

## Ritselgenerator

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

Dijk, J. (1962). *Ritselgenerator*. (IPO rapport; Vol. 28). Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO).

***Document status and date:***

Gepubliceerd: 01/01/1962

***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.

INSTITUUT VOOR PERCEPTIE ONDERZOEK

- EINDHOVEN -

Rapport no: 28

Onderwerp: Ritselgenerator

Schrijver: J.Dijk\*

Periode van onderzoek: maart 1961 - mei 1961

<u>Inhoud:</u>	pag.
Summary	2
1. Inleiding	3
2. Statistische beschouwingen met betrekking tot de ritselgenerator	3
3. Beschrijving ritselgenerator	9
4. Metingen aan de ritselgenerator ten behoeve van de ritselstatistiek	13
5. Perceptieve beproeving der ritselgenerator	15
6. Literatuur	19
7. Appendix	20
Figuren	

\* Kandidaat Elektrotechniek, Technische Hogeschool Eindhoven.

Summary

To obtain a variety of identifiable noise patterns from white or coloured noise the need was felt for a special purpose noise generator. This report describes such a apparatus capable of generating electric pulses (30 sec) in a random sequence, while the average number of pulses is continuously variable from 1 to  $20 \cdot 10^3$  per second. In all cases white noise was used.

This generator could also be applied for the purpose of determining the analysing faculty of the human ear in distinguishing separate pulses presented at random.

Similarly, it could be used to determine the characteristics of the noise distribution of any noise signal applied to the generator.

## 1. Inleiding

Onder "ritsel" verstaan wij ruis, die is opgebouwd uit willekeurig in de tijd verdeelde standaardimpulsen. Ritsel wordt gekarakteriseerd door een gemiddelde impulsafstand  $\theta$ . Voor kleine  $\theta$  gaat ritsel over in ruis, voor grote  $\theta$  in een volgbaar willekeurig getik. Variëren wij van de gekleurde ruis de  $\theta$  dan ontstaan zulke klanken als reutelen, pruttelen, rammelen, rommelen, donderen, kraken, enz. Het belang van een generator welke ritsel levert, met instelbare  $\theta$  ligt vooral in het auditieve en fonetische vlak.

## 2. Statistische beschouwingen met betrekking tot de ritselgenerator

### 2.1 Inleiding

Onder witte ruis wordt verstaan ruis, waarbij de spectrale intensiteit constant is in het gehele frequentiegebied. Theoretisch moet zij dan bestaan uit een verzameling van oneindig korte en oneindig hoge pulsen, welke bekend staan onder de naam "Diracpulsen".

We zullen ons om te beginnen gaan bezig houden met de vraag wat de kans is van de ruis om boven een bepaalde amplitude uit te komen. Aangenomen wordt dat het relatief voorkomen van een bepaalde ruisamplitude gekarakteriseerd kan worden met een of andere frequentieverdeling  $g(x)$ , waarin  $x$  de amplitude voorstelt. De vorm hiervan wordt voorlopig in het midden gelaten. (Zie fig. a)

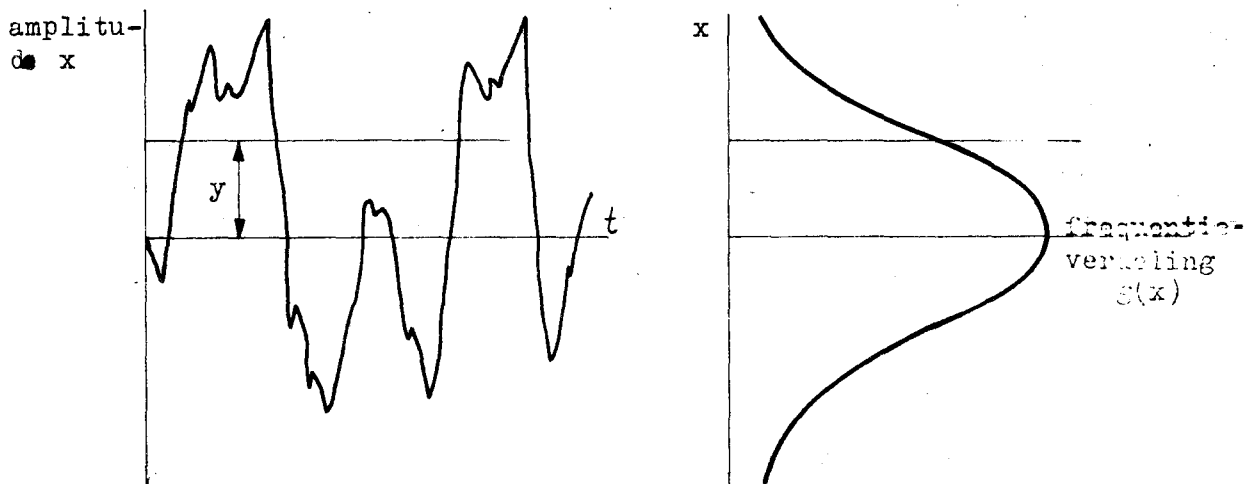


Fig.a Schematisch beeld van tijdfunctie van een witte ruis (links) en de bijbehorende frequentieverdeling (rechts).

Beschouwen we nu de kans die de ruis heeft om boven een bepaalde hoogte uit de komen. Deze kans is:

$$p(y) = \int_y^{\infty} g(x) dx \quad \left( \int_{-\infty}^{\infty} g(x) dx = 1 \right) \quad (1)$$

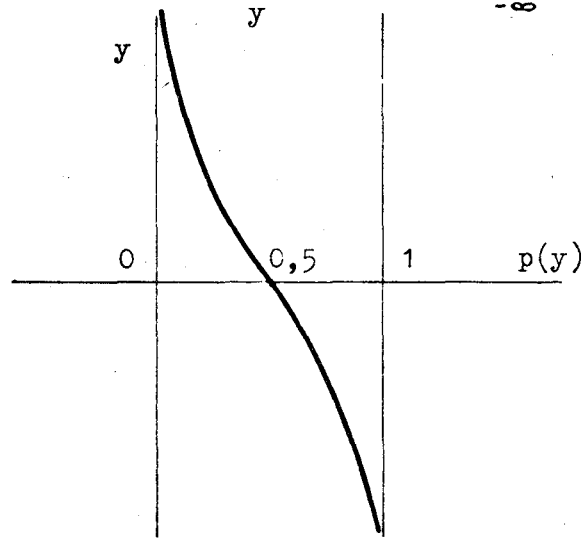


Fig.b Geschetst verloop van de kans  $p(y)$  als functie van de amplitude  $y$ .

## 2.2 De kans op het optreden van een plusserie

We verdelen nu de tijdas in stukjes met lengte  $\tau$  sec, en beschouwen de momentane waarde van de ruis op aequidistante tijden. Nu wordt  $\tau$  zo gekozen dat de amplitudewaarde van de ruis op tijdstip  $t+\tau$  geheel ongecorreleerd is met de amplitudewaarde op  $t$ .  $\tau$  is groter dan het zo genaamde correlatie interval. Dus we kunnen aannemen dat de amplitude van de ruis op de tijdstippen  $t+n\tau$  voldoet aan de frequentieverdeling  $g(x)$ . De volgende redenering is volkomen gebaseerd op deze aanname.

### Definities

1. Een "pluswaarde" (kort aangeduid als +) is een amplitude van de ruis, welke groter is dan een van te voren gegeven drempelwaarde  $y$ .
2. Een "minwaarde" (-) is een amplitude van de ruis, die kleiner is dan  $y$ .
3. Een plusserie is een reeks opeenvolgende amplitudewaarden van de vorm - + + ..... + -.
4. Een minserie heeft de analoge structuur + -- ..... - +.
5. Een cyclus is de combinatie van een plusserie met de erop volgende minserie of wel een minserie met aansluitende plusserie.

De lengte van de serie e.v. cyclus wordt aangegeven door het aantal + en/of - tekens. Zo wordt dus bijvoorbeeld een + serie met een lengte één voorgesteld door -/+/- en een + serie met lengte drie door -/+++/-, enz. (Zie fig.c).

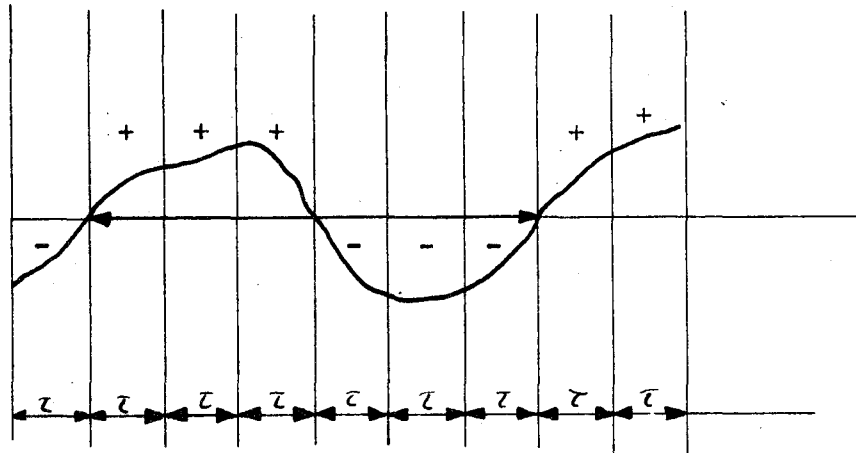


Fig.c Voorbeeld van een cyclus met lengte 6, bestaande uit een plusserie en een minserie elk met lengte 3

We brengen een en ander nu in wiskundige vorm. Daar de kans op (+) gelijk is aan  $p$  (zie fig.a) en dus de kans op (-) gelijk aan  $(1-p)$ , is de kans dat een cyclus (- +) optreedt gelijk aan  $(1-p).p$ . De kans dat een + serie optreedt met lengte één, dus -/+/-, is gelijk  $(1-p).p.(1-p)$ . Evenzo een + serie met een lengte twee, -/++/-, is  $(1-p).p^2.(1-p)$ .

In het algemeen: de kans dat een plusserie optreedt met lengte  $n$  is  $(1-p)^2 . p^n$ .

De kans dat een plusserie van willekeurige lengte optreedt is gelijk aan de som van de kansen dat een plusserie optreedt met lengte  $n$ , waarin  $n = 1, 2, 3, \dots$

$$p(+) = (1-p)^2 \left\{ p + p^2 + p^3 \dots + p^n \right\} = (1-p)^2 \cdot \frac{p}{1-p} \quad \text{daar } p < 1.$$

$$p(+) = p (1-p) \tag{2}$$

is de kans dat een plusserie zal optreden. Dit is direct in te zien; immers, de kans op een plusserie van willekeurige lengte is gelijk aan de kans op het optreden van de combinatie (- +).

### 2.3 De gemiddelde lengte van een plusserie

We beschouwen nu de lengtebijdrage van elke plusserie. De lengtebijdrage is uit de drukken in de lengte van de plusserie maal het relatieve voorkomen. Een plusserie met lengte één draagt dus bij  $(1-p)^2 \cdot p \cdot 1$ .

Algemeen: een plusserie met lengte  $n$ :  $(1-p)^2 \cdot p^n \cdot n$ .

De totale lengtebijdrage wordt nu:

$$(1-p)^2 \left\{ 1p + 2p^2 + 3p^3 + \dots + np^n \right\} =$$

$$(1-p)^2 \cdot \frac{p}{(1-p)^2} = p \quad (3)$$

De gemiddelde lengte  $l(+)$  van een plusserie is gelijk aan de totale lengtebijdrage van alle plusseries, gedeeld door de kans op het optreden van een plusserie. Dus:

$$l(+) = \frac{p}{p(1-p)} = \frac{1}{1-p} \quad (4)$$

We beschouwen dit voor een aantal waarden van  $p$ :

kans $p$	gemiddelde lengte $l(+)$
$p \rightarrow 0$	$1/1-0 = 1$
$p \rightarrow \frac{1}{2}$	$1/1-\frac{1}{2} = 2$
$p \rightarrow 1$	$1/1-1 = \infty$

Dezelfde beschouwingen kunnen we toepassen op de minseries door de kans  $p$  te vervangen door  $(1-p)$ .

Ter controle kan dienen dat voor  $p = \frac{1}{2}$ , dus bij het niveau  $y = 0$  de gemiddelde lengten der plus- en minseries aan elkaar gelijk zijn.

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{1-p} = 2$$

Tenslotte kunnen we nog de gemiddelde lengte van een cyclus aangeven. Deze is gelijk aan de gemiddelde lengte van de plusserie + de gemiddelde lengte van de minserie.

$$l(+)+l(-)=\frac{1}{1-p}+\frac{1}{p}=\frac{1}{p(1-p)} \quad (5)$$

#### 2.4 Hoorns

Onder een hoorn verstaan we een relatief maximum dat boven de drempelwaarde  $y$  ligt. Zo heeft een drie hoorn b.v. het aanzien, zoals getekend in fig.d.

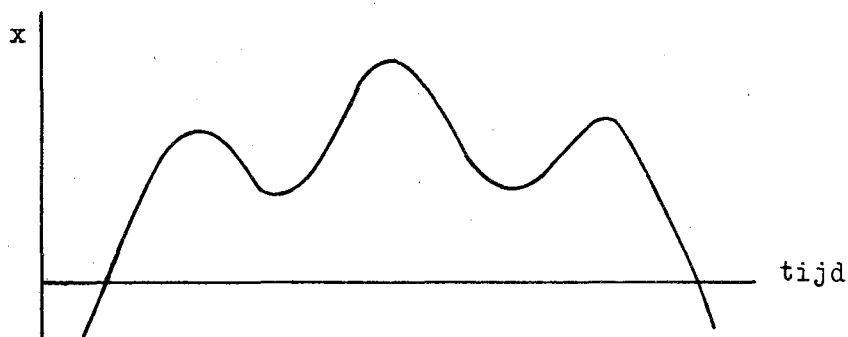


Fig.d Een driehoorn.

We beschouwen vervolgens de kans dat een top optreedt in het interval  $(x, x+dx)$ . De kans op een amplitudewaarde tussen  $x$  en  $(x+dx)$  is gelijk aan  $g(x)dx$ . De kans op een amplitudewaarde kleiner dan  $x$  is  $(1-p(x))$ . De kans dat er een top optreedt in het interval  $x, (x+dx)$  is dus:

$$(1-p(x))^2 g(x) dx$$

De totale kans dat er een relatief maximum optreedt boven het niveau  $x = y$  bedraagt:

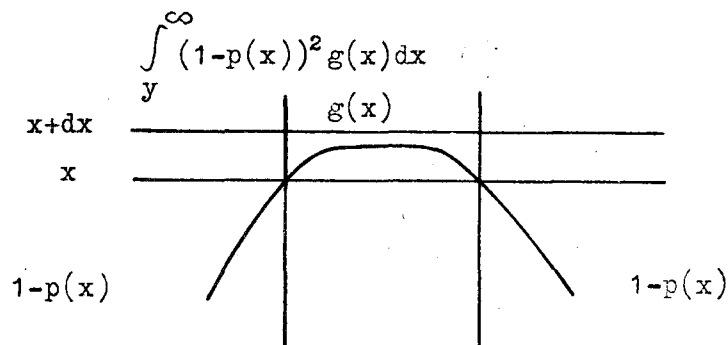


Fig.e Kans op het optreden van een top in het interval  $x$  en  $x+dx$ .



Uitgewerkt:

$$\int_y^{\infty} (g(x) - 2g(x)p(x) - g(x)p^2(x)) dx = p(y) - p^2(y) + 1/3 p^3(y) \quad (6)$$

daar  $\frac{dp}{dx} = g(x)$ .

We kunnen natuurlijk ook de kans beschouwen dat er een kuil optreedt in het interval  $(x, x-dx)$ . Deze bedraagt  $g(x)dx$ . De kans op een amplitudewaarde groter dan  $x$  is  $p(x)$ . De kans dat er een kuil optreedt in het interval  $(x, x-dx)$  is dus  $p^2(x)g(x)dx$ . De totale kans dat er een relatief minimum optreedt boven het niveau  $x=y$  bedraagt:

$$\int_y^{\infty} p^2(x)g(x)dx = 1/3 p^3(y) \quad (7)$$

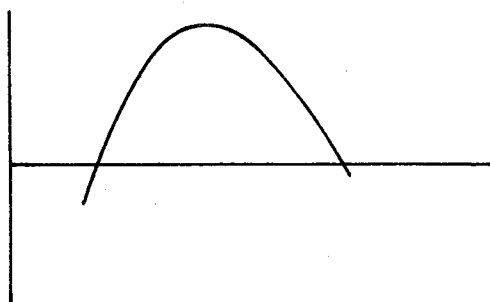
Om het aantal toppen (hoorns) der plusserie te vinden delen we de kans op een top door de kans op een plusserie. Gemiddeld aantal toppen der plusserie is:

$$\frac{p - p^2 + 1/3 p^3}{p(1-p)} = 1 + \frac{1/3 p^2}{1-p} \approx 1 + 1/3 p^2 + 1/3 p^3 \quad (8)$$

Gemiddeld aantal kuilen per plusserie is:

$$\frac{1/3 p^3}{p(1-p)} = \frac{1/3 p^2}{1-p} \approx 1/3 p^2 + 1/3 p^3 \quad (9)$$

Ter controle kunnen we het aantal toppen en kuilen per plusserie van elkaar aftrekken, waaruit één blijkt te komen. Beschouwen we nevenstaande figuren dan blijkt deze uitkomst volkomen logisch. Zie fig.f.



éénhoorn:  
1 top - 0 kuilen = 1.

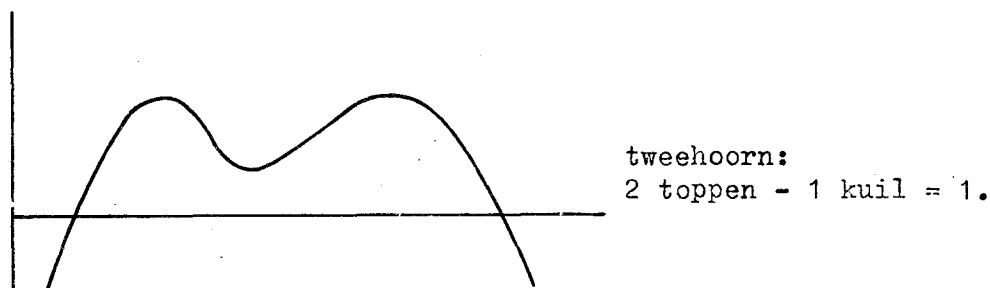


Fig.f Het aantal toppen in een plusserie is altijd één groter dan het aantal kuilen.

Tenslotte bepalen we het gemiddelde aantal toppen en kuilen per plusserie bij  $p = \frac{1}{2}$ . Gemiddeld aantal toppen:

$$1 + \frac{1/3 p^2}{1-p} = 1 + \frac{1/12}{1/2} = 1 \frac{1}{6}$$

Gemiddeld aantal kuilen:

$$\frac{1/12}{1/2} = 1/6$$

In het algemeen nadert het gemiddeld aantal hoorns per plusserie snel naar 1, wanneer  $p$  naar nul gaat, zoals blijkt uit (8).

### 3. Beschrijving ritselgenerator

#### 3.1 Algemeen

De ritselgenerator geeft pulsen af met constante amplitude en constante pulsbreedte ( $30 \mu\text{sec}$ ), maar waarvan de plaatsfunctie op de tijdas een stochastische variabele van de tijd is.

Het apparaat bestaat dan ook uit een monostabiele pulsgenerator, welke de eerste twee voorwaarden vervult, en een inrichting, welke er voor zorg draagt dat de pulsgenerator op het juiste ogenblik gestart wordt. In fig.g is het blokschema weergegeven.

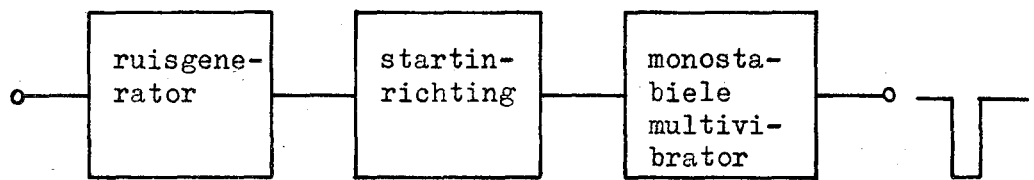


Fig.g Blokschema der ritselgenerator.

Principe van de werking3.2 Drempeling

Het signaal van de ruisgenerator wordt op een instelbare spanning van nul naar minus 15 Volt gedrempeld, d.w.z. bij een drempelspanning van bijvoorbeeld -8 V worden alleen ruispulsen doorgelaten met een momentele ruisamplitude kleiner dan -8 V. Zie fig.h en i. De positieve helft van de ruisspanning is dus ook verdwenen.

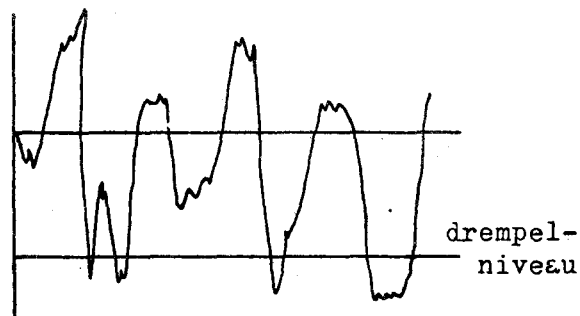


Fig.h Drempeling der ruispanning.

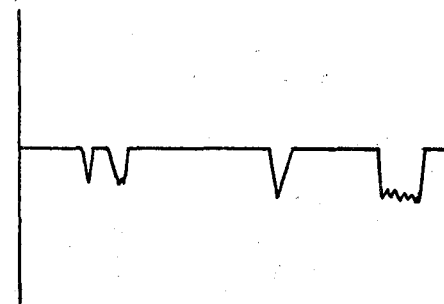


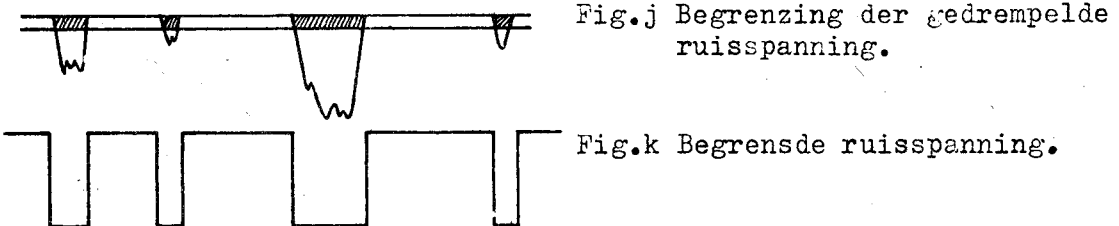
Fig.i Gedrempelde ruispanning.

Het is dus duidelijk dat bij drempelspanning 0 volt de hele negatieve helft doorgelaten wordt.

3.3 Begrenzer inrichting

Aangezien we uit het ruissignaal, als het ware een band willen knippen, dienen de gedrempelde ruispulsen nu begrensd

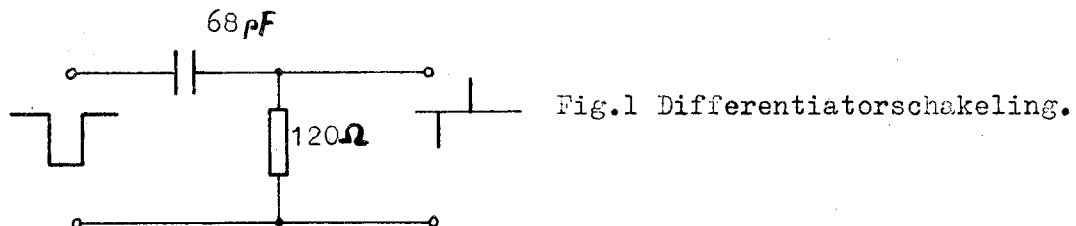
te worden. De begrenzing geschiedt op een niveau dat 0,1 V ligt onder de drempelspanning. Zie de figuren j en k.



De begrenzing gaat gepaard met een aanzienlijke versterking, zodat uiteindelijk pulsen verkregen worden van constante hoogte, daar de transistor volledig uitgestuurd wordt.

### 3.4 Differentiatorschakeling

De gedrempelde en begrensde ruissignalen worden toegevoerd aan een differentiatorschakeling met kleine RC-tijd, zodat zeer scherpe pulsen worden verkregen. (Fig.1)



### 3.5 Monostabiele multivibrator

De multivibrator geeft pulsen af met een amplitude van ca. 12 volt en een tijdsduur van  $30 \mu\text{sec}$ . Zij kan gestart worden met positieve of negatieve pulsen van  $\approx 0,1$  volt.

### 3.6 Laagdoorlatend filter

Daar de perceptieve toepassing van het apparaat voornamelijk nog ligt in het fonetische gebied en de aanwezige hoge frequenties boven 10 kcs storende bijeffecten geven, werd een laagdoorlatend filter ingebouwd met een recht doorlaatgebied tot 4 kc.s.

### 3.7 Blokschema

In figuur m is het blokschema van de ritselgenerator weergegeven

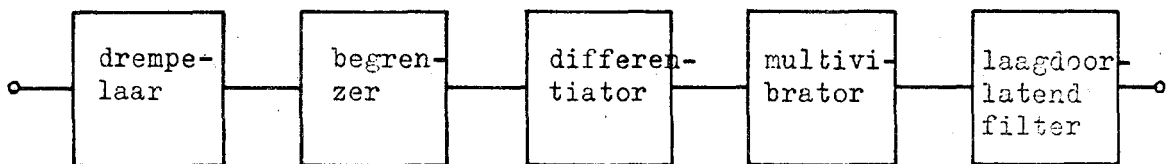


Fig.m Gespecificeerd blokschema der ritselgenerator.

### 3.8 Principeschema (zie bijlage I).

De drempelspanning wordt ingesteld met de potentiometer van  $200\Omega$ . De diode  $D_2$  staat in de doorlaat richting geschakeld. Zolang de diode geleidt, is er als het ware een kortsluiting en wordt niets doorgelaten, beneden de drempelspanning spert de diode en wordt de ruisspanning doorgegeven naar de emittervolger  $T_1$ .

De transistoren  $T_2$  en  $T_3$  vormen de begrenzer trap. Op de collector van  $T_3$  zien we dus de begrensde ruisspanning verschijnen, welke bestaat uit blokspanningen met constante amplitude.

De emittervolger  $T_4$  dient om de begrenzer belasting onafhankelijker te maken. De door het differentierend netwerk verkregen pulsen worden door  $T_5$  versterkt en toegevoerd aan de emitter gekoppelde multivibrator.

Bij een positieve puls van ca. 0,1 volt op de emitter  $T_6$  start de multivibrator. In de evenwichtstoestand geleidt  $T_7$  en staat  $T_6$  afgeknepen. Bij een positieve puls op de emitter gaat  $T_6$  plotseling geleiden en wordt  $T_7$  afgeknepen. De pulsbreedte wordt in hoofdzaak bepaald door de koppelcondensator van 590 pF en de potentiometer van  $200\text{ k}\Omega$ . De pulsbreedte bedraagt maximaal  $30\mu\text{sec}$ . Transistor  $T_8$  is geschakeld als emittervolger

en maakt de multivibrator minder afhankelijk van de belasting door de filters. Het nu volgend laagdoorlatend filter bepaalt het frequentiespectrum tot ca. 4,5 kc.s.

#### 4. Metingen aan de ritselgenerator ten behoeve van de ritselstatistiek

##### 4.1 Meting van de ruisverdelingsfunctie

Bij de wiskundige inleiding is ons gebleken dat, wanneer we de gemiddelde lengtebijdrage berekenen, we precies  $p(y)$  vinden. De gemiddelde lengtebijdrage bestond uit het product lengte van de plusserie maal het relatieve voorkomen.

Op de collector  $T_6$  kunnen we dus  $p(y)$  als functie van het drempelniveau  $y$  meten, daar we hier de beschikking hebben over de begrensde ruispulsen, welke met een integrerende meting juist het product lengte van de plusserie maal relatieve voorkomen oplevert. Voor de integrerende schakeling is het schakelschema in fig.n weergegeven.

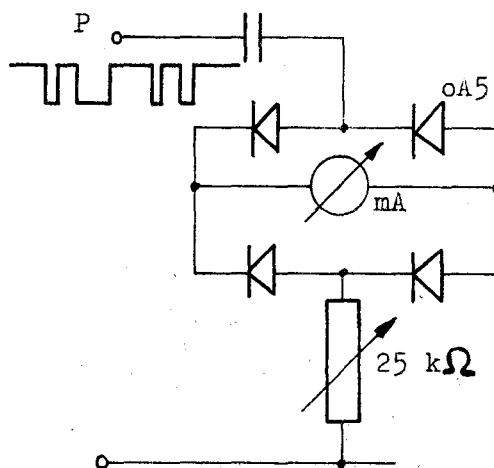


Fig.n Integrerende schakeling ten behoeve van de meting  $p(y)$  als functie van  $y$ .

In tabel A zijn de metingen weergegeven.

Tabel A

Drempelniveau	$p(y)$ gemeten	$p(y)$ genormeerd $f = \frac{0,5}{0,85}$
0 volt	0,85 mA	0,5
0,3	0,8	0,47
1	0,76	0,447
2	0,695	0,408
3	0,615	0,362
4	0,53	0,312
5	0,45	0,265
6	0,375	0,221
7	0,31	0,182
8	0,24	0,142
9	0,19	0,112
10	0,125	0,073
11	0,09	0,053
12	0,055	0,032
13	0,035	0,020
14	0,017	0,010
15	0,005	0,002

Op bijlage II is de kans  $p(y)$  uitgezet als functie van de drempelspanning  $y$ .

#### 4.2 Meting van het afgegeven aantal pulsen der ritselgenerator als functie van het drempelniveau

Uit de ritselstatistiek bleek dat de totale kans op een plusserie gelijk was aan  $p(+) = p(p-1)$ , waarbij echter  $p$  genormeerd was op één. Beschouwen we  $p(1-p)$  als functie van  $p$ , dan is de grafische voorstelling een parabool. Deze figuur is geheel onafhankelijk van de verdelingsfunctie der ruis. De meting van  $p(y)$  is reeds besproken in de vorige paragraaf, terwijl de grootheid  $p(1-p)$  relatief bepaald kan worden uit het gemiddeld aantal impulsen per seconde, welke de ritselgenerator afgeeft. In tabel B zijn de metingen samengevat.

Tabel B

Drempelspanning y volt	p(y) genormeerd	Gemiddelde aantal impulsen per seconde
15	0,002	210
14	0,010	440
13	0,020	770
12	0,032	1120
11	0,053	1610
10	0,073	2220
9	0,112	3170
8	0,142	4080
7	0,182	5260
6	0,221	6560
5	0,265	8150
4	0,312	10160
3	0,362	12360
2	0,408	15230
1	0,447	18210
0,3	0,47	19690

Op bijlage III is uitgezet  $p(1-p)$  als functie van  $p(y)$ . De theoretische verwachting dat een parabool op zou treden blijkt niet uit te komen.

## 5. Perceptieve beproeving der ritselgenerator

### 5.1 Subjectieve indeling als functie van de gemiddelde pulsafstand

De ritselgenerator produceert ruis met een spectrale verdeling, welke gemiddeld constant is tot ongeveer 4500 Hz. De waarnemingen beperken zich grotendeels tot het zgn. fonetische gebied. In dit frequentiegebied komen ook de verschillende wrijf- en sisklanken voor, die naar verwachting ook geproduceerd kunnen worden met genoemde ritselgenerator.



De door de generator afgegeven ruis bestaat uit elektrische impulsen met een tijdsduur, welke zó gekozen is dat zij in het beschouwde gebied als éénheidsimpulsen beschouwd kunnen worden. Bovendien kan de gemiddelde pulsafstand  $\theta$  ingesteld worden. Zoals bekend is het frequentiespectrum  $G(W)$  dan constant als functie van  $W$ . Luistert men naar deze impulsen, dan kunnen al naar gelang de waarde van  $\theta_{\text{gem}}$  een drietal gebieden worden onderscheiden. Deze zijn:

1. De ritsel wordt geïnterpreteerd als volkomen "glad". Dit gebied zal liggen bij kleine  $\theta$ .
2. Bij toenemende  $\theta$ , dus minder pulsen per seconde, zal een interpretatie van de ritsel optreden, welke als "rauw" gekenmerkt kan worden.
3. Bij nog grotere waarde van  $\theta$  zullen de afzonderlijke pulsen voor het oor navolgbaar beginnen te worden (ritsel).

De overgangen tussen deze drie gebieden kunnen redelijk scherp waargenomen worden. De bij deze overgangen behorende waarden voor  $\theta$  konden zodoende worden bepaald.

De proef kan gedaan worden met laagdoorlatende filters, waarbij in het doorlaatgebied de ruis, dus het aanzien van witte ruis, blijft behouden en met bandfilters, waarbij dus steeds een gedeelte van het ruisspectrum wordt doorgelaten. Deze laatste ruis heet gekleurde ruis. Gebruikt zijn zgn. oktaafilters. Op bijlage IV zijn de waarden van  $\theta$ , welke de overgangen tussen de te onderscheiden gebieden karakteriseren, aangegeven als functie van het doorgelaten frequentiegebied. Zoals blijkt is de overgang van glad naar rauw niet scherp waar te nemen. Deze overgang is met een band aangegeven.

De waarnemingen zijn gedaan met een vijftal personen. Er traden geen duidelijke verschillen op tussen de verschillende proefpersonen.

Bij gebruik van laagdoorlatende filters is de overgang nagenoeg frequentie-onafhankelijk. Zij ligt bij een  $\theta$  van ongeveer 0,001 seconde.

Het "ritseldiagram" zoals op bijlage IV aangegeven, doet vermoeden dat de overgang glad - rauw voor lage frequenties verschoven wordt naar grotere  $\theta$ . Waarschijnlijk is dit een artefact, daar we rekening moeten houden met de inslingertijd van het betreffende filter.

Theoretisch geldt dat bij een filter met een bandbreedte  $f_b$ , welke aangesloten wordt met een voldoende korte puls, de responsie gegeven wordt door:

$$\frac{C \sin \frac{\omega_b t}{2}}{\frac{\omega_b}{2}} \cdot \cos \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$$

Hierin is  $\omega_b = \frac{f_b}{2\pi}$ , terwijl  $\omega_{1,2}$  de cirkelgrensfrequenties van het bandfilter zijn.

Bij een laagdoorlatend filter geldt voor de responsie

$$C \frac{\sin \omega_{gt} t}{\omega_{gt}}$$

Hierin is  $\omega_g = 2\pi f_g$ , de grenscirkelfrequentie van het doorlaatfilter. Het aantal pulsen dat het filter nog redelijk gescheiden door kan geven is van de grootte orde  $\frac{1.5}{f_b}$

De verschuiving van de overgang glad - rauw naar grotere  $\theta_{gem}$  voor de lagere frequenties kan geheel uit boven beschreven verschijnsel verklaard worden.

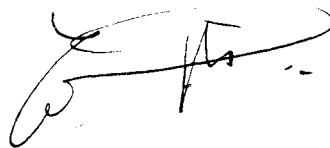
## 5.2 Benadering van wrijf- en sisklanken door middel van de ritselgenerator

Het diagram, op bijlage V en aangeduid met klankbenaderingsdiagram, is opgenomen door "witte ruis" met behulp van oktaaffilters te maken tot gekleurde ruis. Deze gekleurde ruis blijkt vele fonetische klanken te benaderen. De in het diagram aangegeven klinkers moeten uitgesproken worden op fluistertoon. Ook de combinatie van twee of meer octaven blijkt nieuwe interpreteerbare klanken op te leveren. Dit is evenwel niet in het diagram uitgezet. (Zie bijlage V).

De klanken zijn natuurlijk niet afhankelijk van de  $\theta$ gem., daar de klankkleur alleen bepaald wordt door het gebruikte filter; alleen de gladheid, rauwheid en navolgbaarheid van de pulsen wordt hierdoor bepaald. De geluidsintensiteit wordt zeer sterk bepaald door het gemiddelde aantal pulsen, vooral in het gebied tot ca.gem. 2000. In de ritselgenerator is daarom een afzonderlijke sterkte regeling ingebouwd.

Ondergetekende is bijzonder veel dank verschuldigd aan Prof. Dr.J.F. Schouten, die hem in staat stelde het onderzoek aan het Instituut voor Perceptie Onderzoek te verrichten en hem bij de uitvoering van veel steun is geweest.

Aan Dr.R.J.Ritsma is het vooral te danken dat het rapport in haar huidige vorm kon verschijnen. Tenslotte is de schrijver veel dank verschuldigd aan de heer D.J.H.Admiraal voor zijn hulp bij de conceptie van de besproken generator.



J.Dijk.

6. Literatuur

Bendat, J.S.

Principles and Applications of  
Random Noise Theory,  
New York, Wiley, 1958.

van de Ziel, A.

Noise,  
New York Prentice Hall, Inc., 1954.

Knol, Prof.Dr.K.S.

College dictaat Electronica,  
Technische Hogeschool Eindhoven.Jahnke, E. und  
Emde, F.Tables of functions, with formulae  
and curves,  
4th edition,  
New York, Dover Publ., 1945.

## 7. Appendix

### 1. Bediening en afregeling der ritselgenerator

In fig.o is het apparaat aangegeven.

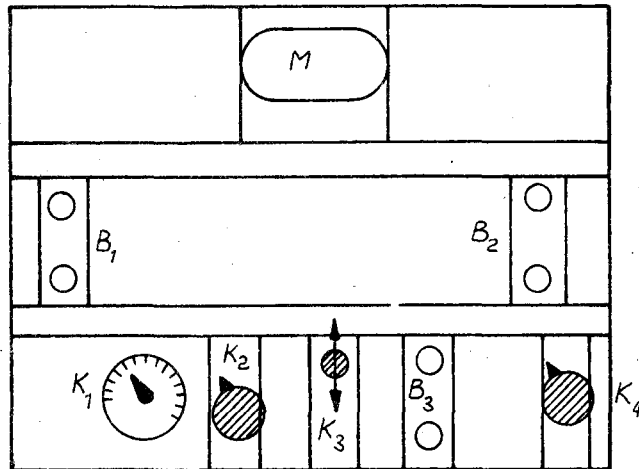


Fig.o De ritselgenerator.

Op de voltmeter M is het ingestelde drempelniveau af te lezen.

Klemmenpaar	Functie
B1	Ingang ruissignaal
B2	Voedingsspanning (15 volt)
B3	Uitgangsklemmen

Regel elementen	Functie
K1	Instelling drempelniveau
K2	Verzwakker
K3	"Aan - uit" schakelaar
K4	Pulsbreedte regelaar

Het blokschema in fig.p geeft de opstelling van de ritselgenerator met bijbehorende apparatuur weer.

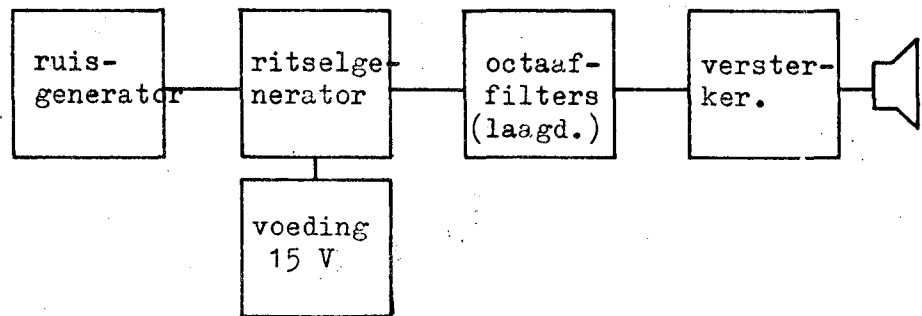


Fig.p Opstelling van de ritselgenerator in de meetschakeling

Het drempelniveau wordt op maximum waarde ingesteld. Dit bedraagt dan 15 volt. Vervolgens wordt de ruisspanning van de ruis-generator zover verzwakt dat nog slechts enkele pulsen per seconde in de luidspreker gehoord worden. Bij deze instelling behoort de ijkgrafiek op bijlage VI. Hierop is aangegeven het aantal impulsen gemiddeld per seconde als functie van de drempelspanning.

## 2. Mogelijkheden tot verder onderzoek

In de besproken ritselgenerator was het slechts mogelijk de drempelspanning te variëren van min 15 volt naar 0 volt. Dit legt een aantal beperkingen op aan de verrichte metingen. Zo kunnen  $p$  en  $p(1-p)$  als functie van  $y$  slechts gemeten worden tot een waarde van  $p = 0,5$ .

Om de volledige verdelingsfunctie van  $p$  en de functie  $p(1-p)$  te kunnen meten is het dus noodzakelijk de drempelspanning te kunnen variëren van bijvoorbeeld -15 volt naar +15 volt, zodat als het ware het volledige ruissignaal afgetast kan worden en niet alleen de negatieve helft. Hiertoe zijn een paar proefontwerpen gemaakt van de ingangsschakeling. Deze zijn in de figuren q en r schematisch aangegeven.

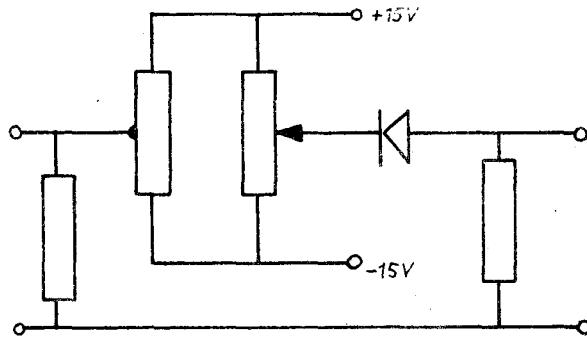


Fig.q Drempelschakeling met diode.

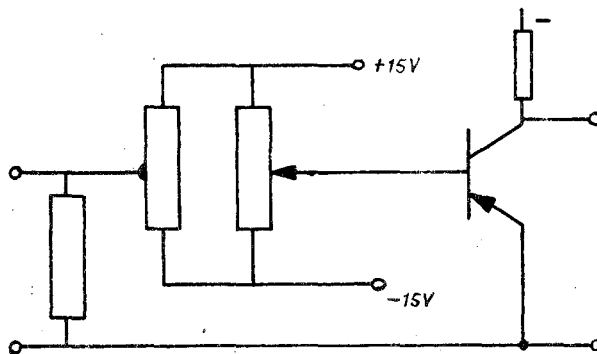
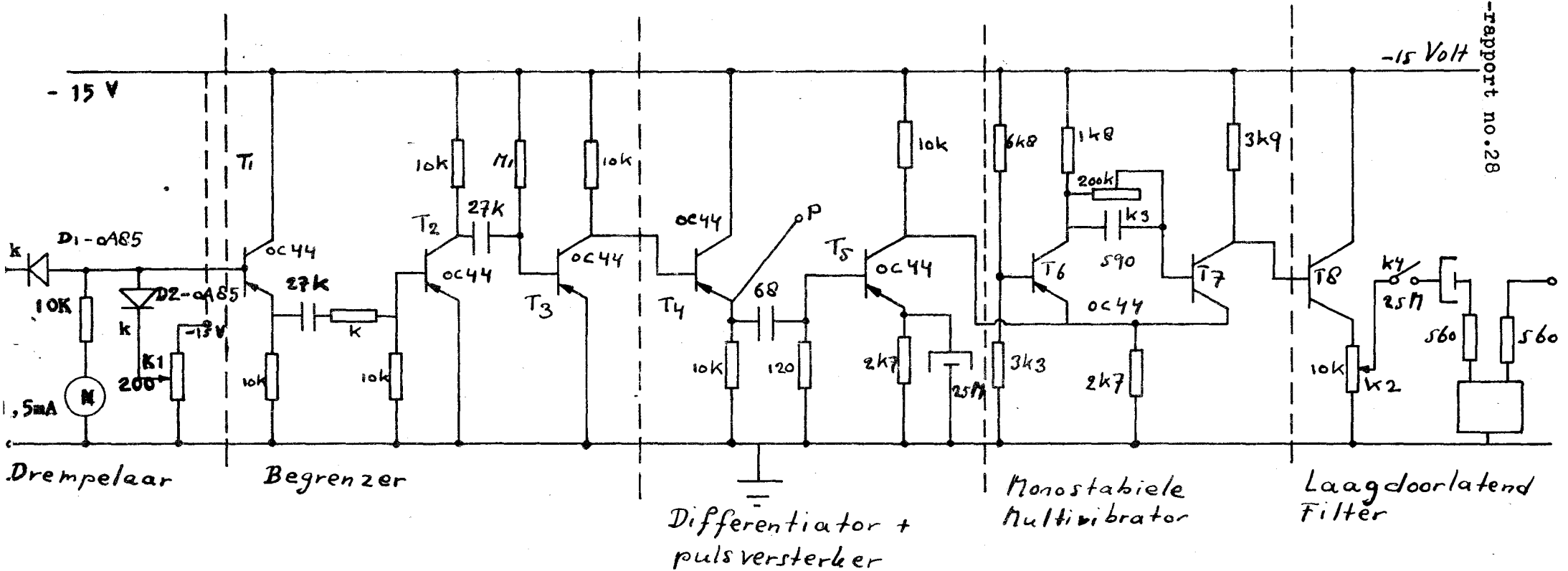


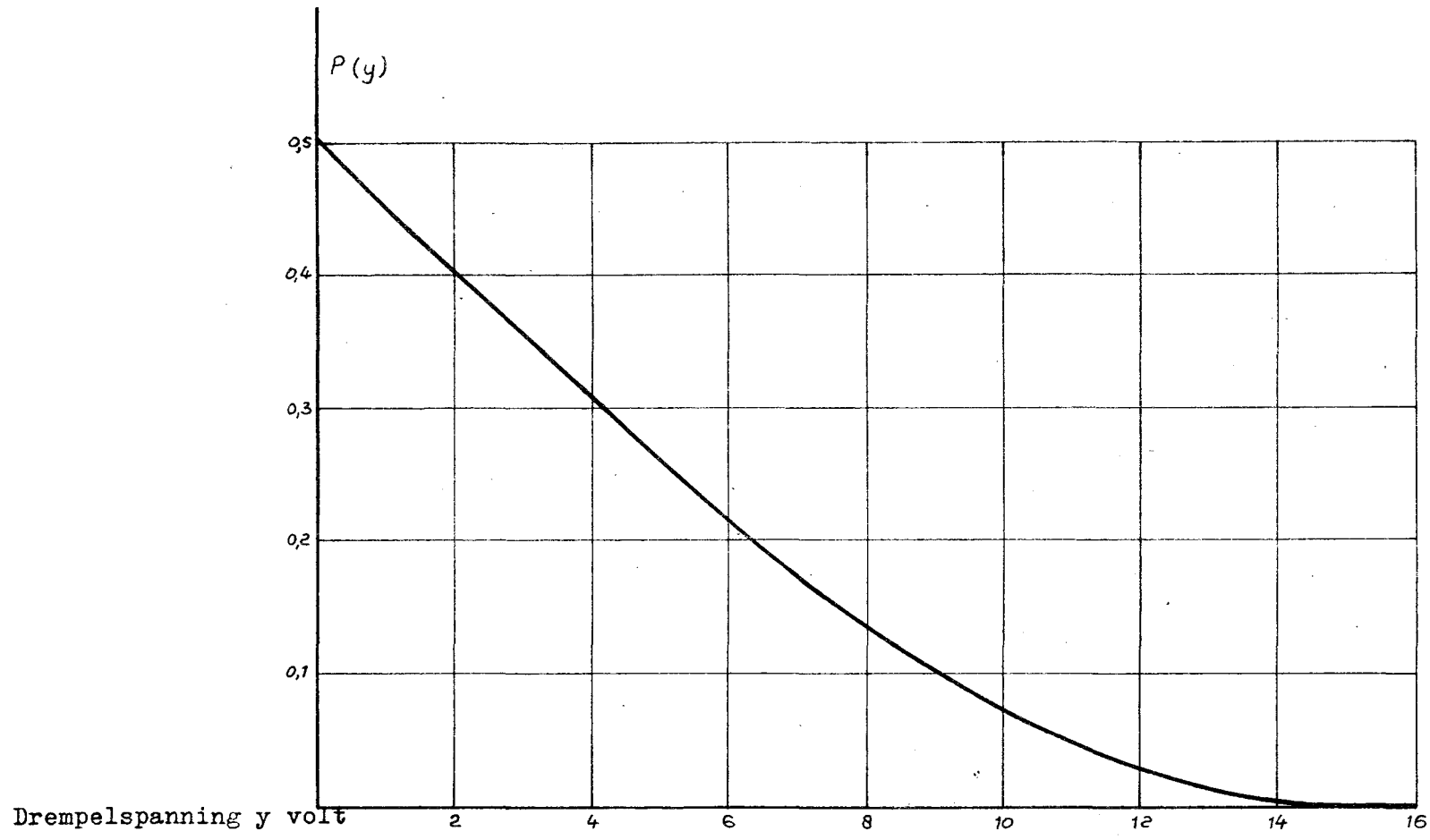
Fig.r Drempelschakeling met transistor.

De nu volgende begrenzer schakeling dient evenwel nog ontworpen te worden, waarna de rest van de ritselgenerator, vanaf de differentiator dus, volledig bruikbaar blijft.



Bijlage I: Principeschema der Ritselgenerator.



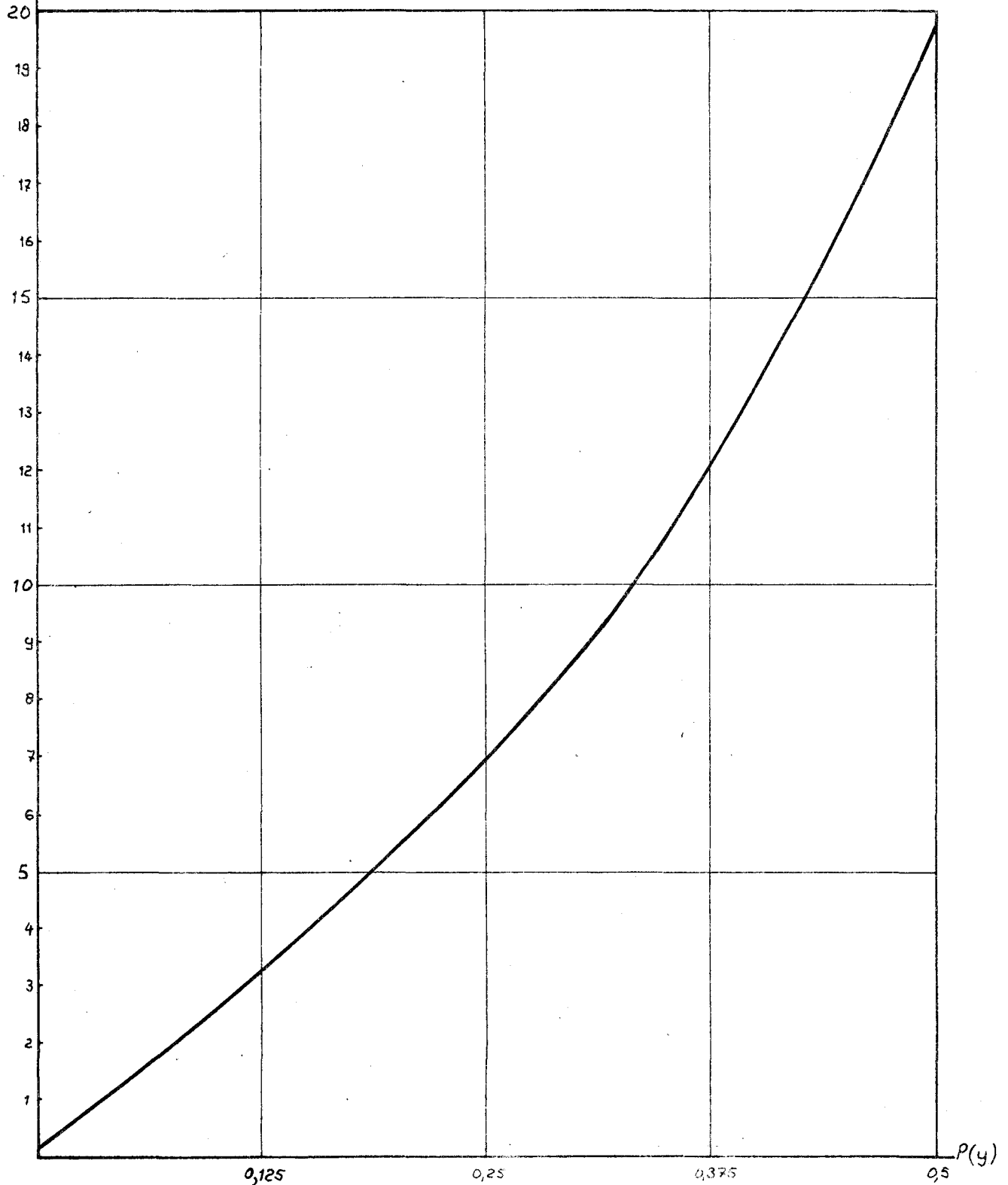


Bijlage II: De kans  $p(y)$  op het optreden van een top boven  $y$  als functie van de drempelspanning  $y$ .

$p(1-p)$

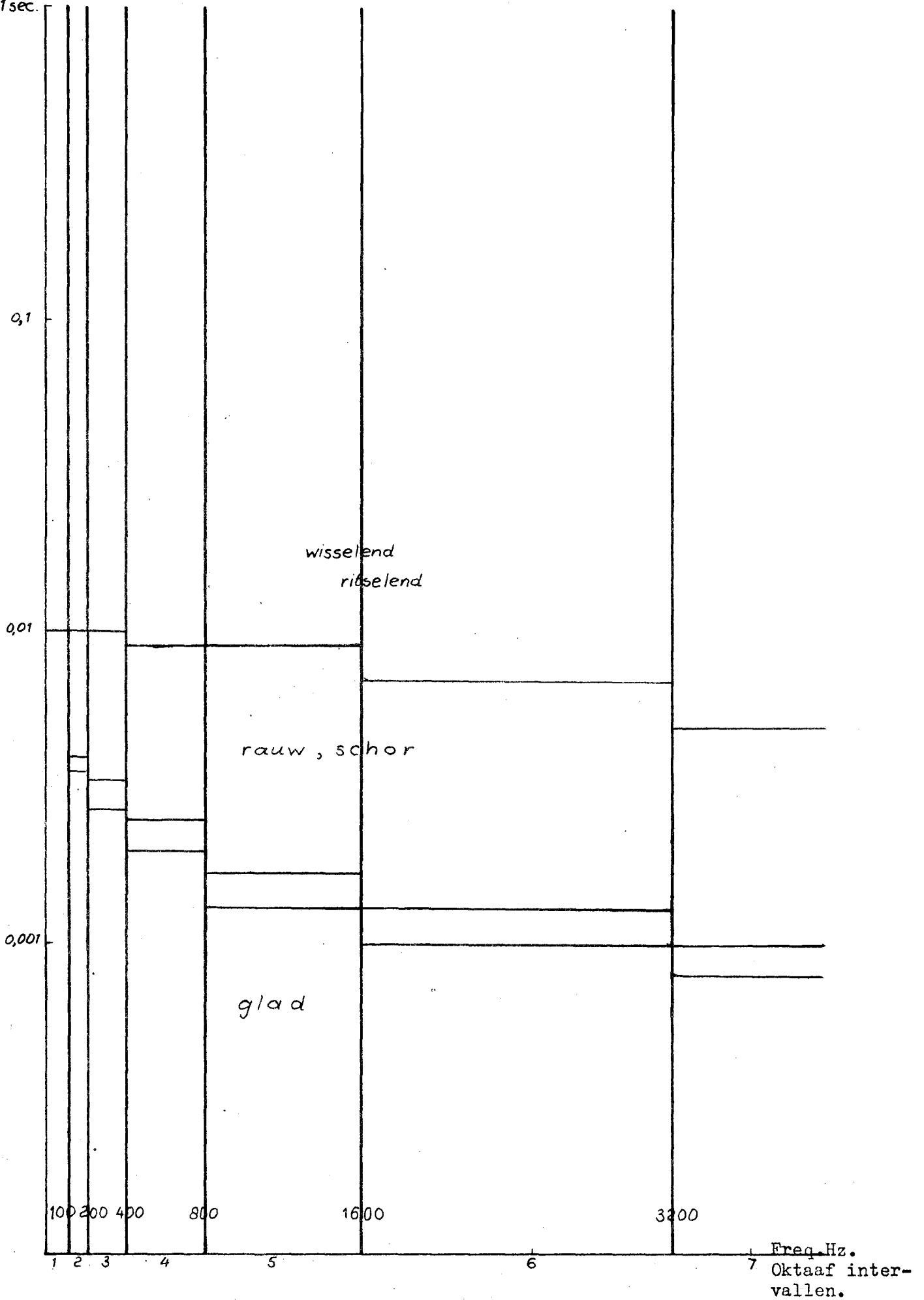
aantal pulsen per seconde

k Hz



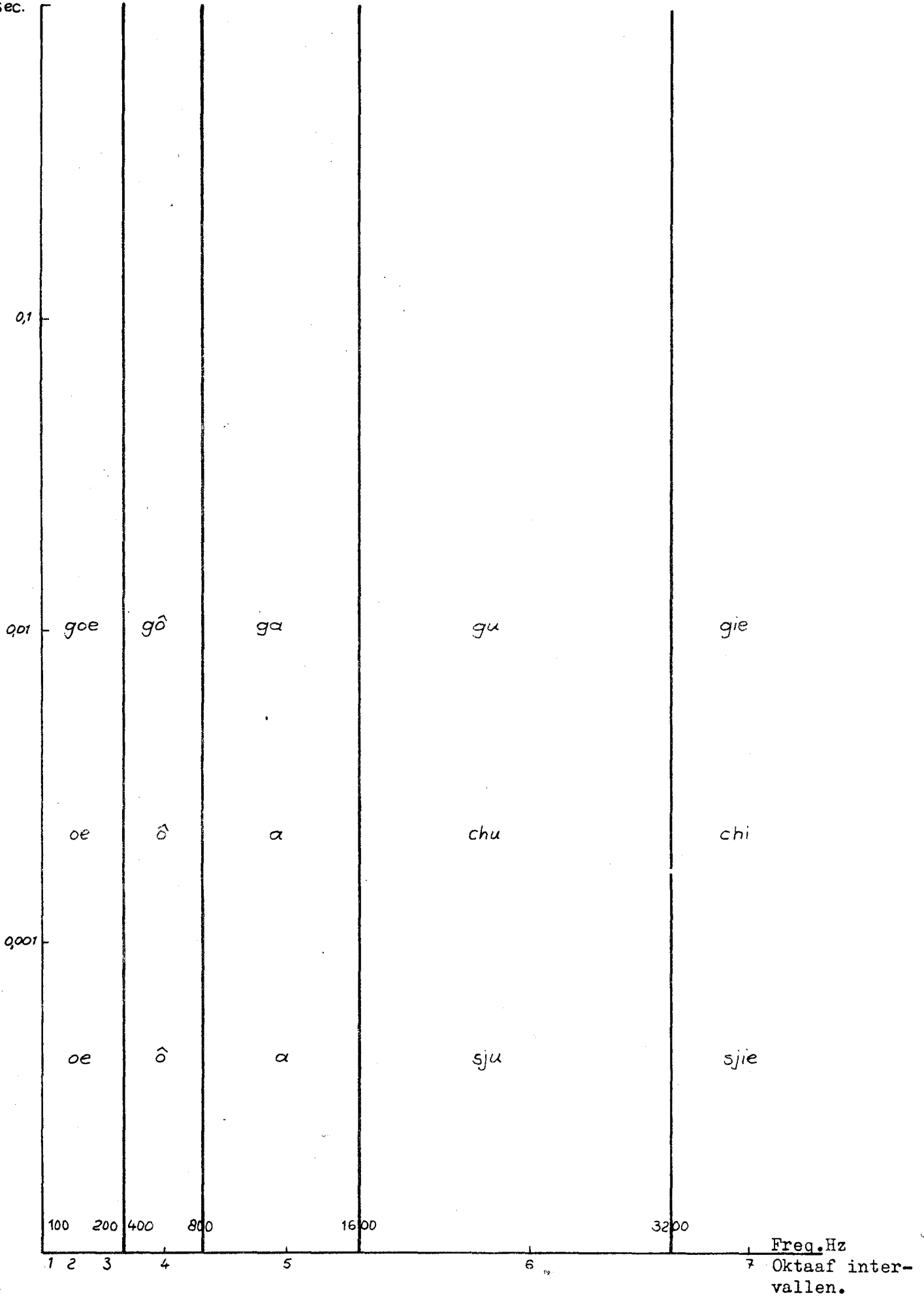
Bijlage III: Grafisch verloop van de kers op een glimmetje als functie van  $p(y)$ .

Ø gemiddeld  
1sec.

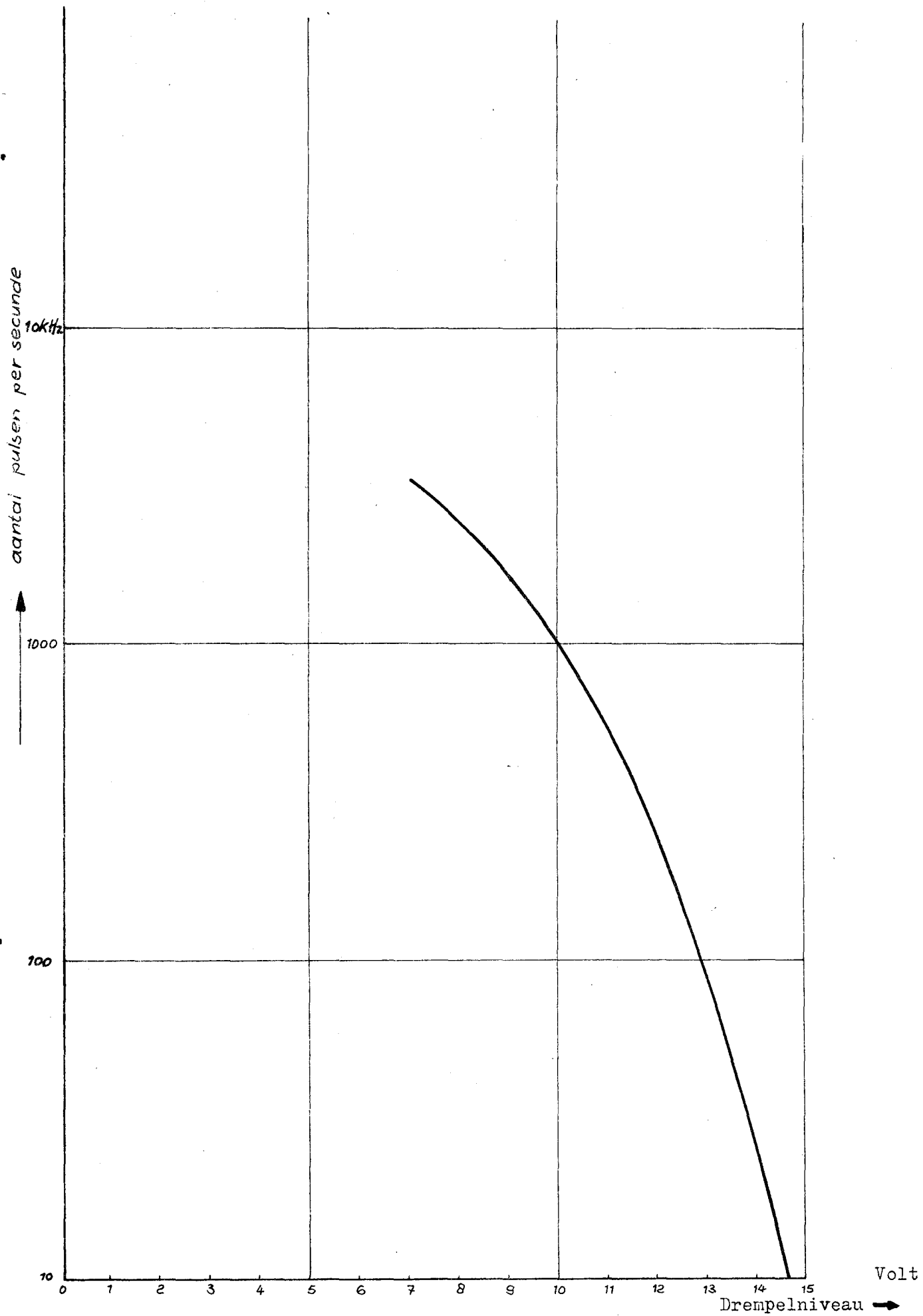


Bijlage V: Ritseldiagram

θ gemiddeld  
1sec.



Bijlage IV: Klankbenaderings diagram.



Bijlage VI: IJktabel behorende bij de ritselgenerator.