

# DE KRISTALDETECTOR maakt carrière

Verbazingwekkend nieuws over het als „afgedaan“ beschouwde kristal

Oorlogservaring bewijst superioriteit t. o. v. diodebuis!

HET begon bij de kristaldetector, doch het ziet er naar uit dat eerst nu pas met recht van een begin mag worden gesproken! Nu nadere bijzonderheden doorsijpelen over de ontwikkeling der radiotechniek, blijkt dat niet alleen bij ons in het „stroomlooze tijdperk“ het kristal weer goede diensten heeft bewezen, doch ook in landen, waar de buizen bij miljoenen de fabriekspoorten uitgingen en rantsoenering van elektrische energie meer mode dan noodzaak was, plotseling weer een rol van betekenis is gaan spelen. En wel hoofdzakelijk op een terrein waar men dit, wegens de daar voorkomende hoge frequenties, stellig niet zou verwachten — de radartechniek.

De paradox bestaat slechts in schijn, want juist omdat de hoge signaalfrequenties geen uitzicht bieden voor h.f. versterking en dus de detector of mengbuis direct aan de antenne wordt gekoppeld, heeft het zin en, naar onomstootelijk werd vastgesteld, zelfs zekere voordeelen, om inplaats van de steeds energie consumerende diodebuis met gloeikathode — die in verband met de looptijd der electronen in de kathode-anoderuimte bovendien al schier onoverkomelijke constructiemoeilijkheden oplevert — terug te keeren tot de (bijna) in het vergeethoek geraakte kristal-detector, die bovendien nog het gerief biedt van kleine afmetingen en simpele constructie.

Want dit is wel een zeer opmerkelijke kant van de glorievolle *come-back* van het kristal, dat naarmate de afmetingen kleiner werden en opbouw van de detector eenvoudiger — en klein zoowel als simpel is onze oude, thans kristaldiode geheten vriend, zooals uit de foto zal blijken — het prestatievermogen zich vermenigvuldigde.

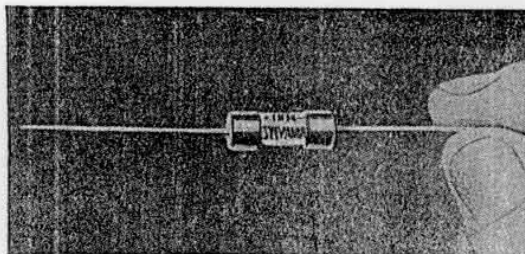
De bezwaren, verbonden aan instelling op het meest gevoelige punt (wie onzer, old-timer of niet, weet er vandaag niet over mee te praten....) zijn radicaal, wel niet voor eeuwig maar dan toch voor duizend gegarandeerde bedrijfsuren ondervangen door het contactveertje na instelling vast te zetten met een soort was, die bij afkoeling niet krimpt. Zoo soliede is deze, ook al weer in wezen zoo nuchter-eenvoudige voorziening, dat de detector — pardon *kristal-diode* — bestand schijnt tegen vrij hevige schokken.

Ook de samenstelling van het kristal-element en de keuze van het contact-metaal zijn onderwerp geweest van veel studie en overleg, waaraan andere nieuwe gezichtspunten hun ontstaan te danken hebben, die op hun beurt de opzienbarende vervolmaking stimuleerden.

De moderne kristaldiode, zooals deze thans gepresenteerd wordt door de Amerikaansche buizenconcerns bezit eigenschappen, die haar de diodebuis op menig punt doen voorbij snellen, daarenboven eigent haar karakteristiek zich voor een ruimer veld van toepassingen, dan voor de buisdioden is weggelegd o.a. kan zij toepassing vinden als modulator, spanningsregulator, oscillator van sinusvormige of relaxatietrillingen. Men heeft de vorming der karakteristieke eigenschappen vrij stevig in de hand en kan derhalve diverse typen formeeren om aan uiteenlopende behoeften te voldoen. Het lijkt aannemelijk, dat de kristaldiode een prominente plaats zal gaan innemen in de nieuwe omroep en televisie-ontvangers.

## Werking en samenstelling

Laten we in een moeite door nog even in gaan op het „inwendige“ van de kristaldiode en ook de ventielwerking daarbij in het kort nog even uitspelen.



SYLVANIA IN34

In hoofdzaak bestemd ter vervanging van de buis-diode en in verscheidene opzichten beter, o.a. omdat de waarde van de belastingsweerstand aanmerkelijk lager mag zijn dan gebruikelijk. Dit is een zeer voorname factor bij televisie en FM, waar met hoge modulatie-frequenties gewerkt wordt.

Andere gunstige eigenschappen zijn daarbij de lage inter-electrode capaciteit (ca. 3 pF), de geringe capaciteit tegenover aarde en de afwezigheid van een gloeidraad, hetgeen een grotere vrijheid in de keuze van de schakelingen toelaat.

De IN34 wordt aanbevolen voor frequenties tot max. 100 Mc/s, terwijl de levensduur onder zeer ongunstige condities het r den 1000 uren is gebleken. Ook de onderlinge gelijkheid is zeer goed, zelfs tot bij hoge frequenties.

De piekwaarde voor de spanning, de zgn. „doorbraak“ potentiaal, ligt boven 20 V, stroomsterkten tot 30 mA zijn toelaatbaar.

Het gelijkrichtende effect dan berust op de omstandigheid, dat in de combinatie kristal-stift (ietwat zakelijker uitgedrukt: het samenstel van halfgeleider en geleider) een van beide deelen gemakkelijk electronen opneemt, maar ze onwillig weer afstaat — het andere deel daarentegen zeer vrijgevig is met electronen, doch ze na uitreding soms ongaarne weer tot zich neemt.

Het resultaat van een en ander is dus, dat bij het aanleggen van een wisselspanning de electronen gemakkelijk in de richting II-I zullen loopen en zich in verplaatsing naar de andere richting zien gedwarsboord.

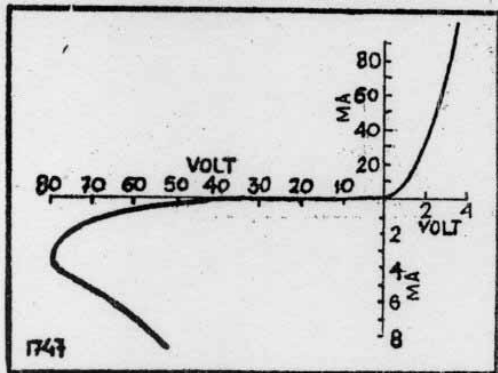
Er zijn twee combinaties mogelijk; de eene is 'n halfgeleider, die gul met electronen is (een zeer kleine uittree-arbeid heeft) plus een stift, die een tamelijk groote uittree-arbeid heeft. Dit geval vinden we bij zuiver silicium, dat echter een groote inwendige weerstand toont te bezitten, met als stift een metaal als wolfram. Wordt nu aan het silicium een geringe hoeveelheid aluminium toegevoegd, dan wijzigt zich de doorlating in tegenovergestelde zin. In 't eerste geval loopt de gelijkgerichte electronenstroom van kristal naar stift, terwijl het in het tweede geval juist andersom gaat.

Behalve het Si-Al mengkristal, maakt thans ook het Germaniumkristal veel opgang, dit laatste gemengd met een spoortje tin.

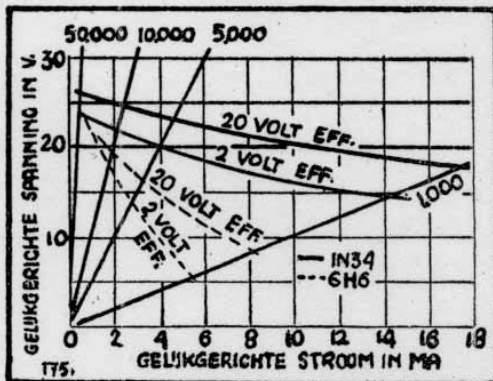
Nauwgezette laboratoriumarbeid heeft aan 't licht gebracht, dat het stiftmetaal aan vele voorwaarden moet beantwoorden. Zoo dient het met het oog op schok-absorptie veerkrachtig te zijn, de verhouding massa: druk laag, thermale en elektrische geleidbaarheid hoog enz. Aan deze eischen komt 'n wolframraad van 75 microns doorsnede bij een lengte van 0.25 cm het meest tegemoet, de contactpunt behoeft echter nog een slijpbewerking! Het Germanium, dat als semi-conductor in de hier afgebeelde kristaldiode wordt gebezigd, wordt niet in vrije staat aangetroffen, doch gewoonlijk in de dioxyde vorm (GeO<sub>2</sub>); het wordt gereduceerd met

zuurstof, gesmolten en geeft na afkoeling naar diamant aardende kristallen, die bij kamertemperatuur slechts langzaam oxideeren. Germanium is een element met het rangnummer 32, atoomteeken Ge en werd in 1886 door Winkler ontdekt.

*Dese figuur toont de stroom-spanning karakteristiek voor doortlaat en sperrichting. Let op het verschil in schaalwaarde.*



Het is de moeite waard de weergegeven curven eens aandachtig te bestudeeren, er liggen verrassende feiten in verankerend.



*In dit diagram wordt de IN34 vergeleken met de bekende dubbel-diode 6H6. Het veel hogere rendement bij lage belastingswaarden wordt hier wel zeer duidelijk gedemonstreerd. Voor een signaalwaarde van 2 V eff. moeten de schaalwaarde door 10 gedeeld worden.*

## Oplossing Service-probleem No. 3

Inderdaad, het was een gevolg van de 2e harmonische van de oscillatorfrequentie. Heel wat meer puzzelaars dan we dachten, konden ons dat vertellen, sommigen hadden van het probleem een wiskundige analyse gemaakt, waaruit alle mogelijke (en ook veel onmogelijke) middenfrequenties, waarbij dit verschijnsel kon optreden, naar voren kwamen.

Denken wij ons de situatie nog eens even in! De antennekring staat afgestemd op, laten we zeggen, 261 kp/s, waarbij aangenomen, dat op deze frequentie geen signaal aanwezig is. De oscillator werkt dan op een frequentie van  $261 + 473 = 734$  kp/s. Van deze frequentie is altijd de tweede harmonische, nl. 1468 kp/s, meer of minder sterk aanwezig. Een enkelvoudige pre-selectorkring is bezwaarlijk zóó selectief te maken, dat zeer sterke midden-golfzenders, zooals bijvoorbeeld Hilversum I, in het centrum van ons land niet, zij het ook zeer zwak, onder in het langegolfbereik doordringen. Uit de frequentie van Hilversum I. 995 kp/s, en de oscillatorharmonische ontstaat bij menging weer de middenfrequentie ( $1468 - 995 = 473$  kp/s) en Hilversum I wordt dus hoorbaar.

Enkele oplosers meenden, dat we hier te doen hadden met de „spiegel” van Hilversum I, maar dat is niet juist. Een spiegel op 261 kp/s zou afkomstig moeten zijn van een zender op een frequentie van  $261 + 2 \times 473 = 1207$  kp/s. Toch treden die spiegels inderdaad op en openbaren zich bij onvoldoende voorselectie en vooral na het inval-len van de duisternis als fluittonen op verschillende langegolfstations. Vandaar de 622 bij de 603-643 spoelserie!

Als een remedie tegen het doordringen van het signaal van 995 kp/s op het rooster van de mengbuis in het langegolfbereik is de meest eenvoudige het toepassen van een sperkring, ingesteld op deze frequentie. Tevens kan het geen kwaad eens na te gaan — door meting van de roosterstroom — of de oscillator niet te sterk genereert.

*Prijswinnaar is M. A. Biereman, Jekerstraat 57 II Amsterdam Z., die met een complete Service-documentatiemap 338 gaat strijken.*

## Oplossing Jongeren-puzzle No. 3

Tjonge, jonge, jullie hebt je puzzle-redacteur aardig opgeknapt met die stroom van brieven en briefkaarten! Er scheen geen eind aan te komen; tusschen haakjes, er zijn nog altijd inzenders die tegelijk met hun oplossing een technische vraag stellen of om inlichtingen vragen. Doe dat niet lui, dat geeft een massa stagnatie in de beantwoording. *Vragen apart en aan de juiste afdeling*, dan heb je veel sneller antwoord en je maakt het ons niet noodeloos lastig.

Enfin dus, iedereen schijnt aan het rekenen geslagen, vanaf de aspirant-jongeren van onder de tien tot de „jongeren-seniores met een stuk of wat kruisjes achter de rug. En bijna iedereen zag kans om „eruit te komen” ook! Waarom ook niet! Als je maar wist dat bij parallelschakeling van condensators de capaciteiten bij elkaar opgeteld moeten worden en dat de formule voor serie-schakeling zóó luidt:

$$C_{\text{totaal}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

dan kwam je er met probeeren altijd! Zoo deed Piet het ook! Hij plaatste de condensators van 1  $\mu$ F en 0.25  $\mu$ F in serie; dit geeft een totaalwaarde van 0.2  $\mu$ F. Probeer de formule maar, dan zul je het zien! (dit voor enkele „ontsporingen”, die wij onder de oogen kregen). Parallel hieraan wordt de condensator van 0.3  $\mu$ F verbonden, samen tot 0.5  $\mu$ F. Geen lor aan, hé? Alleen een beetje kostbare methode om aan een condensator van die waarde te komen.

De prijzen werden na loting (met véél nieten!) weggesleept door:

1. A. Baaij, Karveelstraat 47, Rotterdam (W.),
- II. J. W. A. M. Hurkens, Marconistr. 34, Maastricht