

Een andere kijk op filters

welke drie termen horen niet in het volgende rijtje?

vliegwielen, snelheidsmeter, warmhoudplaatje, portamento, high pass filter, smoother, low pass filter, rentefluctuatigrafiek

Noem filters en ogenblikkelijk denkt iedereen aan het frequentiedomein. Het wegfilteren van hoge tonen bijvoorbeeld. En dat liefst met een vet 24 dB per octaaffilter, zo mogelijk naar het Moogontwerp. Nee de eenvoudigste 6 dB/oct varianten genieten niet de hoogste belangstelling. Daar moet dan maar eens verandering in komen, want deze low en high pass filters kun je ook heel effectief toepassen in het *tijddomein*.

differentiëren

Daar kwam ik al weer heel lang geleden per ongeluk achter. Serendipity zagezegd. Zo maar iets vinden waar je helemaal niet naar op zoek was. De Voltage Controlled Amplifier op m'n Arp 2600 was al bezet. Maar ik moest er nog één hebben.

Geen probleem toch? De Arp beschikte ook nog over een mooie analoge multiplier, in het Nederlands: een vermenigvuldiger. In deze machine werd 'ie ringmodulator genoemd. Dat verwees naar z'n voornaamste toepassing: sluit er twee audiosignalen, bijvoorbeeld sinussen op aan, en je hoort aan de uitgang de som- en verschilfrequenties van de signalen aan de ingang.

Maar dat wilde ik toen helemaal niet. Gewoon deze vermenigvuldiger gebruiken als regelbare versterker dat was de bedoeling. Aan de ene ingang een zaagtandoscillator en aan de ander kant een regelbare gelijkspanning, een instelbare 'constant' in G2-termen.

Nou dat was helemaal geen probleem, er was een DC (gelijkspanning) beschikbaar. Sterker zelfs, de uitgang van de DC voltage was al voorgepatchet naar één van de de

ringmodulatoringen. Daartussen zat nog wel een schakelaartje waarmee AC, alternating current, of DC, direct current, kon worden gekozen. Ik had het schakelaartje op AC, wisselspanning, staan. Nou dat betekent dat in de signaalweg een condensator is geschakeld. En: die laat geen gelijkspanning door.

Een DC block in vakjargon. Ik hoorde dus niks aan de output van de multiplier. Logisch, want de condensator zorgde ervoor dat er 0 volt stond op de sturingang. Nou kun je nog zoveel signaal vermenigvuldigen met 0, maar het resultaat blijft uiteraard helmaal niks.

Maar goed, dat had ik nog niet in de gaten van schakelaartje, dat dat op AC stond. Verbaasd dat ik niets hoorde want de fader waarmee ik de stuurspanning kon regelen stond zo ongeveer halverwege. Wat doe je dan. Je schuift eens heen en weer met dat ding.

Serendipity! Ineens had ik gevonden waar ik op dat moment helmaal niet naar op zoek was: het leek wel op het aanstrijken van een snaar. Langzaam bewegen met de fader: zacht geluid, sneller bewegen: hardere klank. En pas toen viel het wiskundekwartje écht. Een prachtig voorbeeld van differentiëren. Zo'n differentiator laat alleen verandering door. Een statische waarde aan de input levert waarde 0 aan de output. Een DC ofwel constant block dus. Stijgt nu de waarde aan de ingang met constante snelheid, dan resulteert dat in een constante waarde aan de output van de differentiator. Daalt echter de waarde met constante snelheid, dan verkrijg je een negatieve constante waarde aan de uitgang.

Ach gewoon een snelheidsmeter dus. Maar eentje die ook nog eens aangeeft of er 'vooruit, of achteruit wordt gegaan'. Zo had ik een condensator nog nooit bekeken. Tot dat moment dacht ik aan een condensator (in serie geschakeld) als een high pass filter. Dan zit je met je hoofd ogenblikkelijk in het frequentie- of toonhoogtedomein.

high pass filter als differentiator

De G2 heeft geen condensator aan boord. Maar wèl een high

pass filter! Principieel maakt dat geen verschil. Staat nu de frequentie van zo'n HPF heel laag ingesteld en fluctueert de waardevariatie aan de ingang in het tijddomein, laten we zeggen langzamer dan ca 20 maal per seconde, dan doen de veranderingen aan de output van het hoogdoorlaatfilter zich voor als variaties in het tijddomein.

Onze waarneming wordt nu gefocust op de *differentiërende* werking van het high pass filter. De afsnijfrequentie van het high pass filter stelt nu eigenlijk de tijdconstante voor voor de snelheidsmeting.

De laagste frequentie van het G2 high pass filter is 13,75 Hz. Om de tijdconstante te weten te komen moeten we de formule $T = 1/f$ gebruiken. Dat komt neer op afgerond 73 ms.

Als de filterfrequentie nog lager zou kunnen worden ingesteld levert dat bij eenzelfde input een grotere outputwaarde op. Dat kan nu eenmaal niet op de G2, maar dat is ook niet echt een probleem. Je kunt altijd nog een amplifier achter de high pass uitgang zetten als de outputwaarden te klein zijn.

een differentiator als control processor

Even terug naar de Arp 2600. Door het langzaam of snel op en neer bewegen van de fader (het variëren van de DC-waarde) kon ik mooie, *vloeiende*, crescendi en decrescendi maken. Waar je eindigde met de faderbeweging, het maakte allemaal niets uit: 't leverde altijd een mooi decrescendo op naar stilte.

Jaren later kwam ik zo'n differentiator-implementatie tegen. We hadden destijds op het Rotterdams conservatorium een AKAI EWI aangeschaft, een wind instrument controller. Daar zit een wat eigenaardig rubberachtig mondstuk op waarin de blaaskracht wordt gemeten en omgezet naar een control voltage waarmee synthesesparameters (amplitude en filterfrequentie) kunnen worden aangestuurd.

In dit mondstuk kon je ook bijten. En wat gebeurde er? Juist ja, ik zag de Arp patch al voor me. Op het moment dat je beet ging de toonhoogte omhoog, maar kwam ook weer

terug op de normale toonhoogte als je je kaken niet meer bewoog. Ging je nu ritmisch bijten, dan ging bij toenemende beet de toonhoogte omhoog, bij afnemende bijtkracht de toonhoogte naar beneden.

Als je maar een beetje ritmisch kon bijten kon je al een perfect vibrato maken, je kwam *altijd* terug op de juiste toonhoogte. Als je langzaam vibreerde was dat minder diep dan als je sneller ritmisch beet. Je verkreeg zo ook nog eens een vibrato-intensiteit die toenam met de snelheid. Dat gaf een prachtig natuurlijk gevoel.

Ik heb me er altijd over verbaasd waarom dat niet was geïmplementeerd op mijn Yamaha WX11 wind MIDI controller. Deze was/is voorzien van een nepriet, met als voorbeeld klarinet en sax. De druk op het riet wordt gemeten en omgezet naar een pitch bendwaarde. Wil je op deze manier een mooi vibrato spelen dan is dat wel een slag moeilijker. Je moet dus echt vanuit de neutrale positie het riet evenveel omhoog als omlaag bewegen. Voor pitch bending werkte dat na wat oefenen prima. Echter met een simpele condensator in serie met de output van de riet-pitch bender zou je een mooi kant en klaar vibrato control signal kunnen verkrijgen zoals bij de EWI.

integreren

Een low pass filter is eigenlijk het tegenovergestelde van een hoogdoorlaatfilter. Het laat –zoals de naam al aangeeft– de lagere frequenties door. Dat komt omdat frequenties *boven* de ingestelde kantelfrequentie in toenemende mate worden onderdrukt

Ook als we kijken naar het gedrag van zo'n low pass filter in het tijddomein zien we het tegenovergestelde gedrag in vergelijking met een differentiator. We gaan weer uit van een zeer lage afsnijfrequentie, subaudio. In tegenstelling tot het Voltage Controlled Low Pass Filter van de Arp 2600, dat tot diep subaudio doorloopt, is ook bij het G2 low pass filter de laagste frequentie beperkt tot 13,75 Hz. Dat is nou net niet laag genoeg voor wat ik wil duidelijk maken.

Geen nood echter. We hebben ook een *Glide* module in de

Clavia. Dit Glide object is niets minder dan een (speciaal) low pass filter (in de stand Log) dat inderdaad tot subaudio doorloopt. Staat de filterfrequentie subaudio en leggen we aan de ingang een stapspanning aan, bijvoorbeeld een abrupte overgang van een lage naar een hoge positieve waarde, dan zal dit 'filter' het ingangssignaal niet ogenblikkelijk kunnen volgen. Het duurt even voordat aan de uitgang van de lage ingangswaarde naar de hogere wordt gegleden. Interpoleren heet dat glijden van de ene naar de ander waarde in jargon. Dat interpoleren is nu integreren.

Hoe snel dat gebeurt, je vermoedt het al, houdt verband met de ingestelde frequentie. Omdat we het nu hebben over het tijddomein wordt in de Glide module in plaats van de frequentie direct al de tijd aangegeven in milliseconden. Zet je nu zo'n integrator tussen je MIDI nootnummersoutput en de sturingang van de Pitchingang van een oscillator, dan zul je bij de juiste tijdsinstelling een effect horen wat je al lang kent als portamento of glide. Zie de patch GlideLowPass waarbij de Glide module wordt ingezet als een low pass filter door de integratietijd heel kort te maken.

Laad en experimenteer met de voorbeeldpatches en ontdek dat je met een eenvoudig eerste orde, 6 dB/oct, low en high pass filter veel méér kan dan filteren in de gewoonlijke betekenis van het woord. Ook kun je ontdekken dat modules tellen in een softsynth niet altijd betekent dat méér beter is. Bijvoorbeeld in Reaktor vind je low en high pass filters, die instelbaar zijn vanaf 0 Hz. Met hetzelfde object kun je dus zowel low pass filteren als het inzetten voor portamento of als smoother gebruiken om binnenkomende MIDI control changewaarden te interpoleren. Nu moet het niet moeilijk meer zijn, dat rijtje bovenaan.

Ernst Bonis

Dit artikel werd eerder gepubliceerd in Interface 106 maart 2007.

G2-patches:

Blaasbalg1, Blaasbalg2, BlaasbalgMIDI(voor de hardware G2), cvProcessing, EnvASR, GlideLowPass, ModWheelVibrato.

internet:

over de allereenvoudigste analoge differentiator en integrator met
slechts één weerstand en één condensator, een interactieve Java applet
www.st-andrews.ac.uk/~jcgl/Scots_Guide/experiment/diff/diff.html
www.st-andrews.ac.uk/~jcgl/Scots_Guide/experiment/integ/int.html

blokschema's analoge differentiator en integrator met Opamp
http://nl.wikipedia.org/wiki/Operationele_versterker