

4

De Modulaire Synthesizer

*Deze tekst vormde Hoofdstuk 4 van een eerdere versie van de module **Sound Design**. (Je zult ongetwijfeld opmerken dat de WaveWizard-code in Fig. 4.4 op pag 6 is verouderd.)*

§1 Inleiding

Ruim 35 jaar na z'n introductie is de *popsynthesizer*, hoewel technisch al lang en volledig overvleugeld door de computer, nog steeds in productie en immens populair, vooral vanwege z'n fantastische, *vette* klanken die aan de popmuziek van meerdere generaties gestalte heeft gegeven. Maar wat is een synthesizer nou eigenlijk precies? Hoe kun je die nadoen met de computer?

In dit hoofdstuk vind je ook meer over de geschiedenis van de elektronische muziek in samenhang met de ontwikkeling van de synthesizer. Daarnaast zullen we zien dat de manier waarop je binnen bijvoorbeeld WaveWizard klanken maakt of bewerkt soms directe "vertalingen" zijn van het werken met een klassieke synthesizer (samengevat in figuur 4.4).

§2 Getrommel in de snackbar

Schuin tegenover de universiteitsbibliotheek aan de Wittevrouwenstraat in Utrecht had je in begin jaren '80 een snackbar die in de lunchpauze druk werd bezocht door studenten. Voorin, bij het raam, trof je er elke dag hetzelfde groepje aan, afkomstig uit alle delen van de wereld - te oordelen aan de vele verschillende, onhollandse gelaatstrekken en de vele verschillende accenten waarmee ze hun Engels uitspraken. Het viel op dat ze, in tegenstelling tot de andere

studenten, heel moeilijk stil konden blijven zitten en tijdens het praten onrustig met hun vingers of met het bestek op tafel en stoelleuningën roffelden. "Wat zijn dat toch voor gasten", wilde een geërgerde klant eens van de uitbater weten. Die gaf zwaaiend met z'n shoarma-mes een richting aan: "Die zijn van om de hoek, Plompetorengracht, Sonologisch Instituut."

Sinds eind jaren '60 werd er op het Sonologisch Instituut van de Universiteit van Utrecht wetenschappelijk onderzoek gedaan naar en onderwijs gegeven in het gebruik van electronica en computers in de muziek. Het was op dat moment zo ongeveer de enige plaats op de wereld waar je zulk onderwijs kon volgen.

In die tijd gaapte er een enorme kloof tussen popmuziek en "experimentele" muziek - ook wel *avantgarde* genoemd. De popmuzikanten vonden de avantgardisten maar een stelletje geëxalteerde *computernerds* met jampot-brilleglazen en de muziek die ze maakten klonk in hun oren zo ongeveer als "knars-boem-peng!!". De avantgardisten op hun beurt kregen al bij het horen van het woord *popmuziek* een trillende bovenlip en noemden de beoefenaars ervan bij voorkeur *irrelevant* of *triviaal*.

Het was duidelijk dat het Sonologisch Instituut volledig in handen was van de avantgardisten. Niemand hoefde je dat trouwens te vertellen: als je door het gebouw heen wandelde, van de ene studio naar de andere, kon je al aan de apparaten *zien* dat hier geen "normale" muziek werd gemaakt. In elke gang was het oppassen geblazen, want voor je het wist, stapte je in één van de talloze, permanent opengebroke vloeren, waaruit een onontwarbare spaghetti van computerkabels puilde. *Niet één* toets- of ander muziekinstrument, mechanisch of electronisch, was er in het hele gebouw te vinden. Dat was niet uit zuinigheid of vergeet-achtigheid. Dat was *beleid!*

De beweging van de avantgarde kwam al in het begin van de vorige eeuw op gang, maar vond een hoogtepunt in de jaren vijftig en zestig, volgens sommigen mede als reactie op de Tweede Wereldoorlog. Europa was een puinhoop en jonge mensen hadden, nog sterker dan gewoonlijk, het gevoel *wij gaan het allemaal heel anders doen*. Het was, zoals ze in Duitsland zeiden, *die Stunde Null-Zeit*. Overall heerste het gevoel dat een heel nieuw tijdvak was aangebroken, een *moderne* tijd, vol comfort en ongekende technische mogelijkheden. Ook in de muziek moest dat tot uitdrukking komen. Weg met toonladders en tonaliteit, weg met akkoordschema's, weg met sonates en cantates. Juist de snelle ontwikkeling van electronische technologie maakte het mogelijk om radicaal nieuwe wegen in te slaan en om "de klank te bevrijden", zoals de Franse avantgarde-componist *Edgar Varèse* (zie foto) het uitdrukte.

Net zoals je een peuter helpt om zindelijk te worden door op een goeie dag *geen* luiër meer om te doen en regelmatig op het potje te beuren, zo ook, vond men op het Sonologisch Instituut, draag je bij aan de muzikale opvoeding van studenten door ze *geen* toetsinstrument voor te zetten, waarop ze anders toch maar weer direct standaard jazz-akkoordjes gaan zitten freubelen. Daarmee raakt de klank natuurlijk *nooit* bevrijd....

Inderdaad hadden de studenten van het Sonologisch Instituut het niet altijd gemakkelijk. De klanken die je met behulp van de electronische apparatuur kon maken waren soms waanzinnig interessant en schreeuwden om toepassing in "gewone", muzikale akkoorden, melodieën en ritmen. Dan wilde je graag een beetje met een keyboard aan de slag, maar dat wàs er eenvoudig niet, hoewel het, technisch gesproken, heel goed mogelijk was om electronische apparaten te koppelen aan klaviertoetsenborden - op vele andere plaatsen was dat dan ook al lang realiteit. Al de frustratie daarover, en alle opgekropte energie, vond dan tijdens de lunchpauze een uitweg in die snackbar om de hoek, aan de Wittevrouwenstraat.

Eind jaren '80 verhuisde het Sonologisch Instituut, met alle medewerkers, apparatuur en bibliotheek naar het Koninklijk Conservatorium in Den Haag, waar sindsdien de studierichting *sonologie* bestaat, inmiddels als *master*-opleiding. Al na een paar jaar vond je in elke Haagse studio ook gewone toetsenborden die je kon aansluiten op digitale geluidsapparatuur en op de PC, die ongeveer tegelijkertijd zijn entree had gemaakt.

Inmiddels had een van de belangrijkste popkunstenaars, Frank Zappa, al lang laten weten dat hij heel veel ideeën had opgepikt uit het werk van Varèse. Pierre Boulez, boegbeeld van de na-oorlogse, Franse avantgarde, sloot, op zijn beurt, de muziek van diezelfde Zappa aan z'n hart en nodigde hem uit voor een gezamenlijk optreden. De tijd van die nogal bizarre controverses tussen pop en avantgarde was ten einde.

§3 Van losse kastjes naar modulaire synthesizer

Een van de belangrijkste redenen voor het geleidelijk wegvallen van die tegenstelling tussen pop en avantgarde, is dat beide muziekstromingen een sterke belangstelling hebben voor *elektronische* klankopwekking, die in de jaren '60 - '70 snel opgang deed. Of je nu avantgardist of hard-rocker was, als je elektronische klankopwekking wilde toepassen in je muziek, moest je het doen met dezelfde techniek en ook dezelfde apparaten. Geleidelijk ontwikkelde zich in de popmuziek een meer gespecialiseerd instrumentarium.

Het begon allemaal met het soort toestellen dat je kent uit de natuurkundeles, zie Fig. 4.1. Op de foto zie je Varèse (je vermoedt waarschijnlijk wel wie van beide heren...) ermee aan het werk in het vermaarde Natuurkundig Laboratorium van Philips in Eindhoven. Het stuk dat hij hier aan het maken is, in opdracht van Philips, heet *Poème Electronique*. Het werd op de Wereldtentoonstelling in Brussel, 1958, via tientallen luidsprekers ten gehore gebracht in het Philips-paviljoen, als een van de eerste muziekstukken waarbij een componist volledig zelf het klinkende eindproduct bepaalt en waar geen muzikant aan te pas komt.

Op de foto zie je enkele fors uitgevallen apparaten op tafel staan, het meest rechtse, waar Varèse voldaan zijn hand op laat rusten, is een bandrecorder. Het middelste apparaat is een toongenerator; de technicus draait aan een schijf met cijfers en maatstreepjes erop, waarmee je de frequentie kunt veranderen. Uiterst links is nog net een stukje te zien van weer een ander toestel. De apparaten zijn onderling verbonden met kabels die geluidssignalen transporteren: de *uitvoer (output)* van het ene apparaat is de *invoer (input)* van het andere.

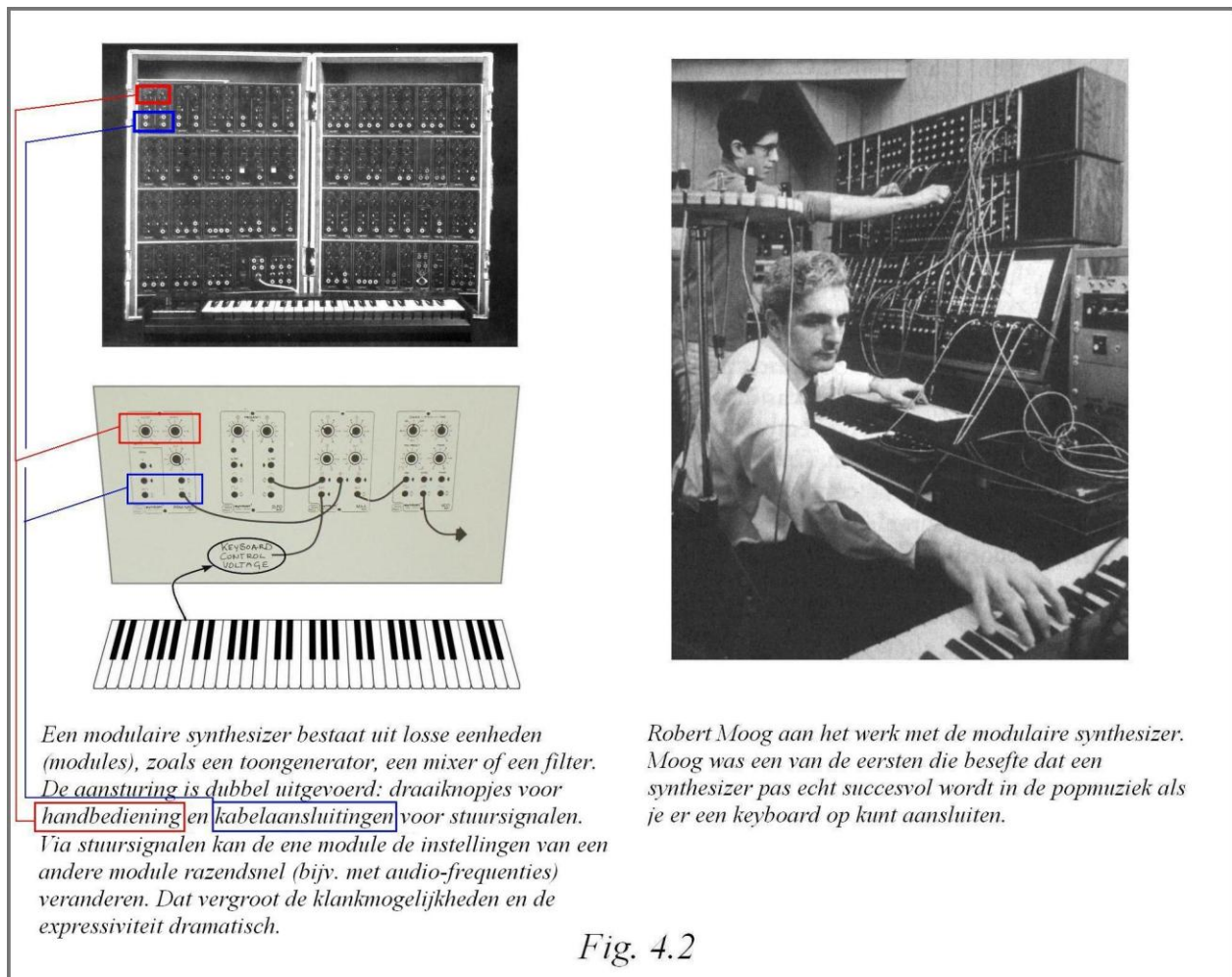


Fig. 4.1
*Varèse aan het werk
in het NatLab van Philips*

Synthesizer

Je realiseert het je misschien niet direct, maar deze apparaten vormen samen in principe een **synthesizer**: zo noem je elk elektronisch instrumentarium dat klanken letterlijk *samenstelt* door ze, net als een produkt op de lopende band, te onderwerpen aan verschillende bewerkingen, zoals *versterken*, *mixen*, *moduleren* en *filteren*. Daardoor wordt de klank stapsgewijs complexer, levendiger en interessanter. Voor elke bewerking heb je een apart apparaat nodig. Meestal worden deze losse toestellen **modules** genoemd. De bekendste modules zijn de *toongenerator* (waarmee je tonen kunt opwekken, ook wel **oscillator** genoemd), *mixer*, *versterker* en *filter*.

In de loop van de jaren '60 worden modules, door de introductie van de *transistor*, een stuk kleiner. Ze krijgen allemaal dezelfde hoogte en worden in één groot paneel ondergebracht: de *modulaire synthesizer*. Maar vooral het ontwerp zelf van de modules ging op de schop. In Fig. 4.2 zie je daarvan voorbeelden.



Modules: handmatige en geautomatiseerde aansturing

Zoals je links in Fig. 4.2 kunt zien, is de bediening van modules *dubbel* uitgevoerd. Niet alleen draaiknopjes heb je tot je beschikking om bijv. het volume of de frequentie mee in te stellen, maar ook *kabelaansluitingen* waarmee je precies diezelfde instellingen kunt laten regelen door andere modules! Dat heeft grote gevolgen voor de klankmogelijkheden van synthesizers - en daarmee dus ook voor de muzikale expressiviteit.

Want stel bijvoorbeeld eens dat, in Fig. 4.1, de technicus op die toongenerator voortdurend de grote draaiknop voor de frequentie heen en weer beweegt, dan stijgt en daalt ook de toonhoogte voortdurend en krijg je een *vibrato* te horen. Een meer algemene, technische benaming voor vibrato is **Frequentie Modulatie (FM)**. In Opdracht 2.7 heb je al even kennis gemaakt met FM.

Een violist maakt een vibrato (= moduleert de frequentie) door een vinger een klein beetje over de snaar heen en weer te bewegen, zodat de snaar afwisselend ietsje langer en korter wordt en de toon resp. lager en hoger. De technicus zou kunnen proberen om de violist na te doen, door de frequentie-draaiknop even snel te heen en weer te bewegen als de violist doet met z'n vinger. Nu is de bewegingssnelheid van je hand of je vinger beperkt tot hooguit 10 bewegingen per seconde, dus 10 Hz. Maar als je de frequentie van een toongeneratormodule ook kunt regelen via zo'n kabelaansluiting, dan kun je een *andere* toongenerator gebruiken om *razendsnel*, bijv. 100 of 1000 keer per seconde, de frequentie van de eerste toongenerator te veranderen! Wat voor onvoorstelbaar geluidseffect deze vorm van FM geeft, ga je zelf verderop in dit hoofdstuk vaststellen.

Hetzelfde geldt voor de volumeknop van een toongenerator: wat gebeurt er als je die 100 of 1000 keer per seconde heen en weer beweegt, zodat de toon 100 of 1000 keer per seconde harder en zachter wordt gezet? Of met *precies* dezelfde frequentie als de toon die de generator maakt? Die vraag zul je verderop in dit hoofdstuk kunnen beantwoorden.

Kortom: *een modulaire synthesizer is een netwerk van modules, waarbij sommige modules ook andere modules kunnen aansturen, en die op hun beurt wéér andere modules.* Dat betekent dat je niet alle signalen die via de aansluitkabels van de ene module naar de andere lopen, als "geluiden" moet beschouwen! Een signaal dat uitsluitend bedoeld is om een andere module mee aan te sturen noem je een simpelweg een **stuursignaal**. Met deze opzet krijgt de modulaire synthesizer een extreem grote rijkdom aan klanken die vooral de popmuziek in de jaren '70 enorm heeft opgestuwd.

Als je met een modulaire synthesizer een of andere klank wilt maken, dan moet je twee dingen doen:

- (1) een aantal draaiknopjes in de gewenste standen zetten;
- (2) een aantal modules met elkaar via kabels verbinden.

In Fig. 4.2 rechts zie je Robert Moog, door velen beschouwd als de vader van de popsynthesizer, aan het werk met een door hem ontworpen modulaire synthesizer. Let op de wirwar van kabels die de modules verbinden. Let ook op het speciale *kabelrekje* op de voorgrond... Maar, nog veel belangrijker, let vooral op de aanwezigheid van maar liefst *twee* keyboards (klavieren, net zoals bij een kerkorgel) die

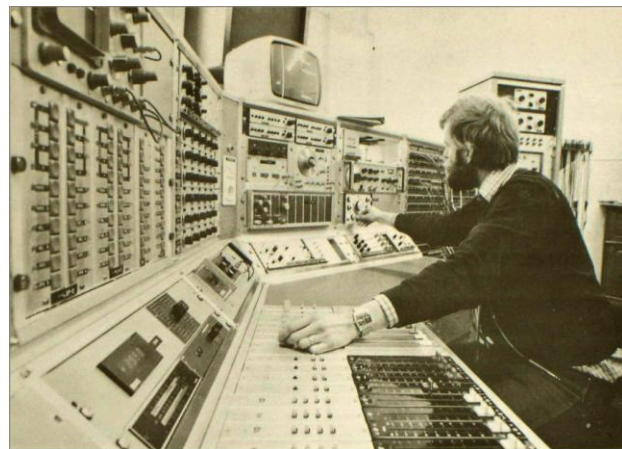


Fig. 4.3

Instituut voor Sonologie, Utrecht, jaren '70

via kabels verbonden zijn met de modulaire synthesizer. Heel anders dus dan in de avantgarde-studio's van het Sonologisch Instituut, zoals je er een ziet in Fig. 4.3, waar zelfs medio jaren '80 nog geen toetsen te vinden waren. Twee zeer verschillende opvattingen over de zin en betekenis van electronica in de muziek komen in deze twee plaatjes duidelijk naar voren.

Modules en de menu-functies van WaveWizard

De manier waarop je met een modulaire synthesizer klanken maakt heeft veel weg van wat we tot nu toe met WaveWizard hebben gedaan en nog gaan doen. In Fig. 4.4 geeft daar een paar voorbeelden van; links zijn schakelingen van modules te zien, en rechts de WaveWizard-equivalenten.

In Fig. 4.4A zie je een toongenerator. Je kunt aan twee knopjes draaien: frequentie en amplitude. Met WaveWizard's menu-functie sinusgenerator doe je in feite precies hetzelfde; in plaats van draaien aan knopjes vul je bij WaveWizard invoervelden in. De velden in rood komen precies overeen met de draaiknopjes van de module links. In feite kun je de toongenerator van WaveWizard zelfs nog veel preciezer instellen, want je kunt ook vastleggen hoe lang de toon duurt; op welk tijdstip hij begint; ook de *routing*, nl. op welk geluidsspoor de toon gaat klinken is instelbaar.

In Fig. 4.4B links is geen sprake meer van handbediening van de toongenerator, maar van automatisering: je laat een tweede toongenerator aan de frequentieknop "draaien". Zo krijg je, zoals we al zagen, Frequentie Modulatie. Er is nu sprake van in totaal vier knopjes / aansluitingen; twee voor frequentie en twee voor amplitude. Rechts zie je dat WaveWizard een aparte menu-functie heeft voor eenvoudige FM. De vier invoervelden in rood komen overeen met de vier knopjes / aansluitingen links. (heb je enig idee welk rood veld rechts correspondeert met welk draaiknopje links?)

In Fig. 4.4C zie je een voorbeeld van een automatische bediening van de amplitude van de toongenerator, waardoor de toon automatisch harder of zachter wordt. Deze automaat heet

A

Toongenerator
Freq. [knop] [knop]
Amp. [knop]
Out [speaker]

```
WWiz->Sinusgenerator(1):
Buffer nummer          s1
Frequentie of periodetijd 440
fase (graden)          0
Amplitude (volume)     8000
Vanaf samplenummer (ook 'sec') 0
Aantal samples (ook 'sec') 10 sec
Additief ('j' of 'n')  n
```

B

Toongenerator
Freq. [knop] [knop]
Amp. [knop]

Toongenerator
Freq. [knop] [knop]
Amp. [knop]

Out [speaker]

```
WWiz->FM statisch(1):
Buffer                  s2
Carrier Freq           400
Modulator Freq         392
Modulator Amplitude    12
Max Volume             8000
Vanaf samplenummer (ook 'sec') 0
Aantal samples (ook 'sec') 10 sec
Additief? ('j' of 'n')  n
```

C

ADSR [knop]
Out [knop]

Toongenerator
Freq. [knop] [knop]
Amp. [knop]

Out [speaker]

```
WWiz->Sinusgenerator(1):
Buffer nummer          s1
Frequentie of periodetijd 440
fase (graden)          0
Amplitude (volume)     ADSR(17; 8; 0,6; 70)
Vanaf samplenummer (ook 'sec') 0
Aantal samples (ook 'sec') 10 sec
Additief ('j' of 'n')  n
```

D

Sequencer [knop] [knop] [knop] [knop]
[knop] [knop] [knop] [knop] [knop] [knop] [knop] [knop]

Toongenerator
Freq. [knop] [knop]
Amp. [knop]

Out [speaker]

**Sequencer:
Lus-instructies
(Hoofdstuk 6)**

Fig. 4.4

ADSR, we komen daar zo dadelijk op terug. Rechts zie je dat je bij WaveWizard zo'n automaat kunt "inbouwen" in de menu-functie sinusgenerator door het simpelweg invoeren van de instructie **ADSR(;;;)**.

In Fig. 4.4D is een zg. **Sequencer** gekoppeld aan zowel de frequentie- als aan de amplitude-aansluiting. Een sequencer kun je beschouwen als de elektronische versie van dat kartonnen sleuvenboek van een draaiorgel waar de noten van een muziekstuk in zijn uitgesneden (iets dergelijks vind je ook bij een pianola, in de vorm van een rol). In H6 gaan we uitgebreid in op sequencers.

§4 De popsynthesizer van Bob Moog

Goed kunnen luisteren naar muzikanten is altijd al de voorwaarde geweest voor het succes van instrumentbouwers. Een mooi voorbeeld daarvan was pianobouwer Pleyel, die in zijn Parijse salon, medio 19^{de} eeuw, graag pianisten uitnodigde om nieuwe pianomodellen te testen. Een van zijn favoriete testmuzikanten was een jonge pianist uit Warschau, Frédéric Chopin. Ook Robert Moog (spreek uit: *mook*, niet: *moek*),

electronics en ontwerper van elektronische muziekinstrumenten, heeft, zoals hijzelf zegt, de mazzel gehad dat enkele zeer succesvolle musici, zoals Jan Hammer, Stevie Wonder, en Walter/Wendy Carlos, hem al vanaf een vroeg stadium feedback gaven over zijn synthesizer-ontwerpen.

Moog realiseerde zich daardoor al snel dat een modulaire synthesizer - ook al zijn de klankmogelijkheden ervan nog zo fantastisch - *nooit* succes kan hebben in de popmuziek, als je er geen toetsenbord (= klavier, zoals je dat aantreft op een piano

of een orgel) op kunt aansluiten - in Fig. 4.2 zag je hem daar al mee aan het werk. Ook begreep hij dat je geen enkele muzikant het podium op krijgt met een instrument dat eruit ziet als een ouderwetse telefooncentrale met tientallen kabels van de ene naar de andere module, die je voor elk nummer volledig moet omluggen om het gewenste klankje te krijgen - wat zou betekenen dat je tijdens een concert na elk nummer een pauze van drie minuten zou moeten inlassen...

De synthesizer die Moog introduceerde, de Minimoog, Fig. 4.5, kwam tegemoed aan de belangrijkste eisen van de popmuziek:

1. Je kunt modules *zeer snel* met elkaar verbinden simpelweg door een druk op een van de Aan/Uit-schakelaars tussen modules (in de figuur geel omcirkeld). Dit doet wel enigszins denken aan de zg. *registerknoppen* bij een pijporgel, waardoor je een rij pijpen met een bepaalde klankkleur kunt selecteren. Maar dat betekent wel dat er nu een aantal *vaste*

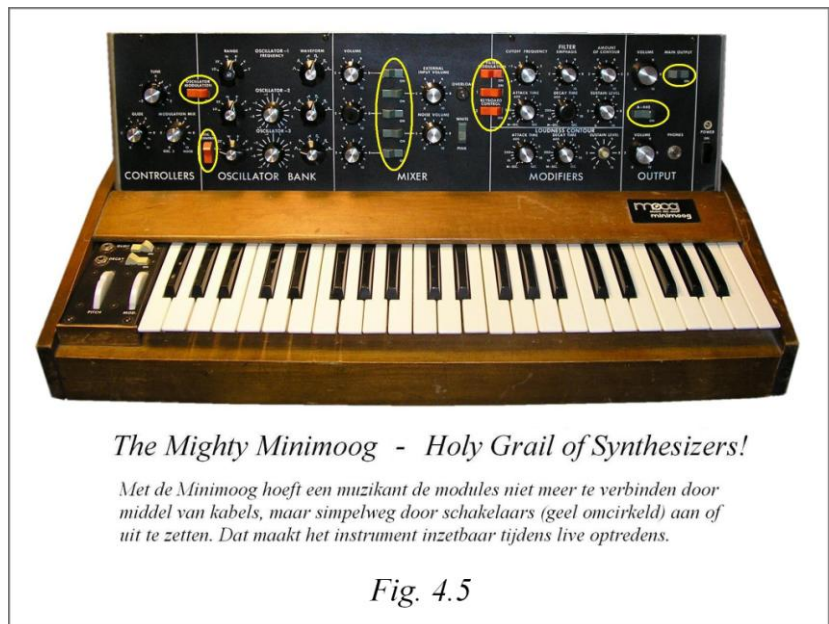


Fig. 4.5

verbindingen bestaat tussen modules; je kunt niet langer "alles aan alles" koppelen. Daarmee reduceer je natuurlijk het aantal klankmogelijkheden.

2. Samenspel met anderen vereist dat de toongeneratoren in een synthesizer *zeer nauwkeurig* gestemd moeten kunnen worden. Dit was een heel nieuw probleem, dat in de avantgarde-toepassing van synthesizers minder duidelijk op de voorgrond trad, maar dat in de popmuziek van essentieel belang is. Technisch gesproken was een stabiele en nauwkeurige toonhoogte-regeling geen kleinigheid. Trouwens ook bij digitale techniek en computers doen zich daarbij enkele typische problemen voor.
3. De keuze van modules moet zo zijn dat je er niet alleen heel maffe en vette klanken mee kunt opwekken, maar vooral ook expressieve *muzikale* tonen, d.w.z. zo goed mogelijke imitaties van bestaande, akoestische instrumenten. Daarmee moet de popsynthesizer een antwoord geven op de vraag: *door welke eigenschappen klinken de "gewone" muziekinstrumenten zo boeiend?* Het blijkt dat je daar, ook heel in het kort, best iets zinnigs over kunt zeggen. In de volgende paragraaf zetten we een paar eigenschappen op een rijtje.

Moog op Internet

De Minimoog was de eerste popsynthesizer die een groot commerciëel succes werd. Hier heb je twee opdrachten om een idee te krijgen van de enorme klankmogelijkheden van de Minimoog.

Opdracht 4.1

Ga naar website: <http://moogmusic.com/voyager/?> (het vraagteken hoort erbij!)

Links in beeld kun je doorklikken naar allerlei andere pagina's.

Klik op **Voyager Old School**. In Fig. 4.6. kun je al zien waar je dan terecht komt. Je kunt op de OldSchool pagina een YouTube-video bekijken van het bespelen van de Minimoog. Let vooral ook op de *linker* hand van de toetsenman. Die verricht behalve het draaien aan de knopjes op het grote paneel *boven* de toetsen nog een andere functie. Welke? Wat hoor je?

Opdracht 4.2

Ga naar website <http://www.myspace.com/moogmusicinc> en klik op de geluidsvoorbeelden (zie Fig. 4.7.) Hier vind je ook een paar heel *relaxte* klankjes die je uitstekend als achtergrond voor je Muziek Exact huiswerk kunt gebruiken, je ondertussen afvragend wat je nu eigenlijk precies hoort!

Het eerste voorbeeld heet *LP Stage II Arpeggiator*. Die kun je beschouwen als een module. Luister ernaar en leg uit wat je onder een *Arpeggiator* kunt verstaan.

Je hebt nu een indruk van de enorme klankrijkdom van een popsynthesizer. In de jaren 60 - 70 was de muziekwereld er door verbijsterd. "Je komt tegenwoordig als toetsenman niet meer aan de bak als je geen Minimoog hebt", las je in popmagazines. Niet alleen de muzikanten, ook de ontwikkelaars zelf waren soms verbaasd over die grote klank-expressiviteit van de apparatuur die ze zelf hadden bedacht. Tijdens een concert van Zappa's toetsenman Don Preston kwam ook Bob Moog zelf eens luisteren. Bij het horen van de exotische en bizarre klanken die Preston uit de Minimoog tevoorschijn toverde, riep hij geschrokken: "*But that's impossible to do on a Moog!!*"

§5 Synthesizer simuleren met de computer

Je hebt nu wel zo ongeveer een beeld van wat een synthesizer is: een ingewikkeld elektronisch systeem dat uit een heleboel kastjes - modules - bestaat die je met elkaar kunt verbinden. Hoe meer kastjes, des te rijker en complexer de klank. Maar ook: hoe meer kastjes, des te hoger de prijs! Neem bijvoorbeeld het modulaire systeem van Synton, links in Figuur 4.2 (van Nederlandse makelij!), dat zo'n 40 modules bevat, die indertijd elk ongeveer 250 gulden kostten. Als je bedenkt dat je voor slechts één enkele toon al gauw zo'n drie modules nodig hebt, dan heb je om het geluid te maken van een akkoord dat je met twee handen (tien vingers) op de piano aanslaat al 30 modules nodig (we laten nog maar even buiten beschouwing dat de meeste toetsen van de piano twee of drie snaren in trilling brengen...) Dus is het wel begrijpelijk dat je als synthesizer-freak in de jaren '70 al gauw verslaafd raakte aan het steeds maar weer bijbestellen van nieuwe modules...

Hoe anders is dat nu, in het computertijdperk! Na het vorige hoofdstuk zal het je niet meer verbazen dat de computer ook de werking van die synthesizerkastjes prima kan nadoen. En het maakt niet uit hoe complex de klank die je wilt maken is of hoeveel modules zo'n klank vereist. De computersimulatie voegt zelfs nog veel interessante klankmogelijkheden toe, die met de elektronische middelen van 40 jaar geleden onhaalbaar waren. De enige beperking van de computer is de rekentijd: hoe complexer de klank en hoe meer modules daarvoor nodig zijn, des te langer moet de computer rekenen. Je zult dat in H6 wel gaan merken...

In de rest van dit hoofdstuk en in het volgende maak je kennis met enkele van de meest elementaire en meest voorkomende modules. We gaan die met de computer simuleren. We concentreren ons op een drietal modules, de *toongenerator*, de *contourgenerator* en het *filter*. Ze zijn absoluut noodzakelijk voor de imitatie van de klanken van muziekinstrumenten. In het laatste hoofdstuk ga je die modules samenstellen tot jouw eigen synthesizer. Daarmee ga je dan een muziekstuk spelen.

de drie meest elementaire modules

1. Als je een toon wilt maken heb je natuurlijk allereerst iets nodig dat kan trillen. Denk aan snaren, rieten, stembanden. Een elektronische schakeling waarmee je trillingen kunt opwekken heet simpelweg een oscillator of *toongenerator* - je bent die termen inmiddels al vaak tegengekomen. Op een toongenerator zitten twee knopjes waarmee je de frequentie en het volume (amplitude) instelt. Je kunt dat ook doen door middel van stuursignalen.
2. De *contourgenerator* doet niets anders dan een stuursignaal opwekken dat de instelling van een andere module voortdurend verandert. Om een toongenerator aan te sturen heb je altijd minstens één en vaak meerdere contourgeneratoren nodig. Daarom zijn ze in de WaveWizard-toongeneratoren "ingebouwd" en zullen we ze als eerste bespreken.
3. Met een *filter* kun je de klankkleur veranderen. Filters zijn veruit de meest veelzijdige en ook meest ingrijpende klankveranderaars. De toonregeling van een versterker, waarmee je geluid scherper of doffer kunt maken is een voorbeeld van een heel eenvoudig filtertje. In een synthesizer maak je graag gebruik van filters die aanzienlijk krachtiger zijn en veel dieper ingrijpen in de klank. Digitale filters zijn enorm veelzijdig en extreem krachtig; ze hebben zo veel spectaculaire toepassingen, ook buiten de muziek en audio, dat we er niet alleen het volgende hoofdstuk maar ook zowat de volledige B-module aan zullen wijden.