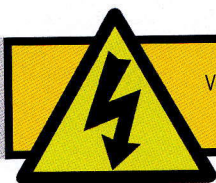


Art of Noise is een workshop over het zelf bouwen van een modulair synthesizer-systeem, standalone en/of als uitbreiding van je synth. Daarbij proberen we het zo simpel mogelijk te houden, maar leer je wel iets te bouwen dat nuttig en leerzaam is.



Voor je eigen veiligheid: werk alléén met batterijen, nooit met een netvoeding of netvoedingadapter!

Van Envelope Generator naar Envelope Follower

Envelope generator en envelope follower zijn voor velen bekende termen. Voor synthgebruikers zijn het twee modules met verschillende functies, maar vanuit elektronisch oogpunt blijken ze nauw verwant te zijn.

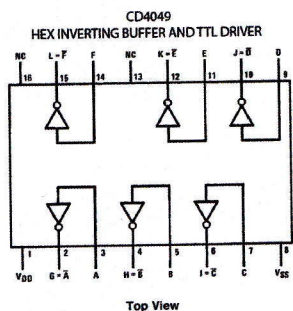
door Ernst Bonis > ernst@interface.nl

Vraag is natuurlijk wat een envelope follower precies doet en wat je ermee kunt. De mooie Nederlandse naam 'omhullende demodulator' kom je niet veel meer tegen, maar geeft wel precies weer wat dit onderdeel doet. Het 'vertaalt' namelijk het volume van een audiosignaal (wisselspanning) naar een stuurspanning (gelijkspanning), een control voltage. Met deze stuurspanning kan vervolgens een bepaalde parameter in een synthesizer worden gemoduleerd. Zo kan met deze control voltage bijvoorbeeld een compressor of expander worden geregeld. Maar ook de frequentie van een low pass-filter, om maar eens wat te noemen. In dit laatste geval spreken we dan van een envelope filter. Kortom elk onderdeel in een (modulaire) synthesizer, mits voorzien van een cv-input, kan zo worden gemoduleerd.

De deelschakelingen van de envelope follower

1. Audioversterker en gelijkrichter

Het CMOS 4049 inverter ic vormt het hart van de schakeling. Drie inverters zijn geschakeld als analoge versterker. (Voor een uitgebreide beschrijving van hoe dat werkt, zie aflevering 3 van Art

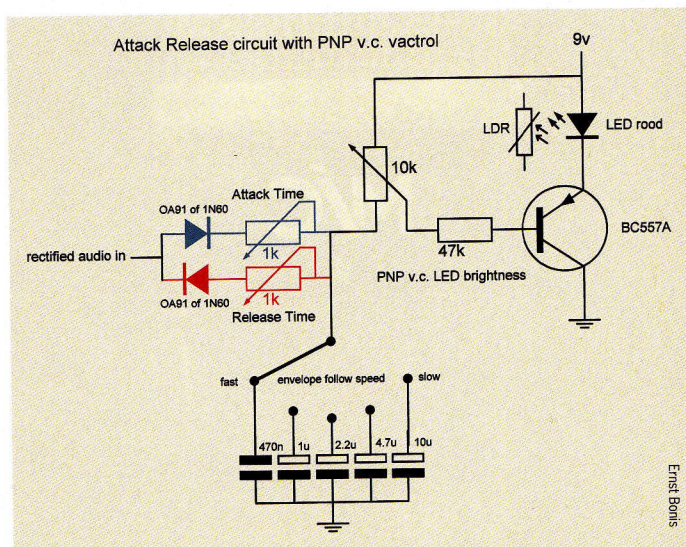


of Noise in Interface 153). Per inverter resulteert dat in een versterking van drie maal. Achter elkaar geschakeld, in serie dus, levert dat in theorie een versterking op van 27 maal. Uitgaande van audio line level met piekspanningen van 0,5V resulteert dat in 13,5V. Meer dan ruimschoots voldoende als ingang voor de ar-sectie (attack/release).

Aan de ingang kan met de potmeter het ingangssignaal op gewenst niveau worden ingesteld. Aan de uitgang treffen we de diode die als gelijkrichter funktioneert. De keuze betreft hier een germaniumdiode vanwege de lage doorslagspanning van slechts circa 200mV. (zie ook paragraaf Dioden)

2. De attack/release-regeling

De ar-schakeling is identiek aan die van de envelope generator uit de vorige aflevering. Voor een uitgebreide uitleg



van de werking ervan, sla dat artikel er nog eens op na.

3. De uitgang, vactrol

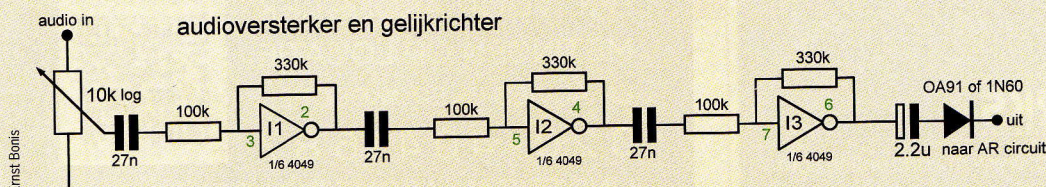
Vanwege de omgekeerde polariteit van de PNP-transistor in vergelijking met het NPN-type is ook de werking omgekeerd. Als er géén audiosignaal aanwezig is, brandt de led maximaal. Een toenemend volume aan de ingang zal de led dus in toenemende mate doven. Met de offsetpotmeter kun je de modulatie diepte van de led-lichtvariatie

instellen. (zie ook paragraaf Zo werken de BC547 en BC557)

Vactrol fine tuning

Voor het schema van het ar-circuit ben ik uitgegaan van een BC557A transistor met een versterkingsfactor van 150. Echter, identieke exemplaren qua type-nummer zijn helaas niet echt identiek. Ze vertonen nogal wat spreiding met betrekking tot de versterkingsfactor. Daarom moet je misschien de basisweerstand van de transistor aanpassen. Voordat je de led en ldr samen intapet of opsluit in een krimpkous als zelf-gemaakte vactrol, eerst dus even uitproberen. Als de led niet helemaal dooft bij maximaal signaal aan de ingang van de ar-sectie, dan moet de basisweerstand aan de PNP-transistor worden vergroot. Met de waarde van de offsetpotmeter kan enerzijds de maximale lichtsterkte van de led worden ingesteld

>>



>> en anderzijds de modulatie diepte worden bepaald. (zie ook paragraaf Zo werken de BC547 en BC557)

Voor een meer gedetailleerd inzicht: lees de verduidelijkingen in de overige tekstkaders en laad de diverse rtf-

De andere, je raad het al, bestaat uit een middelste N-laag ingesloten door P-lagen, de PNP-transistor.

(Wet van Ohm. Weet je nog? $I=U/R$, of in woorden: de basisstroom is gelijk aan de ingangsspanning minus de diode-voltagedrop van circa 0,7V gedeeld door de waarde van de weerstand.)

Bij een ingang van 9V zien we de PNP-transistor in de zogenoemde cutoff mode, en z'n NPN-tegenhanger bevindt zich in de active mode. Laad v.c. *crossfade LEDs.rtf* en zie hoe je vanuit één lfo twee leds kunt aan- en uit-crossfaden.

De diverse varianten van de BC547 en BC557

Behalve het onderscheid op basis van NPN- en PNP-sandwich is er voor beide transistors nog een onderscheid in versterkingsfactoren, aangegeven door een lettertoevoeging achter het getal: A, B of C. A staat voor exemplaren met een beta of hFE van 110 tot 220. B omvat de groep met versterkingsfactoren van 200 tot 450. Ten slotte groep C met de grootste versterking: factoren tussen 420 tot 800.

Dioden

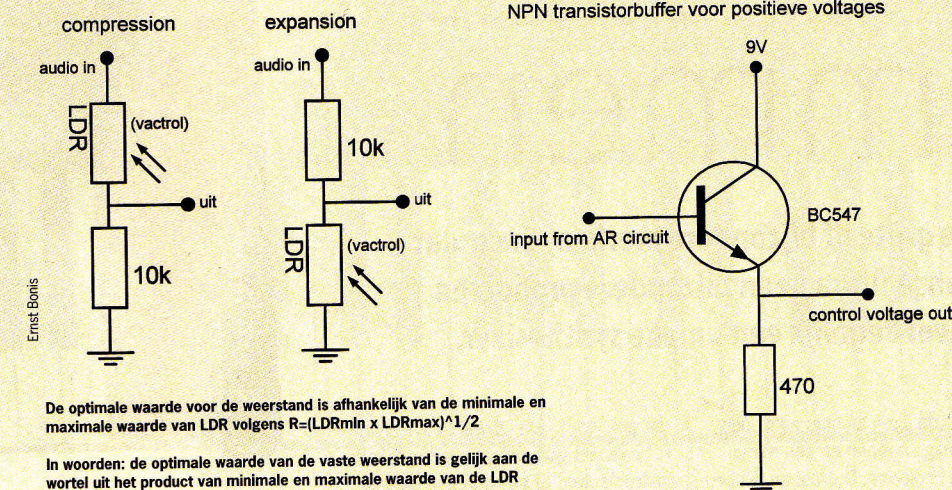
Bij de transistors kwamen we al de beide verschillende halfgeleidermaterialen tegen, germanium en silicium. Die vinden we ook terug bij de dioden. Grofweg zijn er vier soorten te onderscheiden, germanium-, silicium-, schottky- en zenerdioden. In de vorige afleveringen zagen we al dat zenervarianten worden toegepast als spanningsstabilisatie en overspanningbeveiliging.

Germanium silicium en schottky

Niet als bij de transistors worden vandaag de dag voor dioden voornamelijk siliciumtypen gebruikt. Dat komt omdat de afwijkingen tussen theoretisch gelijke exemplaren aanzienlijk kleiner zijn dan bij de germaniumtegenhangers. Ook produceren de siliciumtypen minder ruis. Het belangrijkste verschil evenwel is dat de doorslagspanning (het voltage waarbij de diode gaat geleiden) verschillend is. Bij silicium is dat circa 0,7V en bij germanium plusminus 0,2V. De wezenlijke werking is voor beide typen gelijk, en dat geldt ook voor de schottky-varianten: de éénrichtingsweg voor elektrische stroom. De schottky-typen zijn sneller in het verwerken van spanningsvariaties. Ze hebben overigens een doorslagspanning van 0,2V, net als de germanium-varianten.

Deze germanium- en schottky-exemplaren zijn dus beduidend gevoeliger voor kleine ingangsspanningen. ■

In de volgende aflevering van Art of Noise gaan we van envelope follower naar waveshaper.



Compressie en expansie

Zie in het schema afbeelding *Compression & expansion* hoe je de vactrol kunt toepassen als sturing voor compressie en expansie van het audiosignaal, dat eveneens als ingang dient voor de audio-versterker en gelijkrichter. Slechts de ldr (samen met de led als vactrol) in combinatie met een weerstand als spanningsdelers vormt de oplossing. Het verwisselen van plaats van ldr en weerstand resulteert in omkering van compressie naar expansie. Uiteraard kun je de schakeling ook inzetten voor sidechain-compressie door verschillende audiosignalen als input te nemen voor de audioversterker/gelijkrichter en compression en expansion.

NPN-buffer als cv-output

In plaats van sturing via een vactrol kun je ook kiezen voor een NPN-transistor-buffer als output. Met deze cv-output kun je dan direct naar één of meerdere cv-inputs van je (modulaire) analoge synthesizer.

bestanden voor circuit simulator, waarmee je zelf interactief met de schakeling kunt experimenteren. Je hoeft dan niet direct aan de slag met fysieke onderdelen. In de volgende aflevering gaan we van envelope follower naar waveshaper.

Transistoren

Die heb je in verschillende smaken, Voorlopig beperken we ons tot de NPN- en PNP-siliciumtypen. Zonder hier verder op de interne werking in te gaan: silicium slaat op het materiaal waaruit de transistor is opgebouwd. Er bestaan ook varianten gebaseerd op germanium. In de jaren zestig en zeventig werden die veel gebruikt, met name in stompboxes voor gitaar. Tegenwoordig worden voornamelijk de siliciumtransistoren toegepast.

PNP & NPN

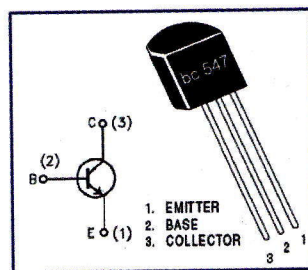
De termen P en N geven aan op welke manier het halfgeleidermateriaal is verontreinigd, doping genoemd. P geeft aan dat het materiaal geleidend is voor positieve lading en N betekent geleidend voor negatieve lading. Bij beide typen, NPN en PNP, gaat het om een sandwich van drie lagen. Een middelste P-laag ingesloten door twee N-lagen. Dat is dan de zogenoemde NPN-transistor.

BOODSCHAPPENLIJST

- 1x breadboard
- 1x 9V batterij met connectors
- 1x vactrol of 1 led + 1 ldr
- 1x IC4049
- 1x transistor BC557A
- 2x diodes 1N60 of OA91
- 2x potmeters 1k lin, 1x 10k lin, 1x 10k log
- weerstanden: 47k, 100k, 330k
- condensators 470n, 27n
- elco condensators: 1µF, 2,2µF, 4,7µF, & 10µF

De principiële werking is identiek. Beide transistors zijn in wezen stroom-gestuurde stroomversterkers. Met een piepklein basisstroompje wordt een grote collectorstroom opgewekt. De collectorstroom gedeeld door de basisstroom levert de versterkingsfactor van de transistor op. Die versterkingfactor wordt doorgaans aangegeven als 'beta' of 'hFE'.

Maar, als de werking van beide transistors identiek is, wat is dan het wel verschil? Nou dat betreft alleen de polariteit van de voedingsaansluiting; in ons geval de 9V-batterij. Bij de NPN-variant wordt de collector aan de plus aangesloten en de emitter aan de min. Voor de PNP-transistor is dat net andersom: emitter aan de plus en collector aan de min.



Zo werken de BC547 en BC557

Laad NPN & PNP v.c. *current source.rtf* en importeer dit bestand in circuit simulator. Je ziet nu beide transistors als spanningsgestuurde stroombron aangesloten op eenzelfde variabel ingangsvoltage. Omdat deze ingangsspanning via een weerstand is aangesloten op de basis van beide transistors, wordt dit input voltage omgezet in een basisstroom.

Literatuur

- Nicolas Collins - *Handmade Electronic Music* (2nd edition)

Internetlinks

- Circuit elektronicasimulatie-applet, circuit.jar: www.falstad.com
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Transistor>
- datasheet BC547 etc., www.datasheetcatalog.org/datasheet/MicroElectronics/mkxwzwr.pdf
- www.schakelingenonline.nl/artikelen/transistor.htm
- www.youtube.com/watch?v=ZaBLiciesOU

Online elektronica winkels

- www.budgetronics.com
- www.conrad.nl
- www.deradiobeurs.nl/webwinkel
- www.muco.nl
- www.newtone-online.nl
- www.rotor.eu