

Serendipity, Pitch Tracker

Superclippen, differentiëren, gelijkrichten en integreren: een frequentie naar spanningsomzetter, ofwel een *Pitch Tracker*.

cadeautje uit de oude analoge wereld

Ik mag me gelukkig prijzen dat ik zo nu en dan een serendipity-ervaring meemaak. Zo ook al weer lang geleden. Lekker als een echte homo ludens een beetje aan het spelen met Reaktor 3.0. Niet echt doelgericht naar iets toewerken, zomaar wat aanlummelen.

Plots, in een flits verscheen er een beeld op m'n netvlies. Het leek een bladzijde uit een elektronicaboek of -magazine. Een schema van een meter waarmee de frequentie van een oscillator kon worden afgelezen. Even eenvoudig als wel slim van opzet. Dat ik daar nou zelf niet aan had gedacht. Ja dat komt er van als je inmiddels al weer jaren bezig bent met geavanceerde hard- en software. Dan vergeet je de aloude analoge technieken van weleer...

Lang voor deze ervaring had ik me al voorgenomen om eens te proberen een Pitch Tracker te maken, die was namelijk nog niet geïmplementeerd in Reaktor 3.0, net zo min als in de Nord Modular Classic overigens. Nu dan ga je dus googelen en surfen op het internet. Wel een heleboel literatuur en algoritmes gevonden, stuk voor stuk heel geavanceerd, gebaseerd op bijvoorbeeld autocorrelatie en FFT.

Kortom allemaal héél erg complex. Maar níet dat zo voor de hand liggende supereenvoudige principe dat ik vond door die serendipity-ervaring. Ik realiseerde me dat dit ouderwetse analoge principe met digitale precisie was toe te passen in Reaktor. Wat me wel dwars zat, dat ik na veel en lang zoekwerk in m'n boekenkast niet het schema kon vinden dat als een flits op m'n netvlies verscheen.

Lange tijd na de werkende Reaktorversie ging ik even naar boven op het rommelkamertje een audiokabel halen. Wat zag ik liggen? Een oude Elex, tijdschrift voor hobby-

elektronica, nummer 10 van oktober 1984. Hierin het artikel met schema waarom het ging. Het behelsde echter niet een meter die de frequentie van een oscillator mat, maar een *fietssnelheidsmeter*. Voor de rest klopte het.

hoe het werkt

1) Een willekeurig monofoon signaal, met om het even welke golfvorm, gaat in een 'superclipper' (*1 Invert*). Deze maakt van hetingangssignaal een signaal met een rechthoekgolfvorm met constante maximale amplitudewaarde '1' en minimale waarde '0'.

2) Vervolgens gaat dit rechthoeksignaal in een high pass filter (*2 FltHP*) dat staat ingesteld op een heel hoge afsnijfrequentie. Dit high pass filter functioneert nu als een differentiator. Dat betekent dat als de amplitudewaarde aan de ingang van dit filter een constante is, de output van het filter de waarde '0' geeft. Alleen als de waarde aan de ingang verandert dan genereert deze differentiator een waarde die evenredig is met de snelheid van de verandering.

Omdat hetingangssignaal een rechthoekspanning is met constante amplitude, zien we aan de uitgang van het filter alleen kortstondig een waarde verschijnen, bij de opgaande flank van de rechthoek en bij de neergaande flank. Een stijgende amplitude aan de input een positieve waarde aan de output op. Een dalende amplitude echter een negatieve waarde. Wel, de uitgang van het high pass filter produceert nu om en om een positieve en negatieve naaldpuls.

3] Deze afwisselend positieve en negatieve pulstrein gaat nu in een dubbelzijdige gelijkrichter (*3 Rect*). Deze laat de positieve naaldpulsljes ongemoeid door, maar 'klapt' de negatieve 'om' naar positief. Dat resulteert dan in een pulstrein met alleen positieve pulsen van uniforme amplitude en gelijke uiterst korte tijdsduur. Het aantal pulsen per tijdseenheid is nu recht evenredig met de ingangsperiodiciteit van het te volgeningangssignaal.

4) Deze positieve pulstrein gaat naar de ingang van een low pass filter (*4 FltLP*) dat in tegenstelling tot het high pass filter op een heel lage afsnijfrequentie staat ingesteld. Door

deze lage frequentie-instelling gedraagt dit low pass filter zich als een integrator. De pulsen worden als het ware gemiddeld, uitgesmeerd, opgeteld. De uitkomst aan de output van het LPF is nu een constante waarde die lineair verband houdt met de ingangsperiodiciteit.

Met deze output kunnen we nu een oscillator aansturen op de lineaire FM-ingang. Het is nu alleen nog een kwestie van de juiste vermenigvuldigingsfactor (*5 LevAmp*) te vinden om de volgoscillator unisono te laten meelopen. Een extra vermenigvuldiger (*6 LevAmp*) kan worden ingesteld om de slave oscillator bijvoorbeeld één of twee octaven hoger of lager te laten volgen. De moraal van dit verhaal: een oude analoge techniek die vroeger bruikbaar was voor niet ál te nauwkeurige metingen, wordt opeens, door de digitale precisie, weer uiterst actueel. Het werkt zó accuraat en snel dat je er zelfs een Pitch Tracker mee kan bouwen.

de NMG2Demo Pitch Track voorbeeldpatch

Hoewel de conversieprecisie heel goed is, kan de slave oscillator niet zondermeer één op één worden gesynchroniseerd aan het ingangssignaal. Dat resulteert in een soort choruseffect tussen ingangssignaal en de volgoscillator. In de meeste gevallen is dat ook juist welkom, je hoort het dan echt als twee identiteiten die toch heel mooi gelijk lopen.

Maar, om toch spatstrak de slave osc te koppelen aan het ingangssignaal is een regelcircuit geïntroduceerd dat bestaat uit een sample & hold module waarvan de sample command input wordt getriggerd door het ingangssignaal en waarin de uitgang van de slave oscillator wordt bemonsterd. Deze sample outputwaarden worden geïnverteerd opgeteld bij de DC-waarde uit de converter. Deze terugkoppellus zorgt ervoor dat naar wens de slave osc echt kan worden gesynchroniseerd aan het inputsignaal. Dit synchroniseren kan worden geactiveerd door het instellen van een waarde groter dan 0 van de *Inv* input op mixermodule *7 Lock Tune*. De waarden voor locking, vergrendeling, liggen zo tussen '2' en '12'. De optimale waarde is 8.6, de syncsnelheid is dan het grootst en de lock range eveneens. Experimenteer hiermee. In variation preset

5 merk je dat er een soort percussieve tonen ontstaan.

Wat je hoort is het inregelproces naar volledige synchronisatie. Gedurende dit proces verschuift de fase van de slave oscillator. Bij Inv-waarde 10.9 is de fase van de slave precies 180 graden gedraaid ten opzichte van de master oscillator. Nu, dan doven ze elkaar uit. Als je in module *Mix 2-1* één van beide oscillatoren uitzet hoor je de toon, van ofwel de master of slave, weer verschijnen.

globale opbouw

In de linkerkolom in het patchvoorbeeld gebeurt de werkelijke conversie in de groene modules. De parse functie-eenheden behelzen het S&H feedbackregelscircuit. In de rechterkolom vindt je zowel de master oscillator die dienst doet als inputsignaal, als de slave oscillator. Je kunt de master oscillator handmatig verstemmen, of kiezen voor 'met losse handen', dan doet de mini sequencer het werk, die je onder in de linkerkolom als grijze modules terug vindt.

tip

Save na het inladen van de patch opnieuw onder een andere naam, je hebt dan altijd nog de oorspronkelijke variationinstellingen voorhanden.

Ernst Bonis

Dit artikel werd eerder gepubliceerd (als 'van fietssnelheidsmeter to pitch tracker') in Interface 107 april 2007.

literatuur

Arp 2600 Patch Book

Interface 92, synthworkshop

Interface 106, synthworkshop

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 Opamps

http://nl.wikipedia.org/wiki/Operationele_versterker