



R.M. Backus, KNO-arts te Zeist

'Een Toontje Lager'

Tekst: Roelf Backus

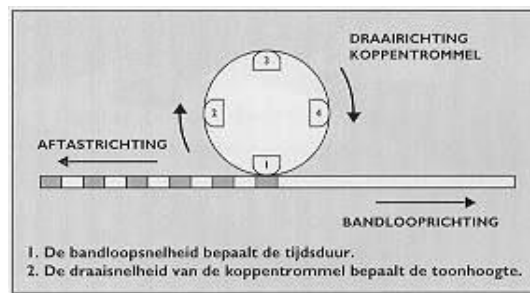
Bijgewerkt: 03 april 2018

Naar een voordracht en demonstratie, gehouden op 26 november 1994 te Montfoort, voor de Utrechtse Oud-KNO-Assistenten Vereniging.

Hoeveel mensen weten over 25 jaar nog hoe een sneller of langzamer afgedraaide band van een bandrecorder of grammofonplaat klinkt? Of een achteruit afgespeelde geluidsband? Met de komst van de digitale technieken en geluidsdragers verdwijnen langzaam de analoge grammofon en bandrecorder en hun unieke mogelijkheden. Met digitale technieken zijn verbluffende effecten mogelijk die, hoewel soms in een wat beperkte vorm, ook vroeger reeds analoog waren bedacht en gerealiseerd. Ik doel hierbij op tijd- en toonhoogte manipulatie van muziek of het gesproken woord.

Prof.drs.J.J. Groen (1912-1973), fysisch/audioloog, lector en later hoogleraar fysieke labyrinthologie te Utrecht (1958-1973) brengt in zijn syllabus 'Audiologie voor Akoepedisten' (1955) reeds de 'tijdrekker' en 'tijdverkorter' ter sprake.

Stel, we hebben een geluidsband van een uur waarop spraak is geregistreerd. We knippen nu de band en kleine stukjes van 1 mm breed. Om de ander gooien we een stukje weg en de aldus bewaarde stukjes plakken we weer netjes, na even zoeken, in de juiste volgorde tegen elkaar. Als we de band nu afdraaien is de spraak nog goed te verstaan, doch de band duurt nu nog slechts een half uur! *'Politici, die niks te vertellen hebben, kunnen dat nu in de helft van de tijd doen'*



Figuur 1

In de praktijk lukt dit ook zonder het moeizame knippen en plakken, met een roterende koppentrommel op een bandrecorder. Van zowel de koppentrommel als de bandspoelen kan men de snelheid onafhankelijk variëren (*figuur 1*). Op een roterende trommel zijn vier of meer weergavekoppen gemonteerd die al draaiend kleine stukjes van de geluidsband aftasten. De koppentrommel kan variëren in snelheid. De relatieve snelheid van de weergavekop ten opzichte van de band bepaalt de toonhoogte: draait de trommel sneller ten opzichte van de band, dan hoort men een hogere toon, draait hij langzamer ten opzichte van de band, dan hoort men een lagere toon. De snelheid van de spoelen bepaalt de totale tijdsduur van de geluidsband. Wil men de tijd verkorten, dan laat men de spoelen sneller draaien, de toonhoogte stijgt. Door de koppentrommel nu langzaam met de aftastrichting mee te laten draaien, verlaagt men de relatieve snelheid van weergavekop ten opzichte van band en de toonhoogte gaat weer omlaag: de band draait sneller, de toonhoogte is weer normaal en de tijdsduur is dus verkort. Andersom is ook mogelijk: De spoelen draaien langzamer, de toonhoogte gaat naar beneden, door de koppentrommel sneller te laten aftasten gaat de toonhoogte weer omhoog. Bij een snel draaiende band worden er stukjes band bij het aftasten overgeslagen, bij een langzaam draaiende spoel stukjes band dubbel afgetast. Dit leidt bij grote variaties uiteraard tot hinderlijke bijgeluiden.

Uiteraard zijn deze trucs slechts mogelijk met bandopnamen in de studio en het wachten was dan ook op de 'real time' mogelijkheid, direct live op het podium.

In 1976 kwam de Amerikaanse firma Eventide met de H-910 Harmonizer, een 10 bit digitale pitch shifter, een real-time 'toonhoogte veranderaar'. Het was nu mogelijk om direct op het podium via een microfoon maximaal één octaaf lager of hoger dan de oorspronkelijke stem te spreken of te zingen. Door een nauwkeurige afstelling in kwinten of tertsen was ook tweestemmig zingen mogelijk, hoewel dit door het vaste interval erg 'Chinees' klonk. Vader Abraham (Pierre Kartner) is in 1977 in Nederland een nationale ster geworden met zijn Smurfenlied. De stemmetjes zong hij zelf in de studio op een normale toonhoogte in, terwijl de geluidsband met de begeleiding langzamer dan normaal werd afgedraaid. Op normale snelheid afgespeeld, klonken de zo karakteristieke hoge stemmetjes. Live optredens waren een probleem voor Vader, omdat het lastig was bereidwillige, muzikale en blauwe kabouters te vinden en te contracteren. Voor fl. 4000,- excl. BTW was toentertijd de H-910 een uitkomst. De smurfenhits schoten als kabouterpaddestoelen de grond uit....



Eventide Harmonizer H-910 (1976)

Digitale geluidsprocessors zijn in de loop der jaren steeds verder geperfectioneerd en sterk in prijs gedaald. Vele merken bieden nu pitch shifters (de naam 'Harmonizer' is exclusief door/voor Eventide geregistreerd), en voor rond de fl. 800,- heeft men er al een, geschikt voor thuis of amateur gebruik. De microprocessor knipt digitaal het inkomend geluidssignaal in partjes, slaat die partjes tijdelijk op in geheugenchips en leest dat naar believen sneller of langzamer uit; en dat alles met een vrijwel onhoorbare vertraging, binnen enkele milliseconden. Via elektronische trucs is ook het hinderlijke bibberen (wavering) van het geluid, door het overslaan of dubbel uitlezen bij het 'knippen en plakken' van de geluidspartjes, tot vrijwel onhoorbare proporties teruggebracht, zeker bij de duurere professionele studio apparaten. Het huidige topmodel van Eventide, de DSP 4000, is een 24 bit digitale stereo effectprocessor die fl. 12000,- excl. BTW moet kosten. Voor die prijs krijgt men dan behalve een superieure pitch shifting, tevens (stereo-) echo, nagalm, chorus, double tracking, phasing, flanging en nog meer duizelingwekkend klinkende effecten waar de huidige muziekindustrie niet meer buiten kan en waar menige muzikliefhebber high en z'n buurman down van wordt.

Ook Philips heeft onlangs een digitaal multi-effect apparaat op de markt gebracht, de IS 5022 Sound Enhancer, waarmee men onder andere toonhoogtefluctuaties kan egaliseren en digitaal tikken en ruis uit oude plaatopnamen kan verwijderen. Tevens kan een mono-opname naar stereo getransformeerd worden en kunnen stereo-opnamen extra worden verbreed (*Spatializer*).

Wat kunnen we er nu praktisch mee doen?

Time Compression/Expansion ('de droom van Groen'):

Pitch shifters worden gebruikt bij radio, video en film. Elke seconde reclamezendtijd kost veel geld. Laat een acteur een boodschap oplezen, manipuleer zo met de bandsnelheid dat de tekst precies binnen de gewenste tijd valt en corrigeer met de pitch shifter de toonhoogte van de stem. Vaak gebruikt men hier gecombineerde apparaten voor; een professionele bandrecorder met een geïntegreerde pitch shifter. Men hoeft na een opname alleen de gewenste tijdsduur in te toetsen en de rest gaat vanzelf (*Eventide Timesqueeze Systems*).

Automatic Double Tracking (ADT):

Een muziekgroep, bekend om zijn close-harmony samenzang, moet live optreden. Met een pitch shifter via de zangmicrofoons wordt een fractie toonhoogteverschil ingesteld en met

enkele milliseconden vertraging gemengd met het oorspronkelijke signaal. In plaats van vier man hoort U er acht! De gage wordt uiteraard slechts door vier man gedeeld.

Automatisch harmonieën zingen:

Moderne pitch shifters kunnen akkoorden, gespeeld op een aangesloten elektronische piano herkennen. Door nu een tert, kwint of septiemstem in te stellen op het apparaat, en de akkoorden tegelijkertijd op het keyboard te spelen, verkrijgt men door te zingen automatisch het juiste meerstemmige effect, nauwelijks meer te onderscheiden van meerdere echte zangers. Zelfs de kenmerkende harmonieën waardoor sommige groepen beroemd en herkenbaar zijn geworden (Beach Boys, Carpenters), zijn op deze apparaten soms voorgeprogrammeerd en direct thuis door één persoon met een keyboard tussen de schuifdeuren te imiteren (*Digitech Vocalist*).

De artiest met het verminderde stembereik:

Artiesten die in hun jonge jaren de hoge noten eruit persten (hoe hoger de noten, hoe hoger de gage), moeten op latere leeftijd letterlijk een toontje lager zingen. Ze hebben nog wel de muziekbanden met de begeleiding van vroeger waarmee ze nog op bruiloften en partijen optreden. Hun stem haalt het vaak niet meer. Met behulp van een pitch shifter is de toonhoogte van zo'n begeleidingsband makkelijk één of twee hele noten naar beneden te transponeren zonder veel kwaliteitsverlies. Dit is natuurlijk veel goedkoper dan een orkest en studio huren om de begeleiding opnieuw in te laten spelen.

Bij de demonstratie van een pitch shifter voor KNO-artsen, kwam één van hen op een slim idee. Ouderen met presbycusis merken vaak op, dat zij een (lagere) mannenstem beter kunnen verstaan dan een (hogere) vrouwenstem. Zou je, door de toonhoogte van een vrouwenstem met een pitch shifter te verlagen, een beter spraakverstaan bij slechthorenden bewerkstelligen? We zagen het al voor ons, een hoortoestel met een ingebouwde pitch shifter! Meteen in de spreekkamer met het spraakaudiogram uitgetest: géén verschil... De verklaring is als volgt. Het frequentiespectrum van de stem bevat een aantal formanten. Formanten zijn kenmerkende resonantiefrequenties die als pieken binnen het gehele frequentiespectrum van een bepaalde stem nadrukkelijker aanwezig zijn. Mannenstemmen bevatten meer formanten dan vrouwenstemmen. Juist het aantal formanten draagt sterk bij aan het discriminatievermogen van spraak bij slechthorenden. Een pitch shifter transponeert slechts alle frequenties en formanten van de vrouwenstem naar beneden, maar voegt er géén nieuwe aan toe. Dat is ook de reden, dat elektronische transponering van een mannenstem omhoog geen vrouwenstem oplevert en een vrouwenstem omlaag, geen mannenstem!

Het is trouwens opvallend hoeveel technieken, oorspronkelijk uit de audio- en muziekwereld hun weg vinden naar toepassingen in onder andere hoortoestellen: compressie, limiting, actieve toonregeling, digitale processing, infrarood afstandbediening of geluidsoverdracht, richtinggevoelige microfoons en waarschijnlijk nog veel meer.

'Digitale signaalprocessing zal ons geluiden laten horen, die nog nimmer eerder op deze aardbodem zijn voortgebracht. Digitale signaalprocessing zal ons (bij-)geluiden doen vergeten, die eens door een ieder werden herkend.'

DEMONSTRATIE VAN EFFECTEN:

De onderstaande geluidsfragmenten kunt U aanklikken en beluisteren. Ze laten eerst een stukje onbewerkte mono tekst horen, het tweede deel is de tekst met een digitale signaalprocessor bewerkt, hierbij treedt soms ook een stereo-effect op. Het duurt even voordat het betreffende bestand naar Uw computer is overgezet. De grootte van de individuele bestanden ligt rond de 200 kB.

Deze geluidsfragmenten klinken het beste met een hoofdtelefoon.

[geluidsfragment 1 pitch shifter](#)

Het tweede deel van de zin wordt met een hogere stem weergegeven. (*mono*)

[geluidsfragment 2 ambience](#)

Door het inschakelen van ambience wordt door middel van een korte tijdvertraging (enkele milliseconden) een stereo-effect verkregen uit een oorspronkelijk monosignaal. (*stereo*)

[geluidsfragment 3 reverberation](#)

Reverb (galm), eigenlijk een groot aantal echo's snel achter elkaar, creëert tevens de illusie van stereo. De kwaliteit (dit is hoe goed 'dicht' de echo's elkaar opvolgen), is bij digitale apparaten afhankelijk van het gebruikte software-rekenmodel (het algoritme) en verschilt sterk per fabrikant. Sommige merken zijn beroemd om hun reverb-apparaten. (*stereo*)

[geluidsfragment 4 automatic double tracking \(ADT\)](#)

Door een stem met een pitch shifter iets te verlagen en in de tijd iets te vertragen, krijgt men het effect alsof er twee maal zoveel mensen praten. (*mono*)

[geluidsfragment 5 time compressing](#)

Bij het tweede deel van de zin, is de 'geluidsband' sneller afgedraaid, er wordt dan sneller, maar ook 'hoger' gesproken. Met behulp van de pitch-shifter is de toonhoogte weer naar het oorspronkelijke -lagere- niveau getransponeerd. Het lijkt dus net, alsof het tweede deel van de zin veel sneller is opgelezen. (*mono*)

[geluidsfragment 6 chorus](#)

Het binnenkomende signaal wordt oscillerend iets in de tijd vertraagd en versneld en weer met het oorspronkelijke signaal gemengd. Vaak worden er meerdere zogenaamde delaylines gebruikt. Door faseverschillen treedt tevens een prachtig stereo-effect op. Beluisteren met een hoofdtelefoon! (*stereo*)

[geluidsfragment 7 flanger](#)

Idem als bij chorus, de tijdvertragingen zijn echter langer en worden teruggevoerd naar de input, waardoor ze weer opnieuw vertraagd worden, etc. Daardoor treedt een zekere mate van resoneren op: het zogenaamde 'jet-stream' effect. Het oscilleren/fluctueren (-het meer

en minder vertragen-) van het menggeluid is erg belangrijk en is bepalend voor het 'aangename' van het effect. (*stereo*)

geluidsfragment 8 phaser

Als flanger, de vertragenen worden echter gemengd bij de output. Minder jet-stream effect, klinkt meer als een variabel toonfilter (een zogenaamd kamfilter), door de faseversterking en -uitdoving van frequenties. Door de faseverschuiving treedt ook hier een stereo-effect op. (*stereo*)

Geraadpleegde bronnen:

- J.J. Groen, Audiologie voor Akoepedisten, deel II. Utrecht 1955/1967, p.120.
- Eventide Model H-910. Data Sheet 1976. Cadac Hilversum.
- Eventide Model H-949. Data Sheet 1984. Cadac Hilversum.
- Eventide Ultra Harmonizer DSP-4000. Data Sheet 1994. Cadac Hilversum.
- Philips Sound Enhancer IS-5201/5022 Series. Data Sheets 1994, Communication Trading Company. De Run 4308, 5503 LN Veldhoven.
- Paul White, Creatief opnemen. Deel 1: Effect apparatuur. Octogon Uitgevers BV, Amsterdam, 1990.

oktober 1995.

*Gepubliceerd in het audiologie-informatieblad 'Over Horen'
van Philips Nederland B.V. nummer 7, 1996*

[Roelf Backus' Muziek, Oor & Gehoor Site](#)
