

NAG lezingendag elektro-akoestiek, 3 oktober 2023

Omnidirectionele puntbron



Casper Jansen

ASCEE

Nikola Teslastraat 1-11

7442 PC Nijverdal

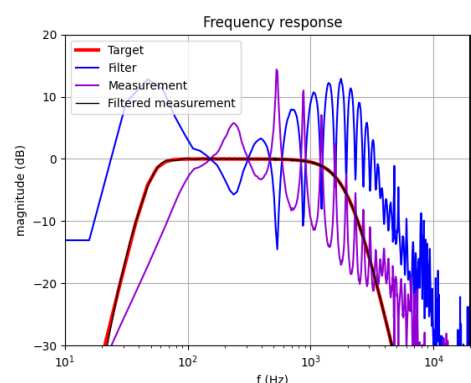
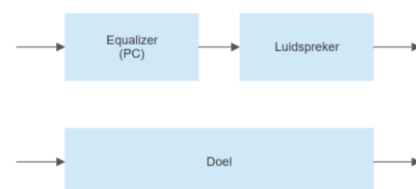
Abstract

Een luidspreker heeft verschillende meetbare eigenschappen die zijn geluidskwaliteit bepalen, waarvan de frequentierespons en het afstralpatroon twee belangrijke zijn. Nu is het met een elektronische equalizer mogelijk, om vrijwel elke frequentierespons te corrigeren tot het ideaal. Dit zou impliceren dat deze eigenschap er niet mee toe doet. Een luidsprekerontwerper kan zich dus richten op het afstralpatroon, ook als de frequentierespons eronder lijdt. In deze presentatie bespreek ik een zelfbouwluidspreker, waarin dit tot in het extreme is doorgevoerd. De equalizer is een FIR-filter dat in het tijdsdomein wordt berekend, op basis van de gemeten impulsrespons van de luidspreker en die van de doelcurve, d.m.v. de kleinste-kwadratenmethode. In een meting 8 maanden later blijkt dat de equalizer de luidspreker niet helemaal goed corrigeert.

Extended abstract

Een Hi-Fi-luidspreker heeft verschillende meetbare eigenschappen die zijn geluidskwaliteit bepalen. Twee belangrijke zijn de frequentierespons en het afstralpatroon. De frequentierespons geeft aan hoe hard elke frequentie wordt weergegeven. Dit is een eigenschap die wordt bepaald door en meting en daarbij is het van belang hoe de luidspreker gericht staat. Met een elektronische equalizer, is de frequentierespons –binnen bepaalde grenzen– te corrigeren. Een naïeve interpretatie is dat de frequentierespons er dus niet meer toe doet. Een andere eigenschap is het afstralpatroon. Dit geeft per frequentie aan, in welke mate de sterkte van het geluid afhangt van de afstralrichting. Als het afstralpatroon niet constant is, heeft elke richting zijn eigen –verschillende– frequentierespons. De equalizer heeft echter dezelfde werking op alle frequentieresponses en kan er dus maar één goed corrigeren.

De afbeelding rechtsboven is van een zelfbouw luidspreker, die tot in het extreme is ontworpen op een constant afstralpatroon. Dit gaat ten koste van de frequentierespons. De luidspreker bestaat uit een 10 cm basluidspreker, die via een pvc-buis van 5 cm diameter bij 50 cm lang zijn geluid naar buiten brengt. Dit levert een kamfilter op met pieken van 15 dB. Ook is er een 19 mm hogetonenluidspreker, waarvan de geluidsopening d.m.v. een 3d-geprinte kegel wordt verkleind tot 10 mm. Vanwege de afmetingen van de geluidsopeningen, benadert de luidspreker een puntbron. De frequentierespons van de luidsprekers wordt vervolgens met een equalizer gecorrigeerd tot een doelcurve. Voor de basluidsprekers omvat deze de band 45 – 2000 Hz, voor de hogetonenluidspreker is dat 2000 – 20.000 Hz. Deze equalizer heeft de vorm van een Finite Impulse Response (FIR) filter. Het FIR-filter is berekend in het tijdsdomein d.m.v. de kleinste-kwadratenmethode en vormt de gemeten impulsrespons van de luidspreker om, tot de impulsrespons behorende bij de doelcurve. De methode is gebaseerd op het werk van Tsujino & Elliott. In een meting, acht maanden later, blijkt dat de equalizer de luidspreker niet helemaal goed meer corrigeert. De kegel van de tweeter vertoont een resonantie, waardoor hij zich rond deze frequentie niet als puntbron gedraagt. Verder is de luidspreker mogelijk niet geheel tijdsinvariant. Overigens brengt het sterke gebruik van de equalizer nadelen met zich mee, waaronder een kleiner maximaal geluidsdruk niveau.



Verder lezen

- Paper FIR-filter
M. Tsujino and S. Elliott, "A globally optimal formulation for feedforward active sound control", *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 5, no. 3, pp. 167-181, 1991.
- Boek
Floyd Toole (2017) "Sound Reproduction: The Acoustics and Psychoacoustics of Loudspeakers and Rooms"
- Forum, hi-fi, nadruk op metingen (int)
<https://www.audiosciencereview.com>
- Forum, zelfbouw hi-fi (NL)
<https://zelfbouwaudio.nl/forum>
- Forum, zelfbouw hi-fi (int)
<https://www.diyaudio.com>