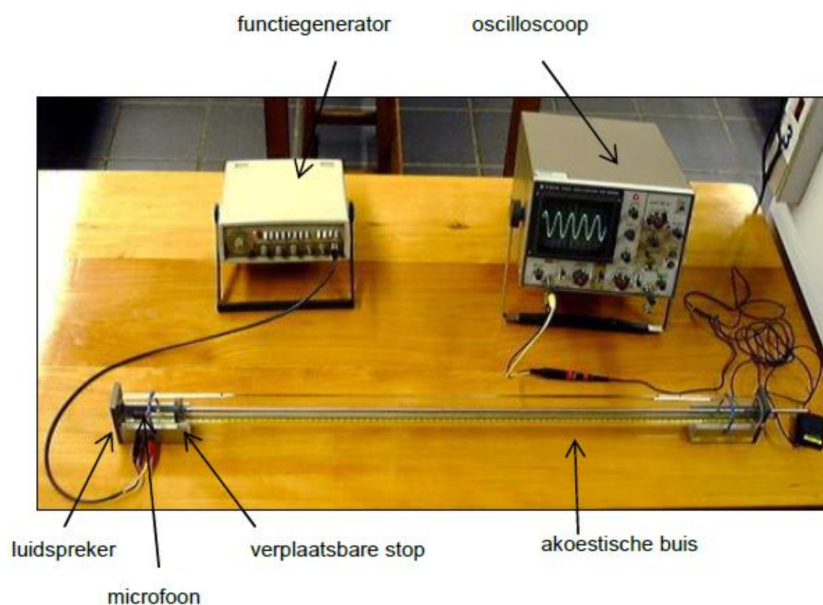
29 maart 2025

1 INLEIDING

In dit practicum wordt de voortplantingssnelheid van geluid in lucht onderzocht door het analyseren van staande geluidsgolven die bij specifieke frequenties in een akoestische buis ontstaan. Door de golflengte van deze staande golven te meten, kan de geluidssnelheid bepaald worden en onderzocht of deze afhankelijk is van de frequentie binnen het bestudeerde bereik. Het experiment is gebaseerd op fundamentele concepten zoals golfbeweging, geluidsgolven en staande golven.

2 MATERIAAL

Voor het uitvoeren van dit experiment werd gebruik gemaakt van een Akoestische buis met een bewegende microfoon en zuiger. De zuiger bewoog boven een meter waarop kon worden afgelezen hoever deze verplaatst was met een afleesfout van 1 mm. Aan het begin van de buis werd een luidspreker gemonteerd, die aangesloten was op een functiegenerator. Deze functiegenerator liet toe om bepaalde frequenties geluidsgolven in de buis te genereren. De microfoon was aangesloten op een oscilloscoop om de intensiteitsmetingen te exporteren. De proefopstelling is te zien op Figuur 1. Om de systematische fout op de metingen te bepalen werd de "voltage per ADC values"waarde gebruikt uit de opgeslagen data. Deze waarde komt overeen met de systematische fout die voortkomt uit de omzetting van analoog naar digitaal in de oscilloscoop. Deze waarde is 0.122070 mV, dus zal de afrondingsfout hoogstens de helft hiervan zijn. Om rekening te houden met andere bronnen van systematische fout werd een waarde van $s_A = 0.1$ mV gebruikt voor de spanningsmetingen.



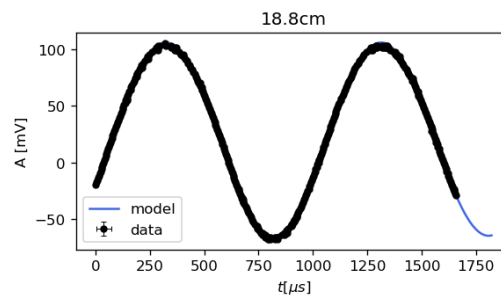
Figuur 1: Deze figuur bevat de proefopstelling met al de componenten aangeduid op de afbeelding [1].

3 METHODEN EN RESULTATEN

Dit hoofdstuk omvat voor elke proef wat de methode was, en welke de bijhorende resultaten zijn.

3.1 1000 Hz golf

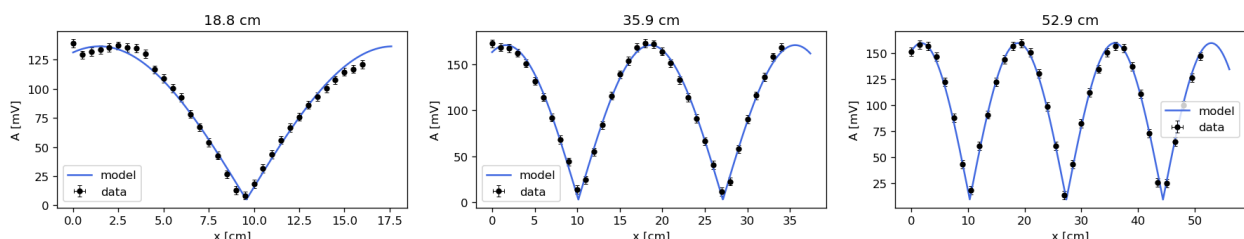
Eerst werd de microfoon nabij de luidspreker geplaatst, waar een buik in de drukvariatie zou moeten zijn. Vervolgens werd een geluidsgolf met frequentie $(1.00 \pm 0.05) \cdot 10^3$ Hz gegenereerd met de functiegenerator. Vervolgens werd de stop verplaatst tot een maximum in amplitude van de golf op de oscilloscoop werd waargenomen. Deze maxima komen overeen met een staande golf. De gemeten posities van de stop hiervoor zijn (18.8 ± 0.1) cm, (35.9 ± 0.1) cm en (52.9 ± 0.1) cm. Om de exacte frequentie te bepalen werd er gefit op de data van de oscilloscoop naar een sinus. Hierbij werd een frequentie van $(1.01 \pm 0.01) \cdot 10^3$ Hz gevonden voor de eerste en derde positie van de stop en $(1.00 \pm 0.01) \cdot 10^3$ Hz voor de tweede positie. Voor alle drie fits werd $\chi^2_{red} \gg 1$ en $p = 0$ gevonden. De fit voor een van de posities met staande golven is weergegeven in Figuur 2 samen met de datapunten.



Figuur 2: Deze figuur toont de fit naar frequentie van de data voor de 18.8 cm positie van de stop.

3.2 Golfpatroon

Voor elk van de drie lengten gevonden in het vorige deel werd de microfoon in stappen van constante lengte verplaatst over de lengte van de buis. Deze stappen waren respectievelijk 0.5 cm, 1.0 cm en 1.5 cm. $x = 0$ komt overeen met de positie van de luidspreker. De snelheid van een golf is per definitie $v = \lambda f$. Uit de fits van de amplitude i.f.v. de afstand tussen microfoon en luidspreker bij een staande golf, kan $\lambda = 2\pi/k$ bepaald worden, dus $v = 2\pi f/k$. Zo werden $v_1 = (324.7 \pm 0.3)$ m/s, $v_2 = (339.8 \pm 0.3)$ m/s en $v_3 = (340.7 \pm 0.3)$ m/s gevonden. Het verloop van de amplitude i.f.v. positie is te zien op Figuur 3. De eerste grafiek toont een halve periode van de staande golf, de tweede een hele periode en de derde anderhalve periode. Deze fits hebben p-waarden van $p = 0.17$, $p = 0.82$ en $p = 0.83$ respectievelijk.

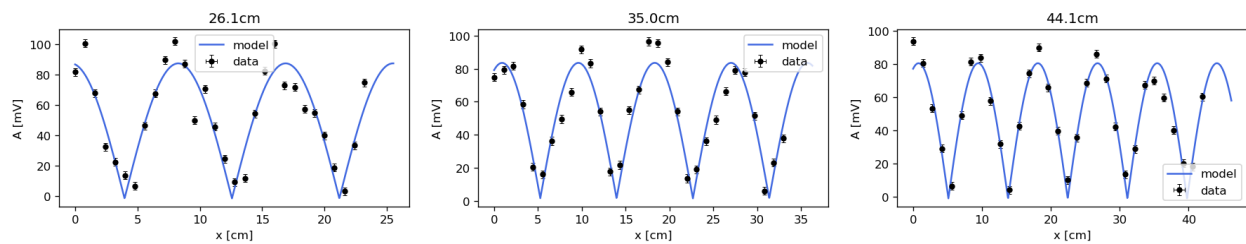


Figuur 3: Deze figuur bevat de grafieken van amplitude in functie van afstand tussen de luidspreker en de microfoon bij 1000 Hz met de zuiger op een bepaalde afstand van de luidspreker.

3.3 2000 Hz golf

De metingen uit deelparagraaf 3.1 werden herhaald voor een frequentie $(2.00 \pm 0.05) \cdot 10^3$ Hz. Voor dit deel werd een deel van de data overgenomen van de groep van Sam Farasyn en Cas Van Herbruggen¹. Zoals

¹Door twee verschillende versies van de opgave op toledo ontstond verwarring en werd er te weinig data verzameld.



Figuur 4: Deze figuur bevat de grafieken van amplitude in functie van afstand tussen de luidspreker en de microfoon bij 2000 Hz.

in deelparagraaf 3.2 werd de amplitude in functie van de afstand gefit om het golfgetal k te bepalen. Hieruit volgen geluidssnelheden van $v_{26.1} = (344.4 \pm 0.2)$ m/s, $v_{35.0} = (348.3 \pm 0.2)$ m/s en $v_{44.1} = (346.5 \pm 0.2)$ m/s. Op Figuur 4 is de evolutie van de amplitude in functie van de afstand te zien.

In Tabel 1 staan onze eigen metingen voor de lengten van de buis waarbij resonantie optreedt, deze verschillen van de lengten gebruikt voor het staandegolfpatroon.

Tabel 1: Deze tabel bevat de lengten die overeenkomen met maxima van de amplitude.

$l[\text{cm}]$
9.1 ± 0.1
17.9 ± 0.1
26.4 ± 0.1
35.2 ± 0.1
43.9 ± 0.1
52.5 ± 0.1
61.2 ± 0.1

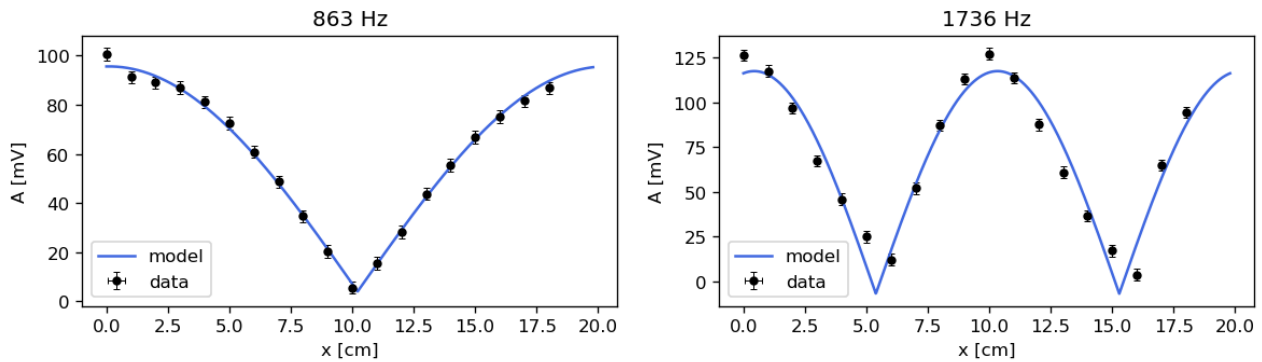
3.4 Vaste lengte: 200mm

Nu werd de stop vastgezet op een afstand $L = 200$ mm en werd de frequentie gevarieerd. Op de oscilloscoop werden twee maxima van de amplitude waargenomen: bij $f = (863 \pm 1)$ Hz en $f = (1736 \pm 1)^2$. Voor beide frequenties werd vervolgens de microfoonafstand gevarieerd in stappen van 1 cm. Zo werden $v_{863} = (349.3 \pm 0.4)$ m/s en $v_{1736} = (343.8 \pm 0.2)$ m/s verkregen. Het staande-golfpatroon is te zien op Figuur 5.

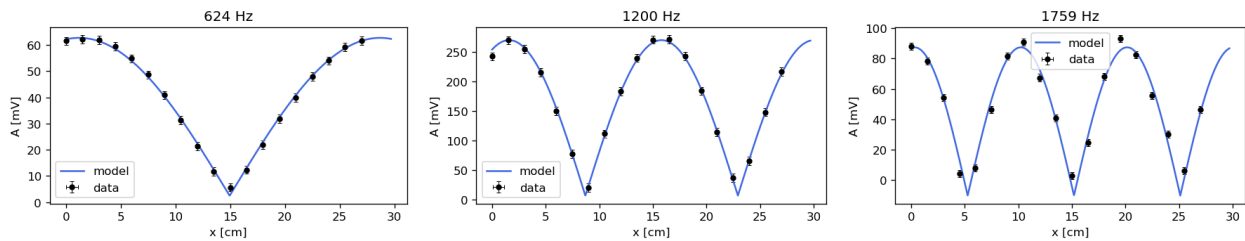
3.5 Vaste lengte: 300mm

Nu werd de stolp vastgezet op een afstand $L = 300$ mm en werd de frequentie gevarieerd. Op de oscilloscoop werden drie maxima van de amplitude waargenomen: voor $f = (624 \pm 1)$ Hz, $f = (1200 \pm 1)$ en $f = (1759 \pm 1)$ Hz². Voor alle drie frequenties werd vervolgens de microfoonafstand gevarieerd in stappen van 1.5 cm. Analoot als in deelparagraaf 3.4 worden snelheden van $v_{624} = (343.2 \pm 0.6)$ m/s, $v_{1200} = (341.6 \pm 0.3)$ m/s en $v_{1759} = (348.9 \pm 0.2)$ m/s gevonden. In Figuur 6 is wederom het staande golfpatroon te zien.

²Ook naar deze frequenties werd gefit zoals in deelparagraaf 3.1. Bij deze metingen is er echter een groot omslaggebied waarin het moeilijk te zien is wanneer het exacte maximum bereikt wordt, wat voor een grotere fout zorgt.



Figuur 5: Deze figuur bevat de grafieken van amplitude in functie van afstand tussen de luidspreker en de microfoon bij 863 ± 1 Hz en 1736 ± 1 Hz voor een 200 mm lange buis.



Figuur 6: Deze figuur bevat de grafieken van amplitude in functie van afstand tussen de luidspreker en de microfoon bij 624 ± 1 Hz, 1200 ± 1 Hz en 1759 ± 1 Hz voor een 300 mm lange buis.

3.6 r-waarden

De r-waarde voor een golf is gedefinieerd als $r = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}}$. Er werd gefit naar parameters A_0 , ω , ϕ en c met als model:

$$A(t) = A_0 \sin(\omega t + \phi) + c. \quad (1)$$

Dan is $A_{\max} = A + c$ en $A_{\min} = c$. Dan is $r = \frac{A}{A + 2c}$. In Tabel 2 zijn de r-waarden voor de proeven in deelparagraaf 3.4 en deelparagraaf 3.5 te zien.

Tabel 2: Deze tabel bevat de r-waarde voor de verschillende frequenties uit deelparagraaf 3.4 en deelparagraaf 3.5.

$lengte[mm]$	$f[Hz]$	$r[]$
200 ± 0.1	863 ± 1	0.90 ± 0.02
200 ± 0.1	1736 ± 1	0.95 ± 0.02
300 ± 0.1	624 ± 1	0.92 ± 0.02
300 ± 0.1	1200 ± 1	0.92 ± 0.02
300 ± 0.1	1759 ± 1	0.83 ± 0.02

4 INZICHTSVRAGEN

4.1 Frequentieafhankelijkheid van de voortplantingssnelheid

De gemeten voortplantingssnelheid is niet dezelfde voor alle frequenties. Hoewel alle gemeten waarden binnen 5% van elkaar liggen is dit buiten elkaars betrouwbaarheidsinterval. Bij de 1000 Hz en 2000 Hz data is de trend dat hogere frequentie voor hogere snelheid zorgt. De data uit de buizen met vaste lengt

bevestigt dit echter niet. Er is dus geen duidelijk verband tussen geluidssnelheid en frequentie, enkel schommelingen.

4.2 Effect van een ander, of geen, gas in de buis?

De geluidssnelheid in een ideaal gas is:

$$c = \sqrt{\gamma \frac{p}{\rho}}. \quad (2)$$

Het vullen van de buis met een ander gas zou de geluidssnelheid veranderen door een andere waarde voor ρ : deze is bij eenzelfde temperatuur een stofeigenschap die afhangt van de molaire massa. De buis leegpompen zou de geluidssnelheid verlagen want $v \sim \sqrt{p}$, tot uiteindelijk een vacuüm verkregen wordt waarin geluid zich niet kan voortplanten.

4.3 Wat betekent $r = 0$ en $r = 1$?

Per definitie is:

$$r = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}}. \quad (3)$$

$r = 0$ komt overeen met $A_{\max} = A_{\min}$. Dit geeft aan dat er geen staandegolfpatroon is, dus is het aandeel staande golven 0. Alle golven zijn lopend. $r = 1$ komt overeen met $A_{\min} = 0$. Dit wijst op een ideaal staandegolfpatroon zoals in de theorie, dus het aandeel staande golven is 1.

5 DISCUSSIE

5.1 Vergelijking tussen Theorie en Experiment

De theorie en het experiment komen redelijk goed overeen. De theoretische geluidssnelheid in lucht bij kamertemperatuur is ongeveer 343 m/s. De experimenteel verkregen waarden variëren van (339.8 ± 0.02) m/s tot (349.3 ± 0.2) m/s, met één uitschieter van (324.7 ± 0.03) m/s, met de meeste resultaten dicht bij de theoretische waarde. Echter vallen de metingen van geluidssnelheid buiten elkaars betrouwbaarheidsinterval.

Deze afwijkingen kunnen deels worden verklaard door kleine temperatuurschommelingen, aangezien de geluidssnelheid afhangt van de temperatuur. Ook de kwaliteit van de fits kan een rol spelen. Voor een groot aantal fits van spanning in functie van tijd zijn de p-waarden 0 en de χ^2 -waarden veel groter dan 1. Hierdoor zijn de kleine verkregen fouten op de fitparameters minder zinvol. Deze p en χ^2 waarden zijn op hun beurt mogelijks veroorzaakt door een onderschatting van de systematische fout. Mogelijks ligt de nauwkeurigheid van de oscilloscoop lager en de onregelmatigheden in de opstelling kunnen ook bijdragen aan grotere fout. In paragraaf 7 worden deze fitwaarden voor alle fits opgelijst.

De staande golf fits daarentegen hebben p-waarden van meer dan 0.05 en kunnen dus niet verworpen worden.

5.2 Bronnen van Meetfouten

5.2.1 Systematische fouten

- **Positiebepaling van de microfoon:** Kleine systematische fouten in het bepalen van de exacte positie van de microfoon kunnen een significante invloed hebben op de berekende golflengte en dus de snelheid.
- **Invloed van omgevingsfactoren:** Temperatuur, luchtdruk en vochtigheid hebben invloed op de geluidssnelheid. Kleine variaties hierin tijdens het experiment kunnen systematische fouten introduceren. De fout door

- **Kalibratie van apparatuur:** Indien de oscilloscoop niet correct gekalibreerd was, kan dit geleid hebben tot systematische afwijkingen in de gemeten frequenties en amplitudes.

5.2.2 Statistische fouten

- **Afreesfouten:** De positie van de microfoon werd handmatig afgelezen, wat kleine willekeurige fouten kan veroorzaken.
- **Beperkt aantal metingen:** Het relatief klein aantal metingen per afstand voor de amplitude in functie van de afstand van de microfoon zorgt bij sommige fits (vooral wanneer er meerdere knopen/buiken zijn zoals op Figuur 4) voor een kwalitatief bedenkelijke fit.

5.3 Beperkingen van het Experiment

- **Handmatige metingen:** De microfoon handmatig te verplaatsen introduceert zowel systematische als statistische fouten. Dit verhoogt de kans op afreesfouten en onnauwkeurige positiebepalingen, vooral bij hogere frequenties waarbij kleine afwijkingen grote impact kunnen hebben.
- **Gebruik van data van een andere groep:** Voor de 2000Hz metingen werd data van een andere groep gebruikt, wat kan leiden tot inconsistenties in meetmethodes en nauwkeurigheid. De resultaten van de experimenten aan 2000Hz moeten dus op zichzelf bekeken worden.
- **Omgevingsfactoren:** Hoewel temperatuur, luchtdruk en vochtigheid zijn genoemd als invloedsfactoren, werden deze niet actief gemonitord of gecontroleerd tijdens het experiment. Fluctuaties in deze parameters kunnen meetonzekerheden vergroten.

5.4 Interpretatie van de Resultaten

De gemeten voortplantingssnelheden van geluid liggen grotendeels binnen 5% van de theoretische waarde, wat duidt op een redelijke overeenkomst. Echter, de variatie in snelheid bij verschillende frequenties suggereert dat de experimentele methode enige frequentieafhankelijkheid introduceert. Dit kan te wijten zijn aan meetonzekerheden, resonantieverschillen in de buis of niet-ideale staande golven.

De r -waarden, variërend tussen 0.83 en 0.95, geven de mate van vorming van staande golven weer. Een waarde dicht bij 1 wijst op een sterke staande golf, terwijl lagere waarden duiden op verstoringen of incomplete golfformatie. De lichte spreiding in deze waarden suggereert dat externe factoren zoals positioneringsfouten en omgevingsfactoren invloed hebben gehad.

5.5 Voorstellen voor Verbeteringen

- **Automatisering van metingen:** Het gebruik van een gemotoriseerd systeem om de microfoon te verplaatsen zou zowel systematische als statistische fouten kunnen verminderen. Alsook het toelaten om meer datapunten te vergaren voor de amplitude in functie van de afstand van de microfoon.
- **Controle van omgevingsfactoren:** Een gecontroleerde omgeving waarin temperatuur, luchtdruk en vochtigheid constant gehouden worden zoals het *Laboratorium voor Akoestiek*³, kan systematische fouten drastisch verminderen.
- **Geavanceerdere meetapparatuur:** Het gebruik van nauwkeurigere microfoons en frequentiegenerators met hogere resolutie zou de meetnauwkeurigheid verder kunnen verhogen. Ook (regelmatige) kalibratie van de apparatuur kan de betrouwbaarheid verbeteren.

³<https://www.kuleuven.be/kulag/nl/gebouw/493-31>

6 REFERENTIES

[1] KU Leuven, "Voortplantingssnelheid van geluid," 2025. Deel van het vak: Experimentele basistechnieken in de natuurkunde G00E1a (2024-2025).

7 BIJLAGE 1: FIT PARAMETERS

In Tabel 3 staan al de gefitte datasets met hun fitparameters en fitwaarden zoals besproken in paragraaf 3. Hierbij zijn de χ^2_{red} en p-waarden niet representatief zoals besproken in deelparagraaf 5.1. Belangrijk is dat hierbij geen aandacht is besteed aan het correct noteren van elke grootheid ($x.xx \pm 0.0x$) aangezien dit te tijdsrovend zou zijn.

Tabel 3: Deze tabel bevat al de fitparameters en fitwaarden voor al de gefitte datasets.

filename	A ₀ (mV)	f (mHz)	ϕ (rads)	c (mV)	χ ² _{red}	p-waarde
data_81_116.csv	81.773±0.302	3.978±0.000	0.657±0.004	11.111±0.217	4.944	0.000
data_81_117.csv	100.645±0.298	3.945±0.000	-4.731±0.003	6.790±0.217	3.823	0.000
data_81_118.csv	67.884±0.297	3.951±0.000	-4.953±0.005	9.634±0.217	1.960	0.000
data_81_119.csv	32.664±0.303	3.985±0.000	0.611±0.009	11.706±0.217	1.023	0.367
data_81_120.csv	22.579±0.301	3.988±0.000	0.773±0.014	9.813±0.217	2.038	0.000
data_81_121.csv	13.809±0.314	3.948±0.000	-3.630±0.022	9.476±0.217	0.843	0.990
data_81_122.csv	6.816±0.315	3.981±0.000	-0.376±0.044	10.390±0.217	0.765	1.000
data_81_123.csv	46.509±0.298	3.961±0.000	-4.964±0.007	10.106±0.217	3.290	0.000
data_81_124.csv	67.788±0.299	3.972±0.000	0.744±0.005	7.268±0.217	1.943	0.000
data_81_125.csv	89.747±0.301	3.980±0.000	0.677±0.003	5.492±0.217	5.427	0.000
data_81_126.csv	102.038±0.295	3.972±0.000	0.904±0.003	9.514±0.217	4.186	0.000
data_81_127.csv	87.249±0.295	3.970±0.000	0.858±0.004	9.819±0.217	3.049	0.000
data_81_128.csv	50.103±0.308	3.987±0.000	0.349±0.006	9.236±0.217	3.619	0.000
data_81_129.csv	70.761±0.299	3.949±0.000	-4.701±0.004	5.712±0.217	2.005	0.000
data_81_130.csv	45.831±0.299	3.949±0.000	-4.767±0.007	11.809±0.217	1.275	0.000
data_81_131.csv	24.818±0.299	3.973±0.000	-4.982±0.013	12.076±0.217	0.950	0.753
data_81_132.csv	9.374±0.299	3.983±0.000	-4.792±0.034	9.268±0.217	0.859	0.980
data_81_133.csv	11.961±0.299	3.992±0.000	-5.240±0.026	8.834±0.217	0.890	0.943
data_81_134.csv	54.505±0.297	3.969±0.000	-5.206±0.006	6.566±0.217	1.507	0.000
data_81_135.csv	82.567±0.297	3.954±0.000	-4.929±0.004	6.731±0.217	2.856	0.000
data_81_136.csv	100.455±0.297	3.972±0.000	-5.402±0.003	5.941±0.217	4.055	0.000
data_81_137.csv	73.036±0.308	3.987±0.000	-5.939±0.004	9.086±0.217	2.158	0.000
data_81_138.csv	71.926±0.305	3.979±0.000	-5.722±0.004	8.642±0.217	2.140	0.000
data_81_139.csv	57.468±0.301	3.983±0.000	-5.518±0.005	9.780±0.217	4.019	0.000
data_81_140.csv	54.972±0.299	3.960±0.000	-5.037±0.006	7.532±0.217	1.615	0.000

filename	A_0 (mV)	f (mHz)	ϕ (rads)	c (mV)	χ^2_{red}	p-waarde
data_81_141.csv	40.140±0.299	3.958±0.000	-4.901±0.008	10.962±0.217	2.601	0.000
data_81_142.csv	18.795±0.298	3.978±0.000	-5.092±0.017	8.880±0.217	0.953	0.740
data_81_143.csv	3.291±0.312	3.984±0.000	-0.738±0.092	8.734±0.217	0.838	0.992
data_81_144.csv	33.488±0.300	3.976±0.000	-5.358±0.009	7.254±0.217	2.116	0.000
data_81_145.csv	74.889±0.298	3.954±0.000	-4.959±0.004	5.500±0.217	5.017	0.000
data_81_146.csv	74.934±0.300	3.947±0.000	-4.659±0.004	6.328±0.217	2.140	0.000
data_81_147.csv	79.233±0.300	3.947±0.000	-4.692±0.004	7.196±0.217	2.448	0.000
data_81_148.csv	81.630±0.298	3.948±0.000	-4.694±0.004	6.720±0.217	2.532	0.000
data_81_149.csv	58.465±0.301	3.947±0.000	-4.613±0.005	11.515±0.217	1.806	0.000
data_81_150.csv	20.663±0.307	3.941±0.000	-4.184±0.015	13.126±0.217	1.038	0.289
data_81_151.csv	16.113±0.311	3.949±0.000	-3.916±0.019	11.025±0.217	0.828	0.995
data_81_152.csv	36.294±0.303	3.944±0.000	-4.477±0.009	9.451±0.217	1.755	0.000
data_81_153.csv	49.540±0.301	3.944±0.000	-4.554±0.006	7.360±0.217	3.573	0.000
data_81_154.csv	65.909±0.300	3.950±0.000	-4.621±0.005	6.895±0.217	1.708	0.000
data_81_155.csv	91.686±0.298	3.953±0.000	-4.870±0.003	2.444±0.217	5.646	0.000
data_81_156.csv	83.222±0.299	3.952±0.000	-4.766±0.004	8.274±0.217	2.722	0.000
data_81_157.csv	54.020±0.297	3.960±0.000	-5.005±0.006	12.111±0.217	1.576	0.000
data_81_158.csv	17.789±0.301	3.963±0.000	-4.678±0.018	10.046±0.217	0.900	0.924
data_81_159.csv	21.719±0.303	3.945±0.000	-4.462±0.014	10.221±0.217	0.909	0.904
data_81_160.csv	54.859±0.301	3.982±0.000	-5.517±0.006	7.959±0.217	1.537	0.000
data_81_161.csv	67.346±0.299	3.964±0.000	-5.170±0.005	5.861±0.217	4.138	0.000
data_81_162.csv	96.502±0.294	3.975±0.000	-5.444±0.003	4.894±0.217	3.513	0.000
data_81_163.csv	95.478±0.297	3.955±0.000	-5.113±0.003	6.763±0.217	3.432	0.000
data_81_164.csv	84.033±0.297	3.960±0.000	-4.932±0.004	8.822±0.217	2.696	0.000
data_81_165.csv	54.149±0.300	3.938±0.000	-4.660±0.006	11.005±0.217	1.636	0.000
data_81_166.csv	13.678±0.309	3.952±0.000	-4.030±0.022	10.217±0.217	0.904	0.914
data_81_167.csv	18.980±0.307	3.946±0.000	-4.156±0.016	9.864±0.217	0.899	0.926
data_81_168.csv	36.145±0.303	3.948±0.000	-4.442±0.009	11.157±0.217	1.186	0.006
data_81_169.csv	49.080±0.302	3.947±0.000	-4.526±0.006	9.822±0.217	3.289	0.000
data_81_170.csv	66.307±0.301	3.943±0.000	-4.630±0.005	6.621±0.217	4.150	0.000
data_81_171.csv	79.065±0.299	3.946±0.000	-4.685±0.004	8.298±0.217	2.252	0.000
data_81_172.csv	77.872±0.299	3.946±0.000	-4.663±0.004	6.441±0.217	2.307	0.000
data_81_173.csv	51.471±0.300	3.951±0.000	-4.698±0.006	10.642±0.217	3.465	0.000
data_81_174.csv	6.015±0.313	4.006±0.000	-3.895±0.050	11.242±0.217	0.862	0.978
data_81_175.csv	23.159±0.305	3.948±0.000	-4.302±0.013	12.175±0.217	1.060	0.199
data_81_176.csv	37.776±0.302	3.964±0.000	-4.530±0.008	9.868±0.217	2.606	0.000
data_81_178.csv	93.534±0.299	3.949±0.000	-4.749±0.003	8.952±0.217	3.117	0.000
data_81_179.csv	80.492±0.298	3.946±0.000	-4.702±0.004	9.507±0.216	2.498	0.000
data_81_180.csv	53.248±0.301	3.945±0.000	-4.579±0.006	11.306±0.217	1.423	0.000
data_81_181.csv	28.901±0.304	3.944±0.000	-4.325±0.011	10.998±0.217	0.976	0.627
data_81_182.csv	6.475±0.310	3.937±0.000	0.247±0.047	9.379±0.217	0.808	0.998
data_81_183.csv	48.874±0.302	3.943±0.000	-4.533±0.006	7.862±0.217	1.385	0.000
data_81_184.csv	81.216±0.300	3.946±0.000	-4.628±0.004	6.349±0.216	2.436	0.000
data_81_185.csv	83.654±0.301	3.938±0.000	-4.694±0.004	9.469±0.217	4.955	0.000
data_81_186.csv	57.602±0.300	3.945±0.000	-4.687±0.005	10.076±0.217	1.455	0.000
data_81_187.csv	31.766±0.303	3.948±0.000	-4.479±0.010	8.982±0.217	0.988	0.556
data_81_188.csv	4.088±0.302	3.942±0.000	-2.284±0.076	10.596±0.217	0.382	1.000
data_81_189.csv	42.541±0.302	3.949±0.000	-4.493±0.007	9.770±0.217	2.910	0.000

filename	A_0 (mV)	f (mHz)	ϕ (rads)	c (mV)	χ^2_{red}	p-waarde
data_81_190.csv	74.244±0.300	3.947±0.000	-4.628±0.004	8.627±0.217	2.096	0.000
data_81_191.csv	89.796±0.300	3.939±0.000	-4.651±0.003	8.603±0.217	5.431	0.000
data_81_192.csv	65.705±0.300	3.940±0.000	-4.687±0.005	11.439±0.217	1.850	0.000
data_81_193.csv	39.547±0.301	3.950±0.000	-4.628±0.008	13.699±0.217	1.110	0.065
data_81_194.csv	9.994±0.314	3.960±0.000	-3.279±0.030	14.480±0.217	0.737	1.000
data_81_195.csv	35.519±0.303	3.943±0.000	-4.485±0.009	11.186±0.217	1.870	0.000
data_81_196.csv	68.475±0.301	3.946±0.000	-4.566±0.005	10.147±0.217	4.042	0.000
data_81_197.csv	85.952±0.301	3.948±0.000	-4.625±0.004	8.532±0.217	5.279	0.000
data_81_198.csv	71.044±0.301	3.944±0.000	-4.691±0.004	12.504±0.217	4.261	0.000
data_81_199.csv	42.190±0.301	3.942±0.000	-4.574±0.007	13.360±0.217	1.168	0.012
data_81_200.csv	13.428±0.310	3.942±0.000	-3.917±0.023	13.060±0.217	0.868	0.973
data_81_201.csv	28.779±0.303	3.947±0.000	-4.458±0.011	10.473±0.217	1.799	0.000
data_81_203.csv	67.269±0.299	3.950±0.000	-4.733±0.005	7.667±0.217	1.954	0.000
data_81_204.csv	69.809±0.298	3.963±0.000	-5.118±0.005	9.974±0.217	4.396	0.000
data_81_205.csv	59.519±0.298	3.955±0.000	-4.924±0.005	12.554±0.217	1.644	0.000
data_81_206.csv	39.986±0.300	3.951±0.000	-4.799±0.008	11.805±0.217	1.166	0.013
data_81_207.csv	20.083±0.303	3.943±0.000	-4.454±0.015	12.600±0.217	0.932	0.829
data_81_208.csv	18.107±0.304	3.955±0.000	-4.351±0.017	11.334±0.217	0.864	0.976
data_81_209.csv	60.210±0.300	3.952±0.000	-4.695±0.005	8.273±0.217	1.845	0.000
data_71_000.csv	85.613±0.349	1.011±0.000	-0.485±0.003	20.547±0.217	0.783	0.999
data_71_001.csv	175.157±0.348	0.999±0.000	-0.462±0.002	16.607±0.217	9.372	0.000
data_71_002.csv	169.608±0.362	1.007±0.000	-0.494±0.002	21.646±0.217	8.016	0.000
data_72_000.csv	139.098±0.350	1.011±0.000	-0.489±0.002	-12.265±0.217	5.709	0.000
data_72_001.csv	129.260±0.342	1.012±0.000	-0.471±0.002	-13.002±0.217	5.141	0.000
data_72_002.csv	132.082±0.335	1.011±0.000	-0.463±0.002	-13.941±0.217	5.575	0.000
data_72_003.csv	133.667±0.341	1.012±0.000	-0.464±0.002	-14.122±0.217	5.520	0.000
data_72_004.csv	135.673±0.342	1.011±0.000	-0.478±0.002	-13.415±0.217	5.603	0.000
data_72_005.csv	137.139±0.347	1.011±0.000	-0.467±0.002	-13.387±0.217	5.976	0.000
data_72_006.csv	135.687±0.340	1.011±0.000	-0.500±0.002	-11.302±0.217	6.627	0.000
data_72_007.csv	134.888±0.347	1.012±0.000	-0.479±0.002	-13.203±0.217	4.852	0.000
data_72_008.csv	129.973±0.338	1.011±0.000	-0.461±0.002	-13.673±0.217	4.952	0.000
data_72_009.csv	116.585±0.344	1.011±0.000	-0.474±0.002	-13.159±0.217	2.928	0.000
data_72_010.csv	108.881±0.349	1.010±0.000	-0.472±0.003	-12.629±0.217	1.946	0.000
data_72_011.csv	100.526±0.320	1.010±0.000	-0.485±0.003	-13.020±0.217	2.176	0.000
data_72_012.csv	92.723±0.332	1.011±0.000	-0.494±0.003	-13.554±0.217	1.630	0.000
data_72_013.csv	78.353±0.343	1.012±0.000	-0.463±0.004	-13.574±0.217	1.129	0.039
data_72_014.csv	67.012±0.335	1.010±0.000	-0.494±0.004	-14.039±0.217	1.149	0.021
data_72_015.csv	53.991±0.295	1.009±0.000	-0.488±0.006	-14.243±0.217	1.100	0.082
data_72_016.csv	42.649±0.323	1.010±0.000	-0.530±0.007	-14.117±0.217	1.081	0.128
data_72_017.csv	26.568±0.299	1.012±0.000	-0.632±0.012	-14.293±0.217	1.190	0.006
data_72_018.csv	12.856±0.353	1.012±0.000	2.968±0.021	-14.004±0.217	1.166	0.013
data_72_019.csv	8.296±0.282	1.011±0.000	1.218±0.041	-14.239±0.217	1.191	0.005
data_72_020.csv	18.221±0.339	1.011±0.000	-0.518±0.015	-14.149±0.217	1.295	0.000
data_72_021.csv	31.488±0.319	1.011±0.000	-0.582±0.009	-13.587±0.217	0.984	0.580
data_72_022.csv	43.554±0.312	1.011±0.000	-0.492±0.007	-13.095±0.217	0.962	0.700
data_72_023.csv	56.021±0.324	1.011±0.000	-0.503±0.005	-12.663±0.216	0.874	0.966
data_72_024.csv	66.570±0.312	1.011±0.000	-0.512±0.005	-12.803±0.217	0.852	0.985
data_72_025.csv	75.913±0.335	1.011±0.000	-0.472±0.004	-12.589±0.217	0.898	0.928

filename	A_0 (mV)	f (mHz)	ϕ (rads)	c (mV)	χ^2_{red}	p-waarde
data_72_026.csv	86.285±0.339	1.010±0.000	-0.455±0.003	-12.525±0.217	1.144	0.025
data_72_027.csv	93.156±0.334	1.011±0.000	-0.484±0.003	-12.436±0.217	1.409	0.000
data_72_028.csv	100.508±0.343	1.010±0.000	-0.452±0.003	-12.942±0.217	1.704	0.000
data_72_029.csv	107.566±0.336	1.010±0.000	-0.446±0.003	-11.988±0.217	2.247	0.000
data_72_030.csv	114.615±0.343	1.010±0.000	-0.460±0.002	-12.041±0.217	2.884	0.000
data_72_031.csv	117.027±0.321	1.011±0.000	-0.470±0.003	-12.258±0.217	3.757	0.000
data_72_032.csv	121.134±0.333	1.011±0.000	-0.456±0.002	-12.014±0.216	4.040	0.000
data_73_000.csv	172.377±0.345	1.007±0.000	-0.423±0.002	-12.144±0.217	9.706	0.000
data_73_001.csv	168.232±0.347	1.008±0.000	-0.446±0.002	-10.116±0.217	8.655	0.000
data_73_002.csv	167.084±0.362	1.009±0.000	-0.445±0.002	-10.173±0.217	8.835	0.000
data_73_003.csv	162.122±0.359	1.010±0.000	-0.453±0.002	-8.675±0.217	7.292	0.000
data_73_004.csv	150.643±0.352	1.010±0.000	-0.468±0.002	-8.399±0.217	6.746	0.000
data_73_005.csv	131.714±0.340	1.011±0.000	-0.464±0.002	-8.192±0.217	4.107	0.000
data_73_006.csv	114.044±0.345	1.009±0.000	-0.481±0.002	-9.213±0.217	2.378	0.000
data_73_007.csv	92.108±0.327	1.010±0.000	-0.471±0.003	-10.034±0.217	1.540	0.000
data_73_008.csv	68.241±0.327	1.010±0.000	-0.531±0.004	-11.199±0.217	1.113	0.059
data_73_009.csv	44.175±0.318	1.011±0.000	-0.626±0.007	-11.643±0.217	1.039	0.284
data_73_010.csv	14.172±0.287	1.012±0.000	-0.373±0.023	-11.789±0.217	1.026	0.349
data_73_011.csv	24.504±0.348	1.010±0.000	-0.761±0.011	-11.334±0.217	1.092	0.100
data_73_012.csv	54.860±0.313	1.010±0.000	-0.509±0.005	-11.344±0.217	1.117	0.054
data_73_013.csv	83.853±0.315	1.009±0.000	-0.469±0.004	-11.738±0.217	1.530	0.000
data_73_014.csv	115.697±0.339	1.010±0.000	-0.467±0.002	-10.971±0.217	2.860	0.000
data_73_015.csv	138.869±0.337	1.010±0.000	-0.444±0.002	-12.049±0.217	5.452	0.000
data_73_016.csv	153.522±0.323	1.007±0.000	-0.427±0.002	-14.699±0.217	8.659	0.000
data_73_017.csv	167.861±0.357	1.009±0.000	-0.413±0.002	-14.409±0.216	8.437	0.000
data_73_018.csv	172.468±0.342	1.007±0.000	-0.415±0.002	-13.975±0.217	10.481	0.000
data_73_019.csv	171.453±0.336	1.007±0.000	-0.415±0.002	-13.445±0.217	10.280	0.000
data_73_020.csv	163.608±0.372	1.010±0.000	-0.446±0.002	-9.685±0.218	7.412	0.000
data_73_021.csv	150.814±0.358	1.010±0.000	-0.450±0.002	-9.026±0.217	6.431	0.000
data_73_022.csv	132.631±0.354	1.010±0.000	-0.476±0.002	-7.192±0.217	3.948	0.000
data_73_023.csv	113.834±0.351	1.010±0.000	-0.451±0.002	-10.295±0.217	2.341	0.000
data_73_024.csv	90.963±0.330	1.010±0.000	-0.458±0.003	-11.254±0.217	1.679	0.000
data_73_025.csv	66.282±0.312	1.010±0.000	-0.503±0.005	-11.672±0.217	1.100	0.082
data_73_026.csv	40.711±0.326	1.010±0.000	-0.604±0.007	-12.174±0.217	0.995	0.518
data_73_027.csv	11.864±0.337	1.009±0.000	3.450±0.024	-12.436±0.217	1.085	0.118
data_73_028.csv	22.813±0.304	1.009±0.000	-0.660±0.014	-12.301±0.217	1.012	0.423
data_73_029.csv	57.906±0.342	1.011±0.000	-0.489±0.005	-11.715±0.217	0.953	0.742
data_73_030.csv	90.355±0.344	1.010±0.000	-0.450±0.003	-11.022±0.217	1.660	0.000
data_73_031.csv	115.810±0.346	1.009±0.000	-0.456±0.002	-11.315±0.217	2.980	0.000
data_73_032.csv	135.954±0.341	1.010±0.000	-0.458±0.002	-12.199±0.217	5.300	0.000
data_73_033.csv	157.797±0.364	1.010±0.000	-0.443±0.002	-13.077±0.217	7.132	0.000
data_73_034.csv	168.288±0.321	1.009±0.000	-0.422±0.002	-16.530±0.217	12.202	0.000
data_74_000.csv	151.327±0.347	1.010±0.000	-0.432±0.002	-11.529±0.217	7.038	0.000
data_74_001.csv	158.126±0.360	1.011±0.000	-0.442±0.002	-11.709±0.217	7.583	0.000
data_74_002.csv	156.411±0.359	1.010±0.000	-0.441±0.002	-11.752±0.217	7.313	0.000
data_74_003.csv	146.527±0.367	1.010±0.000	-0.445±0.002	-10.436±0.217	5.388	0.000
data_74_004.csv	121.935±0.359	1.009±0.000	-0.449±0.002	-9.864±0.217	3.142	0.000
data_74_005.csv	87.768±0.312	1.009±0.000	-0.469±0.003	-12.058±0.217	1.785	0.000

filename	A_0 (mV)	f (mHz)	ϕ (rads)	c (mV)	χ^2_{red}	p-waarde
data_74_006.csv	43.092±0.331	1.010±0.000	-0.541±0.007	-13.295±0.217	1.023	0.363
data_74_007.csv	18.315±0.322	1.011±0.000	-1.678±0.016	-13.393±0.217	1.104	0.075
data_74_008.csv	60.393±0.331	1.010±0.000	-0.493±0.005	-13.078±0.217	0.807	0.998
data_74_009.csv	90.674±0.354	1.010±0.000	-0.450±0.003	-12.616±0.217	1.221	0.002
data_74_010.csv	121.981±0.353	1.009±0.000	-0.434±0.002	-12.184±0.217	2.994	0.000
data_74_011.csv	143.485±0.362	1.010±0.000	-0.427±0.002	-12.672±0.217	4.861	0.000
data_74_012.csv	156.693±0.355	1.010±0.000	-0.416±0.002	-14.288±0.217	8.056	0.000
data_74_013.csv	159.037±0.339	1.009±0.000	-0.423±0.002	-14.318±0.216	8.984	0.000
data_74_014.csv	150.248±0.359	1.010±0.000	-0.427±0.002	-12.168±0.217	6.569	0.000
data_74_015.csv	130.029±0.343	1.010±0.000	-0.457±0.002	-11.219±0.217	4.370	0.000
data_74_016.csv	98.607±0.353	1.010±0.000	-0.455±0.003	-11.366±0.217	1.692	0.000
data_74_017.csv	60.631±0.328	1.011±0.000	-0.462±0.005	-12.691±0.217	1.250	0.001
data_74_018.csv	13.498±0.327	1.011±0.000	0.426±0.021	-13.129±0.217	1.141	0.027
data_74_019.csv	42.933±0.306	1.010±0.000	-0.475±0.007	-13.166±0.217	0.940	0.798
data_74_020.csv	82.443±0.342	1.010±0.000	-0.462±0.003	-12.582±0.217	1.078	0.138
data_74_021.csv	111.895±0.354	1.009±0.000	-0.418±0.002	-12.361±0.217	2.355	0.000
data_74_022.csv	134.583±0.344	1.010±0.000	-0.420±0.002	-13.872±0.217	4.432	0.000
data_74_023.csv	150.652±0.363	1.010±0.000	-0.421±0.002	-13.918±0.218	6.380	0.000
data_74_024.csv	156.771±0.360	1.011±0.000	-0.430±0.002	-13.712±0.217	7.905	0.000
data_74_025.csv	154.583±0.347	1.010±0.000	-0.416±0.002	-14.052±0.217	7.817	0.000
data_74_026.csv	136.943±0.355	1.010±0.000	-0.429±0.002	-11.791±0.217	4.256	0.000
data_74_027.csv	110.370±0.348	1.010±0.000	-0.430±0.003	-11.279±0.217	2.160	0.000
data_74_028.csv	72.648±0.335	1.010±0.000	-0.448±0.004	-12.181±0.217	1.195	0.005
data_74_029.csv	25.276±0.329	1.010±0.000	-0.700±0.011	-12.960±0.217	1.122	0.046
data_74_030.csv	24.735±0.320	1.010±0.000	-0.526±0.012	-13.024±0.217	0.985	0.577
data_74_031.csv	64.661±0.332	1.010±0.000	-0.445±0.004	-12.701±0.217	1.007	0.452
data_74_032.csv	100.031±0.352	1.009±0.000	-0.420±0.003	-12.546±0.217	1.635	0.000
data_74_033.csv	126.170±0.326	1.010±0.000	-0.417±0.002	-13.017±0.217	4.370	0.000
data_74_034.csv	146.783±0.361	1.010±0.000	-0.425±0.002	-12.758±0.217	5.980	0.000
data_75_000.csv	121.729±0.366	1.980±0.000	-5.828±0.002	6.360±0.217	2.109	0.000
data_75_001.csv	122.418±0.368	1.980±0.000	-5.849±0.002	5.652±0.217	2.241	0.000
data_75_002.csv	96.862±0.362	1.983±0.000	-5.831±0.003	5.534±0.217	0.743	1.000
data_75_003.csv	100.826±0.344	1.981±0.000	-5.826±0.003	5.191±0.217	0.915	0.886
data_75_004.csv	86.429±0.350	1.982±0.000	-5.829±0.003	5.353±0.218	0.618	1.000
data_75_005.csv	82.499±0.346	1.982±0.000	-5.864±0.003	5.434±0.217	0.415	1.000
data_75_007.csv	74.138±0.351	1.981±0.000	-5.823±0.004	5.362±0.217	0.317	1.000
data_76_002.csv	77.545±0.316	0.863±0.000	-2.035±0.004	-81.673±0.217	1.537	0.000
data_76_004.csv	71.894±0.310	0.692±0.000	-2.973±0.004	-4.762±0.217	0.434	1.000
data_78_000.csv	100.538±0.366	1.715±0.000	-3.754±0.003	-8.031±0.217	0.409	1.000
data_78_001.csv	91.270±0.353	-1.712±0.000	-5.703±0.003	-8.253±0.217	0.668	1.000
data_78_002.csv	89.033±0.348	1.713±0.000	-3.736±0.003	-8.949±0.217	0.706	1.000
data_78_003.csv	86.952±0.351	1.713±0.000	-3.726±0.003	-8.377±0.217	0.610	1.000
data_78_004.csv	81.128±0.345	1.715±0.000	-3.735±0.003	-8.432±0.216	0.226	1.000
data_78_005.csv	72.469±0.335	1.715±0.000	-3.767±0.004	-8.094±0.217	0.261	1.000
data_78_006.csv	60.875±0.335	1.717±0.000	-3.823±0.005	-8.250±0.217	0.717	1.000
data_78_007.csv	48.736±0.329	-1.719±0.000	-5.560±0.006	-8.459±0.217	1.224	0.001
data_78_008.csv	34.616±0.328	1.717±0.000	-3.936±0.008	-8.712±0.217	1.698	0.000
data_78_009.csv	20.295±0.316	1.709±0.000	2.244±0.015	-8.786±0.217	1.977	0.000

filename	A_0 (mV)	f (mHz)	ϕ (rads)	c (mV)	χ^2_{red}	p-waarde
data_78_010.csv	5.639±0.292	-1.666±0.000	8.203±0.057	-8.455±0.217	2.295	0.000
data_78_011.csv	15.588±0.320	-1.715±0.000	-5.425±0.019	-8.341±0.217	3.099	0.000
data_78_012.csv	28.321±0.326	1.717±0.000	-3.944±0.010	-8.289±0.217	4.266	0.000
data_78_013.csv	43.699±0.326	-1.719±0.000	0.773±0.007	-7.992±0.217	3.628	0.000
data_78_014.csv	55.476±0.319	1.717±0.000	2.415±0.005	-8.183±0.217	2.039	0.000
data_78_015.csv	66.913±0.346	1.717±0.000	2.498±0.004	-7.975±0.217	0.808	0.998
data_78_016.csv	75.105±0.362	-1.717±0.000	-5.657±0.004	-8.016±0.217	0.276	1.000
data_78_017.csv	81.529±0.333	1.719±0.000	-3.767±0.003	-8.229±0.217	0.122	1.000
data_78_018.csv	86.871±0.347	-1.716±0.000	0.603±0.003	-8.360±0.217	0.164	1.000
data_79_000.csv	126.299±0.357	3.550±0.000	-4.701±0.002	-6.738±0.217	2.458	0.000
data_79_001.csv	117.375±0.358	3.548±0.000	-4.693±0.002	-6.649±0.217	1.859	0.000
data_79_002.csv	96.751±0.356	3.546±0.000	-4.684±0.003	-5.824±0.217	0.943	0.786
data_79_003.csv	67.382±0.373	3.543±0.000	1.575±0.004	-5.865±0.217	0.312	1.000
data_79_004.csv	45.869±0.360	-3.543±0.000	1.580±0.006	-6.031±0.217	0.167	1.000
data_79_005.csv	25.092±0.335	3.541±0.000	1.445±0.011	-6.154±0.217	0.162	1.000
data_79_006.csv	12.370±0.307	3.542±0.000	0.853±0.025	-6.391±0.217	0.267	1.000
data_79_007.csv	52.026±0.355	3.542±0.000	-4.700±0.005	-7.047±0.217	0.187	1.000
data_79_008.csv	87.090±0.376	3.541±0.000	-4.662±0.003	-7.373±0.217	0.680	1.000
data_79_009.csv	113.004±0.359	3.546±0.000	-4.698±0.002	-8.587±0.217	1.614	0.000
data_79_010.csv	126.993±0.358	3.547±0.000	-4.675±0.002	-8.237±0.217	2.472	0.000
data_79_011.csv	113.468±0.353	3.547±0.000	-4.686±0.002	-6.782±0.217	1.655	0.000
data_79_012.csv	87.573±0.363	3.541±0.000	-4.692±0.003	-5.863±0.217	0.713	1.000
data_79_013.csv	60.923±0.351	3.543±0.000	1.570±0.005	-5.773±0.217	0.247	1.000
data_79_014.csv	36.756±0.336	3.542±0.000	1.537±0.008	-5.807±0.217	0.126	1.000
data_79_015.csv	17.216±0.317	3.541±0.000	1.267±0.017	-5.957±0.217	0.224	1.000
data_79_016.csv	19.564±0.309	3.542±0.000	1.392±0.016	-6.334±0.217	0.200	1.000
data_79_017.csv	65.010±0.352	3.543±0.000	-4.686±0.004	-7.087±0.217	0.361	1.000
data_79_018.csv	94.437±0.352	3.547±0.000	-4.681±0.003	-7.616±0.217	1.037	0.297
data_80_000.csv	59.671±0.314	1.249±0.000	-1.729±0.005	-5.463±0.217	0.246	1.000
data_80_001.csv	243.946±0.386	2.390±0.000	-0.052±0.001	-57.523±0.217	27.720	0.000
data_80_002.csv	88.164±0.375	3.521±0.000	-4.025±0.003	-2.698±0.217	0.616	1.000
data_83_000.csv	61.512±0.318	1.237±0.000	-1.451±0.005	5.008±0.217	0.429	1.000
data_83_001.csv	62.097±0.327	1.236±0.000	-1.495±0.005	5.199±0.217	0.462	1.000
data_83_002.csv	61.835±0.304	1.238±0.000	-1.467±0.005	4.870±0.217	0.304	1.000
data_83_003.csv	59.403±0.311	1.237±0.000	-1.477±0.005	4.940±0.217	0.375	1.000
data_83_004.csv	54.795±0.316	1.237±0.000	-1.505±0.005	4.364±0.216	0.341	1.000
data_83_005.csv	48.635±0.316	1.237±0.000	-1.512±0.006	4.453±0.217	0.372	1.000
data_83_006.csv	40.854±0.316	1.237±0.000	-1.561±0.007	4.150±0.217	0.368	1.000
data_83_007.csv	31.236±0.302	1.239±0.000	-1.616±0.010	4.100±0.216	0.356	1.000
data_83_008.csv	21.394±0.297	1.236±0.000	-1.816±0.015	3.877±0.217	0.376	1.000
data_83_009.csv	11.731±0.295	1.234±0.000	3.413±0.027	3.836±0.217	0.483	1.000
data_83_010.csv	5.635±0.301	1.245±0.000	4.017±0.055	4.023±0.217	0.412	1.000
data_83_011.csv	12.379±0.301	1.242±0.000	-2.492±0.025	4.269±0.217	0.402	1.000
data_83_012.csv	21.864±0.321	1.237±0.000	-1.842±0.013	4.247±0.217	0.453	1.000
data_83_013.csv	31.863±0.332	1.239±0.000	-1.718±0.009	4.466±0.217	0.423	1.000
data_83_014.csv	39.914±0.315	1.238±0.000	-1.610±0.008	4.447±0.217	0.382	1.000
data_83_015.csv	47.852±0.300	1.238±0.000	-1.515±0.007	4.660±0.217	0.439	1.000
data_83_016.csv	53.988±0.298	1.238±0.000	-1.499±0.006	4.801±0.217	0.446	1.000

filename	A_0 (mV)	f (mHz)	ϕ (rads)	c (mV)	χ^2_{red}	p-waarde
data_83_017.csv	59.148±0.331	1.241±0.000	-4.202±0.005	4.644±0.217	0.415	1.000
data_83_018.csv	61.635±0.319	1.238±0.000	-1.479±0.005	4.845±0.217	0.586	1.000
data_82_000.csv	242.044±0.374	2.389±0.000	-0.123±0.001	-45.472±0.217	29.992	0.000
data_82_001.csv	269.186±0.387	2.390±0.000	-0.080±0.001	-50.719±0.217	34.832	0.000
data_82_002.csv	254.215±0.382	2.389±0.000	-0.117±0.001	-41.477±0.217	33.913	0.000
data_82_003.csv	215.164±0.370	2.393±0.000	-0.214±0.001	-23.131±0.217	22.596	0.000
data_82_004.csv	149.634±0.375	2.397±0.000	-0.329±0.002	-13.084±0.217	6.422	0.000
data_82_005.csv	77.384±0.356	2.400±0.000	-0.475±0.004	-18.514±0.217	1.170	0.011
data_82_006.csv	20.756±0.318	2.402±0.000	-3.602±0.014	-26.805±0.217	1.219	0.002
data_82_007.csv	111.673±0.366	2.400±0.000	-0.259±0.002	-30.437±0.217	2.351	0.000
data_82_008.csv	183.151±0.375	2.401±0.000	-6.449±0.001	-39.419±0.217	11.099	0.000
data_82_009.csv	239.095±0.385	2.393±0.000	-0.067±0.001	-57.868±0.217	24.620	0.000
data_82_010.csv	269.822±0.386	2.390±0.000	-0.066±0.001	-62.018±0.217	34.951	0.000
data_82_011.csv	270.628±0.382	2.391±0.000	-0.093±0.001	-54.268±0.217	38.558	0.000
data_82_012.csv	242.264±0.400	2.393±0.000	-0.167±0.001	-36.029±0.217	24.168	0.000
data_82_013.csv	183.667±0.381	2.399±0.000	-0.285±0.001	-15.915±0.217	11.309	0.000
data_82_014.csv	114.513±0.341	2.398±0.000	-0.392±0.002	-13.226±0.217	3.308	0.000
data_82_015.csv	37.516±0.313	2.399±0.000	-1.620±0.008	-19.717±0.217	1.023	0.364
data_82_016.csv	65.860±0.346	2.399±0.000	-0.449±0.004	-25.017±0.217	1.094	0.096
data_82_017.csv	147.843±0.350	2.400±0.000	-6.526±0.002	-30.318±0.216	7.428	0.000
data_82_018.csv	216.128±0.366	2.393±0.000	-6.403±0.001	-48.956±0.217	18.880	0.000
data_81_000.csv	87.852±0.375	3.519±0.000	-3.995±0.003	-4.864±0.217	0.591	1.000
data_81_001.csv	78.484±0.363	3.521±0.000	-4.042±0.003	-4.572±0.216	0.474	1.000
data_81_002.csv	54.251±0.352	3.520±0.000	2.207±0.005	-4.557±0.217	0.200	1.000
data_81_003.csv	30.499±0.349	3.520±0.000	-4.121±0.009	-4.771±0.217	0.128	1.000
data_81_004.csv	8.147±0.301	3.518±0.000	2.770±0.038	-4.818±0.217	0.255	1.000
data_81_005.csv	46.465±0.343	3.520±0.000	2.163±0.006	-5.481±0.217	0.229	1.000
data_81_006.csv	81.685±0.374	3.519±0.000	-4.003±0.003	-5.504±0.216	0.596	1.000
data_81_007.csv	90.933±0.362	3.520±0.000	-4.006±0.003	-5.563±0.217	0.871	0.969
data_81_008.csv	67.417±0.353	3.521±0.000	-4.039±0.004	-4.998±0.217	0.413	1.000
data_81_009.csv	41.052±0.339	3.521±0.000	2.161±0.007	-4.933±0.217	0.220	1.000
data_81_010.csv	16.416±0.323	3.520±0.000	-5.122±0.018	-4.845±0.216	0.336	1.000
data_81_011.csv	24.762±0.310	3.520±0.000	-4.290±0.012	-5.348±0.217	0.246	1.000
data_81_012.csv	68.052±0.349	3.521±0.000	-4.092±0.004	-5.669±0.217	0.365	1.000
data_81_013.csv	92.881±0.353	3.524±0.000	-3.986±0.003	-6.134±0.217	0.785	0.999
data_81_014.csv	82.413±0.374	3.520±0.000	-4.006±0.003	-5.102±0.216	0.554	1.000
data_81_015.csv	55.776±0.339	3.523±0.000	2.201±0.005	-4.878±0.217	0.252	1.000
data_81_016.csv	30.413±0.338	3.521±0.000	2.009±0.009	-4.444±0.217	0.231	1.000
data_81_017.csv	6.260±0.301	3.515±0.000	-1.106±0.050	-4.653±0.217	0.324	1.000
data_81_018.csv	46.210±0.332	3.520±0.000	-4.119±0.006	-4.964±0.217	0.212	1.000