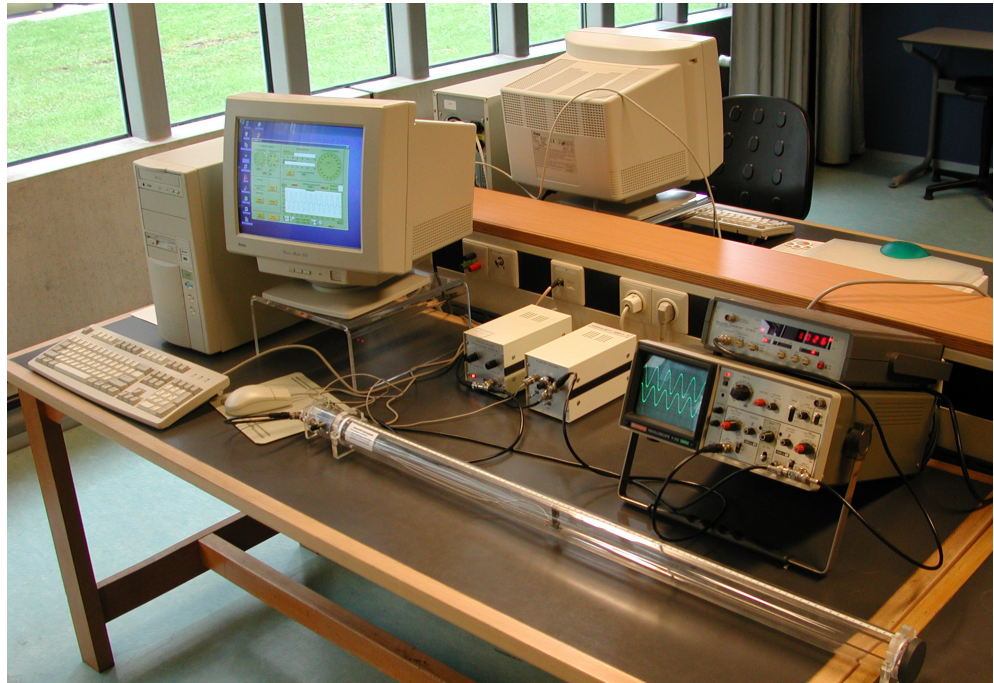
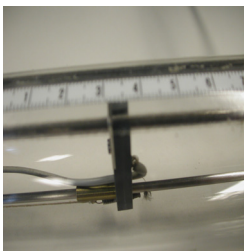


Geluidsnelheid



Figuur 1 – Opstelling voor het meten van de geluidsnelheid: een buis met luidspreker en verplaatsbare microfoon. Naast de computer met het meetprogramma staan de microfoonversterker en de computergestuurde signaalgenerator.

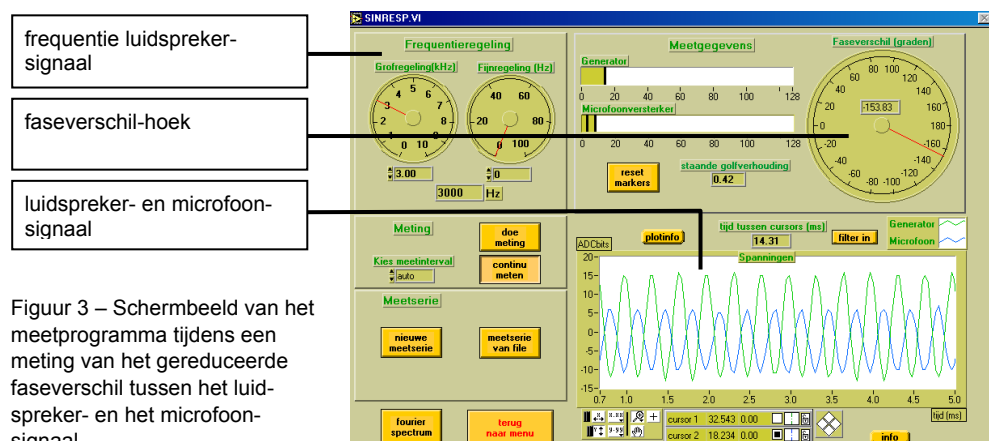


Figuur 2 – De microfoonpositie is af te lezen op een schaalverdeling op de buis.

Meetprogramma

Met het meetprogramma LabView_geluidsnelheid is de geluidsnelheid op drie verschillende manieren te bepalen: uit het *faseverschil* tussen het uitzenden en ontvangen van een lopende geluidsgolf in een open buis, uit de *looptijd* van een geluidspuls in die buis, en uit de *resonantiefrequenties* van geluidgolven in een gesloten buis. In het menu van het meetprogramma kies je dan achtereenvolgens voor de volgende opties: *sinusresponsie*, *pulsresponsie* en *frequentiekarakteristiek*.

Sinusresponsie – De signaalgenerator levert een sinusvormig signaal met een instelbare frequentie. Deze frequentie is in te stellen door het gewenste getal in te voeren in het betreffende getalvenster op het beeldscherm.



Figuur 3 – Schermbeeld van het meetprogramma tijdens een meting van het gereduceerde faseverschil tussen het luidspreker- en het microfoon-signaal.

Na de opdracht *continu meten* zijn op het beeldscherm het luidspreker- en microfoon-signaal zichtbaar. Het eventueel wijzigen van de tijd-as in het signaalvenster op het beeldscherm gaat als volgt: klik op het laatste getal van de tijd-as, verwijder dit getal en typ het nieuwe gewenste getal in.

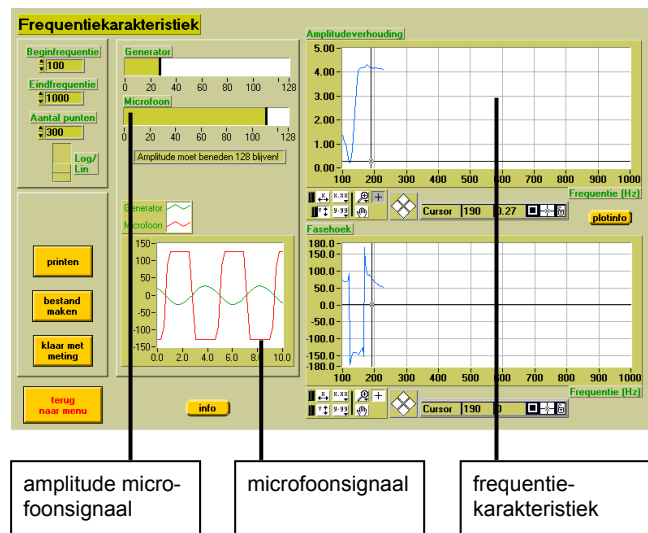
Op het beeldscherm is het door de computer gemeten gereduceerde faseverschil tussen het luidspreker- en microfoon-signaal af te lezen op een schaalverdeling en in een getalvenster. Het meetprogramma geeft dit gereduceerde faseverschil weer als een *faseverschil-hoek* tussen de twee signalen. Uit deze faseverschil-hoek (in °) is het gereduceerde faseverschil $\Delta\varphi$ tussen de twee signalen te berekenen met $\Delta\varphi = \text{faseverschil-hoek}/360^\circ$.

Pulsresponsie – De signaalgenerator levert nu een pulsvormig signaal. Na een meting zijn het luidspreker- en microfoon-signaal zichtbaar in een signaalvenster op het beeldscherm. Met de twee cursors zijn het tijdstip van uitzenden en ontvangen van de geluidspuls te markeren. In de getalvensters onder het signaalvenster zijn deze gemarkeerde tijdstippen af te lezen. Het verschil tussen de beide gemarkeerde tijdstippen – of: de *looptijd* van de puls – is in het betreffende getalvenster op het beeldscherm af te lezen.

Frequentie karakteristiek – De signaalgenerator levert een sinusvormig signaal waarvan de frequentie langzaam in een groot aantal kleine stappen toeneemt van een ingestelde beginwaarde naar een ingestelde eindwaarde. De gewenste begin- en eindwaarde van de frequentie zijn in te stellen door de gewenste getallen in te voeren in de betreffende getalvensters op het beeldscherm. Ook het gewenste aantal frequentiestappen is in te stellen. Hoe groter het ingestelde aantal stappen is, des te nauwkeuriger zijn de meetresultaten – maar des te langer duurt de meting.

Het verloop van de meting is te volgen in het signaalvenster op het beeldscherm. De bovenste lijn in het signaalvenster laat het quotiënt van de amplitudes van het microfoon- en het luidsprekersignaal als functie van de frequentie zien. We noemen dit de *frequentie-karakteristiek* van de luchtkolom in de buis. De pieken in deze frequentie karakteristiek zijn de frequenties waarbij in de buis staande golven optreden. Of, met andere woorden: die pieken zijn de *resonantiefrequenties* van de luchtkolom in de buis. Met de cursor zijn de resonantiefrequenties in het signaalvenster te markeren. In het getalvenster onder het signaalvenster is de gemarkeerde resonantiefrequentie af te lezen.

Figuur 4 – Schermbeeld van het meetprogramma tijdens een meting van de frequentie karakteristiek van de luchtkolom in de buis. In dit geval is de amplitude van het microfoon-signaal te groot geworden, en moet de meting worden afgebroken.



Bij het meten van de frequentie karakteristiek van de luchtkolom in de buis treedt bij een aantal frequenties resonantie op. Daarbij is het microfoon-signaal aanzienlijk groter dan het luidsprekersignaal. Het microfoon-signaal kan dan zo groot worden dat het meetprogramma dit signaal niet meer kan volgen. In het hierboven weergegeven beeldscherm is dit op twee manieren zichtbaar: de amplitude van het microfoon-signaal zit op het maximum in het betreffende signaalvenster, en het (sinusvormige) microfoon-signaal als functie van de tijd is in het betreffende signaalvenster bij de toppen en dalen 'afgesneden'. In dit geval kan het meetprogramma het quotiënt van de amplitudes van het microfoon- en het luidspreker-signaal niet goed berekenen en bestaat de kans dat er resonantiefrequenties uit de gemeten frequentie karakteristiek wegvallen. Tijdens het meten van de frequentie karakteristiek is dus een voortdurende controle van de amplitude van het microfoon-signaal nodig. Als deze

amplitude te groot wordt, moet de meting worden afgebroken. Na het instellen van een kleinere waarde van het luidsprekersignaal en/of het instellen van een kleinere versterking van het microfoonsignaal kan een nieuwe meting worden gestart.