

## Ruismetingen aan de K 51 A

***Citation for published version (APA):***

Versnel, W., & Vorst, van der, A. C. A. (1964). *Ruismetingen aan de K 51 A*. Technische Hogeschool Eindhoven.

***Document status and date:***

Gepubliceerd: 01/01/1964

***Document Version:***

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

***Please check the document version of this publication:***

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

***General rights***

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

***Take down policy***

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN

Afdeling der Elektrotechniek

Rapport 1964 - EEA II  
Ruismetingen aan de K 51 A

door

W. Versnel

en

A.C.A. van der Vorst

November 1964

## Inhoud

§ 1. Inleiding*	blz.	1
§ 2. Opstelling voor het meten van ruistemperaturen	blz.	2
§ 3. Metingen	blz.	5
§ 4. Beschouwingen over de meetresultaten	blz.	8
§ 5. Foutendiscussie	blz.	9
§ 6. Opmerkingen	blz.	9
§ 7. Conclusie	blz.	10
Referenties	blz.	11
Bijlage I	blz.	12

\* Dit onderzoek is verricht binnen de sectie  
Elektronica A (Groepsleider: Prof. Dr. H. Groendijk).

§ 1

Inleiding

Er worden metingen beschreven, die ten doel hebben de gas-ontladingsbuis K 51 A als ruissubstandaard te ijken. De metingen zijn uitgevoerd bij 3000 MHz. Als ijk-standaard wordt een hete aangepaste belasting (ref.1) gebruikt, die voor het aangegeven frequentie-gebied ontwikkeld is door van den Bogaart (ref.2).

Voor een beschrijving van de voeding en regeling van de daarbij gebruikte oven wordt eveneens verwezen naar ref.2.

Opstelling voor het meten van ruistemperaturen

Voor de meetopstelling wordt verwezen naar fig. 1.

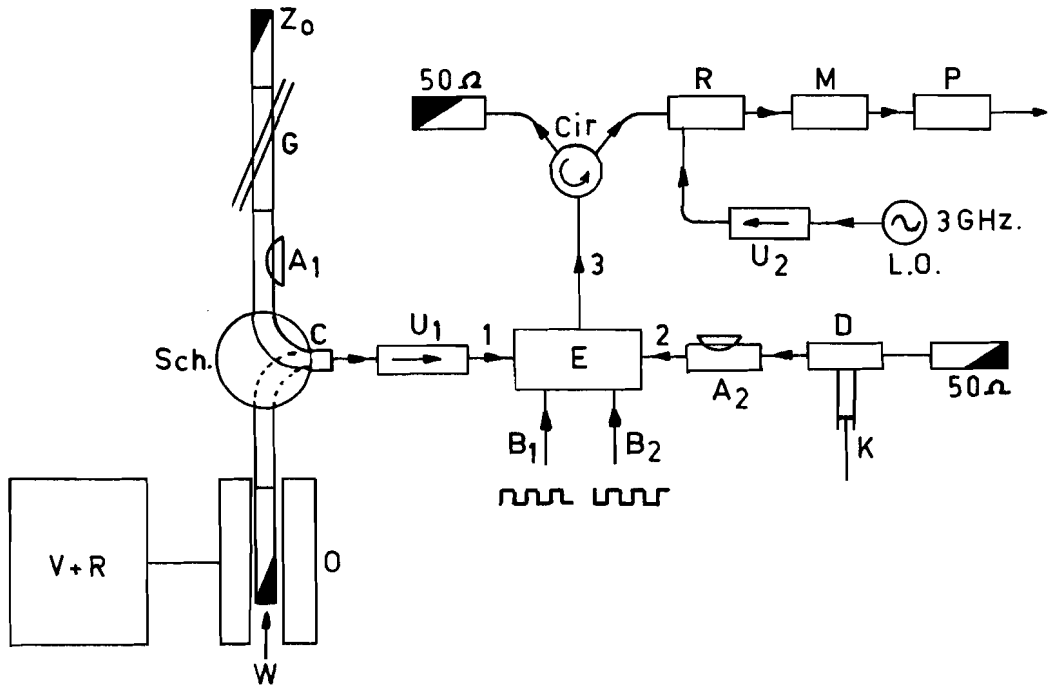


Fig. 1. Blokschema van de dicke-ontvanger bij 3 GHz. (het versterkergedeelte na de eerste middenfrequent-versterker P is weggelaten).

O = oven; Sch = golfpijpschakelaar;  $A_1$  = precisieverzwakker; W = wig op  $1000^{\circ}\text{C}$ ; G = houder met gasontlading; V + R = voeding en regeling van de oven;  $Z_0$  = aangepaste belasting; C = golfpijp-coaxiaal overgang;  $U_1$ ,  $U_2$  = coaxiale isolatoren; E = elektronische schakelaar;  $B_1$ ,  $B_2$  = regelspanningen voor de dioden in E;  $A_2$  = 3 db coaxiale verzwakker; D = 10 PM diode; K = variabele kortsluitzuiger; Cir = circulator; R = coaxiale richtingskoppelaar (10 db); L.O = locale oscillator; M = mengtrap; P = 30 MHz-voorversterker.

In principe is de werking als volgt: Het ruissignaal, dat in de gasontlading G ontstaat, wordt verzwakt door de regelbare verzwakker  $A_1$  en gaat via de golfpijpschakelaar Sch, de coaxiaal-golfpijp-overgang C en de isolator  $U_1$  naar ingang 1 van de elektronische schakelaar E. Het referentie-ruissignaal, dat in

ruisdiode D (ref.3) ontstaat, wordt door de vaste verzwakker  $A_2$  verzwakt en komt bij ingang 2 van schakelaar E. De variabele coaxiale kortsluitzuiger K wordt gebruikt om de 10 PM diode D af te stemmen op maximale output. De schakelaar E wordt geschakeld met een frequentie van 200 Hz. d.w.z. gedurende de ene helft van de periode van het signaal van 200 Hz, dat voor het schakelen zorgt, is 1 met 3, gedurende de andere helft van de periode 2 met 3 doorverbonden. Het signaal, dat schakelaar E bij 3 verlaat, komt via de circulator Cir en de richtingskoppelaar R op de mengtrap M terecht. Hier wordt het gemengd met het signaal, dat door de locale oscillator L.O. wordt afgegeven en dat via de isolator  $U_2$  wordt toegevoerd. Het mengproduct wordt versterkt met de middenfrequent-voorversterker P (de middenfrequentie is 30 MHz). De rest van de apparatuur\* is in fig. 1 weggelaten. Voor nadere bijzonderheden wordt verwezen naar ref. 4.

Evenals in ref. 4 wordt hier een nulmethode toegepast. De ruis afkomstig van gasontlading G wordt vergeleken met de ruis van de referentie-ruisbron D. De signalen, die bij 1 en 2 binnenkomen, worden aan elkaar gelijk gemaakt met behulp van de precisieverzwakker  $A_1$ . Van te voren is het ruisniveau van de diode D ingesteld door vergelijking met het ruisniveau van de aangepaste belasting W. (Hiertoe moet de golfpijpschakelaar in de andere stand gezet worden). Het criterium van gelijkheid wordt verkregen door in de getekende (zie fig. 1) stand van de schakelaar Sch gasontlading G en diode D uit te schakelen. Op het aanwijzend instrument van de dicke-ontvanger (in ons geval een schrijver) wordt dan een nullijn geschreven.

Ref. 4 beschrijft een meetopstelling in het frequentie-gebied 8,2 tot 12 GHz. Als referentie-ruisbron wordt een gasontlading in een golfpijphouder gebruikt.

De modificatie, die wij in het frequentie-gebied rondom de 3 GHz toepassen, is het gebruik van de vacuumdioden 10 PM i.p.v. een gasontlading als referentie-ruisbron. De opstelling wordt hierdoor veel compacter en is daardoor beter te hanteren.

\* Hierbij wordt als fasegevoelige versterker een apparaat van het fabrikaat Triconix (model CA-2; coherent amplifier) gebruikt.

Vergeleken met de nulmethode, die in ref. 2 beschreven is, heeft de door ons gebruikte variant het voordeel, dat tijdens de ruismetingen geen (tijdrovende en wegens de zware golfpijpcomponenten lastige) veranderingen in de geometrie van de opstelling noodzakelijk zijn.

Resumerend: Er worden de volgende handelingen verricht:

- 1e. De nullijn wordt geschreven. Gasontlading G en diode D zijn dan uitgeschakeld.
- 2e. De diodestroom van D wordt nu zodanig ingesteld, dat er evenwicht optreedt tussen de ruisniveaus bij de ingangen 1 en 2 van de schakelaar E.  
Het ruisniveau bij 1 wordt te weeg gebracht door ruis afkomstig van de wig W, die op ca. 1000°C is gebracht.
- 3e. De golfpijpschakelaar Sch wordt omgeschakeld. De gasontlading G wordt ontstoken. De verzwakker A<sub>1</sub> wordt nu zodanig ingesteld, dat weer evenwicht optreedt. Stel, dat de ingestelde verzwakking dan een waarde A heeft.\* De ruistemperatuur T van de gasontlading is nu te berekenen uit:

$$T_{st} = AT + (1 - A) T_0. \quad (1)$$

Hierin is T<sub>st</sub> de temperatuur van de wig W. T<sub>0</sub> is de temperatuur in graden Kelvin van de precisieverzwakker A<sub>1</sub>.

Bij het bovenstaande is aangenomen, dat zowel de gasontlading G als de hete wig volkomen aangepast zijn. Hiertoe is de gasontlading schuin door de brede wand van de golfpijp gestoken en wel zò, dat de gloeidraadaansluitingen zich het dichtst bij de golfpijpschakelaar Sch bevinden.

Bovendien wordt aangenomen, dat de verliezen in de golfpijpwanden te verwaarlozen zijn.

\* )  $0 \leq A \leq 1$  ; A = 0 bij volledige demping.

Metingen

De metingen kunnen wij als volgt onderverdelen:

- a. Dempingsmetingen en metingen van staandegolfverhoudingen.
- b. Ruismetingen aan een argon-buis, de CV 1881.
- c. Metingen ter vergelijking van ruistemperaturen van een neon-buis, de K 51 A, en bovengenoemde CV 1881.
- d. Ruismetingen aan de K 51 A bij diverse stroominstellingen.
- e. Ijking van de temperatuur met behulp van het goudpunt.

Ad. a. Dempingsmetingen en metingen van staandegolfverhoudingen.

Er zijn metingen gedaan bij drie frequenties, 2970 MHz, 3000 MHz en 3030 MHz volgens bekende technieken. In tabel I is één en ander weergegeven.

buis	stroom	2970 MHz		3000 MHz		3030 MHz	
		VSWR	$ r ^2$	VSWR	$ r ^2$	VSWR	$ r ^2$
CV 1881	0 mA	1,290	$1,60 \times 10^{-2}$	1,210	$9,02 \times 10^{-3}$	1,14 <sup>5</sup>	$4,58 \times 10^{-3}$
CV 1881	180 mA	1,185	$7,17 \times 10^{-3}$	1,130	$3,73 \times 10^{-3}$	1,090	$1,86 \times 10^{-3}$
K 51 A	200 mA	1,06		1,05		1,05	

Tabel I

In tabel I is de vermogens-reflectie-coëfficiënt  $|r|^2$  opgenomen. De K 51 A is geplaatst in een houder, waarbij de inwendige maten van de golfpijp de normale waarden hebben n.l. 2,840 x 1,340 inch. De gasontlading maakt een hoek van 7,5 graad met de golfpijp.

De CV 1881 heeft een houder, die hiervan afwijkt. De inwendige maten hiervan zijn 72 x 14 mm. (2,84 inch  $\approx$  72 mm). Er zijn twee overgangen (tapers) gebruikt tussen de normale golfpijp en de houder van de argonbuis. De lengte van elke taper en van de eigenlijke houder bedraagt 30 cm. De gasontlading maakt een hoek van 11 graden met de golfpijp.

Voor de dempingsmetingen verwijzen wij, wat de K 51 A betreft, naar bijlage II op blz. 27 van ref. 2. De demping van de CV 1881 bij een stroomsterkte van 180 mA bedraagt resp. 4,3 + ~~0,2~~ db, 4,3 ~~0,2~~ db en 4,3 ~~0,2~~ db bij resp. 2970 MHz,



3000 MHz en 3030 MHz. wanneer de argon ontlading uit is, blijkt de houder, bestaande uit de eigenlijke houder en beide tapers, nog een demping van ca. 0,2 db te hebben.

Ad. b. Ruismetingen aan een argon-buis, de CV 1881

Voor de effectieve ruistemperatuur van de CV 1881 bij een stroomsterkte van 180 mA werd door ons gemeten:  $6700^{\circ}\text{K}$ . De meetopstelling is in fig. 1 weergegeven.

Ad. c. Metingen ter vergelijking van ruistemperaturen van de K 51 A en de CV 1881.

Hierbij is een meetopstelling gebruikt, zoals in fig. 1 is weergegeven. Het enige verschil is, dat de standaardruisbron W uit fig. 1 vervangen is door de argon-buis, welke afgesloten is met een aangepaste belasting op kamertemperatuur.

Als wij aannemen dat de effectieve ruistemperatuur van de argon-ontlading  $6700^{\circ}\text{K}$  is, vinden wij uit onze metingen voor de ruistemperatuur van de K 51 A bij een schakelfrequentie van 200 Hz  $16.700^{\circ}\text{K}$  (buis II). Metingen bij een schakelfrequentie van 600 Hz leveren een 1 à 2 % hogere waarde op. Deze afwijkingen zijn echter niet significant.

Bij deze metingen is de stroom door de argon-buis 180 mA en door de neon-buis 200 mA.

Op een later tijdstip is bovenstaande meting herhaald. Het resultaat is hier een temperatuur van  $17.400^{\circ}\text{K}$  voor buis II.

Ad. d. Ruismetingen aan de K 51 A bij diverse stroominstellingen.

De meetopstelling is weergegeven in fig. 1. Er zijn drie buizen doorgemeten bij stroomwaarden van 100 mA tot 300 mA. De schakelfrequentie was hierbij 200 Hz. De ruistemperaturen zijn opgenomen in tabel II.

K 51 A	100 mA	150 mA	200 mA	250 mA	300 mA
buis I	16.400°K	16.300°K	16.300°K	16.500°K	17.200°K
	16.400°K	16.300°K	16.500°K		
		16.300°K	16.400°K		
			16.300°K 16.400°K		
buis II	16.300°K	16.400°K	16.500°K	16.500°K	16.900°K
		16.500°K	16.500°K	16.600°K	
			16.400°K		
buis III	16.800°K	16.900°K	16.900°K	16.800°K	17.200°K
		17.100°K			

Tabel II

De gevonden ruistemperaturen van de K 51 A zijn in bijlage I als functie van de stroomsterkte uitgezet. Tevens zijn in bijlage I de meetresultaten opgenomen, die men kan vinden op blz. 264 van ref. 5. Men vergelijkte overigens ook ref. 6.

Ad. e. IJking van de temperatuur met behulp van het goudpunt.

De temperatuur van de wig W, die als standaard ruisbron gebruikt wordt, wordt bij de ruismetingen gemeten met behulp van thermokoppels. Als controle werden deze thermokoppels geijkt met behulp van het smeltpunt van goud, (1063°C). Hiertoe werd een gouddraadje over de punt van de wig W gehangen en de temperatuur van de oven zo ver verhoogd, tot het draadje smolt. De thermokoppels gaven bij het goudpunt een afwijking van 2 à 3 graden.

Beschouwingen over de meetresultaten

De argon-buis is tegen de standaard ruisbron geijkt: De ruistemperatuur bij 180 mA is 6700°K (zie § 3b). De neonbuis II is tegen de standaardruisbron geijkt: De ruistemperatuur bij 200 mA is 16.500°K (zie § 3d). Als controle op deze resultaten werden de metingen, beschreven onder § 3c, uitgevoerd: De neonbuis II leverde bij 200 mA ruistemperaturen van resp. 16.700°K en 17.400°K op. (Aangenomen is hierbij dat de effectieve ruistemperatuur van de argon-buis bij 180 mA 6700°K bedraagt). De metingen wijken maximaal 6 % van elkaar af. (16.400°K versus 17.400°K). In ref. 7 zijn metingen beschreven aan de CV 1881 bij 2860 MHz. De buis is hierbij in een trilholtte geplaatst. De ruistemperatuur van de argon-buis in deze geometrie bij een stroomsterkte van 180 mA. bedraagt volgens ref. 7 11.140°K. De ruistemperatuur is in dit geval gelijk aan de elektronentemperatuur.\*) Uit de metingen van de demping (vgl. § 3a) en de effectieve ruistemperatuur (vgl. § 3b) van de argon-ontlading in de door ons gebruikte geometrie is bovengenoemde elektronentemperatuur af te leiden. Er geldt n.l. voor het geval, dat de argon-ontlading aangepast is aan de golfpijp (d.w.z. geen reflecties vertoont):

$$T_{Ar, eff.} = AT_o + (1 - A) T_{Ar, el.} \quad (2)$$

Hierin is  $T_{Ar, eff.}$  de effectieve ruistemperatuur van de argon-ontlading, A de demping van de argon-ontlading,\*\*),  $T_o$  de temperatuur (= kamertemperatuur) van de aangepaste belasting, die tijdens de metingen achter de golfpijphouder geplaatst is.  $T_{Ar, el}$  is de elektronen temperatuur van de argon-ontlading.

Bij een demping A ter grootte van 4,3 db en een effectieve ruistemperatuur ter grootte van 6700°K vinden we voor de elektronen temperatuur van de argon-ontlading 10.500°K. Dit resultaat wijkt af van dat van Hughes (ref. 7), dat gevonden werd bij 2860 MHz.

\*) Onder de elektronentemperatuur wordt hier de werkelijke ruistemperatuur bedoeld.

\*\*\*) Die blz. 4.

Op een theoretische verklaring van de ruistemperatuur van gasontladingen gaan wij hier niet in. Wij volstaan met te verwijzen naar ref. 8, blz. 223 t/m 230, en ref. 9 en de daar geciteerde litteratuur.

## § 5 Fouten - discussie

De nauwkeurigheid van de metingen van de ruistemperatuur van de gasontladingen wordt geschat op 5 %. De fout in de temperatuursmeting van de hete wig  $W$  bedraagt 1 %. De fout in de bepaling van de verzwakking van de verzwakker  $A_1$  (zie fig. 1) bedraagt 0,1 db (= 2,3 %). De meting zelf levert een instelfout van 1 %. De asymmetrie van de golfpijpschakelaar Sch geeft een systematische fout van hoogstens 1 %.

## § 6 Opmerkingen

In bijlage I is een afwijking te constateren van de ruistemperatuur van de K 51 A bij een stroomsterkte van 300 mA ten opzichte van die bij lagere stroomsterkten. Een verklaring hiervoor hebben wij niet gevonden. Wel blijkt bij een stroomsterkte van 300 mA en een gloeistroom van 3,4 A de anodespanning van de K 51 A een stationnair beeld te vertonen. De wisselspanningscomponent van de anodespanning bedraagt dan ongeveer 13 V top-top en heeft een frequentie van 2,6 kHz. Bij de nominale stroomwaarde van 200 mA blijkt de ontleding een zeer instabiel beeld te vertonen, althans wat zijn anodespanning betreft. Van een stationnaire wisselspanningscomponent in de anodespanning is geen sprake.

De argon-buis CV 1881 heeft bij zijn nominale instelling van 180 mA een stationnaire wisselspanningscomponent in zijn anodespanning. De frequentie van de striae in deze ontleding

bedraagt ongeveer 5,5 kHz (zeer globaal gemeten).  
Waarschijnlijk is het daarom gunstiger een argon- in plaats van een neon-ontlading te gebruiken. Een alternatief is een neon-ontlading onder meer stabiele condities te ontwikkelen, die bovendien voldoende demping heeft.

## § 7

### Conclusie

Voor de ruistemperatuur van de K 51 A hebben wij in het gebied rond de 3 GHz een waarde van  $16.600^{\circ}\text{K} \pm 800^{\circ}\text{K}$  gevonden.

De stroomsterkte door de buis bedraagt hierbij 200 mA. Bovenstaande waarde is de gemiddelde ruistemperatuur van de buizen I, II en III.

Brengen wij de systematische fout in de golfpijpschakelaar in rekening, dan moet de gemiddelde ruistemperatuur met  $100^{\circ}$  à  $200^{\circ}\text{K}$  verhoogd worden.

### Verantwoording

Wij zijn Prof.Dr.H.Groendijk zeer erkentelijk voor zijn daadwerkelijke stimulering van het beschreven onderzoek. De N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken verstrekte ons drie diodes van het type K 51 A en leende ons een argon-gevulde buis, de CV 1881.

Eindhoven, november 1964.

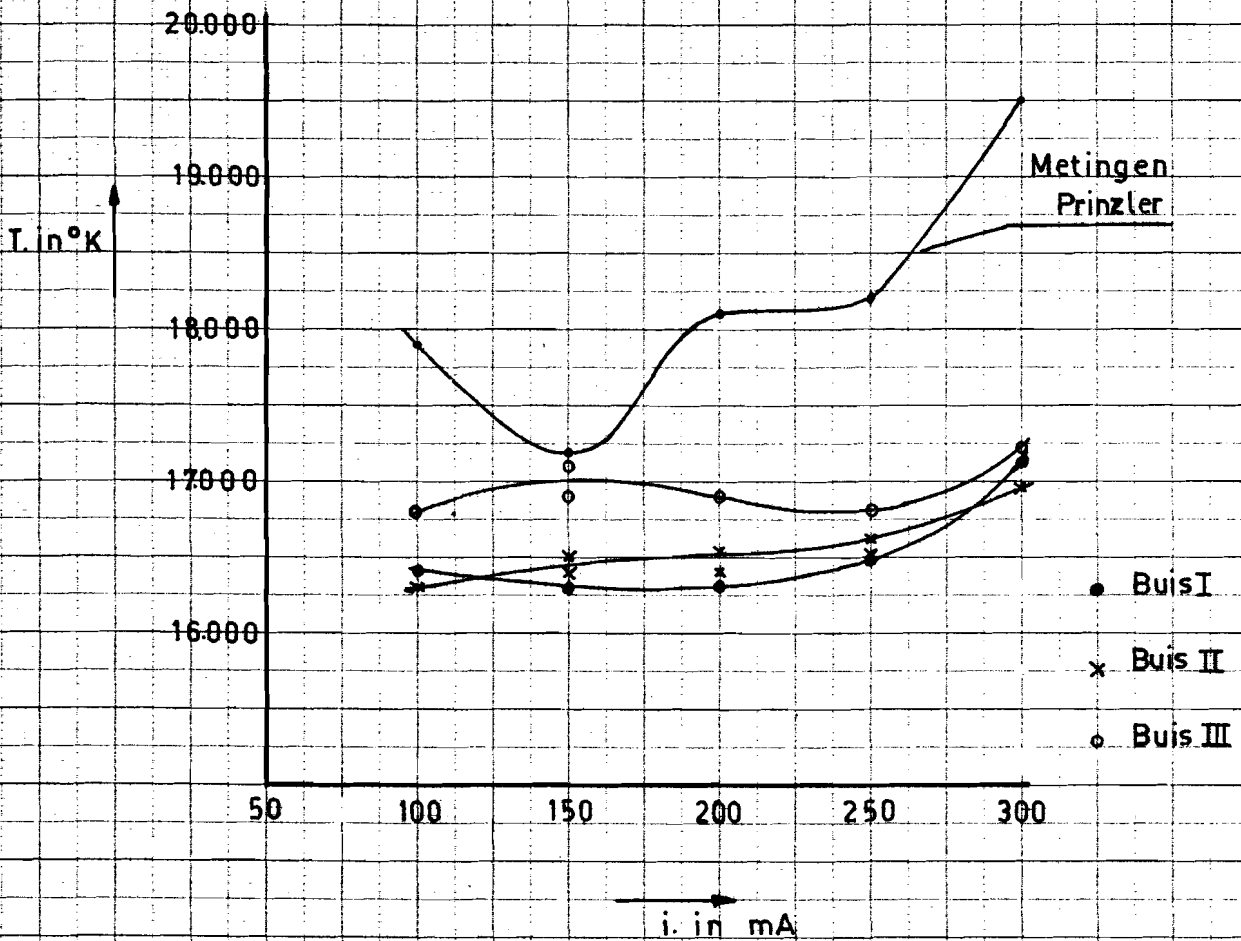
W. Versnel

A.C.A. van der Vorst.

Referenties

1. Knol, H.S. Philips Res. Rep. 12, 123 - 126, 1957.  
A thermal noise standard for microwaves.
2. Van den Bogaart, A.F. Een thermische standaardruisbron voor 3000 Mhz, Rapport 1964-BEA I, Technische Hogeschool, Eindhoven.
3. Groendijk, H. Philips T.T. 12, 383 - 385, 1957.  
Een ruisdiode voor decimetergolven.
4. Wells, J.S.; Daywitt, A.C.; en Miller, C.R.S.  
IEEE trans. IN-13, 17 - 28, 1964.  
Measurement of effective temperatures of microwave noise source
5. Prinzler, H. Investigations on noise sources generators in the microwave range. Zie: Proceedings on the second colloquium on microwave communication. Budapest 1962. (Akadémiai Kiadó; publishing house of the Hungarian Academy of Sciences. Budapest 1963), blz. 261 - 273.
6. Prinzler, H. Acta Techn. Hung. 42, 283 - 292, 1963.  
Einige Untersuchungen an Rauschgeneratoren im Mikrowellengebiet.
7. Hughes, V.A., Proc. IEE, part B, 103, 669 - 672, 1956  
Absolute calibration of a standard temperature noise source for use with S-band radiometers.
8. Pfeifer, H. Elektronisches Rauschen, Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1959.
9. Plantinga, G.H. Philips Res.Rep. 16, 462 - 468, 1961.  
The noise temperature of a plasma.

Bijlage I



Ruistemperatuur  $T$  van de K 51 A als functie van de stroomsterkte  $i$  van de ontleding bij een frequentie van 3 GHz. Tevens zijn opgenomen de metingen van Prinzler. (zie blz. 264 van ref. 5).