

Contents

1	Het hart van de oscillator	2
2	De Automatic Gain Control (AGC)	3
3	Verbeterde AGC.....	4
4	De uitgang	4
5	Andere schakelingen	4

Een HF oscillator

Misschien vragen jullie je soms wel eens af wat zitten die elektronica nerds nu te doen onder de dakpannen van ons clublokaal ?

Wel Nick en ik (Jan) zijn bezeten van zenders en ontvangers. En al weten we wel dat je voor een appel en een ei al een eenvoudige radio ontvanger kunt kopen, maar een zender is al veel moeilijker te vinden. Toch vinden wij het leuk om het zelf te maken met de componenten die we (nog) kunnen kopen in die enkele elektronica winkels die nog losse componenten verkopen. Ze zijn echt waar zeldzaam geworden en bezitten meestal geen Hoog Frequentie (HF) componenten nodig om zenders te maken.

In bijna iedere zender en ontvanger zit een oscillator die vrij nauwkeurig een stabiele frequentie moet kunnen genereren (bijvoorbeeld 100 Mhz voor het uitzenden en beluisteren van Studio Brussel).

Voor het uittesten van onze schakelingen moesten we op zoek gaan naar een veeleisende oscillator (generator). Professionele toestellen kosten al minstens een paar duizend euro's. Maar we hebben ook wel een beetje geluk dat we in de club een vrij goede industriële frequentie teller ter beschikking hebben. Het is uiteraard noodzakelijk als je een oscillator maakt dat je ook nauwkeurig moet kunnen meten welke frequentie er juist gegenereerd wordt. Maar nu nog een afstembare, breedbandige stabiele en gelijke amplitude gevende oscillator vinden die zowel de laagste frequenties (400 Khz ondergrens van de AM band, tot 125 Mhz, bovengrens van de FM band) kan bestrijken, was dus de uitdaging.

Op zoek in allerlei artikels in Elektuur of elektronica boeken of op het internet, vonden we eigenlijk weinig interessante schakelingen die aan alle opgenoemde eisen konden voldoen. Of het waren componenten die in België niet te koop waren, zelfs niet via het internet, en dan ook al heel duur.

Wat doen we dan in zulke geval ? Je begint zelf aan een eigen ontwerp door de beste schakelingen die je hier en daar hebt bestudeerd en gesimuleerd bijeen te voegen tot een coherent geheel.

Er bestaat een interessante IC (de MC1648) die we uiteraard gekocht hebben en uitprobeerde, maar die het nadeel heeft dat zijn afstemcapaciteit niet aan de grond geaard was maar zwevend ten opzichte van de grond of 0-volt potentiaal. Maar de data sheets laten wel een schema zien hoe het inwendige van deze "chip" in elkaar steekt.

We hebben namelijk in onze rommelbak nog enkele van die mechanische regelbare capaciteiten gevonden die we gerecupereerd hebben uit oude (buizen) ontvangers maar waarvan het chassis

steevast aan de grond moest vastgeschroefd worden. Om een lang verhaal kort te houden hebben we, gebaseerd op de MC1648 het volgende schema ontworpen. Zie "Figuur 1 schema oscillator"

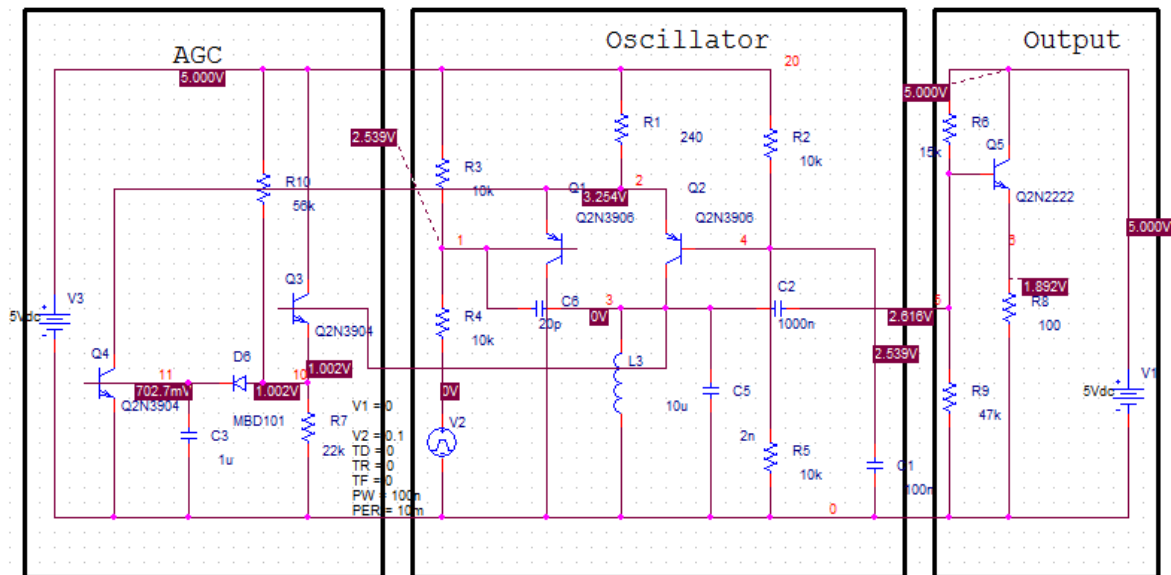
1 Het hart van de oscillator

In enkele woorden wil ik hier even uiteenzetten waarom dit een bijzondere oscillator is.

Hij bestaat uit een verschil versterker gevormd door de transistoren Q1 en Q2 waarvan Q2 in een Geaarde Basis Schakeling staat (GBS), en Q1 in een Geaarde Emitter Schakeling (GES) en de "afgestemde kring" bestaande uit L3 en C5 die "geaard" zijn.

De uitgang van de afgestemde kring is teruggekoppeld via C6 naar de ingang van Q1 om zodoende een rondgaande versterking te krijgen zodat de oscillator zichzelf onderhoudt. Met andere woorden hij oscilleert.

Het bijzondere aan deze schakeling is dat een GBS schakeling een minimale capaciteitsbijdrage geeft zodat de kring praktisch volledig bepaald wordt door de afgestemde kring waarvan de frequentie (f) gelijk is aan $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L3.C5}}$. Voor de kenners in zo een schakeling is het Miller-effect minimaal.



Figuur 1 schema oscillator

En, zoals reeds aangehaald, de afstemkring is geaard zodat we voor C5 een degelijke, weliswaar uit de oude doos, draaibare afstemcapaciteit kunnen gebruiken.

Noteer dat we deze schakeling kunnen uitbreiden met een "varicap diode" parallel over C5 voor een nauwkeurige fijnregeling te bekomen. (niet op deze figuur aangeduid)

Via C6 wordt dus het slingerend sinus signaal terug gebracht aan de ingang (de Basis) van een GES geschakelde Q1 transistor.

Het grote voordeel van een GES schakeling is zijn hoge ingangsimpedantie. Dit wil zeggen dat de afgestemde kring weinig gedempt wordt door deze schakeling. Immers de rondgaande versterking dient ervoor om alle dempingen door de "belasting" veroorzaakt te compenseren.

Q1 en Q2 vormen een differentieel versterker, dit wil zeggen dat alleen het verschil tussen beide ingangen, namelijk tussen punt 1 en punt 4 versterkt wordt maar niet schommelingen van bijvoorbeeld rimpelingen in de voedingslijnen of de grond. Vermits punt 4 via capaciteit C1 voor wisselspanning aan de grond ligt en punt 1 via de capaciteit C6 aan de top van de afgestemde kring hangt wordt dus de spanning over de afgestemde kring versterkt.

De versterking van een differentieel versterker is bepaald door de verhouding van de totale belasting en de weerstand in de “staart” van de schakeling namelijk R1.

De totale belasting is een ingewikkeld begrip en bestaat in feite uit alle elementen die in serie of in parallel verbonden zijn met de afgestemde kring L3,C5. Dit zijn onder andere de weerstanden R5 en R9 maar ook de ingangsimpedanties van Q3 en Q5, alsook de ohmse weerstand van het spoel L3 en inwendige weerstandswaarden van de transistoren Q1, Q2,Q3 en Q5. Je begrijpt het al, een moeilijk controleerbaar of berekenbaar gegeven.

Men moet weten als we de versterking te hoog nemen gaat de slinging steeds groter en groter worden, ja zelfs groter dan de voedingsspanning en wordt het sinussignaal afgeknepen en begint het meer op een impulsvorm te gelijken dan op een mooie sinus. Deze vervormingen zijn oorzaak van het genereren van wat we noemen harmonische vervormingen.

Wanneer echter de versterking te klein wordt ingesteld begint de sinus steeds te verzwakken totdat hij volledig uitdooft. Daarom moet iedere sinusgenerator voorzien zijn van een Automatische Versterkingsfactor (in het Engels Automatic Gain Control of AGC) die zodanig werkt dat bij het inschakelen van de voeding de rondgaande versterking groter is dan 1, maar als de slingeren te groot worden, de rondgaande versterking afneemt totdat deze zich juist instelt tot een rondgaande versterking van 1.

In de klassieke schakelingen zoals de Colpitt, Hartley, Clapp of Vackar oscillators berust de AGC allemaal op het min of meer laten vastlopen van de transistoren, wat onvermijdelijk tot gevolg heeft dat er harmonische vervorming optreedt, maar daarenboven zijn deze schakelingen niet geschikt om met eenvoudige bijregeling van de afgestemde kring (L3,C5) het volledige gamma (van 400 kHz tot 125 Mhz) te bestrijken zonder nog andere componenten te moeten veranderen. Met andere woorden ze bestrijken maar een smalle band.

2 De Automatic Gain Control (AGC)

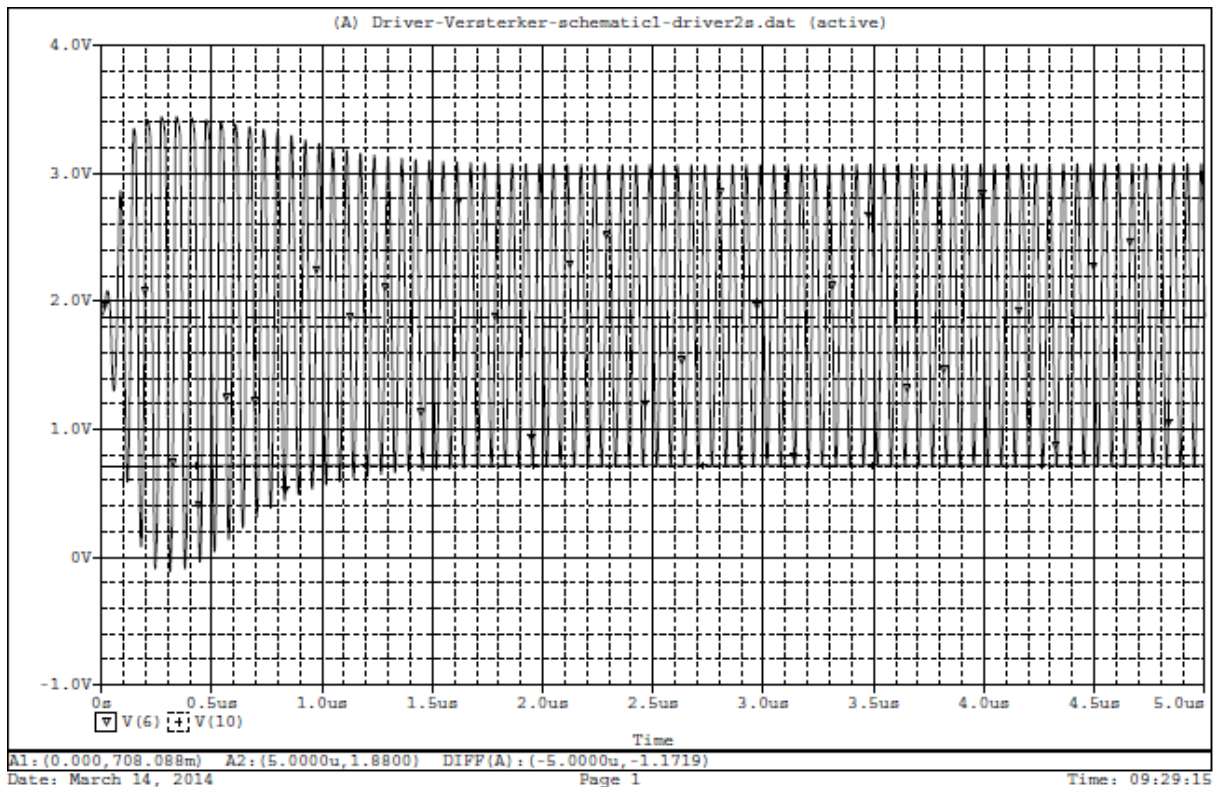
Twee extra transistoren Q3 en Q4 en een handvol componenten zijn hier bijgevoegd om een breedbandige stabiele controleerbare AGC te maken. En dit is geen overbodige luxe.

Het principe berust hierop dat de versterking afhankelijk is van de verhouding van $RL/R1$, waarin RL de totale belasting voorstelt. Maar meer nauwkeurig gedefinieerd van de verhouding van RL en de instelstroom (DC current) door de weerstand R1. En hier komt het nieuwe in deze schakeling. Dit wil zeggen, ik heb dit nog nergens anders in een oscillator schakeling gezien. In plaats van op de locatie van R1 een stroombron te plaatsen en deze stroombron bij te regelen, zoals ook gebeurt in de MC1648 IC, hebben we gekozen om Q4 meer geleidend te maken als het sinus signaal te groot wordt, als dusdanig wordt er een gedeelte van de stroom door R1 afgeleid naar Q4, en als gevolg zal er minder stroom overblijven voor de transistoren Q1 en Q2 die de differentieel versterker uitmaken. Omgekeerd natuurlijk als het sinus signaal begint te verzwakken zal Q4 minder in geleiding gebracht worden zodat meer stroom naar de differentiaal versterker gaat, en de rondgaande versterking verhoogd. Deze automatische regellus zorgt ervoor, zonder enig begrip te hebben van de belasting RL dat het uitgangssignaal in een brede gamma constant in amplitude blijft.

Om dit te verwezenlijken wordt het sinus signaal aan de top van de L3C5 kring eerst door een GES Q3 gebufferd. Herinner je dat een GES een hoge ingangsimpedantie heeft, om vervolgens door een diode gelijk gericht te worden, welke op zijn beurt een capaciteit C3 oplaadt als het sinus signaal vergroot, en deze lading doet dan Q4 meer in geleiding komen. Wanneer echter het sinus signaal daalt zal de diode niet meer in geleiding komen en de spanning over de capaciteit C3 vermindert zodat ook Q4 minder in geleiding blijft.

De schakeling is zo ingesteld dat het sinussignaal een “piek tot piek” spanning heeft van ongeveer 2 Volt .

Hoe deze AGC reageert bij het aanschakelen van de oscillator is duidelijk te zien op de simulatie print in “ Figuur 2 simulatie print”.



Figuur 2 simulatie print

3 Verbeterde AGC

Een nog betere AGC schakeling is uitgelegd in mijn document 4-3LC-oscillator met stroombron.

4 De uitgang

We hebben verschillende “driver” schakelingen uitgetoetst en uiteindelijk bleek de eenvoudigste schakeling nog de beste te zijn.

Weer is er gekozen voor een GES schakeling voor transistor Q5, welke als doel heeft een hoge ingangsimpedantie te bekomen om de trillingskring zo weinig mogelijk te belasten en tegelijkertijd een uitgang impedantie te bekomen met een zo laag mogelijke impedantie, namelijk 100 Ohm.

Het is nu klein bier om in te zien dat met een potentiometer aan de uitgang (niet getekend in het schema) we de uitgangsspanning kunnen regelen van 2 Volt Piek-tot-pek tot 0 Volt.

5 Andere schakelingen

Natuurlijk is een signaal generator niet volledig als deze ook niet uitgerust is met een Laag Frequentie generator, regelbaar over het audiogebied, die aangebracht kan worden aan, hetzij een Amplitude Modulator om een AM signaal te bekomen over het hele gamma, of, hetzij aan een Frequentie Modulator om een FM signaal te genereren. Maar dit is misschien een verhaaltje voor het volgende ECH nieuws.

Nick Warmoeskerken en Jan Spaenjers