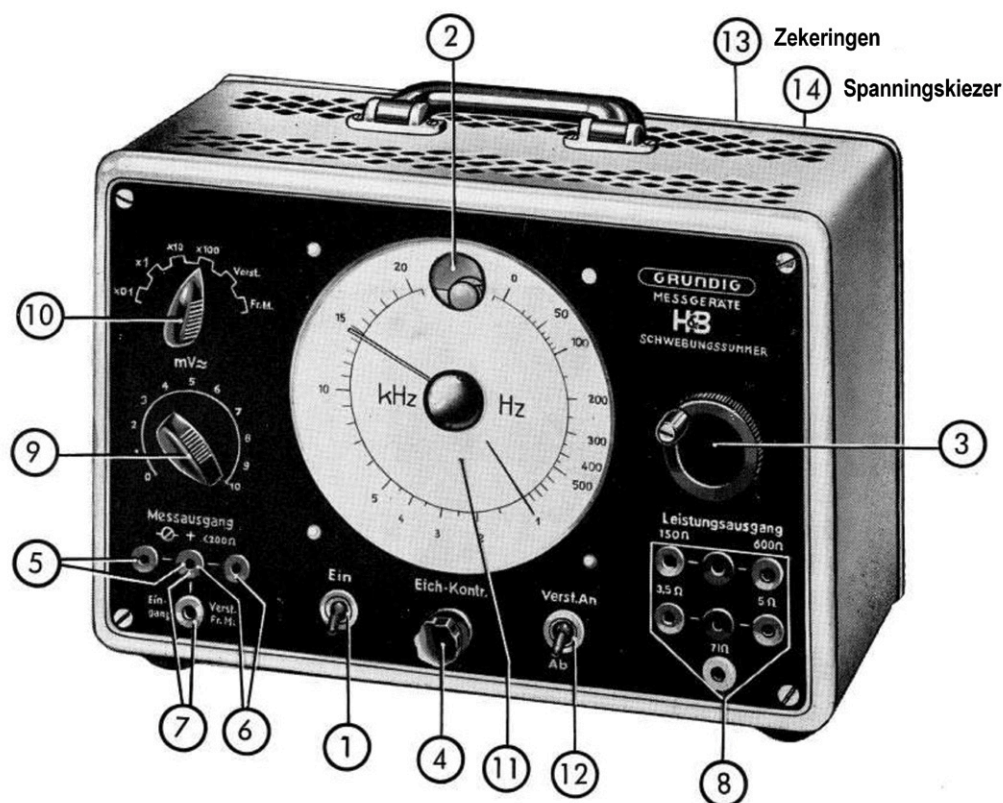


Continu afstembare buizen-sinusgenerator

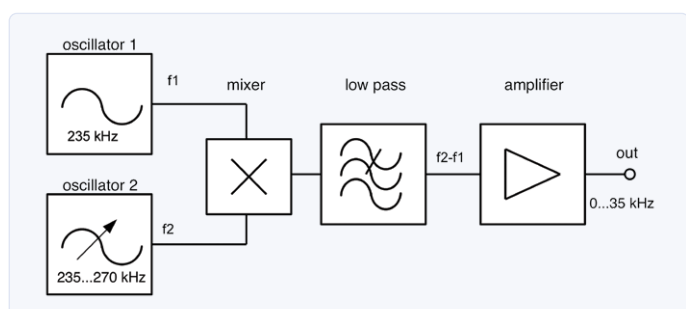
retro is in

Prof. dr. Martin Ohsmann (Duitsland)

In mijn jeugd heb ik een zogenaamde o-V-2 ontvanger met buizen gebouwd. Als terugblik op het buizentijdperk wilde ik weer eens iets bouwen met deze voorlopers van de transistor. Eenvoudige ontvangers maar ook 'edele' versterkers zijn er al in overvloed, en daarom kreeg ik zin in iets ongebruikelijks.



Figuur 1. De zweivingsoscillator 295A.



Figuur 2. Zo werkt de zweivingsoscillator.

Toevallig kreeg ik de gebruiksaanwijzing van de "Zweivingsoscillator 295A" van Grundig, Hartmann en Braun in handen (figuur 1). Hiermee kan de gehele audioband probleemloos in één keer worden 'doorgefietst', van 20 Hz tot 20 kHz, zonder bereiksoverschakeling. Deze enorme frequentievaai van 1:1000 is bij een simpele sinusgenerator absoluut onhaalbaar. Daarom werd hier het zweivingsprincipe toegepast.

Het zweivingsprincipe

Figuur 2 toont het prinscipeschema. Oscillator 1 genereert de vaste frequentie f_1 (hier ongeveer 235 kHz). Oscillator 2 daarentegen is afstembaar en genereert een frequentie f_2 die van 235 kHz tot 270 kHz kan worden ingesteld. Dat is een

variatie van minder dan 20%. Zo'n klein afstembereik kan eenvoudig worden geïmplementeerd met een relatief simpele oscillator en een draaicondensator.

De uitgangssignalen van de beide oscillatoren gaan naar een mengtrap. Op de uitgang daarvan staat een signaal met de verschilfrequentie $f_2 - f_1$ (en nog enkele andere mengproducten). Die laatste (de som van f_1 en f_2 , alsmede som en verschil van veelvouden van de ingangsfrequenties) worden verwijderd met een passend gedimensioneerd laagdoorlaatfilter. Het uitgangssignaal wordt vervolgens versterkt, zodat het laagohmig op de uitgang verschijnt. Op deze manier kunnen HF-generatoren worden geconstrueerd die tot in het GHz-bereik afstembaar zijn.

Figuur 3. Gedeelte van het schema van de 295A.

Het origineel

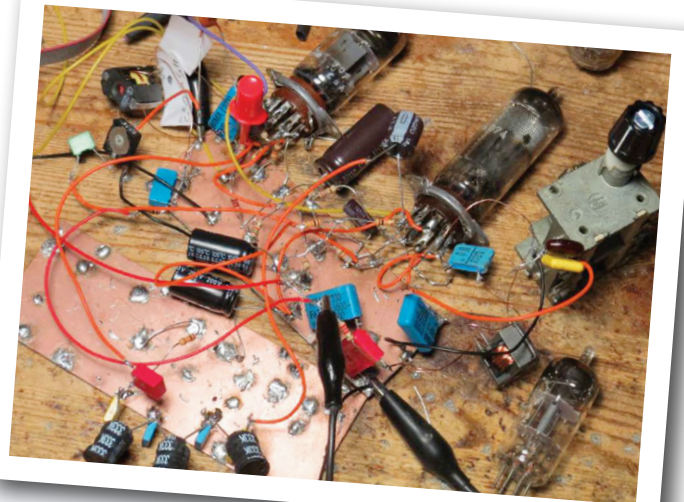
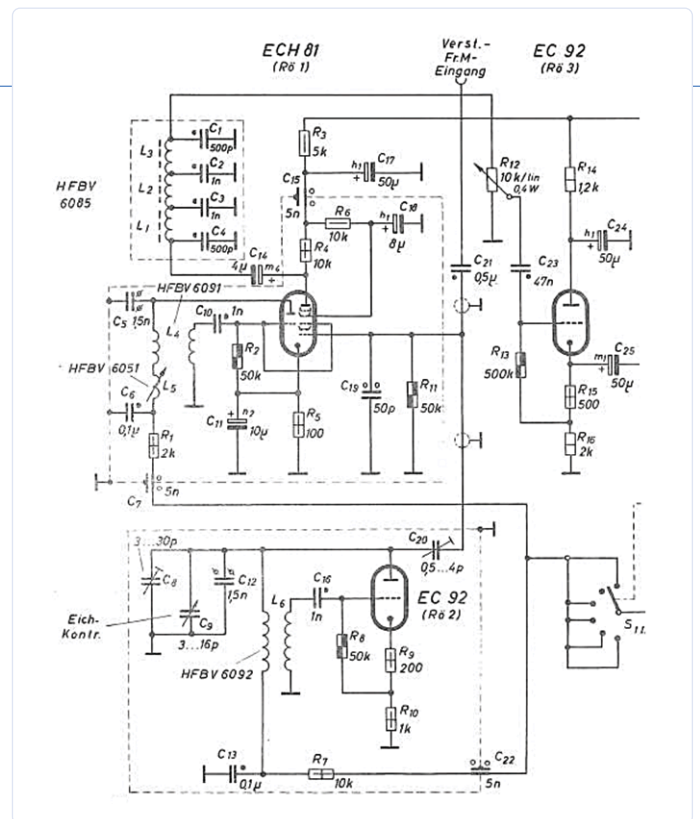
Figuur 3 toont een gedeelte van het originele schema. U ziet hier de beide oscillatoren, de mengtrap, het laagdoorlaatfilter en de eindversterkerbuis. Buis R  2 (*R  hre* is Duits voor buis) genereert de vaste frequentie. In het anodecircuit is een resonantiekring opgenomen die de frequentie bepaalt. Terugkoppeling vindt inductief via het rooster plaats. De variabele frequentie wordt op vergelijkbare manier gegenereerd met het triodegedeelte van de ECH81 (R  1, links). De frequentie kan worden aangepast met een variabele spoel (variometer L5). De beide oscillatorsignalen staan op de roosters G1 en G3 van het rechter heptodegedeelte van de ECH81. De mengproducten zijn beschikbaar op de anode van de heptode.

Het laagdoorlaatfilter bestaat uit L1, L2 en L3 plus C1, C2, C3 en C4. Het gefilterde uitgangssignaal loopt via een potmeter om de signaalamplitude in te stellen voor buis R  3, die als kathodevolger is geschakeld. Op de kathode van die buis is het laagohmige uitgangssignaal beschikbaar.

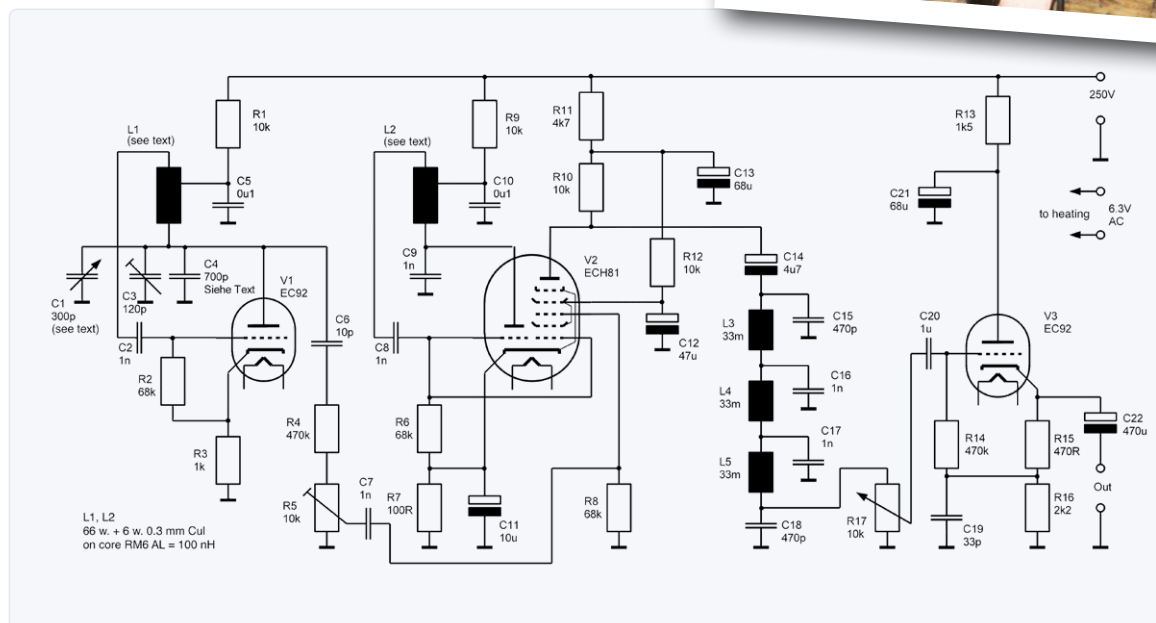
Nabouw

Om de nabouw te vereenvoudigen, heb ik een paar zaken veranderd. In mijn versie wordt de frequentie ingesteld met een draaicondensator en niet met een variometer. De terugkoppeling van de oscillatoren is zodanig aangepast dat spoelen met aftakkingen in plaats van transformatoren worden gebruikt. Voor de eerste experimenten heb ik de schakeling zwevend opgebouwd (**figuur 4**).

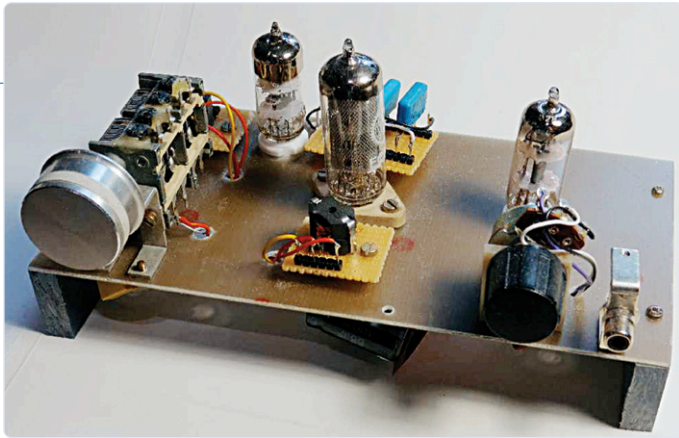
Het uitgewerkte schema is te zien in **figuur 5**. De variabele oscillator is geïmplementeerd met de triode V1. Het signaal komt via een variabele spanningsdeler op rooster G3 van mengbuis V2 terecht. Het triodegedeelte van V2 wordt gebruikt voor de oscillator met vaste



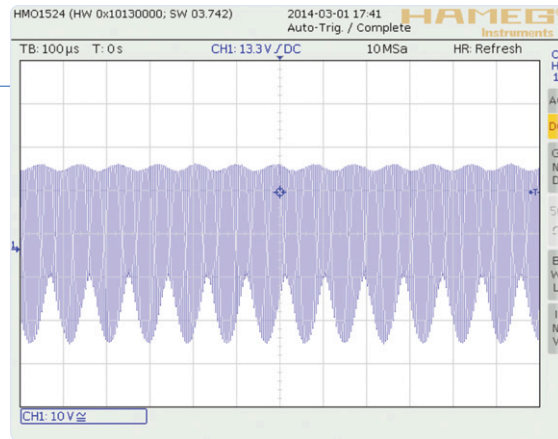
Figuur 4. Experimenten op de werkbank.



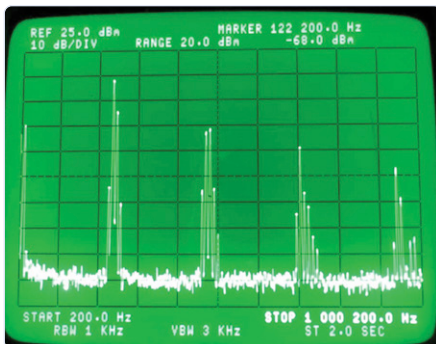
Figuur 5. Schema van de aangepaste nabouw. Het corresponderende prototype is te zien in figuur 6 (zonder voeding).



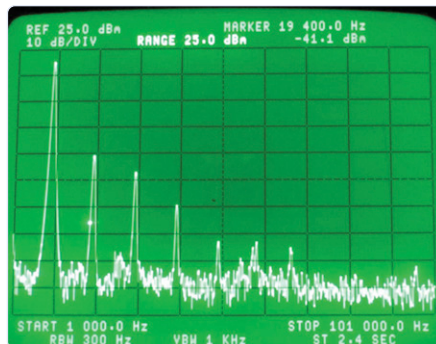
Figuur 6. Mijn prototype van de sinusgenerator.



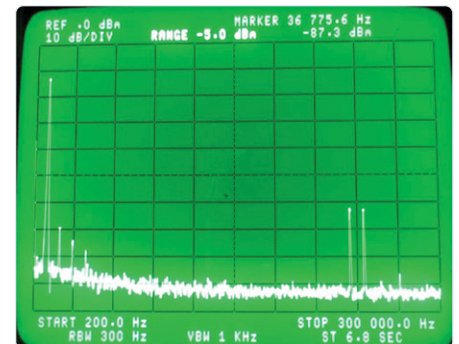
Figuur 7. Het signaal op de anode van de mengbuis.



Figuur 8. Het spectrum van het mengsignaal.



Figuur 9. Uitgangsspectrum bij grote uitsturing.



Figuur 10. Uitgangsspectrum bij geringe uitsturing.

frequentie. Het uitgangssignaal gaat naar rooster G1 van de heptode. Het mengsignaal staat op de anode van de heptode.

Metingen

Om de signaalkwaliteit te beoordelen en het achterliggende principe te demonstreren, heb ik een paar metingen aan mijn prototype (figuur 6) uitgevoerd. De amplitude van de signalen op de anodes van de oscillatoren bedraagt ongeveer $200 V_{tt}$. Het signaal op de anode van de mengbuis is natuurlijk bijzonder interessant (figuur 7).

De snelle oscillatie komt overeen met het hoogfrequente tweetoon-signaal. De onderste omhullende is de uiteindelijke sinus die met een laagdoorlaatfilter wordt uitgefilterd.

Figuur 8 toont het spectrum van het anodesignaal van de mengbuis. U ziet duidelijk de talrijke mengproducten van de beide sinussignalen. De amplitude van het uitgangssignaal kan worden aangepast met de instelpot R5. Tegelijkertijd verandert daarmee de uitsturing van de mengbuis.

Wanneer we bijvoorbeeld R5 zo instellen dat op rooster G3 een spanning van $8 V_{tt}$ staat, dan bedraagt de uitgangsamplitude ongeveer $7 V_{tt}$. Zo'n hoog signaalniveau heeft natuurlijk veel vervorming van het uitgangssignaal tot gevolg. **Figuur 9** toont het corresponderende spectrum. De eerste harmonische ligt slechts ongeveer 35 dB onder het gewenste signaal. De resulterende vervormingsfactor van meer dan 1% is niet bijzonder goed.

Als we echter een amplitude van niet meer dan $1 V_{tt}$ op G3 zetten, dan bedraagt de uitgangsspanning nog altijd $2 V_{tt}$ maar ziet het bijbehorende spectrum (figuur 10) er veel beter uit. De eerste harmonische is nu meer dan 50 dB zwakker dan de grondfrequentie. Dat komt ongeveer overeen met een vervormingsfactor van 0,3%. Niet slecht, maar het uitgangssignaal bevat nog altijd resten van de twee sinussignalen op

235 kHz en 250 kHz. Deze komen ten gevolge van capacitieve koppeling door het laagdoorlaatfilter in het uitgangssignaal terecht. Een goede afscherming rond de HF-voerende onderdelen kan dit verbeteren. Concluderend zien we dat we met drie buizen en een handvol passieve onderdelen een continu afstembare sinusgenerator kunnen bouwen die een bruikbare sinus over het hele audiobereik genereert.

Voor alle duidelijkheid: omdat niet elke elektronicus ook radio-amateur is: "0-V-2" is typisch HF-jargon. Het eerste cijfer geeft aan hoeveel HF-versterkertrappen zich voor de detector bevinden. Het getal na de "V" geeft het aantal LF-versterkertrappen aan. Een 0-V-2 ontvanger is dus een zogenaamd audion met één buis zonder HF-voorversterker maar met twee LF-versterkertrappen. ◀

190312-04



IN DE STORE

- > **Röhren-Projekte von 6 bis 60 V (Duitstalige PDF)**
www.elektor.de/roehren-projekte-von-6-bis-60-v-pdf
- > **Röhrenverstärker-Schaltungen (Duitstalige PDF)**
www.elektor.de/roehren-verstaerker-schaltungen-pdf
- > **JOY-iT JDS6600 Signal Generator (60 MHz) & Frequency Counter (100 MHz)**
www.elektor.nl/joy-it-jds6600-signal-generator-frequency-counter