

100 jaar frequentiemodulatie

Ruim een eeuw geleden, op 6 november 1919, begon Hanso Idzerda met wekelijkse omroepuitzendingen via zijn omroepstation PCGG in Scheveningen^[1]. Het is waarschijnlijk het eerste commerciële omroepstation ter wereld. Maar wat interessanter is voor radioamateurs: hij gebruikte niet amplitude-modulatie maar frequentiemodulatie.

Hoe zit dat? Frequentiemodulatie was toch uitgevonden door de Amerikaan Edwin Armstrong, rond 1928? Nou, dat is inderdaad zo dat het werk van Armstrong het begin was van de huidige FM-technologie, zoals die toegepast wordt in omroep- en radiocommunicatie. Maar hij was niet de eerste die uitzond met frequentiemodulatie. Die eer komt toe aan Hans Henricus Schotanus à Steringa Idzerda, of om zijn roepnaam te gebruiken, Hanso Idzerda, een Nederlandse elektrotechnicus die met zijn omroepzender PCGG FM-signalen uitzond tussen 1919 en 1924.

Je zou Idzerda kunnen vergelijken met Leif Erikson, de eerste Europeaan die in Amerika geland is (voor zover we weten), al wordt de naam Columbus veel vaker genoemd. En dat is een goede vergelijking. De reis van Erikson had geen gevolg in de geschiedenis, en het werk van Idzerda ook niet. Zijn zender werd niet verder ontwikkeld. En daarom is het redelijk om de meeste eer te geven aan Edwin Armstrong.

Maar de zender van Idzerda werkte best, goed genoeg om hem zijn brood te laten verdienen gedurende de vijf jaren dat hij ermee uitzond. Er werden zelfs een aantal exemplaren van zijn zender gebouwd. Eén daarvan was voor omroepstation PCMM, gebouwd en bediend door zijn kennis P.C. Middekraad.

Een zender werd verkocht aan het KNMI en is daar een aantal jaren gebruikt voor het uitzenden van weerberichten. Idzerda's eigen PCGG bleef in gebruik tot 1924, met uitzendingen op meerdere dagen van de week. Uiteindelijk verloor hij het grootste deel van zijn luisteraars in Engeland door de oprichting van de BBC, waardoor zijn bedrijf niet langer lonend was en hij failliet werd verklaard.

Wie was Idzerda?

Zijn naam ziet er nogal adellijk uit, maar dat is hij niet. Al die namen zijn trouwens voornamen, zijn achternaam was gewoon Idzerda. Hij kwam uit een geslacht van plattelandsdokters in Friesland. Idzerda werd geboren in 1885 en ging naar de hogeschool van Bingen (Duitsland) om elektrotechniek te studeren. Na voltooiing van die studie vertrok hij naar Den Haag, waar hij een elektrotechnisch adviesbureau opende. In de eerste wereldoorlog, waarin Nederland neutraal was, deed hij radiowerk voor het ministerie van defensie. Beginnend in 1919 deed hij proeven met telefoniezenders, wat resulteerde in de bouw van zijn FM-zender PCGG later in dat jaar.

Na zijn faillissement in 1924 ging hij door met zijn adviesbureau tot ongeveer 1935. In 1944 werd hij door de bezetter gearresteerd omdat hij wrakstukken van een neergestorte V-2-raket had verzameld dicht bij zijn huis. Hij werd beschuldigd van spionage en kort daarna gefusilleerd.

Het 'systeem Idzerda'

Alle frequentiemodulatoren werken op hetzelfde basisprincipe. Ze hebben een oscillator waarin de trillingskring een variabel element heeft, zodat de oscillatiefrequentie varieert, al naar gelang het modulatiesignaal.

Een eenvoudig voorbeeld is een gewone LC-kring (spool en condensator) waarin de condensator variabel is. Dat kan een condensatormicrofoon zijn, of een varicap-diode die aangestuurd wordt door het modulatiesignaal.

Idzerda deed het anders, hij varieerde de spool. Hij gebruikte daarvoor een koolmicrofoon. Dat is een variabele weerstand, en weerstanden vind je gewoonlijk niet in een trillingskring. Om te begrijpen hoe dit werkt beginnen we met een trillingskring waarin een van de onderdelen in- of uitgeschakeld kan worden (figuur 1).

De inductantie van de trillingskring in dit schema is L1 als de schakelaar uit staat, of L1 parallel met L2 als de schakelaar aan staat. Dus is de oscillatiefrequentie lager als de schakelaar uit staat (grotere spool geeft lagere frequentie). Met andere woorden, we hebben hier de trillingskring voor een FSK-zender (Frequency Shift Keying, een zender die op twee verschillende frequenties kan zenden).

Nu vervangen we de schakelaar door een variabele weerstand (figuur 2). We verwachten dat het resultaat dan tussen 'schakelaar uit' en 'schakelaar aan' ligt, en wel dichter bij 'aan' naarmate de weerstand lager is. Om het precies te zien heb ik een eenvoudig programmaatje gebruikt dat de nodige berekeningen met complexe getallen uitrekent (de inductantie van een spool is een complex getal).

Een koolmicrofoon is een variabele weerstand waarvan de weerstand afhangt van de geluidsgolven die de microfoon treffen. Ik nam een microfoon uit een oude telefoon (rond 1970). De rustweerstand ervan is ongeveer 175 ohm, en varieert zo'n 10 procent bij luide testtonen.

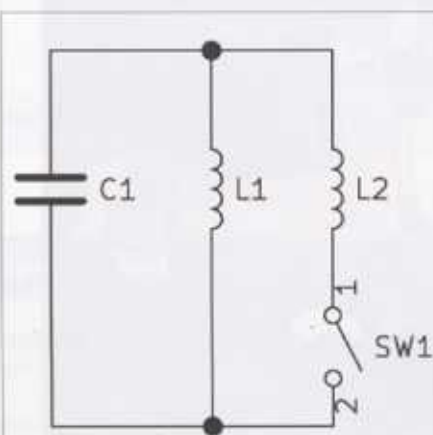


Fig. 1 | FSK-modulator met geschakelde spool

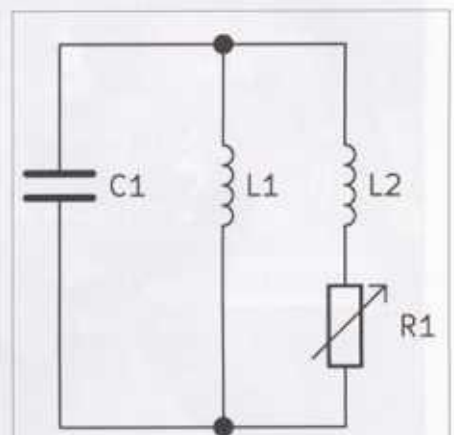


Fig. 2 | Principeschema FM-modulator volgens het systeem Idzerda

Mijn simulatieprogramma toont aan dat een 10-meterzender volgens Idzerda een frequentiemodulatie kan leveren met een zwaai tot minstens 6 kHz (afhankelijk van de waarde van L2), en het gedrag is uitstekend lineair. Figuur 4 laat dit zien, voor drie verschillende waarden van L2.

De zenders van Idzerda bestonden uit één enkele buis die, als oscillator geschakeld, zo'n 30 watt kon leveren met deze trillingskring als frequentiebepalend element. In figuur 3 zien we het complete schema van zijn zender, zoals hij het beschreef in zijn octrooi.^{[2][3]} gefotografeerd in een tentoonstelling van de Stichting Beeld en Geluid in Hilversum. (De zender staat tegenwoordig in het museum Boerhaave in Leiden.)

Een moderne kopie

Ik vond het leuk om niet bij de theorie op te houden maar ook een kopie van Idzerda's ontwerp te bouwen en bekijken of zijn systeem goed genoeg werkt om tegenwoordig te kunnen communiceren.

Het antwoord is ja, dat gaat. Maar de eenvoudige één-buiszender zoals die van Idzerda is niet goed genoeg, tenminste niet voor de 10-meterband die ik gebruikte. Het probleem is dat de zendfrequentie niet voldoende stabiel is. En dat is ook niet zo verbazend. Idzerda zelf meldde dat op een koude winterdag zijn golflengte rond 6 procent fout zat doordat ijzel op de antenne de capaciteit ervan had veranderd. Wanneer je zo'n beetje de enige omroep in Europa draait is dat niet zo'n probleem, maar in mijn kopie moest het beter.

Om dit op te lossen maakte ik een zender met drie trappen: een Hartley-VFO die frequentiemodulatie volgens het systeem van Idzerda gebruikt in zijn trillingskring, dan een stuurtrap, en tenslotte een uitgangstrap. In de eerste twee trappen zitten transistors, de eindtrap is een 807-buis met een pi-filter om de harmonischen goed te onderdrukken. Omdat de modulatie nog steeds werkt op het principe van Idzerda is dit een authentieke zender naar het 'Systeem Idzerda', al heeft die dan meerdere trappen.

Ik heb proefuitzendingen gemaakt met deze zender, in samenwerking met Larry Lopez (N2CVS) aan het andere eind van mijn dorp. Die experimenten tonen aan dat de zender inderdaad werkt. De stabiliteit is matig, voornamelijk omdat de weerstand van de koolmicrofoon niet echt stabiel is. Maar het systeem is toch zeker bruikbaar, zelfs op 10 meter. Larry maakte een opname van het ontvangen signaal en stuurde die naar mij op. De geluidskwaliteit is uitstekend.

Waarom was het systeem van Idzerda uiteindelijk geen succes?

Op deze vraag heb ik nergens een analyse of antwoord kunnen vinden, dus geef ik hier mijn eigen gedachten erover.

Idzerda zei dat zijn uitvinding beter was dan AM omdat de zender efficiënter en economischer werkt. Efficiënter, omdat het gemiddelde zendvermogen hetzelfde is als het piekvermogen (de amplitude is immers constant), in plaats van een kwart van het piekvermogen zoals bij een AM-zender. En economischer, omdat de gehele zender maar uit één enkele buis bestaat, wat in die vroege tijd belangrijk was toen zendbuizen

heel duur en ook nogal onbetrouwbaar waren.

Wat de ontvangst betreft gaf de frequentiemodulatie van Idzerda geen problemen. Een normale ontvanger kon zijn signalen horen door 'een beetje ernaast' af te stemmen, dus gebruik te maken van flankdetectie.

Ik heb niets gelezen waaruit blijkt dat Idzerda wist dat FM betere signaalkwaliteit (en vooral minder ruis en interferentie) kan leveren dan AM. Armstrong wist dat wel, dankzij de ontvangstechniek die hij ontwikkelde zoals de FM-discriminator en limiter. Dus waren Idzerda's signalen voor de luisteraar even goed als AM, maar niet beter. Op de flank afstemmen moest wat wennen maar het was kennelijk geen groot probleem voor zijn luisteraars en de ontvangers in die tijd.

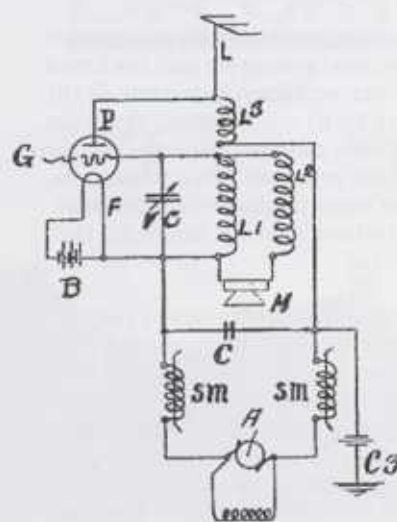
Langzaam werden de voordelen waarover Idzerda sprak minder belangrijk. Voor AM heb je een aparte modulatortrap nodig en bij gebruik van anodemodulatie moet die een fors vermogen leveren (vergelijkbaar met het zendvermogen). Je kunt wel een kleinere modulator gebruiken bij stuurroostermodulatie, maar dat is om andere redenen niet zo aantrekkelijk.

Schermroostermodulatie werkt wel goed, maar die bestond nog niet in zijn tijd, want het schermrooster was nog niet uitgevonden. Wel werden de buizen snel goedkoper en betrouwbaarder, dus de extra investering die nodig was om AM te doen was geleidelijk aan makkelijker te betalen.

Ik vermoed dat het grootste probleem gewoon onbekendheid was. Voor zover ik kan ontdekken heeft Idzerda niet of



De zender van Idzerda, op een tentoonstelling van de Stichting Beeld en Geluid



Figuur 3 | Volledig schema van de zender PCGG van Idzerda, uit zijn octrooi

nauwelijks technische beschrijvingen van zijn systeem gepubliceerd. En zijn systeem was maar in gebruik bij een beperkt aantal zenders vanaf 1919 tot een paar jaar na 1925. Wel bestaat Idzerda's octrooi uit 1922^[2], en het overeenkomende Amerikaanse patent uit 1927^[3]. Dat was dus ruim voor de patenten van Armstrong, maar tot mijn verbazing citeerde deze niet het eerdere werk van Idzerda.

Ik las onlangs nog een mooi voorbeeld van die onbekendheid, in een artikel in CQ-PA door OM de Groot (ex-PK1PK) over experimenten in Nederlands-Indië met het systeem Idzerda, rond 1923^[4]. Hun experimenten lukten niet. Dit kwam ten dele omdat het schema dat ze ontvangen hadden uit Nederland fout was, en omdat de veranderingen die ze probeerden ook niet klopten. Maar het was duidelijk dat ze zich niet bewust waren dat Idzerda frequentiemodulatie deed. Ze

probeerden zijn schema te begrijpen als het ontwerp van een AM-zender, en door dat misverstand konden ze geen werkende zender bouwen.

Dankwoord

Met dank aan John Koster, bibliothecaris van de NVHR (Nederlandse vereniging voor de Historie van de Radio), die mij inzage gaf in artikelen uit het Radio Historisch Tijdschrift en een boek over Idzerda.

En ook aan Erik Brens, die mij voorstelde aan de PCGG-zender en de betekenis ervan uitlegde.

Over de schrijver

Paul Koning groeide op in Noord-Brabant, waar hij op 14-jarige leeftijd een bedieningsbevoegdheid A verkreeg, en voor zijn 18^e verjaardag de roepletters PA0PKG. Niet lang daarna emigreerde hij naar de VS en verkreeg in 1987 de call NI1D. Hij is af en toe actief, voornamelijk met CW.

Literatuur

^[1] P. A. de Boer, 'à Steringa Idzerda, de pionier van de radio-omroep', 'De Muiderkring', 1969.

^[2] Nederlands octrooi no. 6976, 'Werkwijze tot het moduleeren van hoogfrequente draaggolven in geluidsfrequentie en schakelingen ter verwezenlijking hiervan', 24 februari 1922.

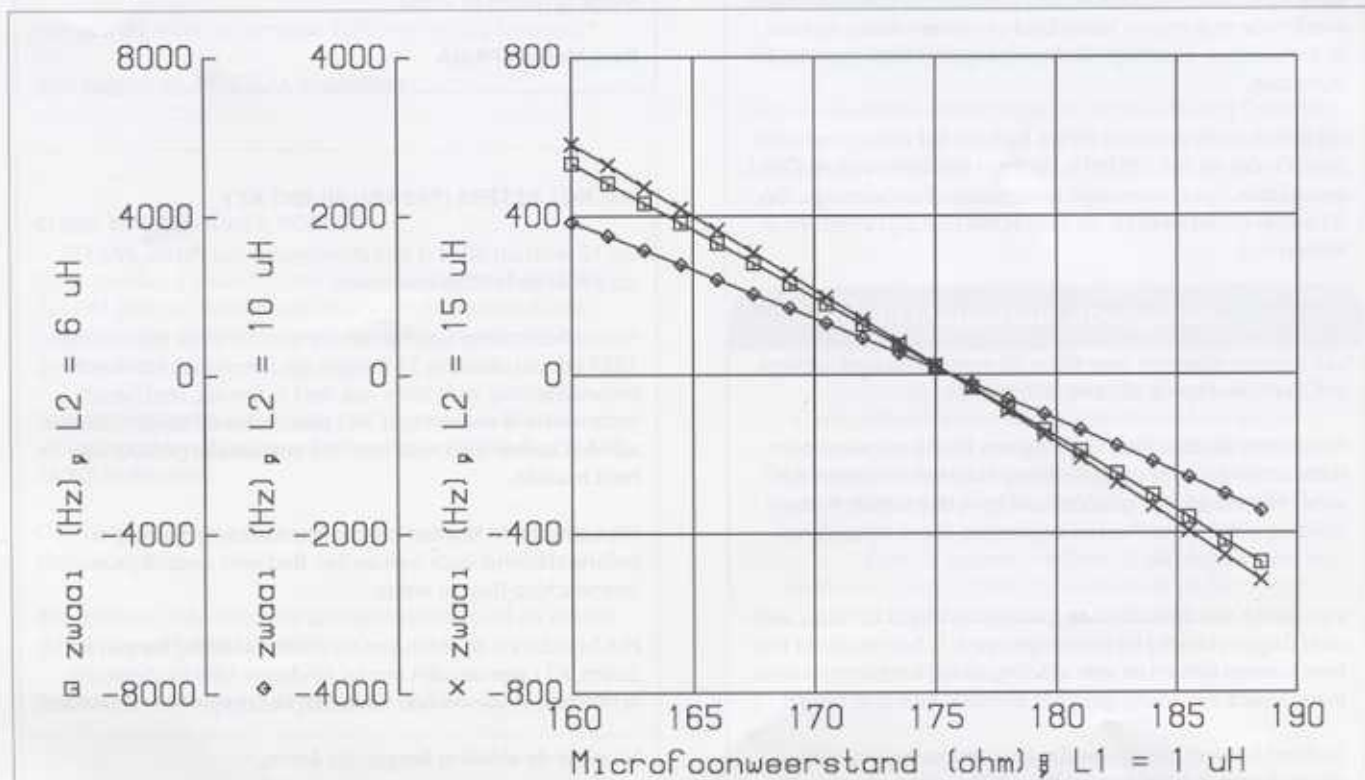
^[3] Amerikaans patent no. 1 648 402, 'Method and arrangement for high frequency telephony', 8 november 1927.

^[4] A. C. de Groot, ex-PK1PK, 'Het systeem Idzerda', CQ-PA no. 43-1981.

^[5] A. Mulder, 'Het modulatiesysteem IDZ', Radio Historisch Tijdschrift, 15e jaargang no. 1/92, maart 1992.

^[6] Wikipedia, 'PCGG', <https://nl.wikipedia.org/wiki/PCGG>

^[7] Wikipedia, 'Hanso Idzerda', https://nl.wikipedia.org/wiki/Hanso_Idzerda



Figuur 4 | Modulatiekarakteristieken van de Idzerda-modulator

Special Event Station Radioclub Assen

Radio Club Assen organiseert een Special Event Station: PA75ASN. Dit ter ere van 75 jaar bevrijding van de stad Assen. Acht amateurs komen op diverse banden uit (80, 60, 40, 30, 20, 17, 15, 2 en 70) in diverse modes te weten FT4-FT8-CW-SSB-FM.

Het station is te werken vanaf 1 april tot en met 7 mei 2020. Informatie kunt u vinden op de QRZ-pagina van PA75ASN.

We hopen iedereen in het log bij te schrijven. Zij worden dan beloond met een mooie dubbele QSL-kaart na ontvangst van het tegenstation (kaart) via het bureau.