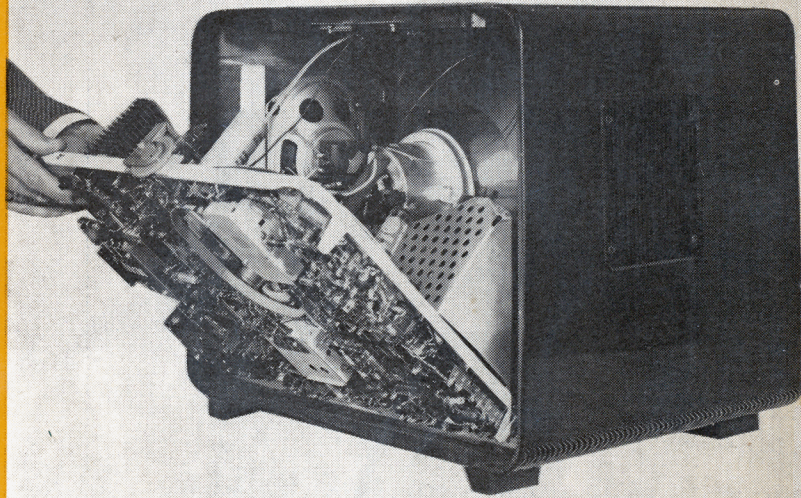


E. AISBERG

Zo...
werkt
de
televisie



N.V. UITGEVERSMIJ A. E. KLUWER DEVENTER

C.A. BIKKER
BOEKHANDEL
BADHUISSTRAAT 15
VLISSINGEN

ZO...WERKT DE TELEVISIE

E. AISBERG

Zo... werkt de
TELEVISIE

*Twintig vlotte causerieën die de werking van de moderne
televisiezers en -ontvangers uiteenzetten*

BEWERKT NAAR HET FRANS
MET KANTLIJNTEKENINGEN VAN
H. GUILAC

VIJFDE HERZIENE
EN GECORRIGEERDE UITGAVE

Scannen en grafische bewerkingen: PEIABR



N.V. UITGEVERSMAATSCHAPPIJ Æ. E. KLUWER
DEVENTER-ANTWERPEN

Dit boek is oorspronkelijk in het Frans geschreven bij de
Société des Éditions Radio, Parijs, onder de titel
LA TÉLÉVISION . . . MAIS C'EST TRÈS SIMPLE !

Het is vertaald in de volgende talen:

Duits (Regelien-Verlag, Berlin)

Engels (Radcrafft Publ., New-York)

Spaans (Arbo Editores, Buenos Aires)

Italiaans (Il Rostro, Milaan)

Zweeds (Beva-Teknik, Linköping)

Fins (Tekniikan Maailma, Helsinki)

Hebreeuws (Editions Glasman, Tel-Aviv)

Hongaars (Műszaki Könyvkiadó, Budapest)

Pools (Panstwowe Wydawnictwa Techniczne, Warschau)

Portugees (Companhia Editora Nacional, Sao Paulo)

Servisch-Croatisch (Tehnicka Kniga, Belgrado)

Joego Slavisch (Zivljenje in Tehnika, Ljubljana)

Tsjechisch (Statni Nakladatelstvi Technické Literaturny, Praag)

Russisch (Gosenergoizdat, Moscou)

Van dezelfde schrijver verscheen bij de
N.V. Uitgeversmaatschappij Æ. E. Kluwer,

ZO . . . WERKT DE RADIO

ZO . . . WERKT DE TRANSISTOR

ZO . . . GAAT HET TV-STORINGZOEKEN

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgeefster.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Copyright: E. Aisberg, Parijs, 1952

Scannen en grafische bewerkingen: PE1ABR

WOORD VOORAF

Van alle wonderen van onze moderne tijd, is de televisie zonder twijfel het grootste. In de landen waar deze nieuwe tak van techniek vaste voet heeft gekregen, is het persoonlijke en het gemeenschapsleven er sterk door beïnvloed.

Reeds het feit dat het gelukt is beelden over te brengen met een uitstekende natuurgetrouwheid, vervult iedere technicus, die aan de totstandkoming hiervan heeft medegewerkt, met rechtmatige trots.

Allen, die gedurende de ontwikkelingsgang van deze nieuwe techniek, van dichtbij kennis hebben genomen van alle moeilijkheden die moesten worden overwonnen en van alle problemen die moesten worden opgelost, kunnen hun ogen nauwelijks geloven, wanneer zij de resultaten zien, die de hedendaagse televisieontvanger biedt.

De televisie heeft zijn intrede in het gewone leven gedaan en heeft de dagelijkse gang van zaken in miljoenen gezinnen ingrijpend gewijzigd, zij biedt de mensheid nieuwe mogelijkheden voor ontspanning en lering, maar helaas ook voor vervlakking. De televisie is echter vóór alles een prachtig instrument; het is de taak van de overheid en de gebruikers toe te zien, dat het ten goede wordt aangewend.

De snelle opkomst van de televisie-industrie doet in vele landen de behoefte ontstaan aan een groot aantal ter zake kundige technici. Maar niet alleen de technicus zal zich op de hoogte willen stellen van de televisietechniek, ook iedere ontwikkelde leek heeft er behoefte aan het televisiewonder te begrijpen.

Het is ongetwijfeld daarom, dat een aantal van mijn kennissen mij verzocht een boek te willen schrijven onder de titel „Zo . . . werkt de televisie”, in dezelfde stijl als mijn overeenkomstige boek „Zo . . . werkt de radio”.

Dit laatste werkje, dat door mij is geschreven in 1935, is zeer in de smaak gevallen. Het is vertaald in vele talen; de oorspronkelijke Franse uitgave is verkocht in meer dan 350 000 exemplaren.

Miljoenen personen over de gehele wereld zijn met radio begonnen, dank zij de samenspraken van onze twee vrienden: Vraagal en Weetal. Deze laatste weet alles, terwijl zijn vriend Vraagal, ofschoon helemaal niet dom, nog wel het een en ander te leren heeft.

Het heeft mij enige moeite gekost om mijn vrienden duidelijk te maken dat het televisievraagstuk verre van eenvoudig — of om een uitdrukking van Vraagal te gebruiken „afgrijselijk ingewikkeld” is; ik heb mij hierdoor genoodzaakt gezien een aantal hoofdstukken toe te voegen die op het terrein van de natuurkunde liggen, bovendien heeft het nog ontbreken van een internationale standaard voor de uitzendingen, de zaak niet gemakkelijker gemaakt. Wanneer echter deze bescheiden bijdrage er toe zal medewerken de televisie meer bekendheid te geven, zal dit mijn beste beloning zijn.

Is dit een boek voor beginners? Zonder twijfel, want het is volkomen begrijpelijk voor iemand die nog niets van televisie weet. Om de stof te kunnen opnemen is het daaren-

tegen wel nodig, enige — zij het dan ook elementaire — kennis te bezitten van de radiotechniek. Wil de lezing van dit boek vrucht dragen, dan moet de lezer in grote trekken de werking kennen van de radiobuis, het principe van versterkerschakelingen, de detector en het principe van de super.

Wiskundige kennis is echter niet direct nodig. Ik heb mij steeds beijverd om de werkwijze van de beschreven schakelingen zo duidelijk mogelijk te verklaren. Wanneer men de uitleg over de loop van de elektronen en de vormveranderingen van het signaal goed heeft gevolgd, evenals de samenhang van de verschillende spanningen, worden alle schakelingen volkomen duidelijk.

Voortdurend heb ik getracht het essentiële van de schakelingen, die in de televisieontvangers worden toegepast, naar voren te brengen, daar, ofschoon de televisietechniek nog in volle ontwikkeling is en vele problemen nog verre van gestandaardiseerd zijn, toch de grondbeginselen van de schakelingen steeds dezelfde blijven. Ik heb een groot aantal van deze schakelingen, met hun varianten, de revue doen passeren. Ik heb er echter consequent van afgezien de numerieke waarden van de onderdelen te noemen, daar deze wijzigen met de toegepaste standaard en de gebruikte buizen.

Dit boek beoogt niet het beschrijven van de constructie van de televisieontvanger. Het doel is de *werking* ervan uiteen te zetten, daar het onmogelijk is, met enige kans op succes, met de bouw van een ontvanger te beginnen, wanneer men niet eerst de werking er van heeft doorgrond.

Ik heb getracht de studie zo gemakkelijk mogelijk te maken, zonder echter ergens de waarheid te kort te doen, noch door de moeilijkheden uit de weg te gaan, noch door iets weg te laten wat de toekomstige televisietechnicus van nut zou kunnen zijn.

Deze nieuwe techniek is op zichzelf echter al moeilijk genoeg; het is dan ook nodig dat de lezer dit boek steeds met aandacht leest. Ook doet hij er goed aan niet aan een nieuw hoofdstuk te beginnen, wanneer hij het voorgaande niet volledig heeft begrepen. Ik heb overigens niet getracht de moeilijkheden kleiner voor te stellen dan zij zijn en voor vele lezers zal het eerste hoofdstuk misschien het moeilijkst zijn.

Mijn vele ervaringen als opvoeder hebben mij ervan overtuigd, dat men makkelijker leert met een glimlach. Het is daarom, dat Vraagal en Weetal in hun dialogen dikwijls afwijken van de zuivere strakke stijl van de „Dialogen” van Plato . . .

Ook de uitstekende kantfiguren van mijn vriend Guilac verlichten met hun geestigheden — naast de verduidelijking van de tekst — in niet geringe mate de gesprekken van onze twee vrienden.

Als de lezer zich de moeite getroost heeft om deze met aandacht te volgen, zal hij de geheimen van de televisie hebben begrepen en daarmee zijn kennis in niet onbelangrijke mate hebben verrijkt. Dat zal de beloning zijn die wij hem van harte toewensen.

E. AISBERG

VOORBERICHT BIJ DE 2e DRUK

De eerste druk van *Zo . . . werkt de televisie* heeft bij critici zowel als bij talrijke lezers een onthaal gevonden, dat alle verwachtingen heeft overtroffen. Het is wel gebleken dat in deze tijd van onrust en spanning, behoefte bestaat aan studieboeken die naast de droge leerstof ook nog iets luchtigers bieden.

Men mene nu echter niet, dat hierdoor een boek is ontstaan dat moeilijke problemen als bij toverslag doet verdwijnen. *Neen*, integendeel, dit boek toont eens te meer dat de techniek van het overbrengen van televisiebeelden ingewikkeld is. Maar het is juist hierdoor dat het voortreffelijke werk van Aisberg ons aantoont, dat het voor iedereen met gezond verstand mogelijk is de televisie volkomen te begrijpen, mits hij zich de moeite geeft de 20 causerieën aandachtig door te lezen.

Het is dank zij de vlotte pen van de schrijver, dat „*Zo . . . werkt de televisie*” gemakkelijk opgenomen kan worden door iedereen die de beginselen van de radiotechniek kent. Het is dezelfde wijze van vertellen die het boek *Zo . . . werkt de radio* van dezelfde schrijver tot een ongekend wereldsucces heeft gemaakt. Ook in Nederland is dit radioboek een „bestseller”, het vormt met „*Zo . . . werkt de televisie*” een uitstekende cursus voor amateur en vakman.

September 1957

DE UITGEVER

VOORBERICHT BIJ DE 3e DRUK

Allerwege begint de belangstelling van vakman en leek toe te nemen voor alles wat met de televisie te maken heeft. Het aantal geregistreerde televisietoestellen in Nederland loopt met sprongen omhoog, terwijl de kwaliteit van de uitzendingen de vergelijking met het buitenland glansrijk kan doorstaan.

Het is in verband met de stijgende toestellenverkoop dan ook begrijpelijk dat de radiohandelaar zijn servicewerkplaats moet inrichten voor het onderhoud van de in gebruik zijnde televisietoestellen. Een groot aantal televisietechnici wordt opgeleid, terwijl een aantal oudere radiotechnici voor televisie wordt omschoold.

Ook de radio-amateur en de ontwikkelde leek grijpen naar een boek dat de werking van de wonderlijke kijkdoos die televisie heet, duidelijk en voor iedereen begrijpelijk uiteen zet.

Het beroemde boek van Aisberg, *Zo . . . werkt de radio*, bleek in een grote behoefte te voorzien. Ook het nieuwe boek van deze bekende schrijver, *Zo . . . werkt de televisie*, vindt een steeds ruimere lezerskring. De snelle verkoop van de 2e druk schenkt ons de overtuiging dat deze 3e druk zijn weg wel zal vinden.

Augustus 1959

DE UITGEVER

VOORBERICHT BIJ DE 4e DRUK

Het gaat voorspoedig met de televisie in Nederland. Vrijwel een derde van alle Nederlandse families is in het bezit van een televisietoestel. De Nederlandse programma's zijn van uitstekende kwaliteit en kunnen vergelijking met de buitenlandse glansrijk doorstaan. Bovendien komen in het oosten en zuiden van ons land hier nog de Duitse en de Belgische programma's bij.

Het thans in 14 talen verschenen „*Zo . . . werkt de televisie*” beleefde in Frankrijk kortgeleden zijn 6e druk en wordt door deze 4e druk van de Nederlandse uitgave, op de voet gevolgd.

Dit is wel het beste bewijs dat ook bij onze Nederlandse televisietechnici, Aisberg's gemakkelijke schrijfwijze zeer op prijs wordt gesteld.

Wij spreken de verwachting uit dat ook deze 4e druk er het zijne toe moge bijdragen de televisie in Nederland een nog grotere populariteit te verschaffen.

Februari 1963

DE UITGEVER

VOORBERICHT BIJ DE 5e DRUK

Toen een bekend uitgever van wetenschappelijke technische werken om zijn mening werd gevraagd over Aisberg's populaire boeken *Zo . . . werkt de radio*, *Zo . . . werkt de televisie* en *Zo . . . werkt de transistor*, zei deze het volgende

„Voor het overgrote deel van onze Nederlandse technici die dikwijls in hun avonden deze vakgebieden moeten bestuderen, is Aisberg's ontspannende schrijftrant een ware zegen. Ik ben van mening dat wij deze begaafde schrijver dankbaar moeten zijn voor zijn uiterst belangrijke bijdrage tot het vergemakkelijken van de studie van onze, dikwijls reeds overbelaste, technici”.

Wij behoeven aan deze uitspraak eigenlijk niets toe te voegen, bij het verschijnen van deze 5e druk.

December 1965

DE UITGEVER

INHOUD

1e praatje: VIDEOFREQUENT EN HOOGFREQUENT	13
Metergolven en hun voortplanting - Draagwijdte van een zender - Stratovisie - Zijbanden ten gevolge van de modulatie - Het achtereenvolgend uitzenden van de beeldelementen - Het videosignaal - Vervorming van een rechthoekig signaal tot een sinusvormig - De hoogste videofrequentie - Het overvol raken van de ether - Noodzakelijkheid van het gebruik van metergolven - Samenhang tussen de draaggolf en de hoogste modulatiefrequentie.	
2e praatje: REIS IN HET VERLEDEN	24
De nipkowschijf - Aftasten van het beeld - Interliniëring - Foto-elektrische cellen - Beeldzender - Het synchroon lopen - Ontvanger met neonbuis - Nadelen van de mechanische televisiesystemen.	
3e praatje: ELEKTRONEN IN HET LUCHTLEDIGE	32
De elektronica - Opbouw van het elektronenkanon - Atmosferische druk op de kathodestraalbuis - Een omgekeerde explosie - Het fluorescerende scherm - Elektronenoptiek - Focusering door magnetische velden - Elektronenlenzen - De „spot” of lichtvlek - Snelheid van de elektronen - Terugloop van de elektronen - Met aluminium behandelde schermen - Elektrostatische afbuiging - Horizontale en verticale platen - Samenstelling van het beeld.	
4e praatje: WANDELING IN DE VELDEN	42
Het magnetische veld van een bewegend elektron - Richting van de elektrische en magnetische velden - Wederzijdse beïnvloeding van de magnetische velden - Afbuigspoelen - Magnetische focusering - Vergelijking tussen buizen met elektrostatische en magnetische afbuiging - Gevoeligheid van het afbuigmechanisme - Maximale afbuigingshoek.	
5e praatje: EEN ZAAG OM DE TIJD IN STUKKEN TE DELEN	52
Zaagtandspanningen - Opwekken van zaagtandspanningen met mechanische middelen - Reis om de wereld in 2 uur - Lading en ontlading van een condensator - Tijdconstante - Exponentiële krommen - Tijdbasis met neonbuis.	
6e praatje: DE GRONDSLAGEN VAN DE TIJDBASIS	61
De drie voornaamste delen van de tijdbasis - De gastriode - Tijdbasis met thyatron - Sturing - Regeling van de amplitude - Synchronisatie-impulsen - Het inleiden van de ontlading - Het rechtlijnig maken met verzadigde dioden - Rechtlijnig maken met penthoden - Het gebruik van buizen met tegengestelde kromming van de karakteristiek.	

7e praatje: TIJDBASISSCHAKELINGEN MET BUIZEN ZONDER GASVULLING	72
Ontlading met luchtleidige buizen - Blokkeeroscillator - Hoe deze werkt - Tijdbasis met blokkeeroscillator - De multivibrator - Impulsooscillator - Multivibrator met kathodekoppeling - Omzetting van de impuls spanning in een zaagtandvormige spanning.	
8e praatje: DE ZAAGTANDEN AAN HET WERK	83
Versterking van de zaagtandspanning - Opwekken van symmetrische spanningen - Omkeren van de fase met buizen - Grootte van het veld bij magnetische afbuiging - Zelfinductie van de afbuigspoelen - Het oplopen en de terugslag van de spanning - Grootte van de spanning bij terugslag - Spoelen met lage impedantie - Aanpassingstransformatoren - Isolatievoorzorgen - De beeldafbuiging - Parasitaire oscillaties - Dempdioden.	
9e praatje: AAN DE ZENDERZIJDE	95
Belichtingstijd van de foto-elektrische cel - Systemen met constante verlichting of met omschakeling - Opzamelen van de ladingen - De iconoscoop - Een lichtgevoelig mozaïek - Elektronische omschakelaar - Secundaire emissie - De supericonoscoop - De image-orticon - Elektronenvermenigvuldigers - Opnamecamera's voor infrarood licht.	
10e praatje: IMPULSEN EN GOLVEN	106
Overzichtsschema van een zender - De elektronische zoeker - Vorm van het complete signaal - Scheiding door de amplitude - Het onderdrukken van de lichtvlek gedurende de terugslag - Vorm van de lijnimpulsen en de beeldimpulsen - Frequentieband van het videosignaal - Uitzending van één zijband - Gebruikte draaggolffrequenties.	
11e praatje: EEN TELEVISIEONTVANGER IN BLIK	116
Rechttuit-ontvanger of super - Geluidsontvanger - H.F.-trappen - Selectiviteit en scheiding tussen geluid en beeld - Ontvangers met één zijband - Herstel van de gelijkstroomcomponent - Scheiding en splitsing - Gemeenschappelijke H.F.-versterking voor geluid en beeld - Scheiding tussen geluid en beeld in een super - Invloed van het frequentieverloop van de oscillator op het geluid.	
12e praatje: KLEINE SIGNALLEN WORDEN GROOT	124
Versterking en selectiviteit - Noodzaak van een groot aantal H.F.-trappen - De „ruis” bij televisie - Minder ruis met H.F.-versterking - Onschadelijk maken van het beeldsignaal - De L/C-verhouding van de afgestemde kringen - Regeling van de zelfinductie van spoelen zonder kern, met ijzerkern en koperkern - Dempweerstand - Ontkoppeling - Methode met naast elkaar afgestemde kringen - Contrast - De hulposcillator - Colpitts-oscillator - Scheiding van beeld en geluid.	

13e	praatje: H.F. OP DE KATHODESTRAALBUIS	136
	Positieve en negatieve detectie - Positieve of negatieve signalen met één of twee trappen V.F.-versterking - Waarde van de onderdelen voor de detector - Symmetrische schakeling - V.F.-versterking - Invloed van de parasitaire capaciteiten - Waarde van de belastingsweerstand - Seriecompensatie, parallelcompensatie - Resulterende doorlaatkromme.	
14e	praatje: ACHTER DE CONDENSATOREN (DE GELIJKSTROOMHERSTELLER)	146
	Wanneer een signaal een condensator passeert - Niet-symmetrische signalen - Verlies van de gelijkstroomcomponent - Invloed op de helderheid en de synchronisatie - Directe koppeling - Gelijkstroomhersteller met diode - Plaatsing van deze dioden - Negatieve roosterspanning voor de V.F.-versterker.	
15e	praatje: HET SCHEIDEN EN SPLITSSEN	156
	Waarom het scheiden nodig is - Begrenzing - De plaats van de scheider - Scheiders met serie- en paralleldiode - Schakelingen met penthoden - Het vraagstuk van de polariteit - Gebruik van de hersteldiode - Omzetten van de tijdsduur van het signaal in amplitude - Differentiatie en integratie - Invloed van de tijdconstante - Vorm van de gedifferentieerde en geïntegreerde signalen - Gebruikelijke schakelingen.	
16e	praatje: VOEDINGSPROBLEMEN	173
	Hsp-voeding - Afvlakking - Regeling van de focussing en de helderheid - Zhsp met enkelfasige gelijkrichting - Gevaren van de Zhsp en beveiliging - Tegenspanning - Contactgelijkrichters - Spanningsverdubbeling - Voeding van een buis met elektrostatische afbuiging - Zhsp met L.F.- of H.F.-oscillator - Benutten van de overspanning bij de terugslag van de lijnen.	
17e	praatje: HET OPVANGEN VAN DE ETHERGOLVEN	185
	Voortplanting van metergolven - Halve-golflengte-antenne - Het vraagstuk van de bandbreedte - Horizontale of verticale polarisatie van de golf - Stroomverdeling - Dipool met of zonder reflector - Antenne-invoerleiding - Reflecties - Aanpassing van de impedanties - Impedantiekarakteristiek - Aansluiting van de invoerleiding - Verschillende antennes - Eigenschappen van de gevouwen dipool - Geestbeelden - Gerichte antennes - Werking van de reflector - De director - Afmetingen van gerichte antennes.	
18e	praatje: TWEE COMPLETE TELEVISIEONTVANGERS	197
	De rechthoek-ontvanger - De verschillende delen van het schema - De super - Versterking van de synchronisatie-impulsen - Polariteit van de gedifferentieerde impulsen.	
19e	praatje: HET WEERGEVEN VAN ALLE KLEUREN	208
	Het driekleurenprincipe - Het ontleden en weer samenstellen van het	

kleurenbeeld - Gelijktijdige uitzending van de drie beelden in de grondkleuren - Opeenvolgende uitzending ervan - Filters op schijven of trommels - Het vraagstuk van de modulatiebanden - Interliniëring van rasters en lijnen en interpunctering - Tweekleurenspiegels - Driekleurenscherm - Buis met drie elektronenkanonnen.

20e praatje: HET GROOTBEELD 219

De grootte van de kathodestraalbuis is begrensd - Projectie met objectief - Het vraagstuk van de helderheid van het beeld - Speciale projectiebuisen - Projectie met spiegels - Het skiatron - De vorderingen van de televisie - De voordelen van de analytische methode.

EERSTE PRAATJE

V.F. EN H.F.

Op een goede dag, misschien zwichtend voor de aandrang van zijn vrienden, schreef de geestelijke vader van Vraagal en Weetal een boek, dat een tegenhanger is van het bekende „Zo . . . werkt de radio”. Evenals dit werkje is het versierd met charmante tekeningen van Guilac (die zelfs in staat zijn de grootste pessimist een glimlach te ontfutse-len . . .).

Wij beginnen hier met het eerste hoofdstuk en stellen u voor aan onze twee vrienden, die enige vraagstukken trachten op te lossen die u zeker wel bekend zullen zijn.

De uiteenzettingen zijn er op gericht deze vraagstukken aan de beginnening duidelijk te maken. En wie weet, . . . misschien ontmoet u zelf nog een en ander wat ook voor u niet van belang ontbloot is . . .



OOM WOONT VERKEERD

Vraagal: Vandaag, mijn waarde Weetal, ga ik uw advies vragen betreffende mijn oom Dirk.

Weetal: Wat is er in 's hemelsnaam aan de hand met de goeie man.

Vr.: Niets meer of minder dan dat hij volkomen bezeten is door de televisie. Sedert verscheidene maanden dwingt zijn reumatiek hem de kamer te houden en zodoende is deze grote liefhebber van de bioscoop verstoken van zijn wekelijks filmrantsoen. Hij heeft mij nu opgedragen een televisietoestel bij hem te plaatsen om hem de begeerde plaatjes in huis te brengen.

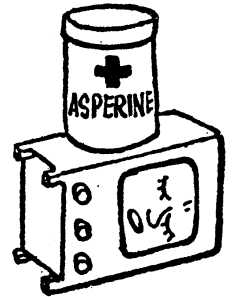
W.: Dat is een uitstekend idee! Voor diegenen die door ziekte aan hun bed gekluisterd zijn, of tenminste aan hun fauteuil, is de televisie een nog grotere weldaad dan de radio . . . Ik wil dan ook niets liever mijn waarde Vraagal dan je helpen. Laten wij om te beginnen maar eens even overwippen naar die oom van je, om eens te bekijken, hoe de antenne geïnstalleerd kan worden.

Vr.: Ik ben bang dat 't daar een beetje te ver voor is, want Oom woont op Texel.

W.: Nou . . . waarom heb je dat niet meteen gezegd! In dat geval zou ik maar beginnen met wat aspirine te sturen, want het is wel zeker dat hij alleen met een goede antenne, de dichtstbijzijnde televisiezender zal kunnen ontvangen.

Vr.: Waarom dan toch? Kan hij de uitzendingen van onze televisiezender Lopik niet ontvangen?

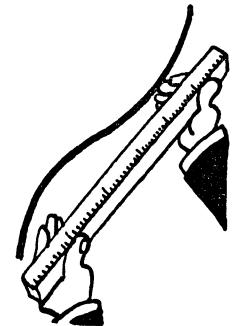
W.: Dat is inderdaad niet zonder meer mogelijk. De directe reikwijdte van de uitzendingen is in de regel niet groter dan 80 km. Alleen onder gunstige omstandigheden kan men ze soms op grotere afstand ontvangen. Hij zal dus nog maar moeten afwachten of hij goede ontvangst heeft.



DE AARDE IS ROND

Vr.: Waarom vergroot men dan niet het vermogen van de zender?

W.: Omdat de reikwijdte hierdoor niet noemenswaard wordt vergroot.



De televisie wordt op metergolven uitgezonden, dat wil zeggen, dat de golflengte tussen 1 en 10 meter ligt. De uitzendingen van onze zender te Lopik hebben bv. plaats op ca. 4,8 meter (62,25 megahertz). De metergolven hebben eigenschappen, die op die van het licht lijken, ofschoon de golflengte hiervan nog belangrijk kleiner is. Zij planten zich echter evenals de lichtgolven rechtlijnig voort, terwijl de midden- en lange golven zich gemakkelijk om bepaalde obstakels heenbuigen of de kromming van de aarde volgen.

Vr.: Moet men dan, als ik het goed begrijp, om deze golven te kunnen ontvangen, vanaf de plaats waar de ontvangantenne staat de zendantenne kunnen zien?

W.: Deze voorwaarde van „direct zicht” is gewenst, maar niet absoluut noodzakelijk. De metergolven planten zich gelukkig niet zo star rechtlijnig voort als het licht en kunnen om kleine obstakels heenbuigen. Bovendien moet je niet vergeten, dat de elektromagnetische golven zich door isolerende stoffen heen kunnen bewegen. Maar de aarde moet als een geleider worden beschouwd en om die reden . . .

Vr.: . . . Wacht even! Ik geloof dat ik het begrijp. De aarde vormt blijkbaar een obstakel voor deze golven en daar de aarde rond is, zal boven een bepaalde afstand zijn kromming de zendantenne voor ons onzichtbaar maken. De golven passeren over ons hoofd en verwijderen zich hoe langer hoe verder van de grond en verliezen zich eindelijk in de hogere lagen van de atmosfeer.

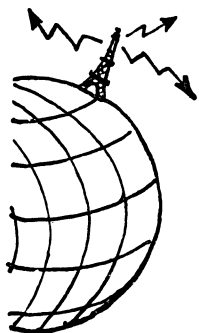


Fig. 1. De zekere rijkwijdte van een zender op metergolven wordt begrensd door zijn zichtbare horizon.

W.: Uitstekend, je hebt het volkomen begrepen, dit is wat men het „drama van de televisie” zou kunnen noemen.

Vr.: Waarom een drama?

W.: Omdat de kleine werkingssfeer van de zenders het nodig maakt er meerdere in bedrijf te stellen om een grotere oppervlakte te kunnen bestrijken en dat maakt televisie duur.

VRAAGAL ZOEKT HET HOGEROP

Vr.: Er moet toch wel een oplossing zijn voor deze treurige toestand! Men zou misschien de golven, die anders ongebruikt over de hoofden van de veraf wonende mensen in het niet verdwijnen, ten nutte kunnen maken, door zeer hoge antennes te gebruiken, opgehangen aan een vlieger of een sperballon . . .

W.: Zover gaat men niet, maar men doet z'n best zo hoog mogelijke antennes te gebruiken. Overigens zal men om te beginnen bij voorkeur de zendantenne op 't hoogste

punt van de omgeving plaatsen, of in een vlakke omgeving zal men deze op een hoge mast plaatsen.

Vr.: Juist, op deze wijze zal men een grotere reikwijdte krijgen. Maar waarom zou men op deze goede weg, die men heeft ingeslaagen, blijven stilstaan?

W.: Wat wil je daarmee zeggen?

Vr.: Om de antenne nog hoger te plaatsen, zou men de zender in een vliegtuig kunnen monteren. Wanneer dit tot in de stratosfeer stijgt, zou zelfs een land als Engeland of Frankrijk helemaal bestreken kunnen worden.

W.: Wel gefeliciteerd! Lang voordat jij er aan dacht, hebben de technici deze mogelijkheid al onder het oog gezien. Een poosje is er veel stof opgewaaid over de „stratovisie”. Maar de praktische uitvoering daarvan stuitte op onoverkomelijke moeilijkheden.

VRAAGAL UIT ZIJN HUMEUR

Vr.: Maar nou iets anders; waarom verdorie nog aan toe, moeten wij nou eigenlijk de televisie uitzenden op metergolven?! Is het omdat het de laatst aangekomene is, dat men hem naar de derde kelderverdieping van de golfengten heeft verwezen? Zou men niet door het weg laten vallen van drie of vier omroepzenders, een prettiger plaatsje voor de televisie kunnen inruimen in de gewone kortegolf- of langegolfband? Ik weet overigens heel goed hoe druk er over wordt gepraat, wie de beschikbare frequenties krijgt toegewezen.

Maar bedenk tenslotte dat een enkele golfengte tussen 200 en 600 meter en een zender van voldoende vermogen in het hele land en zelf nog een eind daarbuiten ontvangen zou kunnen worden . . .

W.: Jij maakt nogal eens vergissingen, mijn waarde vriend. Maar nog nooit heb je zo'n kapitale onzin uitgekraamd! Het onderbrengen van de televisie in de golfband boven 200 meter staat gelijk met een olifant in een slakkehuis te willen stoppen.

Vr.: Wat u daar zegt is zonder twijfel zeer geestig, maar toch moet ik hier nederig aan toevoegen, dat ik het verband niet zie tussen de televisie en de dikhuid in kwestie.

W.: Maak je niet kwaad, Vraagal, je zult de juistheid van mijn vergelijking beter begrijpen, wanneer je de aard bestudeert van het signaal dat dient om de beelden over te brengen. Je zult dan duidelijk inzien hoezeer dit verschilt van de gewone laagfrequentie signalen (L.F.-signalen) welke elektrisch de geluiden vertalen die voor de microfoon van een omroepzender worden voortgebracht. Herinner je de frequentiegrenzen nog?

Vr.: Nou en of. De laagste tonen zijn ongeveer 16 perioden per seconde. De hoogste tonen die het oor nog kan horen, hebben een frequentie van 20 000 perioden per seconde. Maar in de praktijk wordt het frequentiegebied beperkt tot 4500 perioden per seconde (4500 per./sec) voor de normale radiouitzendingen.

W.: Uitstekend, en waartoe deze beperking?

Vr.: Om wat u laatst de „overbevolking van de ether” noemde, te vermijden. Iedere radiouitzending neemt op de frequentieschaal buiten de hoogfrequentdraaggolf ook nog twee symmetrische zijbanden in, welke alle L.F.-modulatiefrequenties bevatten. Daar deze laatste beperkt zijn tot 4500 per./sec, is dus de totale frequentieband die door de twee zijbanden in de ether wordt ingenomen, 9000 per./sec. Is deze breder bij televisie?



W.: Ja zeker, heel wat! Maar daarover praten wij straks.

Zou je mij eerst een samenvatting kunnen geven hoe men het klaarspeelt om beelden uit te zenden?

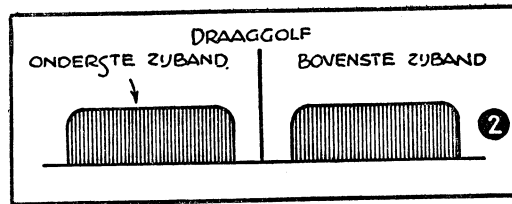
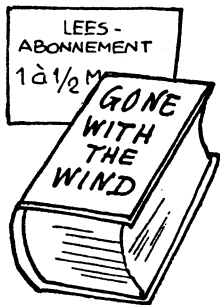
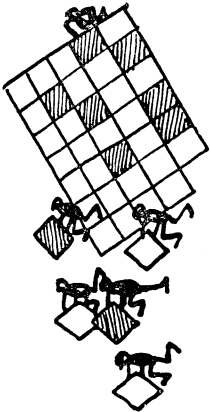


Fig. 2. Een uitgezonden signaal bevat buiten de H.F.-draaggolf nog twee zijbanden, veroorzaakt door modulatie.

DE HELE TELEVISIE SAMENGEVAT IN 29 REGELS

Vr.: Ik zal het proberen. Daar men niet gelijktijdig al de beeldpunten (beeldelementen) kan uitzenden, zendt men hen *na* elkaar uit. De lichtsterkte van ieder beeldelement . . .

W.: De juiste term is „helderheid”.

Vr.: Zoals u wilt. De helderheid dus van ieder element (en met dit woord bedoel ik een elementair oppervlakje dat zo klein is, dat het oog hierin geen enkel detail meer kan onderscheiden) wordt vertaald in een elektrische spanning, die er evenredig mee is. Een helderwitte oppervlakte zal dus een maximale spanning doen optreden, terwijl een zwarte vlek een spanning nul oplevert.

W.: Of tenminste de zwakste spanning. En op welke wijze worden deze elementaire oppervlakjes afgetast? (Men noemt deze oppervlakjes ook wel eens beeldpunten of kortweg punten, ofschoon deze uitdrukking niet juist is, daar een punt in de meetkunde noch breedte noch hoogte heeft.)

Vr.: Zij worden afgetast op geheel dezelfde wijze zoals het oog successievelijk al de letters van de bladzijde van een boek aftast. Iedere letter kan worden gelijkgesteld met één beeldelement. Regel na regel worden ook de beeldelementen „gelezen”. Het samenstel van deze regels vormt de bladzijde, welke vergeleken kan worden met een compleet beeld. En wanneer we op deze wijze een bladzijde hebben afgetast, beginnen wij ogenblikkelijk aan de volgende.

W.: Zeer juist. En in welk tempo voltrekt zich deze wijze van lezen? Weet je dat?

Vr.: Ja zeker. Opdat het oog de indruk zal krijgen van een regelmatige beweging, is het nodig, dat evenals in de bioscoop, de beelden elkaar zeer snel opvolgen. In Europa is als standaard 25 beelden per seconde gekozen. (De helft van het periodental van de meeste elektriciteitsnetten; in de Verenigde Staten, waar de netten 60 per./sec hebben, zendt de televisie 30 beelden per seconde uit.*

W.: Klaarblijkelijk gaat in Amerika alles vlugger, maar zelfs met de betrekkelijk langzame „beeldfrequentie” van ons continent, worden de 800 bladzijden van „Gone

* Het aantal beelden dat per seconde wordt afgetast, noemt men de „beeldfrequentie”. Het aantal lijnen dat per seconde wordt afgetast wordt de „lijnfrequentie” genoemd.

With 'The Wind' door een televisiezender „doorgelezen” in ongeveer een halve minuut.

MEN KRIJGT NIETS VOOR NIETS

Vr.: Dat is enorm! Nu begin ik ook door te krijgen hoe het zendersignaal van een beeld inderdaad heel wat meer bevat dan het signaal dat de drager is van de geluiden die de microfoon treffen.

W.: Je zou ook kunnen zeggen, dat alles in het leven betaald moet worden — niets voor niets! Als je met een uitgezonden golf een signaal wilt transporteren, dat zoveel omvat, dat in $\frac{1}{25}$ seconde de helderheid van alle beeldelementjes van een beeld worden vastgelegd, dan hebben we een spanning nodig welke uit een zeer groot aantal frequenties bestaat. Dit zeer grote aantal frequenties is er de oorzaak van dat de zijbanden van de modulatie zeer breed worden.

Vr.: Men zou zeggen dat bij de wet van het behoud van de stof en het arbeidsvermogen zich een andere gelijksoortige wet voegt. Deze belet dat in een gegeven tijdsinterval, een bepaalde hoeveelheid informatie wordt uitgezonden, zonder dat hierdoor een voldoende brede frequentieband wordt ingenomen.

W.: Je hebt gelijk Vraagal; zo'n wet bestaat in de natuur. En te trachten haar te overtreden en te proberen een zekere hoeveelheid informatie over te brengen (en ik gebruik de term informatie in de ruimste zin van het woord, want zij kan ook zijn opgebouwd uit een opeenvolging van klanken, welke meer of minder samengesteld zijn of aan een gedeelte van het een of andere beeld, of een telegrafische boodschap) zonder er de noodzakelijke frequentieband aan op te offeren is even onmogelijk als om te proberen een perpetuum mobile samen te stellen zonder uitwendige energietoever.

IN HET DOMEIN VAN DE VIDEOFREQUENTIES (V.F.)

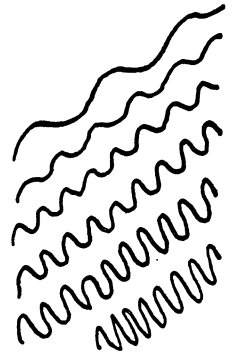
Vr.: Hoe zou men de waarde van de frequenties kunnen vaststellen, welke bij televisie in het spel zijn?

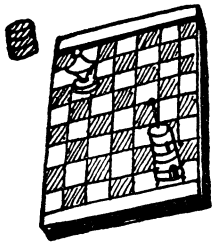
W.: De spanning welke de helderheid voorstelt van de elementen van een beeld, welke achtereenvolgens worden afgetast, draagt de naam van „videosignaal”. Dit betekent eigenlijk dat het laagfrequent signaal in het domein van de radiofrequenties is terecht gekomen. Men noemt dit signaal gewoonlijk videofrequent of afgekort V.F. Het kan een groot aantal frequenties bevatten.

Vr.: Ik zou zelfs denken dat het op sommige momenten een frequentie nul kan hebben, dat wil zeggen, dat het een constante waarde zou hebben. Indien in het overgebrachte beeld een oppervlakte voorkomt met gelijkmatige helderheid, dan leveren alle elementen dezelfde spanning op. De spanning blijft dus constant gedurende de overbrenging van het genoemde oppervlak.*

W.: Juist. Maar als de elementen langs een afgetaste lijn niet allemaal even helder zijn, zal het signaal variëren. Stel je voor dat in een bepaald geval deze variaties de snelste zijn die kunnen voorkomen, dan zal ook de frequentie van het videosignaal het hoogste zijn.

* De synchronisatiesignalen worden hierbij even buiten beschouwing gelaten.





Vr.: Ik veronderstel dat dit het geval is, wanneer twee naast elkaar liggende elementen van een lijn in helderheid verschillen.

W.: Je antwoord bewijst, dat je het vraagstuk goed begrepen hebt. De maximumfrequentie wordt inderdaad bereikt wanneer men bv. achtereenvolgens de elementen wit, zwart, wit, zwart enz. aftast.

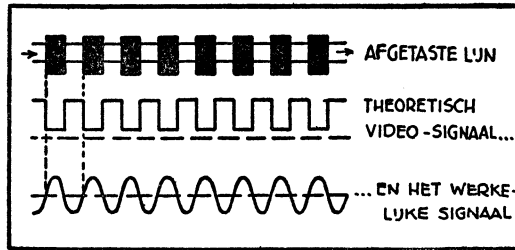
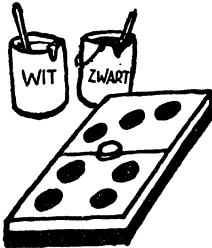


Fig. 3. Wanneer de afgetaste lijn bestaat uit een opeenvolging van witte en zwarte beeldelementjes, dan bestaat het videosignaal, dat theoretisch rechthoekig, echter praktisch sinusvormig is, uit evenveel perioden als er paren zwarte en witte beeldelementen zijn.

Dit geval zal zich klaarblijkelijk voordoen indien het beeld een bundel verticale zwarte strepen bevat, welke regelmatig verdeeld zijn en de breedte hebben van een beeldelement, terwijl zij gescheiden zijn door witte strepen van dezelfde breedte.

Vr.: In dit geval zal dus ieder afgetast element één periode van het signaal produceren.

W.: Je loopt te vlug van stapel Vraagal, en dat leidt tot vergissingen. In werkelijkheid veroorzaakt een zwarte lijn een zeer zwakke spanning en een witte lijn een maximumspanning. Het aftasten van twee aan elkaar grenzende elementen het ene zwart en het andere wit, wordt dus vertaald in één negatieve en een positieve spanningsverandering, welke samen één enkele periode vormen en daar één enkele periode met twee elementen van het beeld overeenkomt, wordt dus het totaal aantal perioden gelijk aan . . .

Vr.: . . . aan de helft van het aantal beeldelementen.

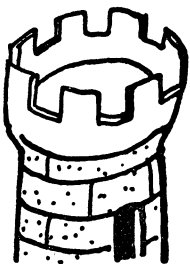
W.: Ik zie dat je mijn redenering goed hebt kunnen volgen.

VAN HET THEORETISCH RECHTHOEKIGE SIGNAAL NAAR HET SINUSVORMIGE

Vr.: Wat een rare vorm heeft dat videosignaal. Het lijkt veel op de kantelen van een middeleeuwse toren. Wij zijn hier wel een heel eind verwijderd van de mooie sinussen van de radio.

W.: Niet zover al je wel denkt en wel om twee redenen: om te beginnen kan een periodieke spanning van deze vorm (men noemt dit een rechthoekig signaal) worden ontbonden in een groot aantal sinusvormige spanningen, waarvan de grondgolf de frequentie heeft van het rechthoekige signaal, terwijl de overige spanningen een frequentie hebben die bv. 3, 5, 7 enz. maal groter is.

Vr.: Noemt men dat niet de reeks van Fourier?



W.: Juist als men gewichtig wil doen. Maar vertel me eens, hoe ben je daar achter gekomen?

Vr.: Ik lees zo nu en dan heel ernstige boeken.

W.: Des te beter! Dan moet je ook weten dat de veelvouden van de grondfrequentie „harmonischen” genoemd worden. En nu terugkomend op ons videosignaal wou ik opmerken dat deze harmonischen weinig kans hebben om door de versterkers heen te komen. Want indien de grondfrequentie hoog is, dan zijn de harmonischen nog veel hoger. Een versterker welke is ingericht voor het doorlaten van een brede frequentieband, kan ook nog niet deze zeer hoge frequenties doorlaten, zodat aan de uitgang van de versterker alleen de grondgolf te voorschijn komt.

Vr.: Des te beter, want die rechthoekjesspanning bevat me helemaal niet... Wat is de tweede reden die u daarnet noemde?

W.: Laten we eens even een klein experiment doen. Laten we dit stukje papier nemen en er een klein openingetje in knippen van dezelfde afmetingen als wat wij beschouwen als één beeldelement. Nu laat ik mijn papiertje langzaam over de zwarte en witte strepen bewegen die ons beeld samenstellen.

Vr.: U kiest dus de elementen van het beeld er uit zoals dat bij televisie gedaan wordt.

W.: Heel juist. Men noemt dit ook „aftasten”. Je ziet dat op bepaalde momenten gedurende dit aftasten de opening zich geheel boven de zwarte lijn bevindt of geheel boven de witte. Maar het overgaan van deze ene positie naar de andere heeft zeker niet ogenblikkelijk plaats. Wij passeren nu alle tussenstanden waar een groter of kleiner deel van het afgetaste element zwart is en de rest wit. Ga nu eens op voldoende afstand staan van mijn stukje papier, zodat je niet meer scherp de lijnstukjes kunt zien die worden omraamd door de kleine opening.

Vr.: U wilt dus dat ik me zo plaats, dat precies dezelfde voorwaarden aanwezig zijn als die welke ik daareven heb gegeven voor het beeldelement: Een oppervlakje dat zo klein is dat het oog hierin geen enkel detail meer kan onderscheiden.

W.: Dat heb je goed begrepen. En nu wanneer mijn raampje langzaam verplaatst wordt, wat zie je dan?

Vr.: Ik zie niets anders dan de gemiddelde helderheid van het vrijgelaten stukje. Afhankelijk van de verhouding tussen zwart en wit zie ik een grijs oppervlakje dat meer of minder donker is. En wanneer u het papiertje beweegt, verandert de kleur van

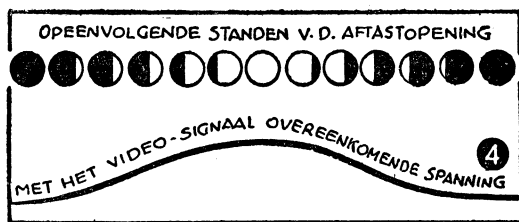
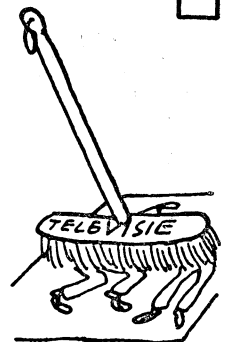
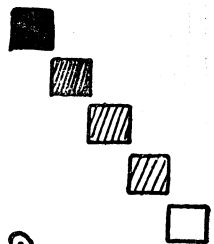
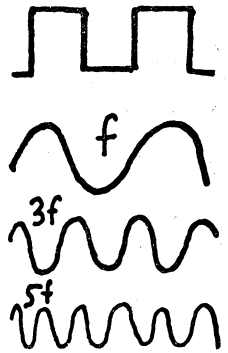
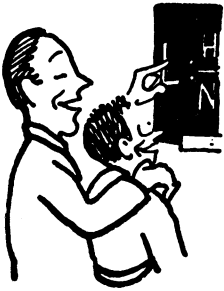


Fig. 4. Hoe het videosignaal wordt samengesteld voor een aantal opeenvolgende standen, gedurende het aftasten van het beeld.

de opening van zwart naar donkergrijs, om vervolgens helderder en daarna blank te worden. Hierna wordt het weer opnieuw donkerder en daarna zwart. En dan begint het weer van voren af aan.





W.: Heb je nou goed door hoe de spanning er uit ziet die overeenkomt met deze variaties van de gemiddelde helderheid?

Vr.: Ik ben er nu wel van doordrongen dat we weer met onze benen op de grond staan; waarmee ik wil zeggen dat we onze goeie ouwe sinusvormige spanning weer teruggevonden hebben.

EEN BEETJE ALGEBRA

W.: Laten we nou eens proberen de maximumfrequentie te berekenen van onze sinus-kromme. We zullen eerst bekijken in hoeveel elementen ons beeld verdeeld is. Laten we aannemen dat de hoogte H is en de breedte I . Het wordt afgetast door N horizontale lijnen, terwijl er n hele beelden per seconde worden uitgezonden.

Vr.: Het komt me voor dat dit ruikt naar een algebraïsch probleem.

W.: Des te beroerder voor jou, als 't er een is... Laten we aannemen dat de beeldelementen vierkant zijn, wat daarop neerkomt, dat de scherpte (definitie) van het beeld even goed is in horizontale als in verticale richting. In dat geval is de hoogte van een vierkantje gelijk aan de totale hoogte H

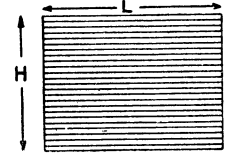


Fig. 5. De verhouding van de afmetingen van het beeld.

gedeeld door het aantal lijnen N , dus $\frac{H}{N}$.

En op iedere lijn van de lengte L bevinden zich dus:

$$L : \frac{H}{N} = \frac{LN}{H} \text{ elementen.}$$

Daar er in totaal N lijnen zijn is het beeld dus samengesteld uit:

$$\frac{LN}{H} \times N = \frac{LN^2}{H} \text{ elementen.}$$

Vr.: Tot nu toe schijnt alles mij logisch.

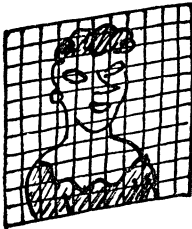
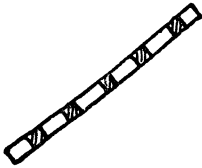
W.: Dat zal het in hetgeen volgt ook wel blijven. Al de elementen welke tezamen het beeld vormen worden n -maal per seconde uitgezonden, wat totaal oplevert:

$$\frac{LN^2n}{H} \text{ elementen per seconde.}$$

Maar daar een enkele periode voldoende is om twee punten uit te zenden, hebben wij slechts het halve aantal perioden nodig voor het overbrengen van het beeld. Het aantal perioden wordt dus:

$$\frac{LN^2n}{2H}.$$

Deze formule is niet geheel exact, daar geen rekening wordt gehouden met de tijd die verloren gaat met de synchronisatiesignalen, waarover wij een andere keer spreken. Voor het moment is onze formule voldoende om de *hoogste videofrequentie* uit te drukken.



EEN BEETJE REKENKUNDE

Vr.: En wat levert ons deze uitdrukking op in een concreet geval bij de uitzendingen?

W.: Je kunt het zelf uitrekenen. Het beeld heeft een dusdanige afmeting, dat de verhouding $L : H = 4 : 3$. Verder tasten we om een voorbeeld te nemen het beeld af met 450 lijnen ($N = 450$) en met 25 beelden per seconde ($n = 25$). Ga je gang maar, mijnheer de professor.

Vr.: Wij hebben dus:

$$\frac{4 \times 450^2 \times 25}{2 \times 3} = 3\,375\,000 \text{ per./sec.}$$

Alsjeblieft, de videofrequentie is meer dan drie miljoen.

W.: Meer hoeft ik je niet te vertellen. Je ziet bovendien dat de videofrequentie evenredig is met het kwadraat van het aantal lijnen, zodat voor een lijntal van 625 lijnen dat hier in Nederland wordt gebruikt, de videofrequentie ongeveer tweemaal zo hoog wordt:

$$\frac{4 \times 625^2 \times 25}{2 \times 3} = 6\,500\,000 \text{ per./sec.}$$

Vr.: Ik ben er helemaal ondersteboven van.

TERUG NAAR DE OLIFANT

W.: Wil je nu nog volhouden dat je voor de televisie een plaatsje wou inruimen in de middengolfband?

Vr.: Deze strekt zich ongeveer uit van 200 tot 550 meter, dus van 1 500 000 tot 545 000 per./sec. De gehele frequentieband beslaat dus ruim 900 000 per./sec. Onze televisiezender, met zijn twee zijbanden voor de modulatie, beslaat 13 000 000 per./sec, dat is dus ongeveer 14 maal zo breed als de gehele middengolfband. Inderdaad kan deze olifant niet in het slakkenhuis worden ondergebracht.

W.: Het verheugt mij je dat te horen zeggen. Je begrijpt nu waarom het nodig is naar de metergolven af te dalen om deze enorme videomodulatie te kunnen onderbrengen. Als voor de zenderfrequentie 46 MHz wordt genomen (wat overeenkomt met 46 000 000 per./sec), dan worden voor 625 lijnen de zijbanden begrensd door:

$$46\,000\,000 - 6\,500\,000 = 39\,500\,000 \text{ per./sec}$$

$$\text{en } 46\,000\,000 + 6\,500\,000 = 52\,500\,000 \text{ per./sec.}$$

Je ziet dat dit uitstekend gaat.

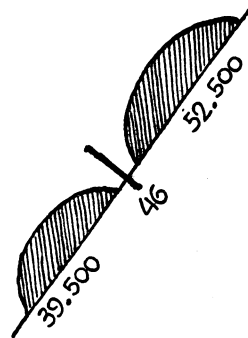
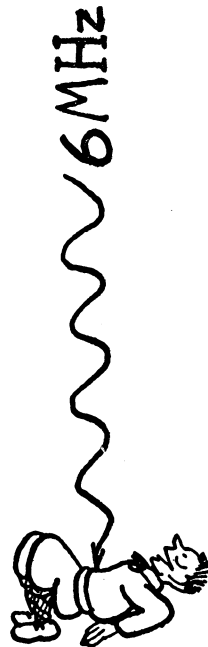
Vr.: Is het werkelijk nodig zo ver te gaan? Zou men niet bv. een golflengte kunnen kiezen van 30 meter of te wel 10 MHz; de modulatie zou dan liggen tussen:

$$10\,000\,000 - 6\,500\,000 = 3\,500\,000 \text{ per./sec}$$

$$\text{en } 10\,000\,000 + 6\,500\,000 = 16\,500\,000 \text{ per./sec?}$$

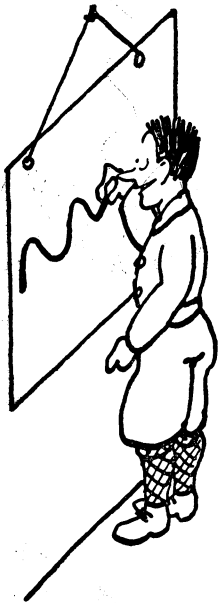
W.: Mag ik even opmerken dat de golflengte die met deze frequenties overeenkomt, ligt tussen 18 en 85 meter en zou je nu de gehele kortegolf tussen 18 en 85 meter willen opofferen aan één televisiezender?!

Vr.: Ik geeft toe dat dit niet erg logisch is.



DE LAAGSTE BRUIKBARE H.F.-DRAAGGOLF

BETREKKING
AANGEBODEN
GEVRAAGD: EEN
"HF. DRAAGGOLF"
MET GOEDE FRE-
QUENTIE AAN TE
BIEDEN DOOR ZIJN
ZENDER!



Om Dirk
"Texel"

W.: Overigens is er een wet die zich er tegen verzet dat de H.F.-draaggolf van dezelfde orde van grootte is als de modulatiefrequentie. Opdat de modulatie goed tot zijn recht komt is het nodig dat de draaggolf een behoorlijk aantal malen groter is dan de modulatiefrequentie.

Vr.: Waarom toch?

W.: Zonder dat dit het geval is zou de gemoduleerde golf de modulatiefrequenties niet goed kunnen bevatten. Bekijk deze sinusvormige maar eens, die ik hier opteken. Als de frequentie van de draaggolf groter is dan die van ons signaal in de verhouding 8 : 3, dan zullen wij de momentele waarden ervan slechts op enige verspreid liggende punten kunnen uitzetten. Wij krijgen dan een serie verspreide

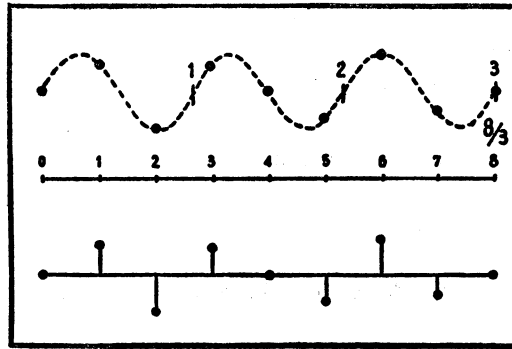


Fig. 6. Als men een sinusvormig signaal wil uitzenden door middel van een draaggolf welke 8 perioden bevat tegen het signaal 3, dan kunnen slechts verspreide waarden worden samengesteld zoals in deze figuur is aangegeven en deze maken het niet mogelijk het signaal weer te reconstrueren.

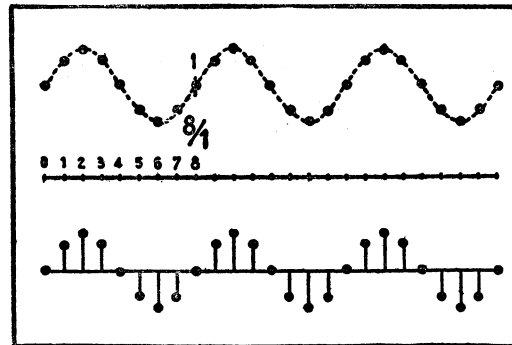


Fig. 7. Maar indien iedere periode van het sinusvormige signaal overeenkomt met 8 perioden van de draaggolf, wordt een voldoende aantal waarden overgebracht om het signaal weer gemakkelijk te kunnen reproduceren.

waarden die met de beste wil van de wereld niet tot een sinusvormig verloopende kromme zijn samen te voegen.

Maar neem nu eens een draaggolf met een frequentie die 8 maal groter is dan die van het signaal. Het is dan duidelijk te zien dat de achtereenvolgende waarden de modulatie volgen.

Vr.: Dat lijkt een beetje op het raster van een foto uit de krant. Als het raster te grof is verliest het cliché aan detail.

W.: De vergelijking is niet slecht.

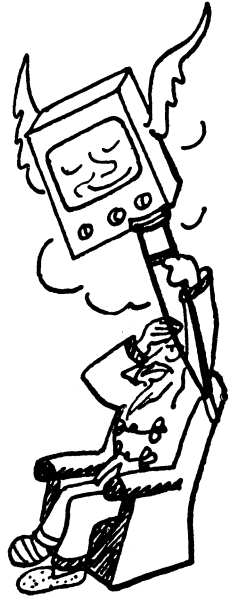
REMEDIE VOOR OOM DIRK

Vr.: Ik ga nu nog eens samenvatten wat wij vandaag besproken hebben. Het overbrengen van beelden maakt het gebruik van zeer brede frequentiebanden noodzakelijk. Deze modulatie kan slechts gedragen worden door een draaggolf van zeer hoge frequentie, in de buurt van de metergolven. Zij planten zich voort in een rechte lijn en hebben een bereik dat begrensd wordt door de zichtbare horizon. En hieruit kunnen wij besluiten dat Ome Dirk zonder flinke antenne geen goede televisieontvangst zal hebben.

Tot voor enige jaren gold dit voor alle delen van Nederland die buiten het bereik van de Lopik-zender vielen, zoals de noordelijke provinciën, Limburg en een deel van Zeeland. Door het plaatsen van een aantal zenders is echter aan deze zeer onbevredigende toestand gelukkig voor vrijwel geheel Nederland een eind gemaakt.

W.: We gaan gauw eens naar ome Dirk toe om voor hem de beste oplossing te kiezen en wat jou betreft, je hebt een aantal nuttige dingen geleerd . . .

Vr.: . . . die mij eerst bar ingewikkeld leken, maar die op de keper beschouwd misschien heel eenvoudig zijn.



TWEEDE PRAATJE

REIS IN HET VERLEDEN

In deze tweede causerie tussen Vraagal en Weetal wordt, in tegenstelling tot de eerste samenspraak, waarin een moeilijk probleem werd behandeld (de vorm en frequentie van het videosignaal), nu het mechanisch aftastprocédé besproken. In verband hiermee is de hierboven genoemde titel wel gerechtvaardigd.

DE DUIZELINGWEKKENDE ONDERZOEKINGEN VAN VRAAGAL

W.: Mijn hemel! Wat mankeert je Vraagal, waarom sta je zo in het rond te draaien? Ben je aan het studeren voor draaiende derwisj?

Vr.: Nee hoor! Ik ben alleen maar aan het proberen om te lezen zonder dat ik, wanneer ik aan het eind van de regel kom, genoodzaakt ben mijn blik naar links te wenden naar het begin van de volgende regel.

W.: En waarom doe je dat?

Vr.: Omdat ik denk aan de aftasting van een televisiebeeld, waarover we de vorige keer hebben gesproken. U heeft mij uitgelegd dat het aftasten van de opeenvolgende elementen plaats heeft op dezelfde wijze als het lezen van een boek; regel voor regel. En gezien de ontstellende snelheid waarmee dit „lezen” moet gebeuren, wou ik het tijdverlies vermijden dat nodig is om van het eind van de ene regel naar het begin van de andere te gaan. Vandaar dat ik, nadat ik een regel doorlopen heb, na elke ommedraai probeer mijn blik weer op het begin van de volgende regel te laten vallen.

W.: Ik denk niet dat je op deze manier veel tijd wint, je wordt er hoogstens duizelig van... Maar deze wijze van aftasten welke men zou kunnen noemen „zonder heen- en-weergang” is karakteristiek voor de meeste mechanische aftastmiddelen.

EEN BEETJE MEETKUNDE

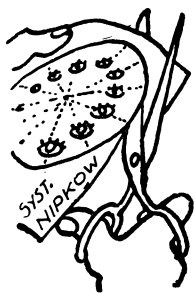
Vr.: Het zou wel goed zijn over een en ander nog eens te praten, want wat u mij tot nog toe heeft verteld is niet erg concreet.

Het is wel aardig om te zeggen dat men de opeenvolgende elementen van het beeld aftast, maar vertelt u mij nou eens hoe men dat in werkelijkheid doet.

W.: Ik zou je liefst over de mechanische aftastmiddelen niets vertellen, omdat men deze al lang verlaten heeft en heeft vervangen door de veel betere elektronische methoden. Maar toch begrijp je misschien deze laatste beter als ik je een van de eenvoudigste en oudste aftastmiddelen beschrijf: De nipkowschijf.

Vr.: Ik heb er wel eens over horen praten, maar ik weet niet precies hoe het in elkaar zit.

W.: Dan zullen we er eens eentje maken. Hier heb je een dun blaadje karton, ik trek er met behulp van een passer een cirkel op van ca. 10 cm straal, om er deze schijf uit te kunnen knippen. Even beneden de rand teken ik 16 concentrische cirkels met



een straal van 60, 62, 64, enz. tot 90 mm. Vervolgens verdeel ik de omtrek in 16 gelijke delen.

Vr.: Waarachtig, na aan rekenkunde en algebra te hebben gedaan, zitten we nu midden in de meetkunde. We zullen nu wel gauw aan de integraalrekening beginnen . . .

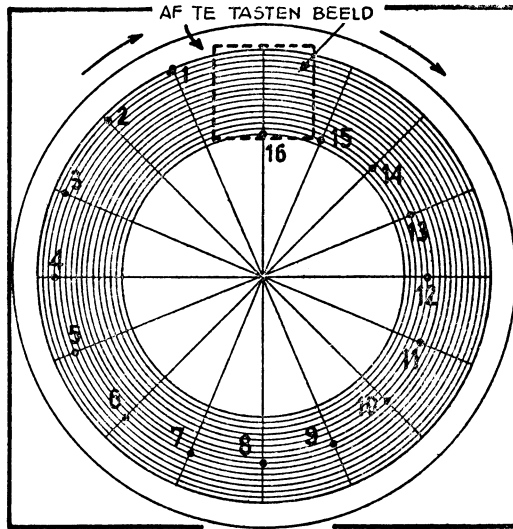
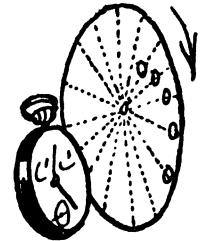
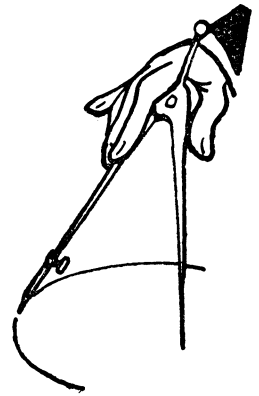


Fig. 1. Plaatsing van de gaten volgens een enkelvoudige spiraal op de nijkowschijf.



W.: Zover zijn we nog niet. Laten we maar eens eerst onze tekening afmaken. Ik trek nu 16 stralen welke het middelpunt verbinden met de 16, op gelijke afstand van elkaar liggende, punten aan de omtrek. Deze hulplijnen heb ik nodig om mijn punten vast te leggen die op een spiraal liggen. Ik markeer nu het eerste snijpunt van de straal met de binnenste cirkel, vervolgens dat van de volgende straal met de daarop volgende cirkel enz. (draaiende in de richting van de wijzer van de klok).

Vr.: Inderdaad krijgt u zo 16 punten, welke in een spiraal zijn geplaatst. Wat gaat u er mee doen?

KIJKEN DOOR DE GATEN VAN EEN SCHIJF

W.: Nu knip ik op de 16 punten met behulp van een kaartjesknipper mooie ronde gaatjes van iets meer dan 2 mm diameter en dan heb ik mijn nijkowschijf kant en klaar.

Vr.: Wilt u werkelijk beweren dat u er beelden mee gaat aftasten?

W.: Dat is werkelijk mijn bedoeling. Hier heb ik een klein eenvoudig tekeningetje van ongeveer 3×3 cm. Ik plak het op de kap van deze brandende schemerlamp en, nadat ik mijn schijf met zijn middelpunt op een breinaald heb gestoken, laat ik hem heel snel ronddraaien.





Vr.: Nee maar! . . . Ik zie de tekening alsof de schijf doorzichtig was.

W.: Om je nou beter gelegenheid te geven om te zien wat er gebeurt, draai ik mijn schijf heel langzaam.

Vr.: Ik ben er al! Is dat niet ons stukje papier met het kleine ronde venstertje er in, waar wij het de laatste keer over hebben gehad? Maar het is nou meer geperfectioneerd. Wanneer de schijf ronddraait beschrijft eerst het eerste gaatje een lijn. (Deze is niet volkomen recht; het is een cirkelboog. Maar dat doet niets ter zake.) Net is het ene gaatje voorbij of het volgende komt voor het beeld om op zijn beurt zich langs een lijn van het beeldje te bewegen. En zo doorloopt het ene gaatje na het andere alle lijnen van het beeld, te beginnen met de bovenste en eindigend met de onderste.

W.: En wanneer het hele beeldje is afgetast . . .

Vr.: . . . begint alles direct weer opnieuw met de volgende omwenteling van de schijf.

W.: Je hebt wel gezien dat wanneer de schijf voldoende vlug ronddraait je het hele beeld ziet zoals het in werkelijkheid is, ofschoon op een gegeven moment slechts één element zichtbaar is door een der opening van de schijf.

Vr.: Ik mag wel even opmerken dat de schijf op dezelfde wijze leest als de draaiende derwisj, dat wil zeggen zonder gedwongen te zijn naar het begin van de lijn terug te keren, met een beweging die tegengesteld gericht is aan de leesrichting. Ik zie in-tussen dat men de schijf zeer vlug moet draaien om de indruk te hebben dat men alle elementen gelijktijdig ziet.



EEN RARE MANIER VAN LEZEN

W.: Werkelijk, als ik langzamer draai, ook al is het maar weinig, gaat het beeld golven alsof het doorlopen werd door afwisselend lichte en donkere strepen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de lichtindrukken niet lang genoeg duren.

Vr.: Met welke snelheid moeten de beelden afgetast worden om dit soort flikkeringen te vermijden dat optreedt wanneer ik de schijf niet vlug genoeg draai?

W.: Om het goed te doen is het nodig 30 beelden per seconde af te tasten.

Vr.: Dat is wat de Amerikanen doen. Maar in Europa, heeft u gezegd, stelt men zich tevreden met 25 beelden per seconde. Is dat voldoende? Zou het niet beter zijn het aantal op te voeren?

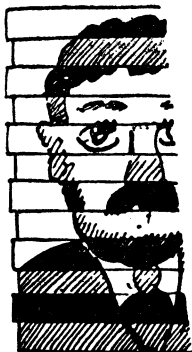
W.: Vergeet niet dat de maximumfrequentie van het videosignaal evenredig is aan het aantal uitgezonden beelden per seconde. Het is niet aan te bevelen te doen wat men eigenlijk moest doen, daar dit de reeds zeer hoge frequentie nog hoger maakt. Gelukkig beschikken wij over een hulpmiddel dat het flikkeren vermijdt, zonder dat de frequentieband welke wordt uitgezonden, wordt verbreed. Dat hulpmiddel is de interliniëring van het beeld.

Vr.: Wat wordt daarmee bedoeld?

W.: In plaats van achtereenvolgens al de lijnen van een beeld uit te zenden, gaande van de eerste tot de laatste, zendt men eerst alle oneven lijnen uit en vervolgens alle even lijnen. De totale aftasttijd blijft dezelfde: $\frac{1}{25}$ seconde. Maar de helft van het aantal lijnen, verdeeld over het totale beeldoppervlak, wordt uitgezonden in $\frac{1}{50}$ seconde, de andere helft gedurende de volgende $\frac{1}{50}$ seconde.

Vr.: Als ik zo een boek zou lezen zou ik er niet veel van begrijpen.

W.: In het algemeen niet. Maar hier heb je een kleine tekst die „geinterlinieerd” ge-



lezen moet worden. Je blik doorloopt al lezende precies dezelfde weg welke de geïnterlineerde aftasting bij televisie volgt, dit is de methode die tegenwoordig universeel wordt gebruikt.

In een zeker geval, kan het mogelijk zijn *rectie „schijnbaar” omdat indien de corom een breedbandversterker te bouwen, rectie goed bekeken is, deze wordt verkregen van het type dat bekend is onder de naam door het samenspel van de buiskarakteristie van „video-”, als de lineaire versterker tot de ken in het bijzonder door middel van de vereiste frequentie, schijnbaar zonder coraangebrachte tegenkoppелеlementen, hierin rectieschakelingen. Wij noemen de cor-*

Vr.: Dat is werkelijk wel aardig. Ik denk dat de zetter die deze tekst heeft samengesteld een beetje dronken was . . .

Maar hoe wordt een dergelijke manier van aftasten praktisch verwezenlijkt? Ik veronderstel dat dit enorm gecompliceerd zal zijn.

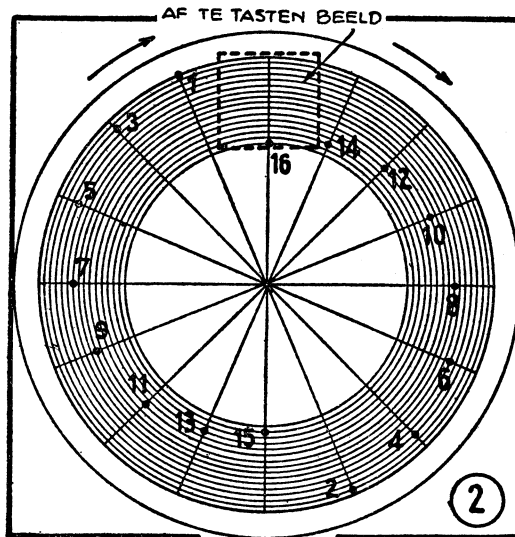
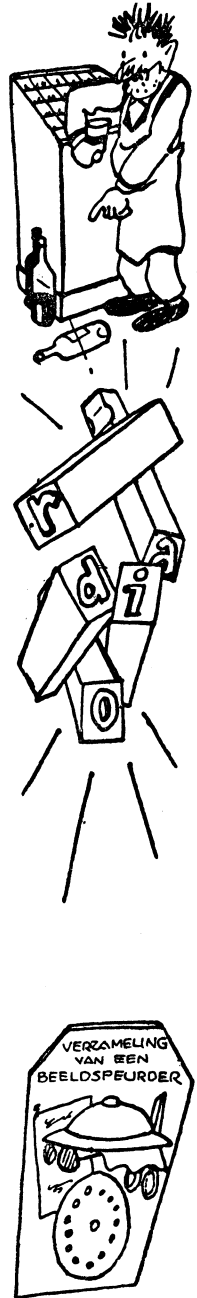
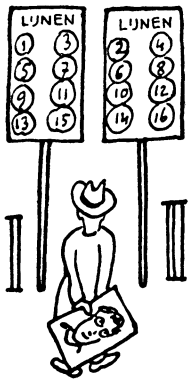


Fig. 2. Nipkowschijf voor geïnterlineerde aftasting met een dubbele spiraal.





W.: Niet in het minst mijn vriend. Op blz. 27 heb je bv. een nippkowschijf, die zich er uitstekend voor leent. Je ziet dat deze nog altijd 16 gaten heeft voor het aftasten van het beeldje door middel van 16 lijnen. Maar in plaats van allen in dezelfde spiraal geperst te zijn, worden onze gaten over twee spiralen verdeeld, welke ieder een halve cirkel innemen. Op de ene bevinden zich de gaatjes welke de lijnen 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 en 15 aftasten, terwijl de andere de gaten bevat welke overeenkomen met de lijnen 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 en 16.

Vr.: Dat is werkelijk heel eenvoudig. Je moet alleen maar op het idee komen. Maar kunt u me uitleggen hoe met behulp van deze nippkowschijf beelden uitgezonden kunnen worden?

EEN BEETJE CHEMIE

W.: Weet je wat een foto-elektrische cel (kortweg: fotocel) is?

Vr.: En of. Toen ik mijn fototoestel kocht, heeft men mij een belichtingsmeter aangeboden met een fotocel. Dit is een apparaatje waarmee het mogelijk is de lichtintensiteit te meten van de te fotograferen voorwerpen. Het licht dat er door wordt teruggekaatst, valt op de cel, die het omzet in een elektrische stroom welke wordt gemeten met behulp van een zeer eenvoudige galvanometer.

W.: De fotocel vertaalt dus eigenlijk lichtenergie in elektrische energie. De stroom welke zij levert is evenredig aan de sterkte van de lichtstroom die er op valt. De cellen welke bij televisie worden gebruikt zijn van het foto-elektrische type. Vroeger was een dergelijke cel ingesloten in een luchtledige glazen ballon. Een in de ballon

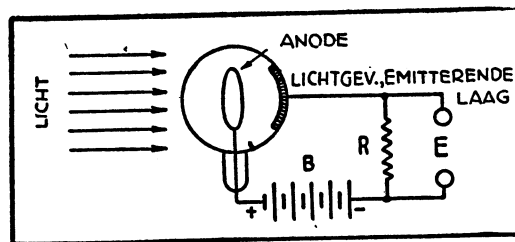


Fig. 3. Een batterij B brengt de anode van een fotocel onder positieve spanning t.o.v. de kathode. De foto-elektrische stroom die door de weerstand R vloeit, bepaalt de spanning E, die wordt toegevoerd aan een versterker.

aangebrachte plaat was bedekt met een dun laagje foto-elektrisch materiaal.

Vr.: Is dat een materiaal dat licht uitzendt?

W.: De etymologie van dat woord brengt je in de war. Het gaat hier over een stof die elektronen uitzendt, wanneer er licht op valt.

Vr.: Noemt u eens een paar van deze stoffen?

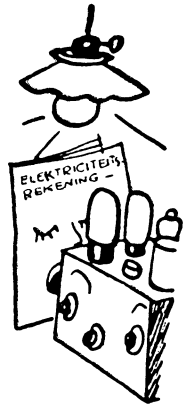
W.: Al de metalen welke tot de alkaligroep behoren, dat wil zeggen cesium, natrium, kalium, rubidium en lithium. Ook worden wel eens alkaliverbindingen gebruikt of-schoon deze minder voorkomen.

Vr.: Ik heb een idee: Omdat men hier stoffen toepast die elektronen uitzenden onder inwerking van het licht, zou men ze in de plaats kunnen gebruiken van de kathode van een radiobuis. Op deze wijze zou men geen gloeistroom nodig hebben. Overdag zou men de ontvanger in het zonlicht kunnen zetten en 's avonds onder de lamp.

W.: Geen gek idee, maar de hoeveelheid uitgezonden elektronen levert slechts een zeer zwakke stroom. En overigens, om een stroom door onze fotocel te kunnen drijven, is er nog wat anders nodig. De foto-elektrische laag vormt de kathode . . .

Vr.: Ik begrijp het al! Het is de anode die ontbreekt. Het is duidelijk dat het nodig is een anode in de ballon te plaatsen, die onder een positieve spanning staat ten opzichte van de kathode, om de elektronen aan te trekken welke deze uitzendt.

W.: Je zeker, maar een anode zou de lichtstralen onderscheppen, daarom vervangt men deze door een ring van dun gaas.



HET BEELD WORDT AFGETAST

Vr.: Ik geloof dat ik u nu kan vertellen, hoe onze televisiezender er uit ziet. Ik neem mijn fototoestel, maar in plaats van het matglas zet ik er het deel van de nippkowschijf voor, waarmee het aftasten plaats vindt. Op die plaats zal het objectief van mijn fototoestel het beeld vormen dat wordt uitgezonden. En achter de schijf plaats ik de fotocel. Is dat juist?

W.: Helemaal! Je bent op weg de televisie opnieuw uit te vinden . . . Met jouw apparaat zou op ieder moment de cel het licht ontvangen van het afgetaste element van

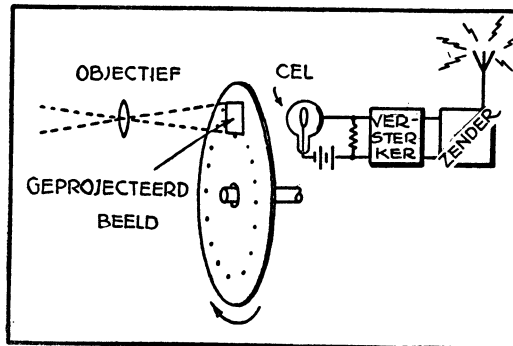
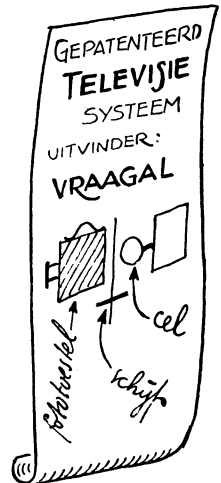


Fig. 4. Zender met nippkowschijf.



het beeld en het vertalen in een hiermee evenredige elektrische stroom. Wij zouden dan aan de uitgang van de cel het videosignaal krijgen, dat naar behoeven versterkt kan worden, voordat de H.F.-draaggolf welke het signaal door de ether moet dragen, ermee wordt gemoduleerd.

HET BEELD WORDT WEER SAMENGESTELD

Vr.: En de ontvanger?

W.: Deze zou, dat is wel duidelijk, eenzelfde nippkowschijf bevatten als die van de





zender. Ook moet deze volkomen dezelfde draaisnelheid hebben als die van de zender.

Vr.: Is dat niet wat men synchronisatie noemt?

W.: Ik merk met plezier dat je technische vocabulaire zich heeft uitgebreid.

Vr.: Maar welk orgaan dient om de stroomvariaties weer te vertalen in lichtvariaties?

W.: Heel eenvoudig, hiervoor wordt een neonlamp gebruikt. Deze bestaat uit een ballon welke neongas bevat onder lage druk . . .

Vr.: O ja, ik weet heel precies hoe een neonbuis er uit ziet, welke men in de lichtreclames gebruikt. Ik heb er een de nek omgedraaid van het café aan de overkant, omdat-ie meer storing gaf dan licht . . .

W.: Ik kan jouw Far-West-methode van rechtspraak beslist niet goedkeuren . . . Maar de neonbuizen die bij televisie werden gebruikt, bezaten een anode die even groot was als het beeld dat samengesteld moest worden en een andere elektrode die als een lijst om de eerste heen zat. Wanneer een zekere gelijkspanning tussen de twee elektroden wordt gebracht, wordt de gehele oppervlakte van de anode lichtgevend. Indien men er bovendien nog de variabele spanning van het videosignaal op zet, wisselt de lichtsterkte evenredig met de grootte van het signaal.

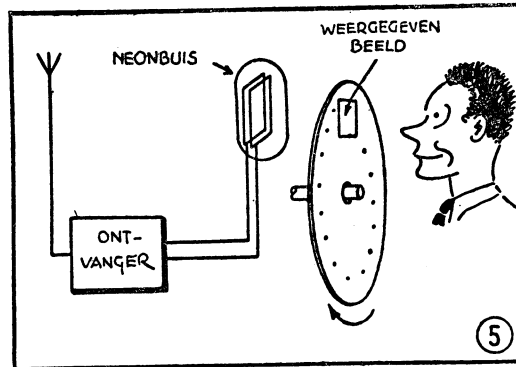
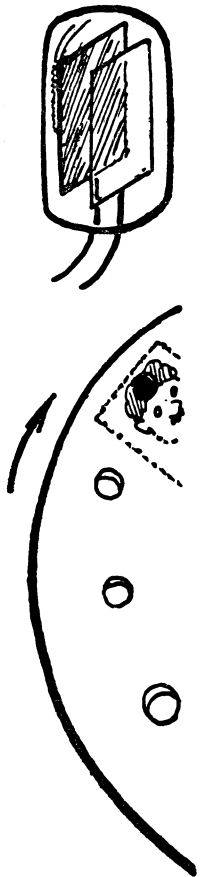


Fig. 5. Ontvanger met nippkowschijf en neonbuis.

Vr.: Zeker, maar wat moet er dan gedaan worden, opdat het desbetreffende punt van de anode even helder is als het overeenkomstige punt van het uitgezonden beeld?

W.: Dat is niet noodzakelijk. Want je neonlamp is achter de nippkowschijf geplaatst en je bekijkt haar door de gaatjes van deze laatste.

Vr.: Ja, ik heb het begrepen! Op ieder moment zien we slechts één element van de verlichte oppervlakte van de buis. En op dat ogenblik zal deze nauwkeurig de lichtsterkte van het overeenkomstige punt van het afgetaste beeld weergeven. Bv. op het ogenblik waarop men het eerste element van de eerste lijn uitzendt, komt de lichtsterkte van de gehele neonlamp overeen met de overeenkomstige lichtsterkte van dit punt. Maar door het gat van de schijf zien we slechts de plaats van dit element. Wanneer het gat passeert voor het volgende element, zal het licht van de neonbuis

de lichtsterkte van het tweede element weergeven en zo met het hierop volgende punt en de overige punten. Daar alle elementen op hun plaats worden gezien en ieder met zijn eigen lichtsterkte, wordt het hele beeld op deze wijze gereconstrueerd.

W.: Je hebt het principe van dit televisiesysteem uitstekend begrepen. Het werd voor de eerste maal in 1924 door John L. Baird in werkelijkheid omgezet, ofschoon het reeds aan het eind van de negentiende eeuw werd genoemd.

HET MECHANIEK IS DOOD, LEVE DE ELEKTRONEN!

Vr.: Dit systeem lijkt me zeer eenvoudig en praktisch; ik zou zo zeggen, dat het altijd bruikbaar zal zijn.

W.: Het is al een aardig tijdje geleden dat het verlaten is. Het kon in werkelijkheid slechts dienst doen voor het aftasten van beelden met een beperkt lijnental; voor maximaal 180 lijnen.

Vr.: Kon men geen schijven maken die groot genoeg waren om nog meer gaatjes te kunnen bevatten?

W.: Nee, want bij de snelheid waarmee zij rondgedraaid moeten worden zou het mogelijk zijn dat de schijf stuk scheurt door de optredende centrifugaalkrachten.

Vr.: Men zou dan de diameter van de gaatjes kunnen verkleinen.

W.: Niet onder een zekere waarde. Want de lichtstralen welke door de zeer kleine openingetjes vallen hebben het onaangename effect zich te verstrooien.

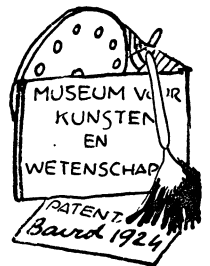
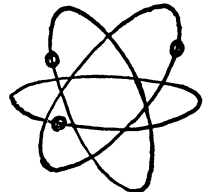
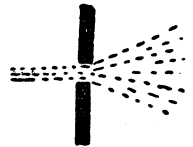
Vr.: Ik kan niet zeggen dat ik vandaag veel goede ideeën heb.

W.: Zelfs al zouden je ideeën wel goed zijn, dan zouden ze de mechanische systemen niet hebben kunnen redden. Er kleven andere ernstige nadelen aan. Het is zo dat bij de uitzending slechts gedurende een heel kort ogenblik het licht van ieder elementje op de fotocel valt, wat om een voldoende grote foto-elektrische stroom te geven een zeer sterke verlichting van het uit te zenden onderwerp vereist. Aan de ontvangkant is het al niet veel beter, met dien verstande dat wij op ieder moment slechts één element van het lichtvlak van de neonbuis zien; dit licht wordt wel zeer slecht gebruikt. En tenslotte leven we niet in de eeuw van de elektronen? . . .

Vr.: Waarom heeft u me dan toch in details de werking uitgelegd van een systeem dat in een museum thuishoort, waar het is bijgezet naast de vliegtuigen van de gebroeders Wright en de coherer van Branly?

W.: Omdat je door het in beweging brengen van je grijze hersencelletjes om dit te kunnen begrijpen, beter voorbereid bent om de meer samengestelde vraagstukken op te nemen, welke de elektronische systemen met zich meebrengen.

Vr.: Ik voel aankomen dat dit afgrijselijk ingewikkeld zal zijn . . .



ELEKTRONEN IN HET LUCHTLEDIGE

In de vorige samenspraak hebben Vraagal en Weetal de mechanische televisiesystemen aan de tand gevoeld. Zij zijn tot de conclusie gekomen dat de mogelijkheden van deze systemen begrensd zijn.

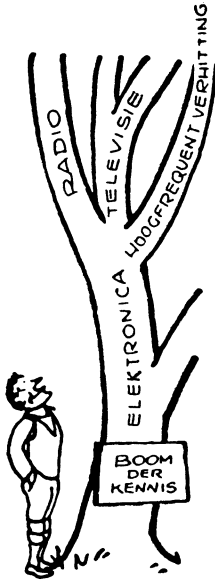
Is het te verwonderen dat zij nu de elektronische methode gaan bekijken?

In hetgeen volgt, beginnen onze vrienden het meest fundamentele onderdeel van ieder televisie-apparaat te bestuderen en wel de kathodestraalbuis.

Men vindt deze zowel in de opnamecamera als in iedere ontvanger, zodat het zeker de moeite waard is verder uit te wijden over zijn bouw en werking.

In het derde praatje zullen zij het type bestuderen waarbij de bundeling en afbuiging van de elektronenstraal plaats vindt door middel van elektrische velden.

Het volgende praatje behandelt het type met magnetische focussing en afbuiging.



WAT IS ELEKTRONICA?

Vr.: Er is iets wat ik maar niet begrijp. Bij ons vorige praatje heeft u mij uitgelegd dat het mechanische systeem heden ten dage volkomen is verdrongen door het elektronische systeem. Volgens mij zit de hele nipkowschijf vol elektronen.

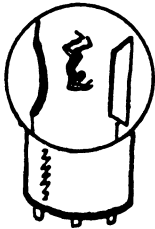
W.: Hoe dat zo?

Vr.: Zijn de atomen van de schijf niet samengesteld uit protonen en elektronen? En zijn dat elektronen of niet?

W.: Het zijn elektronen, maar wij hebben *alleen* elektronen nodig gescheiden van de protonen. En waar vindt men ze in deze toestand?

Vr.: Ik zou het u niet kunnen zeggen... Ja, toch wel: in het luchtledige van een radiobuis, wanneer zij de gevaarlijke sprong wagen van de kathode naar de anode.

W.: Heel juist. En alle belangrijke takken van de moderne techniek welke met de uitdrukking „elektronica” worden aangeduid, behandelen de toepassingen van de elektronenstroom welke in het luchtledige tot stand kan worden gebracht.



BIJ DE BRON VAN DE ELEKTRONEN

Vr.: Maar om op de televisie terug te komen, hoe produceert men nu een elektronenstroom zoals die bij televisie wordt gebruikt?

W.: Net als bij de versterkerbuizen van de radio: door de elektronenemissie van een hete kathode.

Vr.: En wat doet men met deze elektronen?

W.: Men voegt ze samen tot een smalle bundel die, als een onzichtbaar potlood, al de elementen van een beeld lijn na lijn doorloopt. Zo wordt het aftasten tot stand gebracht, zowel bij het uitzenden als bij het ontvangen.

Vr.: Ik begrijp best hoe de elektronenstroom in een triode gaat van de kathode naar de anode. Maar hoe kan deze geconcentreerd worden en vooral hoe wordt hij verplaatst om de opeenvolgende elementen van het beeld te kunnen analyseren?



W.: Dat is wat wij vandaag gaan onderzoeken. Het grondapparaat waarin zich de verschillende verschijnselen afspelen, is altijd een buis met een kathode en enige elektroden. Voor alles vinden wij een triodedeel dat veel overeenkomst vertoont met het triodedeel van een gewone radiobuis.

Steeds gebruikt men een zg. puntkathode welke een zeer klein oppervlak heeft waardoor het concentreren van de elektronen wordt vergemakkelijkt.

Vr.: Het is duidelijk dat, om de elektronen te verzamelen tot een smalle bundel, men ze beter van het begin af tezamen kan houden. Maar waarom proberen zij zich dan onderweg te verspreiden?

W.: Je vergeet, mijn vriend, dat deze elektronen dragers zijn van dezelfde lading (negatieve lading) en elkaar onderling afstoten. Net als kwaadwillende medeburgers die weigeren tezamen een nuttige taak te vervullen, tenzij een hogere macht hen samendrijft; onze elektronen verwijderen zich van elkaar, als niet een uitwendige macht hen dwingt, tegen hun aard in samen te gaan.



EEN EIGENAARDIGE TRIODE

Vr.: Maar waar wordt het verzamelen van de elektronen tot stand gebracht?

W.: In het algemeen nadat ze de anode gepasseerd zijn.

Vr.: Ik heb het nog niet door. Gaan dan in die eigenaardige triode van u, de elektronen door de anode heen?

W.: Zeer juist. Want deze is in het midden doorboord. De elektronen bereiken een zeer hoge snelheid, omdat zij worden aangetrokken door de anode, die op een hoge positieve spanning is gebracht (enige duizenden volt). Zij schieten door het gat van deze anode om hun weg eerst een heel eind verder te beëindigen.

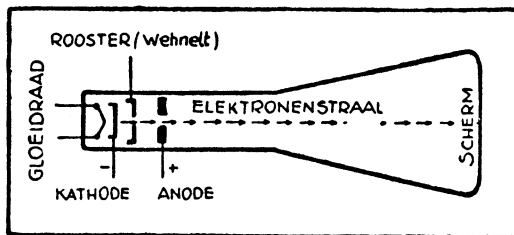
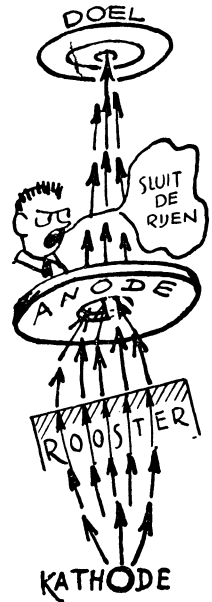


Fig. 1. De eenvoudigste kathodestraalbuis is een „verlengde” triode.

Vr.: Wat een rare triode!

W.: Het is nog erger dan je wel denkt. Niet alleen dat de anode bestaat uit een schijfje met een gat er in, daar komt nog bij dat het onderdeel dat we het „rooster” zouden kunnen noemen, bestaat uit een cilinder die de kathode geheel omvat. Men noemt deze wel eens de „cilinder van Wehnelt” of gewoon de „wehnelt”.

Vr.: En hoe werkt deze?

W.: Op dezelfde manier als een rooster. Als zijn potentiaal sterk negatief is, dan stoot hij de elektronen terug naar de kathode en laat slechts een zeer klein aantal door





naar de anode. Daarentegen zal de wehnelt wanneer deze weinig negatief is, het grootste deel der elektronen die door de kathode worden geëmitteerd doorlaten, waarna zij zich naar de anode spoeden . . . en daar voorbij.

Vr.: Is de stroom groot?

W.: Veel kleiner dan in een triode voor radiogebruik. In de regel is deze in de grootteorde van 100 microampère, terwijl voor een gewone triode die in een ontvangtoestel wordt toegepast, de stroom verscheidene milliampères bedraagt. Overigens zou de triode van de kathodestraalbuis een miserabele versterker zijn, daar zijn steilheid nooit groter is dan enige tientallen microampères per volt, terwijl de inwendige weerstand in de buurt van 100 megohm ligt! . . .

DE LICHTE ARTILLERIE



Vr.: Waartoe dient dan toch deze buitengewone triode?

W.: Zij dient als elektronenkanon. Voor televisiegebruik was het nodig een inrichting te bedenken, die een voldoende hoeveelheid elektronen emitteert, welke hoeveelheid overigens geregeld kan worden dank zij het kraantje dat wij bezitten in de wehneltcilinder. Bij de kathodestraalbuizen voor ontvangers is het elektronenkanon geplaatst in de cilindrische hals van de glasballon, deze verwijdt zich vervolgens in de vorm van een kegel. De basis van deze kegel draagt het scherm waarop het beeld wordt geschreven.

Vr.: Maar vertelt mij Weetal, moet deze ballon luchtledig zijn?

W.: Goed begrepen, anders zouden de elektronen tegen de zware gasmoleculen stoten en hun snelheid verliezen. In het inwendige van de kathodestraalbuis moet het best bereikbare vacuüm heersen.



Vr.: Ik heb een natuurlijke afkeer van alles wat ledig is en dat van de kathodestraalbuis doet mij niet van idee veranderen. Je moet je er rekenschap van geven dat onder deze omstandigheden, op iedere vierkante centimeter van het oppervlak van de ballon het gewicht staat van de atmosferische druk, en is dat niet een kilogram per vierkante centimeter?

W.: Inderdaad. En als je je meetkundelessen niet vergeten bent, kun je gemakkelijk de druk uitrekenen die op een scherm van 40 cm diameter wordt uitgeoefend.

Vr.: Ongeveer twaalfhonderd kilogram!

W.: Als je nu nog de conische wanden en het cilindrische deel in rekening brengt, zie je dat de totale druk ongeveer 3 ton bedraagt, dat is ongeveer het gewicht van 40 volwassenen.

Vr.: Een kathodestraalbuis die zowat alle leden van de gemeenteraad van een flinke Nederlandse gemeente kan dragen. Dat ding moet wel heel erg sterk zijn.

W.: Het is daarom dat het scherm licht gebogen is gemaakt, terwijl het cilindrische deel dikwijls van staal wordt gemaakt.

Vr.: Ik geloof dat ik om een explosie te vermijden, de televisie alleen nog maar zal beoefenen op een hoge berg.

W.: Waarom dan toch?

Vr.: Omdat zo in de hoogte de atmosferische druk veel lager is . . .

W.: Toegegeven. Maar laten we maar op de aarde terugkeren om een foutieve uitdrukking recht te zetten: een buis explodeert niet, hij wordt in elkaar gedrukt . . . en dat kost je ook nog een hoop geld.



HET OPLICHTEN, HET FOSFORESCEREN EN HET FLUORESCEREN

Vr.: Wat doen we nou met onze elektronen die door het elektronenkanon worden afgeschoten, wanneer deze het scherm bereiken?

W.: De binnenzijde van dit laatste is bedekt met een half doorzichtige laag, welke door de botsing van de elektronen lichtgevend wordt.

Vr.: Is dat een stof zoals ook is aangebracht op de wijzers van mijn horloge, om deze in het donker zichtbaar te maken?

W.: Nee, want op deze wijzers is een fosforescerende stof aangebracht, dat wil zeggen, deze blijft lichtgevend, na zelf belicht te zijn. Het scherm van de kathodestraalbuis daarentegen is met een fluorescerende stof bekleed, dat wil zeggen dat deze een zichtbare lichtuitstraling geeft wanneer zij wordt onderworpen aan de inwerking van een andere bestraling, welke in het algemeen onzichtbaar is, omdat de golflengte korter is.

Vr.: Is dat hetzelfde verschijnsel dat zich voordoet in de fluorescerende buizen, de zg. T.L.-buizen, die meer en meer voor het verlichten van café's en zaken worden gebruikt?

W.: Juist. In deze buizen wordt een elektrische ontlading tot stand gebracht in kwikdamp onder lage druk, waardoor ultraviolette stralen worden opgewekt, die voor ons oog niet zichtbaar zijn. Maar wanneer de ultraviolette stralen op de fluorescerende stof vallen, waarmee de binnenwand van de buis is bedekt, wordt door deze ultraviolette stralen een zichtbare lichtuitstraling teweeggebracht.

Vr.: Uw fluorescerende buis lijkt mij een echte superheterodyne.

W.: ??

Vr.: Is het eigenlijk niet een frequentie-omvormer, welke de zeer hoge frequentie van de ultraviolette stralen omzet in een minder hoge frequentie van zichtbaar licht? ...

W.: Je hebt volkomen gelijk. Maar laten we naar ons uitgangspunt terugkeren. We hebben een elektronenkanon dat zijn projectielen op het scherm doet terecht komen, dat hierdoor oplicht. Omdat de straal zich verspreidt, wordt een grote lichtgevende vlek op het scherm gevormd. Trachten met behulp daarvan een beeld op het scherm te beschrijven, is even onmogelijk als een schilderij te willen schilderen met een kleeborstel.

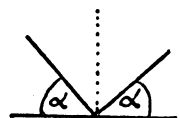
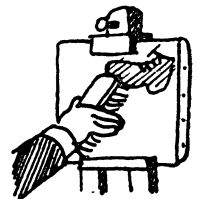
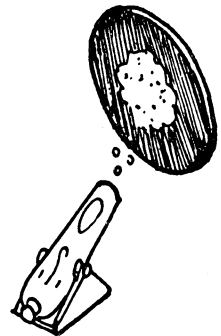
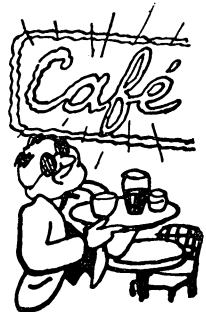
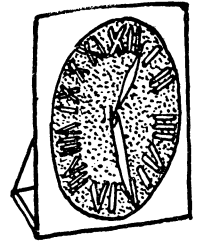
EEN ELEKTRONISCHE LENS

Vr.: We zijn nou weer eens aangekomen bij het probleem van de focusering. Hoe stelt u zich voor de elektronen aan hun verstand te brengen, dat ze meer saamhorigheidsgevoel behoren te hebben?

W.: Dat kan ik doen door middel van een „elektronenlens”. In de uitdrukking kun je je niet vergissen, want de elektronen gaande van de kathode naar het scherm gedragen zich op dezelfde wijze als lichtstralen. Zij gehoorzamen aan de wetten van de „elektronenoptiek”, welke veel overeenkomst vertonen met die over de gedragingen van lichtstralen.

Vr.: Vertelt u me nou niet dat de elektronenlens wordt gevormd door een dubbelbolle glazen schijf, want de elektronen zouden er niet doorheen kunnen komen.

W.: Men stelt deze lens samen door achter de eerste anode een tweede te plaatsen, welke op een hogere potentiaal is gebracht (dikwijls de tienvoudige). Het elektrische veld dat tussen de anoden wordt gevormd, oefent invloed uit op de elektrisch ge-



laden deeltjes (de elektronen) en verandert hiermee hun baan; het tracht hen te verzamelen in de as van de buis. Op deze wijze vormen de elektronen een convergerende bundel.

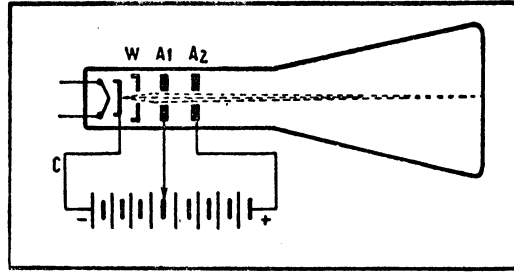
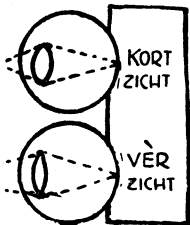
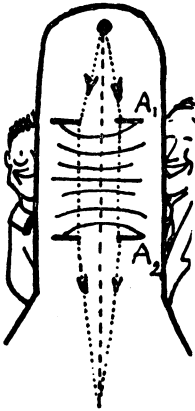
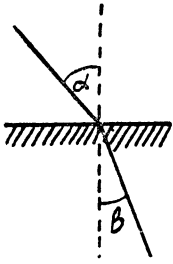


Fig. 2. Focussing van de elektronenbundel, onder invloed van de elektrische velden.

Vr.: Ziedaar onze triode die verandert in een tetrode en zelfs in een penthode!

W.: Zij heeft dan ook in zekere zin de eigenschappen van een tetrode.

Inderdaad oefenen de anodespanningsveranderingen van de laatste anode nauwelijks invloed uit op het aantal elektronen, dat wil zeggen op de sterkte van de stroom in het luchtledige. Deze elektronen vormen tezamen de elektronenstraal.

Vr.: Welke spanningen worden nu op de elektroden gezet?

W.: De eerste anode heeft een spanning welke betrekkelijk laag is: beneden 250 volt.

De tweede anode wordt onderworpen aan een hoogspanning van enige duizenden volt. Het wordt zo ingericht dat de spanning van de eerste anode gevarieerd kan worden. Op deze wijze kan men de verdeling van de elektrische velden wijzigen, waarmee de „kromming” van de elektronenlens verandert.

Vr.: Is dan uw elektronenlens beter dan al de gewone optische lenzen?

W.: Niet altijd, want de lens van het oog heeft ook de eigenschap zijn kromming te kunnen veranderen, om het zien van dichtbij- of verafgelegen voorwerpen mogelijk te maken.

Vr.: De conclusie is dus dat door de spanning op de eerste anode te regelen, men de focussing van de kathodestraal kan instellen? *

W.: Men doet al het mogelijke om een zeer fijne bundel te krijgen welke op het scherm van de buis een zeer klein lichtend vlekje aftekt. Men noemt dit ook wel „spot”, want het snobisme wil dat we in het Nederlands dingen wel eens met Engelse uitdrukkingen aanduiden . . . Deze spot, vergeet dat niet, stelt het elementaire oppervlakje van het beeld voor, dat men zou kunnen aanduiden als een „punt”; de officiële naam is „lichtpunt”.

* Door het regelen van de spanning kan de scherpte van het beeld worden ingesteld. Wij noemen het regelorgaan waarmee deze spanning wordt ingesteld de „scherpteregeling”.

EEN NAAR SOORT ELEKTRONEN

Vr.: Maar wat gebeurt er met de elektronen welke het scherm bereiken? Het zou best eens kunnen zijn dat zij tenslotte nog terugkeren naar een van de onder hoogspanning staande anoden.

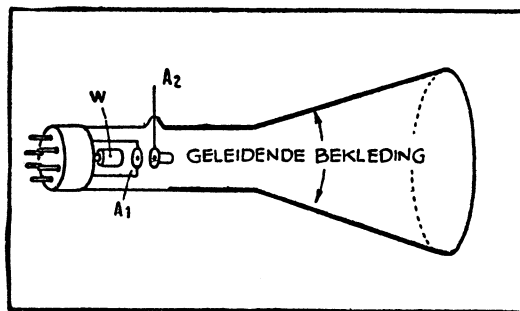


Fig. 3. Zo ziet een kathodestraalbuis er uit met focusering door middel van een elektronische lens. De hoge spanning op de laatste anode maakt een goede isolatie nodig, waartoe de aansluiting tot stand is gebracht buiten de voet van de buis.

W.: Dat is een vraagstuk dat de fabrikanten van de kathodestraalbuizen geen grijze haren heeft bezorgd. De elektronen komen op het scherm terecht met een grote snelheid . . .

Vr.: Hoe groot?

W.: Deze snelheid hangt af van de spanning welke op de laatste anode wordt gebracht en is evenredig met de wortel daaruit. Wanneer op deze anode 10 000 volt staat, hebben de elektronen een snelheid van ongeveer 60 000 km per sec. Maar met 20 000 volt komen we nauwelijks boven de 80 000 km/sec.

Vr.: Wat voor belang heeft men erbij deze snelheid op te voeren?

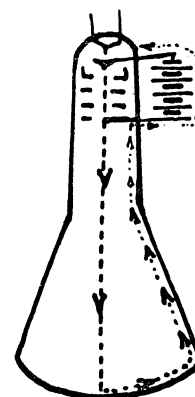
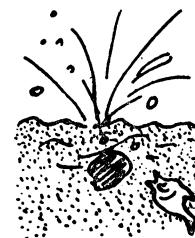
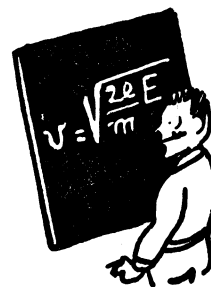
W.: Met hoe groter snelheid de weggeslingerde elektronen het scherm bereiken des te intenser is het licht dat wordt uitgestraald.

Vr.: Laten we als u zo goed wilt zijn terugkeren tot de elektronen die het scherm bereikt hebben. Wat gebeurt ermee?

W.: Op dezelfde wijze waarop een steen die met kracht in het water wordt geworpen er druppels uit doet opspringen, zullen deze elektronen andere uit de fluorescerende laag losmaken. Deze elektronen . . .

Vr.: . . . secundaire?

W.: Ja zeker, ik zie je dat niets vergeten hebt van ons vroeger gebabbel. Deze secundaire elektronen zetten zich langzaam in beweging en als ze kunnen, bewegen ze zich naar de anode. Tenminste zo was het in de vroeger gebruikte buizen. Tegenwoordig maakt men hun de terugweg gemakkelijk door de binnenwand van de ballon tussen het scherm en de ophanging van de laatste anode geleidend te maken door er een laag grafiet op aan te brengen. Ik wou je nog even doen opmerken zo



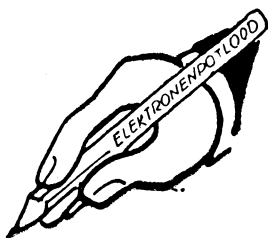
tussen neus en lippen door, dat de aansluiting van de laatste anode tot stand is gebracht door de glaswand heen van het cilindrische deel van de ballon.

Vr.: En waarom niet aan een van de pennen van het voetje?

W.: Omdat de hoge spanning die wordt toegepast op deze elektrode, het noodzakelijk maakt deze zorgvuldig van de andere verwijderd te houden.

Vr.: Nu zie ik duidelijk het hele samenspel. De elektronen komen van de kathode, passeren door de opening van de wehnelt en van de ene of meerdere anoden, om een punt van het scherm te bereiken. Vandaar gaan zij, langs de wanden, naar de laatste anode en komen langs de hoogspanningsvoedingsbron terug naar de kathode. Ik veronderstel dat het moeilijkste gedeelte van de weg het deel moet zijn wat leidt van de spot naar de rand van het scherm.

W.: Inderdaad, want de fluorescerende laag is allesbehalve een goede geleider. Maar in de moderne buizen wordt dikwijls een dubbele laag aangebracht, de achterste laag bestaat uit een zeer dunne bedekking van aluminium, waar de elektronen die van het elektronenkanon komen zonder moeite doorheen dringen en die het afvoeren van de secundaire elektronen vergemakkelijkt. Overigens is het werkelijke doel van de aluminiumlaag het verhogen van de lichtsterkte van de beelden, doordat een deel van de lichtstralen wordt teruggekaatst in de richting van de kijker. Deze zouden anders als een zuiver verlies naar het inwendige van de buis worden teruggeworpen.*



DE SPOT BEWEEGT ZICH OMHOOG EN OMLAAG

Vr.: Daar zijn we nou in het bezit van een elektronenpotlood waarmee we lichtende beelden op het scherm kunnen trekken. Nou moeten we het nog in beweging zien te zetten, om ze te kunnen tekenen. Hoe kunnen we deze onzichtbare straal beetpakken en naar behoeven hanteren?

W.: Wanneer een echt kanon zijn projectielen afvuurt, volgen deze dan een rechte lijn?

Vr.: Nee, niet bepaald. Zij beschrijven een parabool, omdat de aantrekkingskracht van de aarde hun baan in de richting van de aarde afbuigt.

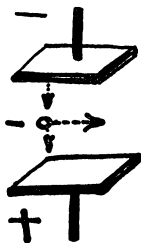
W.: Zie je nu op welke manier wij de elektronen kunnen beïnvloeden met eenzelfde kracht, waardoor het mogelijk wordt hen van de rechte weg af te buigen?

Vr.: Ja, ik zie het. Men zou onder de bundel een positief geladen elektrode kunnen aanbrengen, die de elektronen aantrekt zoals de aarde het projectiel aantrekt. De straal zou zich dan omlaag buigen.

W.: Goed geredeneerd. Men zou nog beter tegelijkertijd een tweede elektrode boven de bundel kunnen aanbrengen welke negatief geladen is.

Vr.: Ik begrijp het. Terwijl deze de elektronen van de bundel afstoot, vervolmaakt zij de werking van de er onder geplaatste elektrode. Maar uw twee elektroden vormen in feite de bekleedselen van een condensator.

W.: Zeker. Hou er rekening mee, dat men er intussen geen belang bij heeft gelijkspanningen op deze afbuigeelektroden te brengen. Wanneer de spot eenmaal van het



* Deze aluminiumlaag wordt ook wel de „scherm Spiegel” genoemd. De lichtsterkte en het contrast van het beeld worden belangrijk verbeterd door het aanbrengen van deze spiegelende laag.

midden van het scherm afgebogen is, zal deze een vaste stand innemen. Dat is niet wat wij zoeken. Maar wat gebeurt er als we op de twee afbuigplaten een wisselspanning aanbrengen?

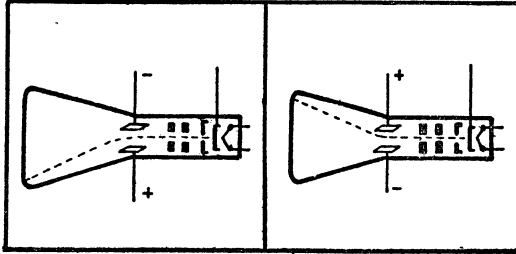
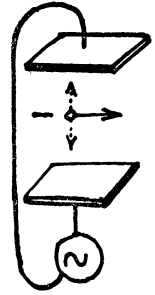


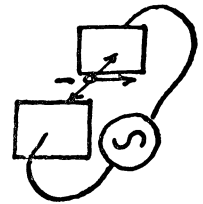
Fig. 4. Elektrostatische afbuiging. Afhankelijk van de polariteit van de spanning die op de afbuigplaten wordt gebracht, wordt de elektronenstraal naar beneden of naar boven afgebogen.



Vr.: Gedurende de halve periode van de wisselspanning, waarbij de bovenste elektrode positief wordt en de onderste negatief, zal de straal naar boven aangetrokken en gelijktijdig van beneden afgestoten worden. Men ziet dus de spot omhoog klimmen. Gedurende de volgende halve periode wordt de bovenste elektrode negatief en stoot de straal af, terwijl deze door de onderste elektrode, welke positief geworden is, wordt aangetrokken. Onze spot gaat dus naar beneden.

W.: Je ziet dat de spot een heen-en-weer-gang beschrijft langs een verticale doorsnede van het scherm. En als de frequentie van de op de platen gebrachte wisselspanning groter is dan 30 perioden per seconde . . .

Vr.: . . . zal het oog een verticale lichtende streep zien, want dank zij zijn eigenschap dat de lichtindrukken even blijven doorwerken, kan het de verschillende posities welke door de spot worden ingenomen, niet meer onderscheiden.



DE SPOT BEWEEGT ZICH VAN RECHTS NAAR LINKS

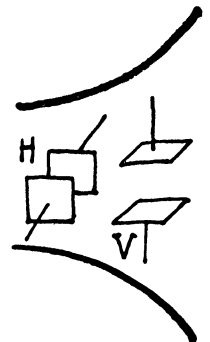
W.: Neem nu eens aan, Vraagal, dat we op het pad van de straal een tweede stel afbuigplaten aanbrengen, maar deze keer verticaal geplaatst aan beide zijden van de straal.

Vr.: Het is duidelijk, dat zij het mogelijk maken deze naar rechts en links af te buigen. En als men op deze platen een wisselspanning aanbrengt, zal de spot op het scherm een horizontale lijn beschrijven.

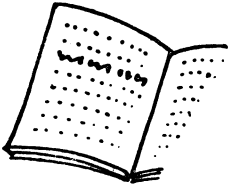
W.: De juistheid van je logisch denken verdient een complimentje.

Vr.: Er is intussen iets wat me in de weg zit: het zijn de verticale platen, die de horizontale afbuiging veroorzaken en omgekeerd.

W.: Dat is werkelijk nogal vervelend en verschillende schrijvers brengen een betreurenswaardige verwarring teweeg, wanneer zij spreken over „de horizontale” afbuigplaten”, terwijl zij willen praten over de „platen die een horizontale afbuiging teweeg brengen”, en dat zijn dan de staande platen.



HET BEELD WORDT GETEKEND



Vr.: Wij weten nu hoe wij de spot in verticale en in horizontale zin kunnen afbuigen.
Hoe kunnen wij hem nu ook nog beelden laten tekenen?

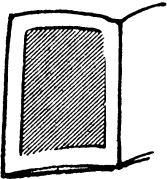
W.: Laten we niet te hard van stapel lopen. In ieder geval kan ik je een globaal idee ervan geven. Laten we aannemen dat op de horizontale afbuigplaten een periodiek veranderlijke spanning wordt gezet van een dusdanig karakter, dat de spot met een regelmatige snelheid van links naar rechts een horizontale lijn beschrijft, vervolgens bijna ogenblikkelijk terugkeert naar links en de eerste beweging opnieuw begint, enz.



Vr.: Het is alsof ik tot in het oneindige steeds dezelfde regel van een boek zou lezen.
W.: Het ontbreekt er dus nog aan om aan de spot een beweging van boven naar beneden te geven welke veel langzamer verloopt, door op de platen voor de verticale afbuiging een geschikte spanning aan te brengen.

Vr.: Zodat wanneer we een lijn hebben gelezen, wij niet terugkeren naar het begin van dezelfde lijn, maar naar dat van de volgende.

W.: Zeer juist. En zo wordt het voor al de lijnen van het beeld, want de spot wordt met een gelijkmatige, langzame beweging van boven naar beneden voortbewogen. Maar wanneer hij de laatste lijn doorlopen heeft, zal het plotselinge omdraaien van de spanning aan de platen voor de verticale afbuiging, deze terugvoeren naar boven om de aftasting te beginnen van het volgende beeld.



Vr.: We hebben de eerste bladzijde beëindigd en hebben hem omgedraaid om aan de volgende te beginnen... , dat is duidelijk. Maar onze spot zal slechts een gelijkmatige opeenvolging van lichtende lijnen beschrijven, welke de indruk geven van een rechthoek met dezelfde helderheid in alle punten. Het is alsof men een boek zou hebben, waarvan alle letters dezelfde waren!...

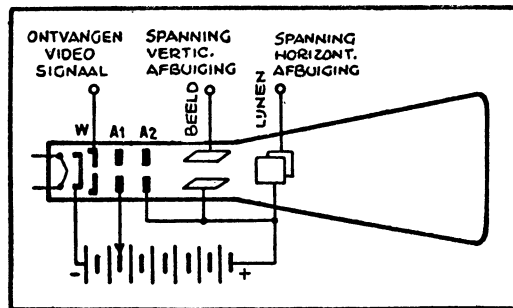
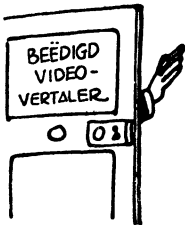
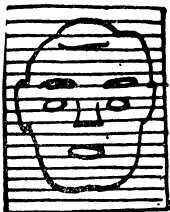


Fig. 5. Kathodestraalbuis voor het reproduceren van beelden. Men behoeft slechts op de elektroden de benodigde spanningen te brengen...



W.: Zonder twijfel hebben wij iets zeer belangrijks vergeten: het variëren van de sterkte van de elektronenstraal, opdat ieder punt van het beeld geschreven zal worden met de lichtintensiteit die er bij behoort.

Vr.: Ik zie niet, hoe u dat zou kunnen bereiken.

W.: Laten we eens kijken, Vraagal. Ben je moe? Denk eens even na. Wat brengt op

onze ontvanger de natuurgetrouwe elektrische vertaling van de lichtintensiteiten van de opeenvolgende punten, welke het beeld samenstellen?

Vr.: Dat is het videofrequente signaal.

W.: En op welke elektrode van de kathodestraalbuis moet dit signaal worden aangebracht om de sterkte van de elektronenstraal te moduleren?

Vr.: Ah juist! Op het rooster. Ik wil zeggen op de wehnelt. Ik snap het . . . onze spot zal meer of minder helder zijn afhankelijk van de waarde, die het videosignaal heeft op dat moment. En het is op deze wijze dat het overgebrachte beeld op het scherm van onze buis, element voor element, wordt gereconstrueerd.

W.: Wel te verstaan moeten dan nog de bewegingen van de elektronenstralen bij de zender en de ontvanger absoluut synchroon verlopen.

Vr.: Ik voel dat ik u wel honderd vragen te stellen heb.

W.: Wat mij betreft heb ik er maar één: denk je niet dat het voor deze keer genoeg is?



WANDELING IN DE VELDEN



In de derde causerie heeft Weetal zijn jonge vriend Vraagal (en aan alle lezers van hun dialogen) de samenstelling en werking van de kathodestraalbuis, het belangrijkste onderdeel van de televisieontvanger, uiteengezet. Speciaal werd het focuseren en het afbuigen van de elektronenstraal door middel van elektrische velden besproken.

In hetgeen volgt onderzoeken onze vrienden de buis waarbij gebruik wordt gemaakt van een magnetisch veld. Deze methode van afbuigen wordt bij televisie algemeen gebruikt; de lezer wordt dan ook aangeraden deze uitleg met belangstelling te volgen.

De werking van de magnetische velden op een zich bewegend elektron, speelt zich af in de drie dimensies van de ruimte, terwijl de tekeningen tweedimensionaal zijn gehouden. Maar met een bepaalde inspanning van zijn verbeeldingskracht zal men zich een duidelijke voorstelling kunnen vormen van de onderlinge samenwerking van de magnetische velden.

DE HONDERD VRAGEN VAN VRAAGAL

Vr.: Die verduivelde televisie bezorgt me slapeloze nachten! Honderd vragen verdringen zich in mijn hoofd, het barst er bijna van.

Ik heb me gehaast om u weer eens op te zoeken om een en ander te vragen. Welk soort spanningen wordt op de elektroden gezet voor de horizontale en verticale afbuiging? Hoe worden zij opgewekt? Welke amplitude hebben zij? Hoe worden zij gesynchroniseerd? Waarom . . .

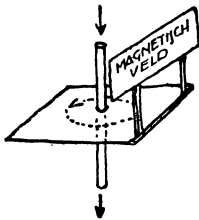
W.: Hou er mee op! Ik zal proberen je dorst naar kennis te lessen, maar we moeten deze vragen stuk voor stuk bekijken. We hebben de laatste keer de kathodestraalbuis bestudeerd met focussing en afbuiging door middel van elektrische velden. Ofschoon zij steeds worden gebruikt in de meetapparaten welke wij kathodestraal-oscillografen noemen, worden zij bij de televisie alleen maar gebruikt om kleine beelden te produceren. Vanaf het moment dat de diameter van het scherm gelijk of groter is dan ongeveer 20 cm, gebruikt men bij voorkeur magnetische velden om de elektronen te sturen.

Vr.: Ik vraag mij af hoe. Een elektron heeft een zekere negatieve elektrische lading, wat tengevolge heeft, dat een positief geladen lichaam (zoals de anode) het aantrekt en een negatief geladen lichaam het afstoot. Maar welke uitwerking heeft een magnetisch veld op onze elektronen?

VAN HET ENE VELD NAAR HET ANDERE

W.: Als men een elektron zou kunnen stilzetten, dan zou de zaak precies liggen zoals je het voorstelt: het elektron is dan de drager van een lading negatieve elektriciteit en anders niets. Maar vanaf het moment dat het elektron in beweging is, veroorzaakt het een magnetisch veld.

Vr.: Daar heeft u mij nog nooit over gesproken. Vroeger heeft u me wel uitgelegd



dat een elektrische stroom om een rechte geleider heen, een magnetisch veld doet ontstaan dat cirkelvormig verloopt, met de geleider als middelpunt.

W.: Je slapeloosheid heeft je niet erg geholpen, mijn arme vriend. Want wat is tenslotte een elektrische stroom anders dan een elektronenstroom?

Vr.: Dat is nog waar ook! U heeft gelijk. Het is niet de geleider, maar het zijn de elektronen die zich bewegen en het magnetische veld te voorschijn roepen. Samenvattend zou men kunnen zeggen, dat waar een hoeveelheid elektriciteit in beweging is, er ook een magnetisch veld is.

W.: Is dat niet precies zo het geval bij radio-elektrische golven, die eigenlijk cirkelvormige bundels krachtlijnen zijn, gewikkeld in elektrische velden en waarvan de radius zich uitbreidt met de snelheid van het licht . . .

Vr.: Dus we kunnen ook zeggen, dat wanneer een elektron de gevaarlijke sprong maakt, die het brengt van de kathode, door de opening van de wehnelt en de anoden, naar het fluorescerende scherm, dit ook omgeven is door een cirkelvormig magnetisch veld, waarvan het tevens het middelpunt is?

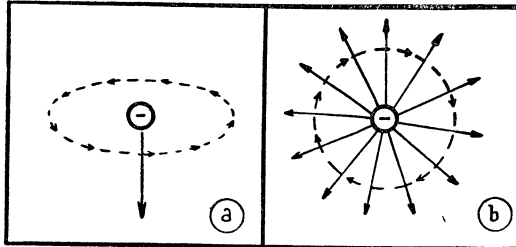
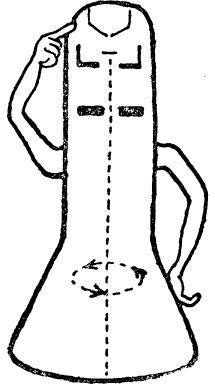
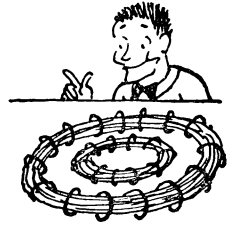
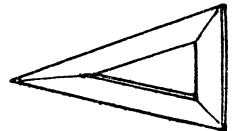


Fig. 1. Het magnetisch veld van een elektron dat zich omlaag beweegt (fig. a); het elektrische veld (getrokken pijlen) en het magnetische veld (gestippeld) van een elektron dat zich naar de lezer toe beweegt, loodrecht op het vlak van het papier (fig. b).



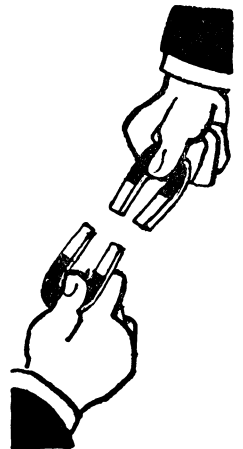
W.: Juist. Ik mag je er wel opmerkzaam op maken dat de elektrische krachtlijnen radiaal gericht zijn vanaf het elektron in alle richtingen en daarom loodrecht staan op de magnetische krachtlijnen. Ook ga ik je nog een geheim toevertrouwen dat de moeite waard is om te weten. In alle gevallen zullen de magnetische krachtlijnen en de elektrische op alle punten onder een rechte hoek met elkaar staan, tenminste wanneer zij door dezelfde oorzaak zijn opgewekt.

DE INTIEME GEDRAGINGEN VAN DE KRACHTLIJNEN

Vr.: Wat gebeurt er nu, wanneer twee magnetische velden opgewekt door twee verschillende oorzaken in elkaars buurt komen?

W.: Je weet het heel goed, Vraagal, wanneer je twee magneten bij elkaar brengt . . .

Vr.: Zij trekken elkaar aan wanneer twee ongelijknamige polen bij elkaar worden gebracht. Maar als men twee noordpolen of ook twee zuidpolen bij elkaar brengt, stoten de magneten elkaar af. Er gebeurt hetzelfde als met elektrische velden.





W.: Men kan er uit afleiden dat evenwijdige magnetische krachtlijnen welke in dezelfde richting lopen, elkaar afstoten en indien zij in tegengestelde richting lopen, elkaar aantrekken.

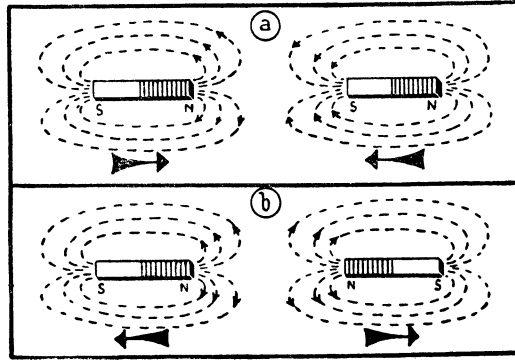


Fig. 2. In a trekken ongelijknamige polen elkaar aan. In b stoten gelijknamige polen elkaar af.



Vr.: U praat maar over evenwijdige krachtlijnen, terwijl deze toch eigenlijk gebogen zijn!

W.: Je moet niet te strikt zijn, Vraagal. Overigens heb je uitstekend begrepen, wat ik wilde zeggen.

Vr.: Nou en of, ik heb begrepen dat uw magnetische krachtlijnen net menselijke wezens zijn: hoe minder ze elkaar zien, hoe beter het gaat. Vanaf het moment dat ze trachten een gedeelte van hun weg samen te gaan, hebben ze ruzie . . .

HET MAGNETISCHE THEATER

W.: Nu dat alles duidelijk voor je is, zul je ook geen moeite hebben de magnetische wijze van afbuiging van de elektronenstraal vast te stellen.

Vr.: Laten we eens kijken, even nadenken. Ik geloof, dat het voldoende is een hoefijzervormige magneet te nemen en de kathodestraalbuis tussen de polen te plaatsen, zodat de elektronen door het magnetische veld kunnen passeren.

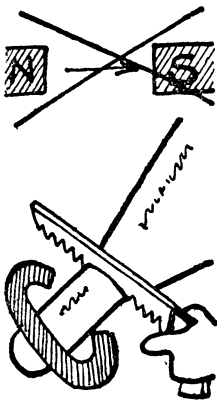
W.: Gefeliciteerd. En in welke richting zullen de elektronen worden afgebogen onder inwerking van het magnetische veld?

Vr.: Als ik het goed zie, zullen ze worden aangetrokken door een van de polen en afgestoten door de andere.

W.: Vloek en ellende dale op je hoofd! Hoe kun je een dusdanige bok schieten? Hier heb je het gevaar van ondoordachte gevolgtrekkingen! Je had toch zeker op je hoede moeten zijn vanaf het moment dat ik je medegedeeld heb dat het elektrische veld en het magnetische veld in ieder punt loodrecht op elkaar staan.

Vr.: U wilt toch niet insinueren dat zij worden afgebogen in een richting loodrecht op die van de magnetische krachtlijnen?

W.: Ik insinueer niet. Ik wil eenvoudig, dat je de moeite neemt, logisch te redeneren.



Om de dingen duidelijker te zien, zaag ik de ballon van de kathodestraalbuis door, ter hoogte van de magneet. Ik plaats mijn oog aan de zijde van het fluorescerende scherm en kijk langs de as van de buis naar de kathode. Overigens teken ik terwille

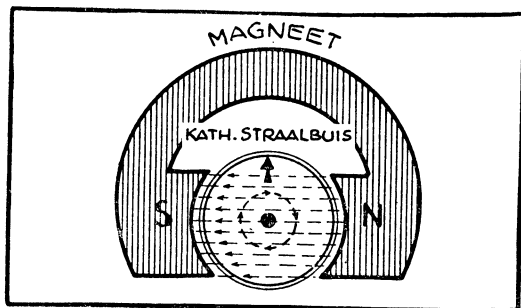


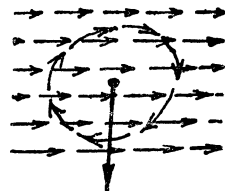
Fig. 3. Principe van de magnetische afbuiging.



van de duidelijkheid geen elektroden. Het kleine zwarte puntje in het midden van de buis is een elektron, dat zich van achteraf naar ons toe beweegt.

Vr.: Nu alle decors zijn opgesteld en de hoofdpersoon op zijn plaats staat, kan de voorstelling beginnen.

W.: Wij zullen nu getuige zijn van het conflict tussen twee krachtlijnenbundels waarvan de ene wordt teweeg gebracht door het veld van de magneet (evenwijdige krachtlijnen) en de andere afkomstig is van het in beweging zijnde elektron; dit laatste verloopt cirkelvormig om het elektron heen. Wat zal de onderlinge beïnvloeding zijn van deze velden?



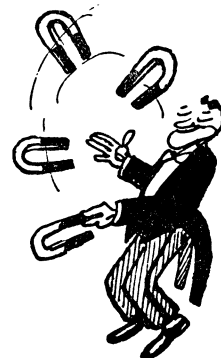
Vr.: Rechts en links snijdt deze cirkel de parallelle krachtlijnen van de magneet ongeveer onder een rechte hoek. Daar treedt dus geen beïnvloeding op. Maar naar boven en beneden zien we keurige staaltjes van samenwerking en tegenwerking. Boven is de richting van de twee velden tegengesteld gericht, ten gevolge waarvan zij elkaar aantrekken. Beneden daarentegen gaan de lijnen in dezelfde richting en zij zullen elkaar dus afstoten.

W.: Wat is het resultaat van dit gevoelsconflict?

Vr.: Naar boven getrokken en van beneden gedrukt zal het elektron worden afgebogen naar boven.

W.: Heel juist. En als men de polariteit van de magneet zou omkeren...

Vr.: Zou het elektron zich klaarblijkelijk naar beneden bewegen... Ik geef toe dat het een beetje verwarrend is te constateren dat een horizontaal veld een verticale afbuiging van de elektronenstroom veroorzaakt.



OPWEKKING VAN DE MAGNETISCHE VELDEN

W.: Je kunt je makkelijk voorstellen, Vraagal, dat om een continue beweging van de spot te krijgen, het nodig is steeds de waarde en de richting van een magnetisch veld te wijzigen. Wij krijgen dat zeker niet voor elkaar door met een stelletje perma-

nente magneten te jongleren, zelfs al zouden we hoefijzervormige nemen om ons geluk aan te brengen.

Vr.: Ik veronderstel dat men elektromagneten gebruikt, dat wil zeggen spoelen welke doorlopen worden door een stroom van geschikte richting en vorm, om het verlangde magnetische veld op te wekken.

W.: Dat is goed opgemerkt. En daar men bij elektrostatische afbuiging twee paar platen gebruikt om de noodzakelijke beweging van de elektronenstroom te bewerkstelligen, maakt men ook gebruik van . . .

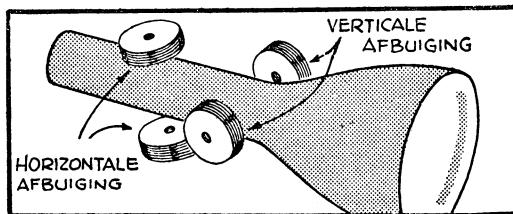


Fig. 4. Plaatsing van de elektromagneten voor horizontale en verticale afbuiging.

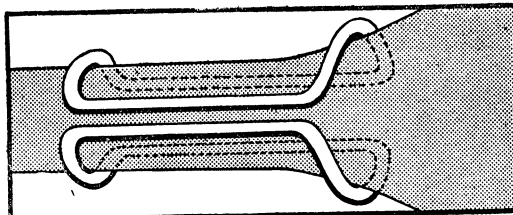
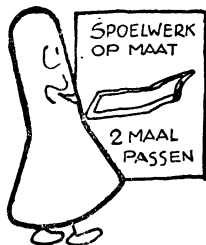


Fig. 5. Een stel luchtspoelen voor de horizontale afbuiging.

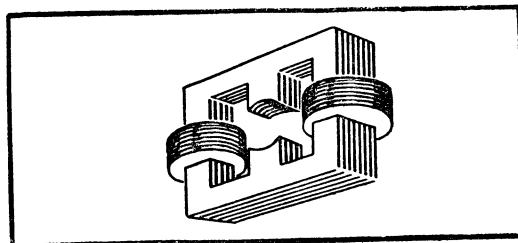


Fig. 6. Afbuigspoelen met magneetkern.

Vr.: . . . twee paar elektromagneten: het eerste paar is zo geplaatst dat de as verticaal staat, de elektronen worden hierdoor in horizontale richting afgebogen (lijnafbuiging); het tweede paar wordt zo geplaatst dat de as horizontaal staat waardoor het mogelijk is de elektronenstraal af te buigen in verticale richting (voor het overgaan van de ene lijn naar de andere en van het ene beeld naar het volgende).

W.: Dat is heel goed, Vraagal. De vier spoelen worden in de regel aangebracht om de ballon, op de plaats waar het cilindrische deel in het conische deel overgaat.

Vr.: Hebben zij een kern van magnetisch materiaal?

W.: Men gebruikt zowel luchtspoelen als spoelen welke op een ijzerkern zijn aangebracht die uit dunne plaatjes is opgebouwd. In het eerste geval zijn de spoelen gewikkeld op een rechthoekige mal en worden daarna in een dusdanige vorm gebogen dat zij het glas van de ballon zo nauw mogelijk omvatten.

Vr.: Waarvoor is dat nodig?

W.: Om het magneetveld beter te concentreren op de baan die de elektronen volgen. Voor de spoelen met ijzerkern wordt aan de polen, die door het blikpakket worden gevormd, een dusdanige vorm gegeven, dat zij zo dicht mogelijk bij het glas van de ballon komen.

VRAAGAL HEEFT EEN IDEE

Vr.: Het is misschien dom van me maar ik vraag me af of de elektronentraal ten gevolge van het feit dat de elektronen een magnetisch veld hebben, niet gefocuseerd kunnen worden door een *magnetisch veld* in plaats van door „een elektronenlens”, zoals u die heeft genoemd.

W.: Nee, dat is zeker niet dom. Men doet het zelfs in werkelijkheid zo. Evenals de magnetische afbuiging het mogelijk maakt de inwendige opbouw van de buis te vereenvoudigen doordat wij de twee paren afbuigplaten kunnen weglaten, kunnen we ook met de magnetische focusering de laatste anode weglaten. Een enkele anode is voldoende en het elektronensysteem herkrijgt de oorspronkelijke eenvoud van de triode.

Vr.: Maar mag ik nogeens op mijn idee terugkomen, hoe stelt men een „magnetische lens” samen.

W.: Men moet een veld opwekken waarvan de krachtlijnen langs de as van de buis verlopen. Te dien einde moet men de spoel van de elektromagneet als een mof om de hals van de buis aanbrengen.

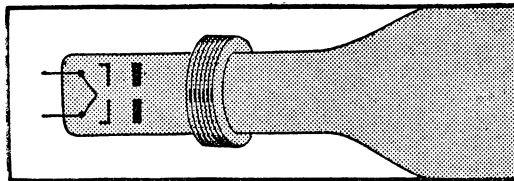
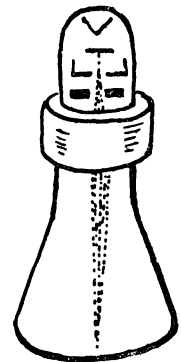
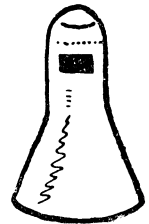
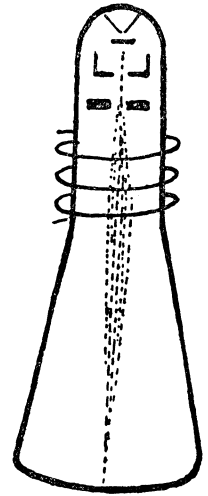


Fig. 7. Spoel voor magnetische focusering.

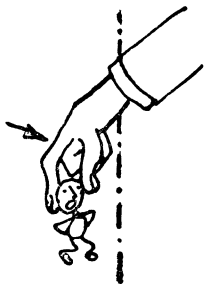
Vr.: En ik veronderstel dat men de focusering regelt door de sterkte van de stroom door de spoel te variëren.*

W.: Juist. Overigens kan men, omdat het veld constant moet zijn, deze elektromagneet vervangen door een permanente magneet die als een cilinder op de hals van de buis wordt aangebracht op de plaats waar de elektronen uit de anode treden.

* Bij de moderne televisie-ontvanger wordt de focusering aan de achterzijde van het apparaat vast ingesteld. Ook kan voor de focusering een permanente magneet worden toegepast, die vast wordt ingesteld.



DE DANS VAN DE ELEKTRONEN



Vr.: Ik begrijp natuurlijk wel, dat een gelijkmatig verdeeld magnetisch veld dat langs de as van de buis is gericht, de elektronen dwingt zich in een bundel te concentreren, welke samenvalt met de as. Ik denk nl. dat ieder elektron dat buiten deze as treedt, ogenblikkelijk op de rechte weg der elektronendeugdzaamheid wordt teruggebracht.

W.: Je feeling bedriegt je niet. Intussen zijn echter deze verschijnselen in werkelijkheid veel gecompliceerder. Neem aan dat een elektron, dat in een gelijkmatig verdeeld elektrisch veld is geplaatst, afwijkt van de as en zich naar beneden beweegt. Het best doe je, een rond stukje papier uit te knippen, waarvan het midden het elektron voorstelt en de rand het bijbehorend magnetisch veld. Als het elektron een richting volgt, die naar beneden afbuigt, moet ons rond stukje papier schuin liggen. De boven- en onderkant staan nog steeds loodrecht op de krachtlijnen maar zijn rechter- en linker- kant vormen geen rechte hoek meer met de krachtlijnen. Ten gevolge daarvan heeft er aan één zijde aantrekking plaats en aan de andere kant afstoting. Het resultaat is ...

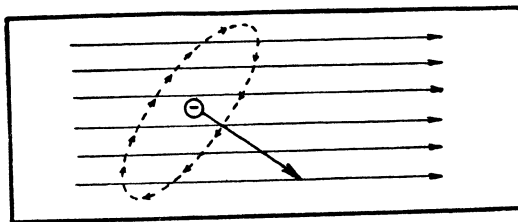
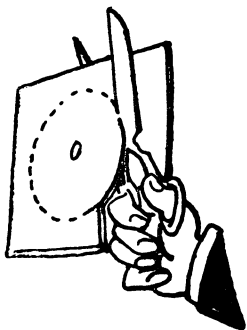
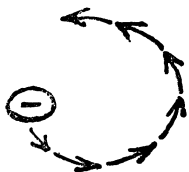


Fig. 8. Beweging van een elektron in het magneetveld van de focuseringsspoel.



Vr.: ... dat het elektron zijdelings verplaatst wordt. Dat is enorm! Met deze magnetische velden gebeuren de meest onverwachte dingen. Maar als nu het elektron naar links wil afbuigen ...

W.: ... zal het volgens dezelfde redenering omhoog worden verplaatst.

Vr.: En ten gevolge daarvan zal het weer door het veld naar rechts worden geduwd.

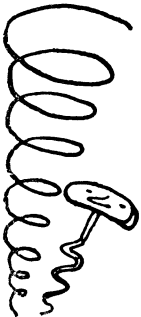
En zo gaat het maar voort, zodat het per slot van rekening cirkels om de as zal beschrijven. Wat een vreemd spelletje! En houdt het nooit op?

W.: Dat doet het wel! Want de straal van deze cirkels wordt steeds kleiner, totdat het elektron in de as wordt teruggebracht en deze verder gehoorzaam volgt. We kunnen zeggen dat de weg die het elektron beschrijft, wanneer het in zijn baan wordt teruggebracht, een spiraal vormt, of eenvoudiger, dat deze de vorm heeft van een kurketrekker.

Vr.: Wat mij betreft doet deze magnetische focussing denken aan de scalpendans.

W.: Waarom dan toch?!

Vr.: Omdat de Indianen, nadat ze hun slachtoffer aan de folterpaal hebben gebonden, steeds kleiner wordende cirkels om hem heen beschrijven tot het moment, waarop ...



W.: ... de Voorzienigheid er tussen komt om op het allerlaatste moment de huid van de onverschrokken ontdekkingsreiziger te redden.

Ook ik heb een heleboel Indianenboeken gelezen ...

VRAAGSTUK VAN DE GEVOELIGHEID

Vr.: Nu u mij de opbouw en de werking van de kathodestraalbuis heeft ontsluit, wou ik eens proberen de voor- en nadelen van het elektrostatische en het elektromagnetische systeem tegen elkaar af te wegen. Ik geef toe, dat de buizen met magnetische focussing en afbuiging veel gemakkelijker te fabriceren zijn. Maar daarentegen schijnt het mij gemakkelijker spanningen toe te passen om de elektrische velden op te wekken, dan stroom te voeren door de windingen van een elektromagneet, wat een zekere hoeveelheid energie vereist die verloren gaat.

W.: Op het eerste gezicht heb je gelijk. Maar in feite geldt je redenering alleen maar voor buizen met minder dan 20 cm diameter. Je houdt nl. geen rekening met de gevoeligheidsfactor.

Vr.: Ik zie niet goed in dat het gevoeligheidsvraagstuk ...

W.: Nee, het gaat hier om de gevoeligheid van de afbuiging, die wij voor een gegeven buis uitdrukken door, voor een spanningsverandering van 1 volt op de afbuigplaten, het aantal millimeters op te geven, dat zich de spot verplaatst op het fluorescerende scherm; voor de magnetische afbuiging wordt het aantal millimeters verplaatsing opgegeven voor een verandering van het afbuigende magneetveld van één gauss (de eenheid van veldsterkte).

Vr.: Met dien verstande dat, als ik het goed begrepen heb, een buis gevoeliger is, als de verplaatsing van de spot groter is voor een gegeven spanningsverandering.

W.: Dat is juist. Men kan ook zeggen dat, hoe gevoeliger een buis is, des te minder spanning (of vermogen in het geval van een magneetveld) deze nodig heeft om een zekere verplaatsing van de spot te verkrijgen.

Vr.: En waarvan is de gevoeligheid van een buis met elektrostatische afbuiging afhankelijk?

W.: In een dergelijke buis is de afbuiging van de spot groter als de elektronen langer onder invloed van het afbuigende veld blijven. Ten gevolge hiervan wordt de gevoeligheid groter wanneer de lengte van de afbuigplaten vergroot wordt. Ook wordt de gevoeligheid steeds groter wanneer de platen dichter bij elkaar worden gebracht, daar hierdoor het veld sterker wordt.

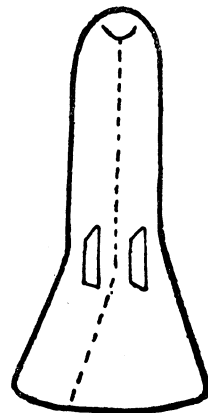
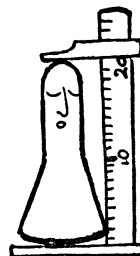
Vr.: Men kan dus buizen maken met een zeer grote gevoeligheid, door de platen zeer lang te maken en tegelijkertijd hun afstand tot een minimum terug te brengen?

W.: Je zou al spoedig op deze weg vastlopen, want bij de minste afwijking zou de elektronenstraal de platen aanraken. Ter aanvulling zou ik nog willen toevoegen dat de afwijking vermindert wanneer de snelheid van de elektronen toeneemt.

Vr.: Dat is logisch. Hoe sneller een kogel zich beweegt, des te minder wordt hij afgebogen door de werking van de aantrekkingskracht van de aarde.

W.: Ook beïnvloedt de spanning op de laatste anode de snelheid van de elektronen. Wanneer de spanning toeneemt, wordt gelijktijdig de afbuiging evenredig kleiner. Dat is zeer belangrijk.

Vr.: Ik zie hier duidelijk de formule ontstaan, die zegt dat de gevoeligheid recht evenredig is met de lengte van de platen en omgekeerd evenredig met de afstand tussen deze, en de anodespanning.



W.: Prachtig er mankeert niets meer aan deze formule dan de afstand tussen de afbuigplaten en het scherm. Want begrijpelijkerwijze neemt de gevoeligheid toe met het toenemen van deze afstand, omdat voor dezelfde afbuigingshoek de afwijking groter wordt, wanneer het scherm verder verwijderd is.

Vr.: Dat is voor de hand liggend. En bij de magnetische afbuiging?

W.: Gebeurt alles op ongeveer dezelfde manier. De gevoeligheid is ook hier evenredig met de lengte van het afbuigende veld, dat door de elektronen wordt doorlopen en evenredig met de afstand tussen de spoelen en het scherm. De gevoeligheid vermindert wanneer de anodespanning toeneemt, maar minder snel dan bij de elektrostatische afbuiging. Hier is de gevoeligheid omgekeerd evenredig met de wortel uit de anodespanning.

Vr.: Anders gezegd, als de spanning viermaal groter wordt, dan wordt de gevoeligheid slechts tweemaal kleiner?

W.: Je stelt langzamerhand Leibnitz, Newton en Euler bij elkaar in de schaduw . . .

Vr.: Intussen is het me uit dat alles nog niet duidelijk geworden waarom, om der wille van de gevoeligheid, de voorkeur wordt gegeven aan de magnetische afbuiging voor grotere buizen.

W.: Laten wij een concreet voorbeeld nemen. Laten we aannemen dat we een buis hebben voor elektrostatische afbuiging met een schermdiameter van 160 millimeter en een totale lengte van 55 centimeter. De spanning op de tweede anode bedraagt 2500 volt en de gevoeligheid 0,3 mm per volt. Om de gehele diameter van het scherm te doorlopen, moet de spanning van de afbuigplaten $150 : 0,3 = 533$ volt bedragen. Met een toverstafje verdubbel ik nu alle afmetingen. We hebben dan een buis met een scherm van 320 mm en een lengte van 110 cm . . .

Vr.: . . . wat minder mooi is.

W.: Laten we dat even in het midden laten. Maar zie je geen andere gekke dingen?

Vr.: Ik geloof het niet. Want de gevoeligheid zal evenredig toenemen. Inderdaad is de lengte van de platen tweemaal zo groot geworden, maar hun afstand is ook tweemaal zo groot geworden, wat elkaar opheft. Resultaat nul. Maar ten gevolge van het feit, dat de afstand tussen de platen en het scherm verdubbeld is, is ook de gevoeligheid daardoor verdubbeld. Tengevolge daarvan zullen wij met dezelfde 533 volt met onze spot een tweemaal zo grote afstand afleggen op het scherm waarvan de diameter eveneens is verdubbeld. U ziet dat er niets veranderd is.

W.: Zo zo, Vraagal. Je vergeet eenvoudig, dat door het verdubbelen van de diameter van het scherm wij zijn oppervlakte verviervoudigd hebben. Ten gevolge hiervan zal de lichtintensiteit viermaal zo zwak worden, daar wij met hetzelfde elektronenkanon bombarderen zonder de snelheid van de elektronen op te voeren. De hoeveelheid licht welke wij zo verkrijgen, is niet voldoende voor ons groter geworden scherm.

Vr.: Wat gaan we nu doen?

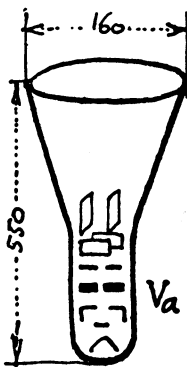
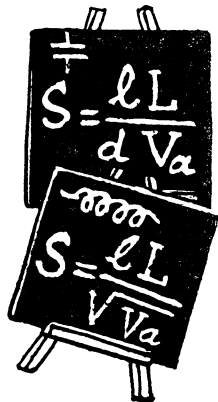
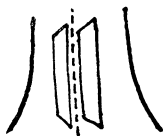
W.: Wij moeten ook de anodespanning verviervoudigen; met 10 000 volt krijgen wij weer dezelfde hoeveelheid licht per vierkante cm oppervlakte van het scherm.

Vr.: Maar als u de spanning van de laatste anode viermaal groter maakt, wordt de gevoeligheid viermaal kleiner!

W.: Daar heb je nu het hele drama. Om het hele scherm af te tasten, hebben wij de buitengewoon hoge spanning nodig van 2132 volt!

Vr.: Staan de zaken er beter voor met de magnetische afbuiging?

W.: Dat kan ik je verzekeren. Want ofschoon het dan nodig is de anodespanning te



verviervoudigen om dezelfde lichtsterkte van het scherm te behouden, wordt de gevoeligheid slechts tweemaal kleiner, zoals we daareven hebben opgemerkt. Ten gevolge daarvan blijft de verhoging van het vermogen dat in de afbuigspoelen wordt gestoken binnen redelijke grenzen.

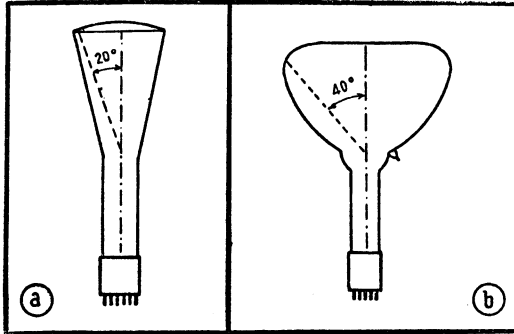


Fig. 9. Typische buisvormen voor elektrostatische afbuiging (fig. a) en voor magnetische afbuiging (fig. b).

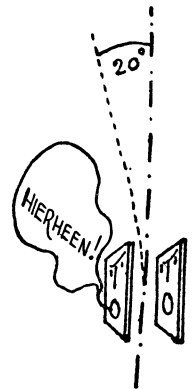
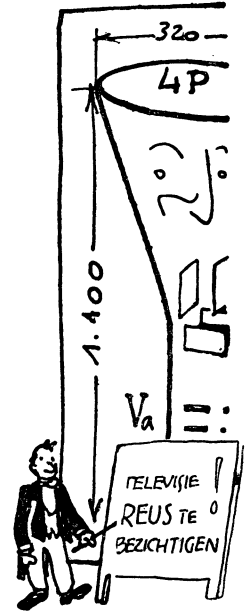
Vr.: Lang leve het magnetische veld! Maar dat geeft geen oplossing voor de enorme afmeting.

W.: Toch wel. Want de afbuiging van de elektronenstraal wordt beperkt tot een hoek van ongeveer 20 graden ten opzichte van de as bij de elektrostatische afbuiging; dit leidt tot zeer langgerekte buizen. Bij de magnetische afbuiging kan men een 2 tot 3 maal zo grote hoek bereiken. Dit maakt het gebruik van verhoudingsgewijze veel kortere buizen mogelijk.

Vr.: Van nu af aan ben ik aanhanger van de P.V.M.A.

W.: Is dat een politieke partij?

Vr.: Dat is de Propaganda Vereniging voor de Magnetische Afbuiging . . .



EEN ZAAG OM DE TIJD IN STUKKEN TE DELEN

In de nu volgende causerie wordt nogmaals de superioriteit van de elektronische methoden boven de mechanische procédés duidelijk in het licht gesteld. In de apparaten welke heden ten dage worden gebruikt moet aan de spot van de kathodestraalbuis een aftastbeweging worden gegeven welke deze in staat stelt het beeld 25 maal per secunde te doorlopen. Tot dat doel worden dezelfde spanningen gebruikt, zowel aan de zenzijde als aan de ontvangzijde.

Wat moet nu de vorm zijn van deze spanning? En hoe wordt deze opgewekt?

Dit zijn de vragen die Vraagal en Weetal in de loop van hun amicaal gebabbel zullen trachten op te helderen.

Maar vergist u zich niet: dit probleem is verre van eenvoudig en de lezer zal goed doen het geheel met onafgebroken aandacht te lezen.

P.V.M.A.



W.: Wat is er met je aan de hand, Vraagal? Waarom trek je vandaag zo'n plechtig en tegelijkertijd pseudo-bescheiden gezicht?

Vr.: O, niets bijzonders. Het ligt alleen maar in mijn bedoeling een patent aan te vragen.

W.: Je hebt zeker een mooie uitvinding gedaan? Ben ik onbescheiden, wanneer ik vraag op welk gebied je genie zich geworpen heeft?

Vr.: Spot niet met me! Mijn idee betreft de televisie, want u moet goed begrijpen, dat sinds we er steeds over praten, deze techniek mij meer en meer in beslag neemt. En daar u mij niet vlug genoeg alles uitlegt, ben ik gedwongen de problemen zelf op te lossen. En op deze wijze heb ik mijn roterend afbuigmechanisme uitgevonden.

W.: Dat moet iets geheel nieuws zijn. Ik heb er werkelijk nog nooit over horen spreken.

Vr.: Ik heb in u het volste vertrouwen, Weetal. Ik zal mijn idee uiteenzetten, wel te verstaan onder de roos. Sedert u mij de werking en de bouw van de kathodestraalbuis heeft beschreven, heb ik er veel over nagedacht op welke wijze de beweging wordt verkregen van de spot, waarmee de opeenvolgende lijnen gedurende het aftasten worden beschreven.

W.: Wij hebben deze kwestie reeds aangeroerd aan het slot van ons derde praatje, na de buis met elektrostatische afbuiging te hebben bekeken.

Vr.: Ja, ik herinner het me. We hebben toen gezien, dat het nodig was aan de horizontale afbuigplaten een spanning toe te voeren welke successievelijk van negatief naar positief oploopt, om zodoende de spot met regelmatige snelheid van links naar rechts te doen bewegen; vervolgens moet deze positieve spanning plotseling van positief naar negatief worden teruggebracht, om de spot weer met grote snelheid naar links te doen terugkeren. Op deze wijze wordt een lijn afgetast, waarna alles weer van voren af aan begint.



W.: Zou je grafisch de vorm kunnen weergeven van de spanning welke nodig is om dit aftasten van de lijnen te bewerkstelligen?

Vr.: Niets is gemakkelijker. Het overgaan van de negatieve spanning $-V$, naar een positieve spanning $+V$, moet gebeuren met een constante snelheid, want de spot zelf verplaatst zich eveneens met een constante snelheid. Op mijn grafiek stel ik het dus ook voor door een rechte lijn gaande van $-V$ naar $+V$, in een tijd T , welke gelijk

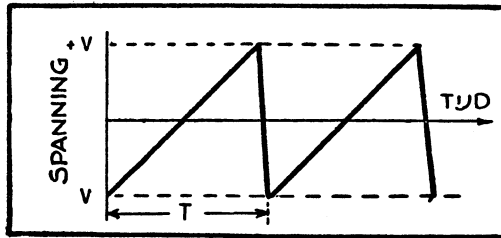
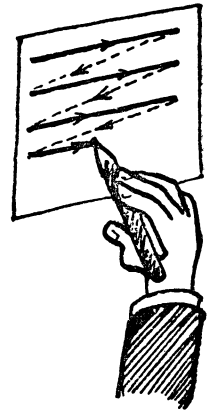


Fig. 1. De vorm van de spanning welke dient om de spot de aftastbeweging te doen beschrijven.



is aan de tijdsduur van een lijn van het beeld. Daarna geef ik met een verticale rechte lijn de snelle spanningsverandering aan van $+V$ naar $-V$, welke de terugslag van de spot bepaalt. En daarna begint alles weer opnieuw.

DE ELEKTRONISCHE ZAAG

W.: Doet de vorm van de lijn welke je hebt getrokken je nergens aan denken?

Vr.: Ja, aan de tanden van een zaag.

W.: Heel juist. En daarom wordt een dergelijke spanning ook een „zaagtandspanning” genoemd.

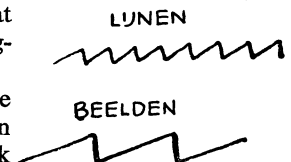
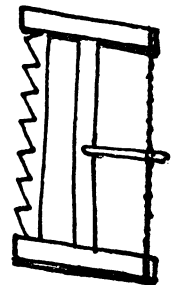
Vr.: Ik veronderstel, dat voor de kathodestraalbuis met magnetische afbuiging een stroom van dezelfde vorm moet worden gebruikt.

W.: Daarin heb je het bij het rechte eind.

Vr.: Overigens bepaalt ook een zaagtandspanning (of -stroom) de afwijking van de spot in verticale richting. Alleen is de frequentie veel lager, omdat deze samenhangt met het aantal beelden (of bij de geïnterlineerde aftasting, met het aantal halve beelden) per seconde.

W.: Ik zie met plezier dat je diep over het vraagstuk hebt nagedacht. Maar met dat alles is het me nog niet duidelijk, wat je gaat uitvoeren met je „roterend afbuig-mechanisme”.

Vr.: Daar zijn we nou net aan toe. Het mechanisme, hetwelk ik de eer heb u aan te bieden, is een generator, die zaagtandspanningen opwekt voor de horizontale en verticale afbuiging van de spot. Deze bestaat in hoofdzaak uit een cilindrische strook isolerend materiaal, waarop een toroïdale winding van weerstandsdraad is aangebracht. Op een as die in de cilinder is aangebracht, is een arm geplaatst die wordt rondgedraaid. Op deze arm wordt een contact aangebracht, dat tegen het weerstands-draad rust aan de binnenzijde van de cilinder.



W.: Maar mijn beste vriend, wat je me daar zo precies beschrijft, lijkt buitengewoon veel op een doodgewone potentiometer, die vroeger gebruikt werd in radiotoestellen.

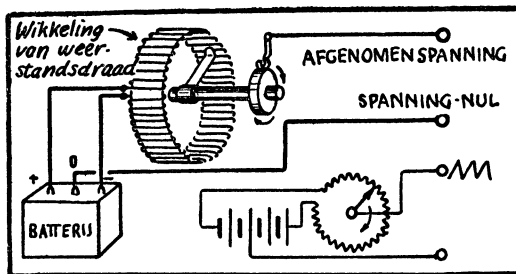
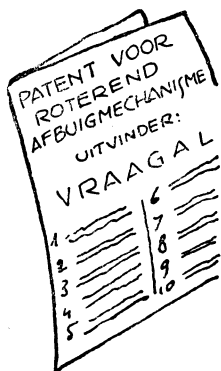
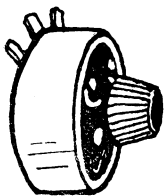


Fig. 2. Uitvoering van het „roterend afbuigmechanisme” en principe van de werkwijze.



Vr.: Zo zou u het kunnen zeggen. Inderdaad is mijn afbuigmechanisme een echte potentiometer, welke niet afwijkt van het gewone model, tenzij door de afwezigheid van de eindcontacten, waardoor het mogelijk is dat het loopcontact steeds in dezelfde richting kan doordraaien.

W.: Maar wat is nou de werkwijze van deze machine?

Vr.: Daar zijn we nu net aan toe, Weetal! Heeft u nog niet begrepen dat ik aan de uiteinden van het weerstandsdraad een batterij aansluit met een voldoende hoge spanning? Ten gevolge daarvan zal de arm zich successievelijk van de grootste negatieve spanning naar de hoogste positieve spanning bewegen; vervolgens springt hij meteen weer over naar de meest negatieve spanning en daarna begint het spelletje weer opnieuw.



DE TEKORTKOMINGEN VAN HET MECHANISME

W.: Ik feliciteer je met je knapheid. Het is uitstekend uitgedacht. En ik zou graag in iedere radioschool een demonstratie-apparaat zien, dat op jouw idee is gebaseerd.

Vr.: Ik heb anders mijn uiteenzetting nog niet beëindigd. Ik breng een motor aan, welke mijn afbuigmechanisme 50 maal per seconde doet ronddraaien, om zodoende evenveel malen de spot in verticale richting heen en weer te doen bewegen voor de geïnterlineerde aftasting. Door een vermenigvuldigingssysteem met tandwielen laat ik voor iedere twee omwentelingen van dit eerste mechanisme (nodig voor een compleet beeld), een tweede aandrijven, dat bv. 525 omwentelingen maakt en waarmee het aftasten van de lijnen kan worden tot stand gebracht. In dit geval zal dus het beeld zijn opgebouwd uit 525 lijnen onder elkaar.

W.: Dat is prachtig in theorie, maar heb je je rekenschap gegeven van de omwentelingssnelheid, die het lijnenmechanisme krijgt?

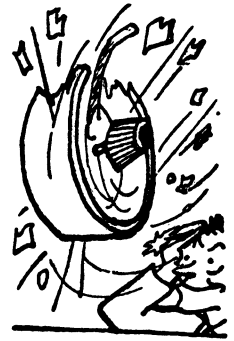
Vr.: Dat is gemakkelijk uit te rekenen. Onze 525 lijnen worden 25 maal per seconde afgetast; dit geeft in totaal $25 \times 525 = \text{ca. } 13\,000$ omwentelingen per seconde.



W.: Geen enkele arm zou de centrifugaalkrachten kunnen weerstaan, die bij een dergelijke omwentelingssnelheid zouden optreden. Bovendien zou de slijtage van het weerstandsdraad zeer groot zijn.

Vr.: Verdorie, daar heb ik niet aan gedacht! De mechanica is me de baas. Ik wed dat je mijn roterend afbuigmechanisme naar de schroothoop laat verhuizen, om het te vervangen door het een of ander prachtig 100 % elektronisch systeem.

W.: Je weddenschap is bij voorbaat al gewonnen, juist zoals je vermoedde. Je mechanisme is wel toegepast in bepaalde radarapparaten met kleine omwentelingssnelheid. Maar voor de frequenties en snelheden die bij televisie worden toegepast, kunnen, om alle werkjes voldoende vlug op te knappen, alleen elektronen worden gebruikt. Veronderstel dat bij een scherm van 25 cm breed het aantal lijnen per beeld 525 bedraagt, dan doorloopt de spot 13 000 maal per seconde de heen-en-weer-gang voor iedere lijn, dat wil zeggen ten naaste bij $13\,000 \times 50$ cm. Dit betekent een afstand van $6\frac{1}{2}$ km per seconde! Met dit gangetje zou de spot in twee uur rond de aarde getippeld zijn.



DE ELEKTRONISCHE ZANDLOPER

Vr.: Ze zijn er, alle diodes, triodes, penthodes en andere „odes”. De elektronenbataljons zijn op mars!

W.: Om je de waarheid te zeggen spelen de buizen slechts een ondergeschikte rol bij de „tijdbasis”, want zo wordt de zaagtandgenerator genoemd.

Vr.: Wat een rare naam. Dat is zeker omdat de opgewekte spanning de basis van het beeld vormt welke evenredig met de tijd verloopt?

W.: Mogelijk. We hebben inderdaad lineaire spanningen nodig, welke overeenkomen met die, welke je daareven hebt getekend.

Vr.: Een tijdbasis is eigenlijk net zo iets als een zandloper waarin de korreltjes zand zijn vervangen door elektronen.

W.: Die voorstelling is juist. Evenals het niveau van het zand in de onderste helft van de zandloper regelmatig omhoog stijgt tot het moment waarop al het zand is doorgelopen, waarna men de zandloper met een snelle beweging omdraait, waardoor de onderste helft weer leeg wordt, evenzo laadt men door middel van een stroom een condensator meer en meer op, tot het moment waarop deze snel ontladen wordt; daarna kan het verschijnsel opnieuw beginnen.

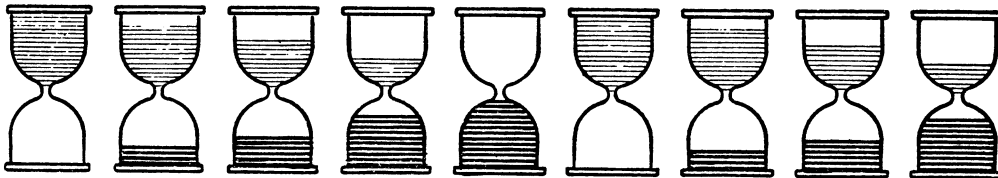
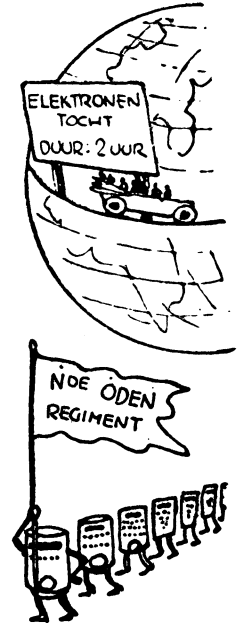
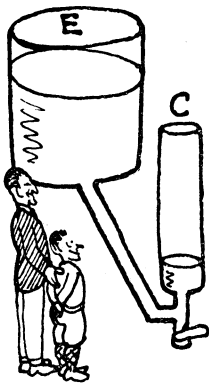


Fig. 3. In een zandloper stijgt het zandniveau regelmatig tot het moment waarop deze omdraaid wordt, waarna het proces weer van voren af begint. Hetzelfde gebeurt met de spanning op de klemmen van een condensator die in een „tijdbasis” wordt gebruikt.





Vr.: Dus een tijdbasis bevat als belangrijkste onderdeel een condensator als ik u goed begrijp. Maar hoe komt het dan dat de ontlading sneller verloopt dan de lading?
 W.: Omdat men hem oplaadt over een weerstand. Stel je voor Vraagal, dat een gelijkspanningsbron met een spanning E via een weerstand R is verbonden met een condensator C . Op het moment dat een dergelijke stroomkring wordt gesloten, zal een stroom ontstaan, die de condensator oplaadt, dat wil zeggen dat na enige tijd tussen de bekleedsels hetzelfde spanningsverschil zal bestaan als tussen de klemmen van de spanningsbron. Maar de lading zal niet ineens worden tot stand gebracht omdat de weerstand R de sterkte van de stroom beperkt.

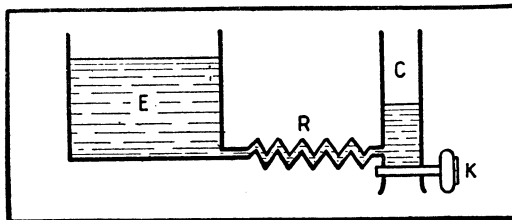


Fig. 4. Principeschema van een tijdbasis.

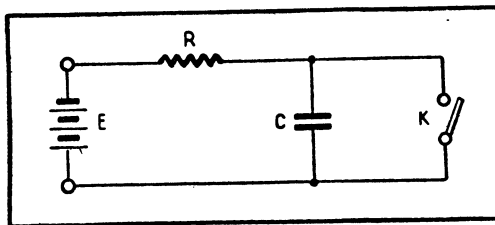
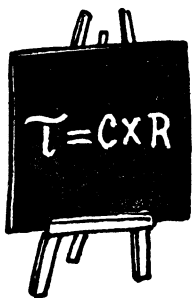


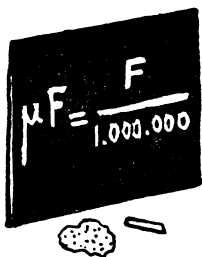
Fig. 5. Overeenkomstig watervoorbeeld van het schema van fig. 4.

Vr.: Men zou, als ik het goed begrijp, deze schakeling kunnen vergelijken met een groot reservoir E , dat men door middel van een smalle buis R verbindt met een veel kleiner reservoir C . Het reservoir C zal niet ogenblikkelijk gevuld zijn, omdat de buis R het toestromen van de vloeistof beperkt.

W.: Je vergelijking zal des te juist zijn, naarmate het reservoir E groter is ten opzichte van het reservoir C . Het is zelfs noodzakelijk dat het vullen van C geen merkbare invloed uitoefent op het waterniveau in het voedingsreservoir E , of anders gezegd op de spanning van de voedingsbron.

Vr.: Het schijnt me toe dat de laadtijd niet alleen afhangt van de weerstand R , maar ook van de capaciteit C . Naarmate deze groter is, moeten meer elektronen worden toegevoerd om hem te laden. En in mijn watervoorbeeld zal het meer tijd kosten om voor het groter volume C , het waterniveau tot dezelfde hoogte als in E te doen stijgen.

W.: Het is juist daarom, dat het product van de weerstand R en de capaciteit C de „tijdconstante” van het circuit wordt genoemd. Wanneer je R in ohm en C in farad



uitdrukt, wordt deze tijdconstante in seconden gemeten. En wel wordt hiermee bedoeld de tijd die nodig is om de spanning aan de bekleedsels van de condensator een waarde te doen bereiken van $\frac{2}{3}$ van de voedingsspanning E .

Vr.: Dus met een weerstand van 10 000 ohm en een condensator van 2 microfarad zou de tijdconstante 20 000 seconden zijn?

W.: O, Vraagal, je moet je dood schamen! Een microfarad is een miljoen maal kleiner dan een farad en ons circuit heeft een tijdconstante van 20 000 gedeeld door 1 000 000, of te wel $\frac{2}{100}$ seconde.

Vr.: Vergeef mij deze kleine fout . . . Ik veronderstel nu dat het nodig is een hele lage weerstand over de condensator te schakelen om een snelle ontlading tot stand te kunnen brengen.

W.: We zouden dit praktisch kunnen doen door de schakelaar K te sluiten.

Vr.: Of in mijn watermodel het reservoir C te doen leegstromen door middel van een kraan K met een grote opening.

W.: Je vergelijking blijft nog steeds juist.



EEN GESCHIEDENIS DIE NOOIT EINDIGT

Vr.: Ik zit nog te denken over uw tijdconstante. De tijdsduur van de lading wordt door de tijdconstante vastgelegd voor $\frac{2}{3}$ van de voedingsspanning; de totale tijd nodig voor de lading zal dus nog de helft groter zijn. In het voorbeeld dat wij bekeken hebben was de tijdconstante $\frac{2}{100}$ sec. De condensator moet dan geheel geladen zijn in $\frac{3}{100}$ sec.

W.: Fout! Volkomen fout! Weet dan Vraagal, dat de condensator nooit helemaal geladen kan worden.

Vr.: Is dat een grapje? Ik zie werkelijk niet in waarom, na een redelijk tijdsverloop, de spanning aan de klemmen van de condensator niet dezelfde waarde zou bereiken als die van de voedingsbron E .

W.: In onze schepping is in de wereld van de elektriciteit, naast het elektron en het proton, de wet van Ohm de basis waarop alles wat zich op dit gebied voltrekt, gegrondvest is.

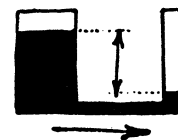
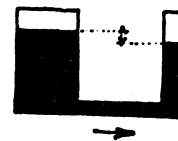
Vr.: Ik zie nog niet goed in, wat de wet van Ohm te maken heeft met het verhaal van de lading van onze condensator. Het is wel duidelijk, dat de laadstroom er aan onderworpen is. Maar overigens . . .

W.: Denk je dat deze stroom constant is?

Vr.: Omdat de spanning van de voedingsbron E constant is, evenals de weerstand R en de capaciteit C , zie ik geen enkele reden waarom de stroom van sterkte zou veranderen.

W.: En toch is er een reden voor. De spanning welke de elektronen door de weerstand R drijft naar de klemmen van de condensator, is het *verschil* in spanning tussen de spanning op de condensator en de spanning van de voedingsbron E . Bij het begin van de lading is dit spanningsverschil gelijk aan de spanning van de voeding E . Maar vanaf het moment dat de lading begonnen is en enige elektronen op de platen van de condensator zijn aangeland, wordt het spanningsverschil kleiner. En hoe langer de lading duurt, hoe kleiner dit spanningsverschil wordt.

En wat gebeurt er nu met de sterkte van de stroom?





Vr.: Het is duidelijk dat deze eveneens kleiner wordt. Hoe meer de condensator wordt opgeladen, hoe meer het opladen van de condensator wordt vertraagd.

W.: Laten we aannemen dat onze voedingsspanning 100 volt bedraagt. Als de tijdconstante $\frac{2}{100}$ sec bedraagt, zal na dit tijdsverloop de spanning op de klemmen van de condensator 65 volt bedragen. Bepalen wij weer $\frac{2}{100}$ sec later de spanning, dan zal deze slechts $\frac{2}{3}$ van de verschilspanning tussen 100 en 65 volt zijn toegenomen. Wij vinden dus voor deze spanning ongeveer 89 volt. Laten wij nog $\frac{2}{100}$ sec voorbij gaan, dan vinden wij een spanning van 97 volt . . .

Vr.: Maar dat houdt dus nooit op! Want voor ieder gegeven tijdsverloop wordt de spanning aan de condensator slechts verhoogd met een deel van de spanning welke nog ontbreekt om de spanning van de voedingsbron te bereiken. Als er een laadstroom is, betekent dit dat de condensator niet helemaal geladen is; en om hem helemaal te laden is het nodig dat er een laadstroom is. Dat is een vicieuze cirkel!

W.: Juist, Vraagal. De lading van een condensator eindigt nooit. De eeuwen gaan voorbij, de generaties volgen elkaar op, keizerrijken worden gesticht en te gronde gericht, maar de condensator wordt nooit helemaal geladen . . .

Vr.: Maar in feite zal dan mijn reservoir C eveneens nooit gevuld worden tot hetzelfde waterniveau als het reservoir E. Want om het water te doen toestromen, is het nodig dat er verschil is tussen beide niveau's. De kromme die het verloop voorstelt van de spanning over een condensator welke geladen wordt, noemt men een exponentiële kromme.*

Overigens is ook de ontladingskromme een exponentiële kromme.

Vr.: Maar dat wil zeggen, dat de spanningsvariaties geen dienst kunnen doen om de verplaatsing van de spot te bewerkstelligen. Wat wij nodig hebben is een lineaire spanningsversandering welke grafisch door een rechte lijn wordt voorgesteld en niet door een exponentiële kromme.

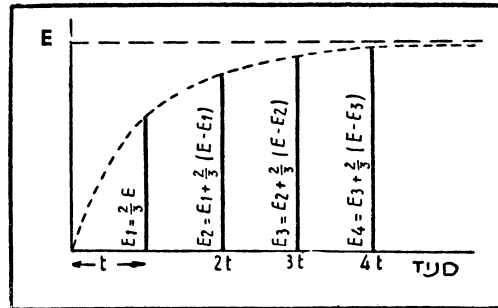
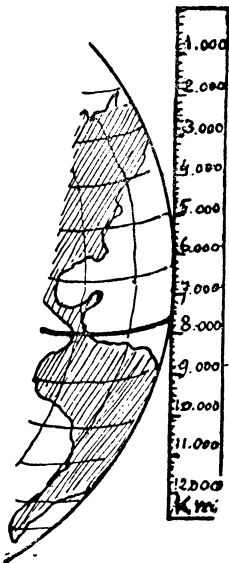


Fig. 6. Kromme van de spanning tussen de bekleedsels van een condensator welke opgeladen wordt. Na ieder tijdsinterval gelijk aan de tijdconstante, neemt deze spanning toe met $\frac{2}{3}$ van de spanning die nog ontbreekt om de voedingsspanning te bereiken.

* Deze benaming wordt gebruikt omdat in de vergelijking welke deze kromme voorstelt, de tijd in een exponent voorkomt.

W.: Theoretisch heb je gelijk. Maar praktisch kan men deze kromme wel gebruiken, onder voorwaarde, dat men er slechts een klein deel van gebruikt, dat veel overeenkomst vertoont met een rechte lijn.

Vr.: Op dezelfde wijze lijkt ons een klein gedeelte van de aarde, dat wij met onze blik kunnen omvatten, vlak, ofschoon de aarde rond is.

W.: Bovendien corrigeert men de afwijkingen van de lineariteit van de tijdbasis door kunstmatig de voedingsspanning in tegengestelde zin te wijzigen.

DE ELEKTRONISCHE ONDERBREKER

Vr.: Samenvattend kunnen wij wel zeggen dat een tijdbasis niet erg ingewikkeld is. De spanningsbron, de condensator en de weerstand zijn voor mij bekende dingen.

Wat me een beetje ongerust maakt is de schakelaar voor de ontlading. Hoe richt u het in om deze 13 000 maal per sec te openen en te sluiten?

W.: Je kunt je wel voorstellen dat dit niet kan met het een of andere mechanisme . . .

Vr.: Ik heb het al door. Elektronica van het begin tot het eind! Maar door middel van welke elektronenbuis wordt bijgeval dit werkje nu uitgevoerd?

W.: In dit geval door een buis die niet luchtledig is, maar met gas gevuld. In het eenvoudigste geval is dit een neonbuis.

Vr.: Niet mogelijk! Een van deze verlichtingsbuizen heb ik laatst nog de nek omgedraaid, omdat zij een enorme hoeveelheid storingen fabriceerde . . .

W.: Onze neonbuis behoort tot dezelfde familie, maar zij is uitgevoerd als een kleine glazen ballon, waarin twee schijfvormige, spiraalvormige of cilindervormige elektroden zijn opgesteld; de ballon is gevuld met neongas onder lage druk.

Vr.: En geen gloeidraad?

W.: Nee, Vraagal. Overigens hebben we al kort geleden een neonbuis gebruikt, die achter de nipkowschijf was opgesteld; ook deze had geen gloeidraad. Onze neonbuis wordt lichtgevend wanneer de spanning tussen de elektroden een zekere waarde bereikt, deze wordt de „ionisatiespanning” genoemd. Op dat moment vallen de gasmoleculen uiteen in positieve deeltjes (ionen) en negatieve deeltjes, welke doordat ze zich naar de elektroden met tegengestelde spanning bewegen, een stroom veroorzaken. De ruimte tussen de elektroden wordt daardoor geleidend. Opdat de ionisatie (en het oplichten) ophouden, is het nodig de spanning onder een zekere waarde te doen dalen. Bv. zal voor een bepaald type neonbuis, de ionisatie (en het oplichten) plaatsvinden wanneer de spanning 110 volt bereikt. Om deze te doen ophouden en de buis te doven, moet de spanning worden teruggebracht tot 80 volt.

Vr.: En op welke wijze wilt u deze neonbuis gebruiken als „automatische ontlander”?

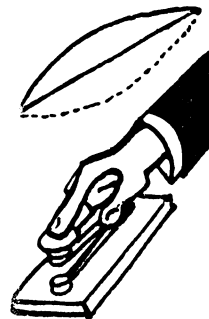
W.: Eenvoudig door deze in de plaats te zetten van de schakelaar K.

Vr.: Waarom arceert u in het schema de cirkel welke de neonbuis aangeeft?

W.: Om te laten zien, dat het een met gas gevulde buis betreft.

Vr.: Ik geloof, dat ik nu begrijp wat er gebeurt. De spanning van de voedingsbron E is zonder twijfel hoger dan de ionisatiespanning van de neonbuis. Hierdoor zal de lading van de condensator gewoon verlopen, zolang als de spanning aan de condensator deze laatste waarde nog niet bereikt heeft. Maar op het moment waarop de spanning aan de condensator de ionisatiespanning bereikt, ontsteekt de buis en wordt geleidend, waardoor de condensator zich direct ontlad.

Wanneer de spanning gevallen is tot de waarde waarop de ionisatie ophoudt, houdt de ontlading op en de lading begint opnieuw, enz.



W.: Gefeliciteerd, je uitleg is uitstekend.

Je ziet dus dat met de buis, welke wij als voorbeeld hebben genomen, de spanning

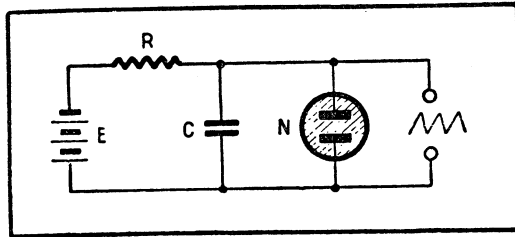
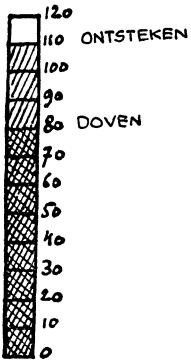


Fig. 7. Het gebruik van een neonbuis N in een zaagtandgenerator.

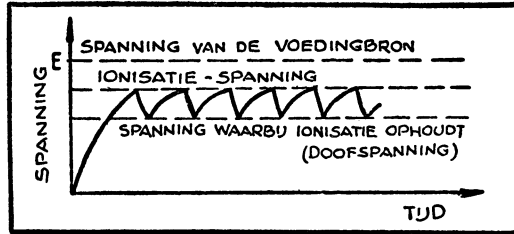
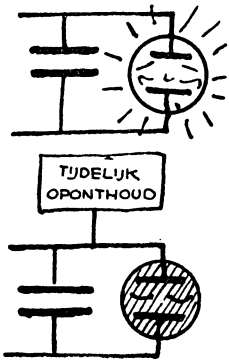


Fig. 8. Werking van een neonbuis in een zaagtandgenerator.

heen en weer slingert tussen 110 en 80 volt, wat ons een amplitude oplevert van 30 volt. Wat de frequentie betreft, deze kan worden vastgelegd door een geschikte keuze van de weerstand en de capaciteit.

Vr.: Ik veronderstel dat iedere televisieontvanger twee neonoscilatoren bevat, een voor de horizontale afbuiging en de andere voor de verticale.

W.: Nee, Vraagal, men gebruikt nooit neonoscilatoren bij televisie.

Vr.: Nou ja, dat zou ook te mooi en te eenvoudig zijn geweest!



ZESDE PRAATJE

DE GRONDSLAGEN VAN DE TIJDBASIS

De tijdbases, welke de aftastspanningen voor de kathodestraalbuizen opwekken, maken een fundamenteel deel uit van de zender zowel als de ontvanger; om deze reden is het zeker nodig deze goed te bestuderen.

Wanneer rekening wordt gehouden met de verscheidenheid van de schakelingen welke worden toegepast en de ingewikkelde werking ervan, is het duidelijk dat een dergelijke studie doorspekt is met moeilijkheden.

Onze vriend Weetal, die niet gewoon is de moeilijkheden uit de weg te gaan, heeft al zijn geduld nodig en Vraagal al zijn weetgierigheid, om zich door alle principes van tijdbases met met gas gevulde buizen en ook van de systemen welke de krommingen van de zaagtand zoveel mogelijk reduceren, heen te werken.

Tussen neus en lippen door zullen onze twee vrienden ook het vraagstuk van de synchronisatie aansnijden wat ze in hun vorige bespreking nog terzijde hebben gelaten.

VRAAGAL SCHRIJFT EEN BRIEF AAN WEETAL

Mijn beste Weetal,

Een ieders geduld heeft zijn grenzen. Die van de mijne zijn reeds volkomen overschreden, bij het slot van ons laatste onderhoud.

U heeft m.i. een spottende houding aangenomen, die mij tot in het diepst van mijn ziel heeft gekrenkt. Reeds verscheidene malen deelt u mij mede, na in detail de werking van het een of andere onderdeel te hebben uitgelegd, dat het voor televisie niet meer wordt toegepast. U deed dit voor het mechanische televisiesysteem en voor de kathodestraalbuizen met elektrostatische afbuiging. En om dit werk te bekronen, heeft u mij, overigens zeer vriendelijk, de werking van een tijdbasis uitgelegd met neonbuis, terwijl u mij aan het eind van uw betoog mededeelde, dat deze nooit wordt gebruikt.

Wat voor zin heeft het nog verder hiermede door te gaan? U moet u niet verbazen, wanneer u mij op het gewone uur niet zult aantreffen.

Uw diepbedroefde
Vraagal.

WEETAL BEANTWOORDT VRAAGAL

Mijn beste Vraagal,

Je brief heeft mij duidelijk gemaakt, dat je bedroefd bent en ik ben er wanhopig onder.

Maar je hebt ongelijk als je mij aanwrijft, dat ik de spot met je drijf. Het is juist, dat ik je enige schakelingen heb beschreven, die bij televisie nooit gebruikt zijn en nooit gebruikt zullen worden.

Maar, door dat te doen, heb ik je heus geen tijd laten verliezen, want het zal je nu veel gemakkelijker vallen de meer ingewikkelde schakelingen te begrijpen, juist aan de hand van de gegeven uitleg voor de meer eenvoudige systemen.

Dat is vooral het geval met de neongenerator. Men bedient er zich niet meer van, omdat de amplitude van de zaagtand niet willekeurig kan worden geregeld, terwijl de vorm te veel gebogen is; bovendien is hij moeilijk te synchroniseren. Toch had ik gelijk, om de schakeling te onderzoeken vanwege zijn eenvoud, het wordt ons nl. gemakkelijker gemaakt de werkwijze van alle tijdbases te begrijpen, welke gebruik maken van het opladen van een condensator via een weerstand.

Men kan zeggen dat deze schakelingen zijn opgebouwd uit drie belangrijke delen:

- 1e. *De schakeling voor het laden*; deze is in de regel opgebouwd uit een hoogspanningsvoeding, een weerstand welke wordt doorlopen door de laadstroom en de condensator die genoemde lading opneemt.
- 2e. *De omschakelaar*, welke de ontlading van de condensator inleidt en op het goede moment weer doet ophouden (het is de neonbuis, die dank zij het ionisatieverschijnsel deze werking verricht).
- 3e. *Het ontlaadcircuit*, dat, zoals we reeds gezien hebben, wordt gevormd door dezelfde neonbuis, deze maakt een snelle ontlading mogelijk, wanneer de ionisatiespanning is bereikt.

Nu je de werking van de meest eenvoudige tijdbasis hebt kunnen begrijpen, zul je geen moeite hebben de meer ingewikkelde schakelingen te doorgronden. Wat zou je er van zeggen, wanneer wij bv. een rooster zouden aanbrengen tussen de kathode en de anode van een neonbuis? . . .

Ik zal maar zeggen tot binnenkort en sans rancune.
Een stevige handdruk van je,

Weetal.



EEN THYRATRON = EEN MET GAS GEVULDE TRIODE

W.: Het doet me plezier je weer terug te zien, mijn waarde Vraagal.

Vr.: Hoe zou ik de verleiding kunnen weerstaan om in het lokaas te bijten van uw neontriode?! Want zo zou men deze toch kunnen noemen?

W.: Zoals je wilt. Maar de gebruikelijke naam van een triode gevuld met gas onder lage druk (neon, argon of helium) is *thyatron*.

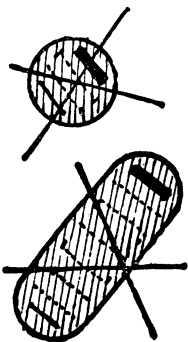
Vr.: U zult me toch niet met de met gas gevulde buizen dezelfde ontwikkelingsgang laten doorlopen als bij de luchtledige buizen, want deze bevatten alle variëteiten van de triode tot de octode.

W.: Wees maar niet bang. De drie elektroden van de thyatron zijn voldoende voor het gebruik in een uitstekende tijdbasis, compleet met ontlaadcircuit, precies zoals het behoort. Er zijn ook thyatrontetrodes, maar wij zullen deze hier niet bespreken.

Vr.: Dat is me wel zo lief . . . En hoe gaat u de thyatron aansluiten? Net als de neonbuis?

W.: Hier heb je het complete schema. Zoals je ziet wijkt het niet belangrijk af van dat van de neonbuis. Wij zien zonder moeite het laadcircuit, bestaande uit een weerstand R en de condensator C , welke aan de hoogspanningsbron zijn aangesloten.

Vr.: Waarom wordt de condensator via de weerstand aan de negatieve pool verbonden in plaats van aan de positieve?



W.: Dat doet eigenlijk weinig ter zake. De condensator en de weerstand staan in serie.
 Of de een voor de andere staat, maakt geen verschil. En als je dat liever doet, mag de weerstand ook worden aangesloten bij het punt Z.

Vr.: Ik zie wel in dat het inderdaad weinig uitmaakt, in welke volgorde de elektronen op hun weg het ene en het andere element van het laadcircuit doorlopen.

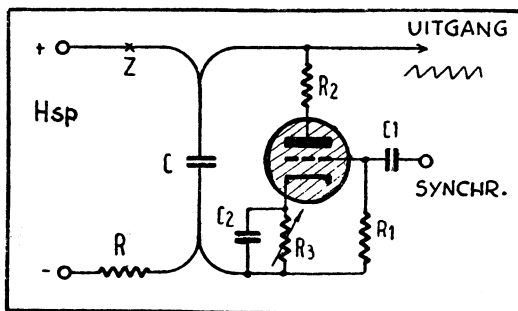


Fig. 1. Schema van een tijdbasisgenerator met thyatron.
 Links het laadcircuit; rechts het ontladcircuit.

W.: Laten we nu eens het ontladcircuit bekijken. Evenals bij de neonbuis wordt het gevormd door de ruimte tussen kathode en anode van onze met gas gevulde buis.

Vr.: Niet alleen, want ik zie in serie met deze ruimte de twee weerstanden R_2 en R_3 . En het is dit samenstel, dat is aangesloten aan de klemmen van de condensator C welke periodiek ontladen moet worden.

W.: De weerstand R_2 van een paar honderd ohm dient om de ontladstroom te beperken. Op het moment dat de ontlading plaats heeft wordt de weerstand van anode tot kathode van de thyatron zo enorm laag, dat de kans bestaat dat de buis door de te grote stroom zou worden beschadigd.

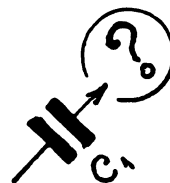
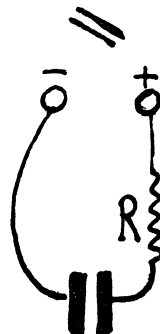
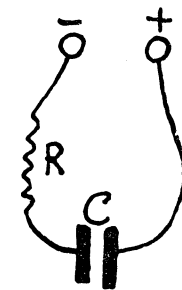
Vr.: Wat betreft de weerstand R_3 die geplaatst is tussen de kathode en de negatieve pool, neem ik aan dat deze dient om het rooster van de thyatron negatief te maken, net zoals bij een versterker.

W.: Daarin vergis je je niet; het samenstel R_3-C_2 vormt inderdaad de gebruikelijke schakeling voor negatieve roosterspanning.

Nu moet ik je vragen voor het ogenblik absoluut geen aandacht te schenken aan de condensator C_1 welke het rooster verbindt met de mysterieuze „synchronisatie”.

HET ROOSTER SPREEKT EEN WOORDJE MEE

Vr.: Dit alles wijkt nauwelijks af van de neonoscillator. Ik veronderstel dat ook hier, wanneer de condensator gedurende de lading tot een zekere spanning is opgeladen, het gas in de buis wordt geïoniseerd, waardoor de weerstand zeer laag wordt. De condensator ontladde zich dan over de buis, tot het moment, waarop de spanning voldoende laag is geworden om de ionisatie te doen ophouden; de weerstand van de



buis valt dan terug tot de normale waarde en het verschijnsel begint opnieuw.

W.: Dat is volkomen juist.

Vr.: Maar waarom moet er een nieuwe regering worden gekozen, wanneer het regeringsprogramma hetzelfde blijft, of anders gezegd, wat voor nut levert het op om een rooster in de met gas gevulde buis aan te brengen, wanneer aan de werking ervan niets wordt veranderd?

W.: Mijn beste vriend, er is wel degelijk iets veranderd. Het is nl. de spanning op het rooster, welke de ionisatie van de anode bepaalt. Wanneer de ionisatie nog niet is opgetreden, gedraagt onze buis zich als een gewone luchtledige triode. Door de anodespanning wordt een elektronenstroom veroorzaakt, welke gaandeweg verandert ten gevolge van de lading van de condensator. De sterkte van deze stroom hangt veel meer af van de spanning op het rooster dan van de anodespanning . . .

Vr.: Ik begrijp het al. De verhouding tussen de invloed van de roosterspanning tot de invloed van de anodespanning op de elektronenstroom wordt uitgedrukt door de versterkingsfactor van de buis.

W.: Precies . . . Tenslotte komt er een ogenblik, waarop de anodespanning voldoende hoog is om de elektronen een dusdanige snelheid te geven, dat zij in staat zijn de gasmoleculen waar zij tegenaan botsen, stuk te breken en . . .

Vr.: Anders gezegd wordt de ionisatie ingeleid. Bij het geweld van de botsing worden een of meer elektronen van een molecuul losgescheurd en deze komen met hun tegenwoordigheid de elektronenstroom welke naar de anode gaat, vergroten.

W.: En wat wordt er van deze moleculen?

Vr.: Het verlies aan elektronen maakt ze positief. Hierdoor zijn zij overgeleverd aan de invloed, die de negatief geladen elektroden er op kunnen uitoefenen.

W.: En welke is het meest negatief in onze buis?

Vr.: Dat is klaarblijkelijk het rooster.

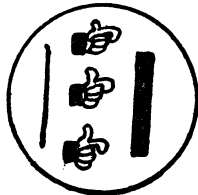
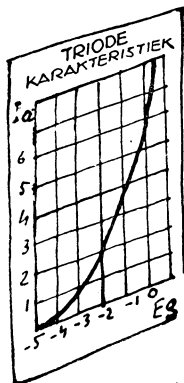
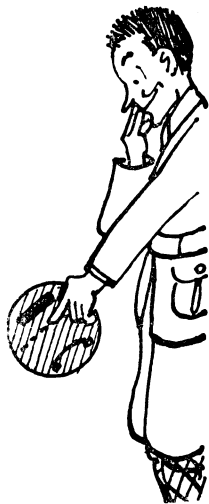
W.: Inderdaad is het rooster omringd door een dichte wolk van positieve ionen. Laten wij intussen echter een stapje terug doen. De anodespanning welke de ionisatie kan veroorzaken, is niet constant voor een gegeven buis. Zij hangt sterk af van de roosterspanning (dit in afwijking met de neonbuis).

Vr.: Ik snap het. Wanneer het rooster meer negatief wordt gemaakt, moet de anodespanning hoger worden opgevoerd, om de remmende werking van het rooster te overwinnen en de ionisatie te bewerkstelligen.

W.: Dat is heel juist. En voor iedere thyatron bestaat er een vaste verhouding tussen de ionisatiespanning op de anode en de overeenkomstige roosterspanning. Deze verhouding ligt in de regel tussen 10 en 40, maar voor met gas gevulde tetrodes kan men waarden van 100 en meer bereiken.

Vr.: Als ik het goed heb begrepen, zal dus voor een thyatron waarvan de verhouding $\frac{\text{anodespanning}}{\text{roosterspanning}} = 20$ bedraagt, voor een roosterspanning van -15 volt, de ionisatie beginnen wanneer de anodespanning een waarde van $15 \times 20 = 300$ volt zal hebben bereikt.

W.: Je hebt me goed begrepen, Vraagal. Je ziet dus dat wij door het regelen van de roosterspanning naar behoefte de ionisatiespanning van de anode van onze thyatron



kunnen instellen. Het is daarom dat de polarisatieweerstand R_3 variabel is gemaakt, wat wij aanduiden door er in het schema een pijl doorheen te tekenen.

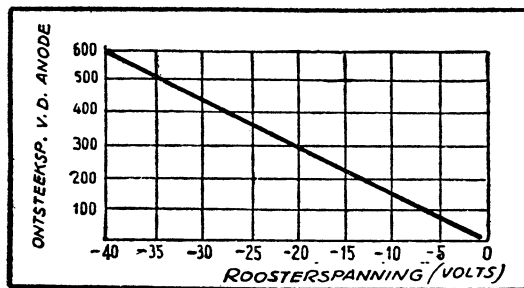
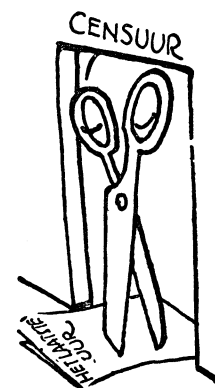
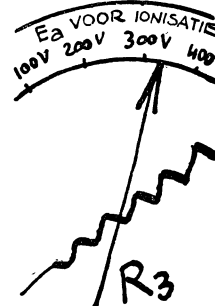


Fig. 2. Verhouding tussen de anodespanning waarbij de ontsteking begint en de bijbehorende spanning op het rooster van een thyratron. In dit voorbeeld is de verhouding tussen de anodespanning en de roosterspanning gelijk aan 15.



HET ROOSTER HEEFT NIETS MEER TE VERTELLEN

Vr.: Ik veronderstel dus dat de anodespanning voor de ontlading wordt ingesteld door de roosterspanning te regelen.

W.: En daarmee vergis je je zwaar. Want ons rooster, dat dicht omgeven is met een positieve ionenwolk, wordt hierdoor geïsoleerd van het overige deel van de buis en oefent in het geheel geen invloed uit op de elektronenstroom.

Vr.: Zelfs als men het erg negatief maakt?

W.: Zelfs niet in dat geval. Want hoe meer negatief het wordt gemaakt, des te meer positieve ionen worden er door aangetrokken en des te meer wordt het geïsoleerd. In feite kan aan dit ionisatieproces slechts een eind worden gemaakt door de anodespanning zodanig te verlagen, dat geen ionisatie meer plaats vindt.

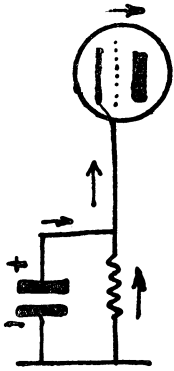
Vr.: Dat doet me heel sterk aan de oorlog en de vrede denken . . .

W.: Ik zie niet goed in, wat dit wereldgebeuren te maken heeft met de tijdbasis waarin een thyratron wordt toegepast.

Vr.: Daar heeft het niets mee te maken. Maar toch speelt het rooster hier dezelfde rol als de krantenberichten. Hoe meer de internationale spanningen toenemen, hoe meer de pers de publieke opinie opzweept tot een dusdanige hoogte, dat de ontlading zich plotseling baanbreekt in de vorm van een bloedig conflict. Vanaf het moment dat de pers het zwijgen wordt opgelegd door de censuur, blijft de oorlog zich voortzetten, totdat het aantal vechtenden behoorlijk geslonken is en de ontlading bijna voltooid is.

Vr.: En het ergste is nog, dat het dan weer van voren af aan begint . . .

Vr.: Samenvattend zal dus, als ik het goed begrepen heb, de anodespanning waarbij de ontlading begint, kunnen worden ingesteld door het rooster te regelen; het eind van de ontlading kan niet geregeld worden, daar dit constant is voor een gegeven buis. Ten gevolge hiervan kunnen wij, door de polarisatiespanning van de kathode



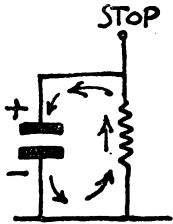
te regelen, naar willekeur de amplitude van onze zaagtandgenerator instellen.

W.: Dat is juist. En met de thyatron kan een amplitude worden verkregen, die vele malen groter is dan bij een oscillator met neonbuis.

Vr.: Ik kan dus de variabele weerstand R_3 beschouwen als een regelend orgaan voor de amplitude van mijn zaagtand. Terwijl de condensator C_2 naar ik veronderstel dient om de wisselstroomcomponent van de anodestroom door te laten.

W.: Daarvoor dient deze inderdaad. Hij vlakkt de sterke anodestroomvariëaties af, waardoor de spanning tussen rooster en kathode vrijwel constant wordt gehouden. Op het ogenblik waarop de plotselinge ionisatie een grote elektronenstroom inleidt, wordt het bovenste bekleedsel van de condensator hierdoor positief geladen, hierdoor wordt een even grote hoeveelheid elektronen aangetrokken in het onderste bekleedsel van de condensator. Wanneer de ontlading ophoudt, wordt de anodestroom zeer zwak. Op dit moment echter ontlaaft de condensator zich over de weerstand R_3 , waardoor de spanningsval welke de kathode positief maakt ten opzichte van het rooster, constant wordt gehouden. Op deze wijze blijft de spanning van het rooster ten opzichte van de kathode vrijwel gelijk gedurende de hele periode van de oscillatie, tenminste wanneer de capaciteit van C_2 voldoende groot is.

EEN TOP EN EEN KLAP



Vr.: Kunt u me nu het mysterie van de synchronisatie onthullen?

W.: Met plezier, mijn waarde vriend. Je weet, dat het aftasten van het beeld aan de ontvangzijde gesynchroniseerd moet worden met dat aan de zenzijde, anders gezegd, de ogenblikken waarop het aftasten van iedere lijn (en ook van ieder beeld) begint, moeten op precies hetzelfde moment plaats vinden.

Vr.: Ik snap heel goed, dat ook de minste afwijking hiervan het gereproduceerde beeld onherkenbaar maakt, net als een muziekstuk, dat zou worden uitgevoerd door een orkest waarin ieder instrument een paar seconden achter was bij dat van zijn buurman.

W.: Om een dergelijke gezichtskakofonie te vermijden, brengt men in het uitgezonden televisiesignaal korte impulsen aan, welke het eind van iedere lijn markeren, terwijl een beetje langere impulsen het eind van ieder beeld aangeven. Deze laatste worden langer gekozen, om ze te onderscheiden van de eerste. Deze impulsen (of nog beter synchronisatie-impulsen) worden aan de hand van hun Engelse en Franse benaming ook wel eens „toppen” of „synchronisatietoppen” genoemd.

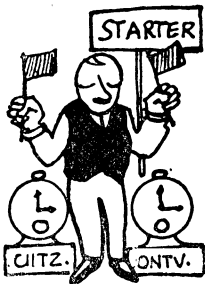
Vr.: En zijn het deze impulsen, welke u over de condensator C_1 aan het rooster van de thyatron toevoert.

W.: Juist. En men kan dit doen door ze toe te voeren in de vorm van positieve impulsen, dat wil zeggen dat iedere impuls het rooster voor een kort ogenblik minder negatief maakt.

Vr.: Ik zie nog niet erg goed, wat dan gaat gebeuren. Gaat de buis deze impulsen versterken?

W.: Nee, Vraagal. Je vergeet de invloed van de roosterspanning op de ionisatiespanning.

Vr.: Excuseer. Het is duidelijk, dat als het rooster door het optreden van een impuls minder negatief wordt, de ionisatiespanning van de anode lager wordt.



W.: Men richt het nu zo in, dat de eigenfrequentie van de tijdbasisgenerator een beetje lager is dan de uitgezonden lijnfrequentie (hetzelfde geldt ook voor de beeld-tijdbasisgenerator en de beeldsignalen). Voordat de anodespanning, welke wordt

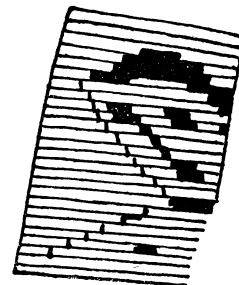
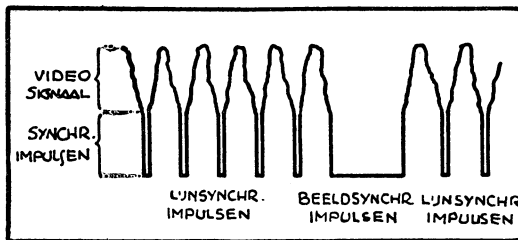
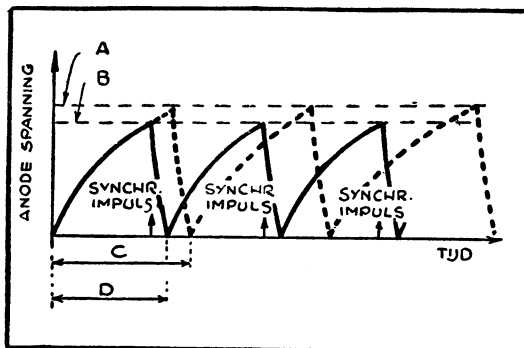
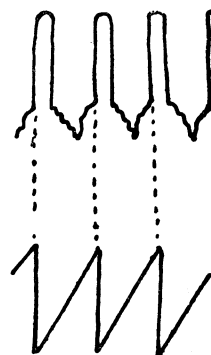


Fig. 3. De krommevorm van een televisiesignaal, bevattende de videocomponent welke de opeenvolgende helderheid van de punten van een lijn aangeeft en de impulsen van de synchronisatie voor de lijnen en het beeld

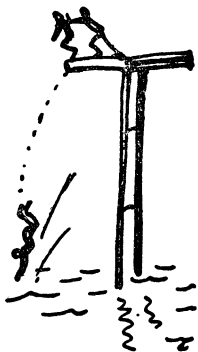


- A. Ionisatiespanning bij afwezigheid van synchronisatie-impulsen
- B. Ionisatiespanning verlaagd door de invloed van een synchronisatie-impuls.
- C. Eigenfrequentie van de tijdbasis.
- D. Synchronisatiefrequentie.

Fig. 4. De werking van het synchroniseren van een tijdbasis. Het begin van de positieve impulsen op het rooster verlaagt de ionisatiespanning. Hierdoor wordt de ontlading vroegtijdig ingeleid en wel op het moment, waarop de synchronisatie-impulsen op het rooster aankomen.



bepaald door de te laden condensator C, de ionisatiewaarde (ontsteekspanning) bereikt, komt een impuls op het rooster aan, welke het minder negatief maakt, waardoor de ionisatiespanning wordt verlaagd. De ontlading wordt hierdoor vroegtijdig ingezet, ingeleid door de synchronisatie-impuls.



Vr.: Ik geloof dat ik u goed begrepen heb. Nemen wij bv. een thyatron met een anodespanningsverhouding van 20, waarvan het rooster op -15 volt is gebracht. De ionisatiespanning is dan 300 volt. Wanneer de synchronisatie-impuls $+1$ volt bedraagt, brengt deze op dat moment de polarisatie op -14 volt. De ionisatiespanning wordt hierdoor op 280 volt gebracht. De ontlading begint daardoor vlugger dan wanneer er geen impuls aanwezig zou zijn.

W.: Ik zie, dat je het goed hebt begrepen.

Vr.: Het was niet moeilijk. Bij ons in het zwembad synchroniseert de badmeester de duikers.

W.: ?...

Vr.: Ja zeker, wanneer zij zich klaarmaken voor de sprong en een beetje staan te weifelen op het puntje van de springplank, stuurt de badmeester hen met een lichte maar toch fikse klap in de rug het water in... En ze komen er in terecht, terwijl ze een prachtige parabool beschrijven.

VAN DE VERZADIGDE DIODE NAAR DE PENTHODE

W.: In ons geval hebben we zeker geen behoefte aan een exponentiële kromme en we zullen ons best doen, deze zo recht mogelijk te maken.

Vr.: Zou men niet door middel van ik weet niet wat, de laadstroom volkomen constant kunnen houden, waardoor de spanning aan de klemmen van de condensator evenredig met de tijd zou oplopen?

W.: Men kan dat inderdaad bereiken.

Zie je geen kans, Vraagal, een dergelijke beperking tot stand te brengen?

Vr.: Men zou de laadweerstand R kunnen vervangen door iets dat geen stroom doorlaat welke boven een bepaalde waarde uitkomt... Zou een buis, waarbij de ruimte tussen kathode en anode als laadweerstand fungeert, hiervoor kunnen dienen?

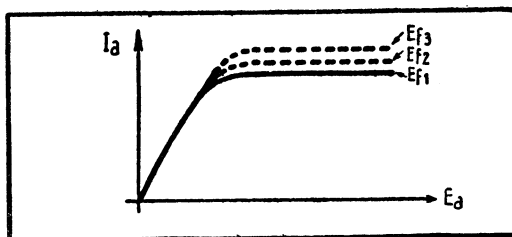
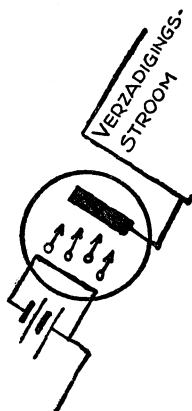


Fig. 5. Plaatstroom van een diode als functie van zijn anodespanning (voor drie verschillende waarden van de gloeispanning E_f). Men ziet dat boven een zekere anodespanning de stroom niet meer toeneemt (verzadigingsverschijnsel).

W.: Zeker. Neem een diode, bij voorkeur met directe verhitting, die zijn verzadigingsstroom voert. Dat wil zeggen dat alle elektronen die door de gloeidraad worden uitgezonden, de anode bereiken. Ten gevolge daarvan kan de anodestroom niet groter worden dan de verzadigingsstroom, welke wordt bepaald door de totale elektronenemissie van de gloeidraad. Overigens kun je de waarde van de stroom regelen door de gloeispanning binnen zekere grenzen te veranderen.

Vr.: Waarom moet dat een buis met directe verhitting zijn?

W.: Omdat hierbij het verzadigingsverschijnsel veel meer uitgesproken is dan bij de indirect verhitte buizen. Intussen, als je deze ouderwetse buizen niet gebruiken wilt, is er niets wat je belet een normale indirecte verhitte penthode toe te passen.

Vr.: Werkt deze ook met verzadiging?

W.: Deze uitdrukking is niet juist, maar het resultaat is hetzelfde. Indien je de krommen bekijkt, die de anodestroom voorstellen als functie van de anodespanning, merk je op dat iedere kromme (overeenkomend met een bepaalde spanning op het eerste

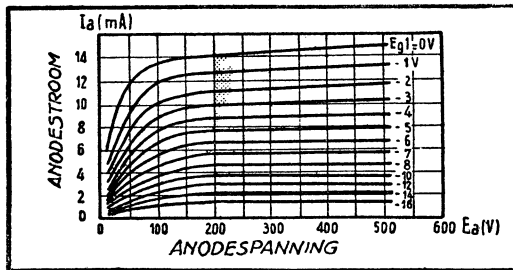
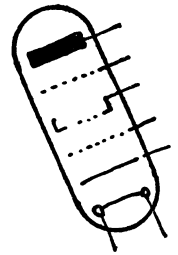


Fig. 6. Anodestroomkrommen van een penthode als functie van zijn anodespanning voor verschillende waarden van de stuurroosterspanning E_{a1} . De krommen tonen aan, dat boven een zekere waarde van E_a praktisch geen toename van de anodestroom I_a optreedt.

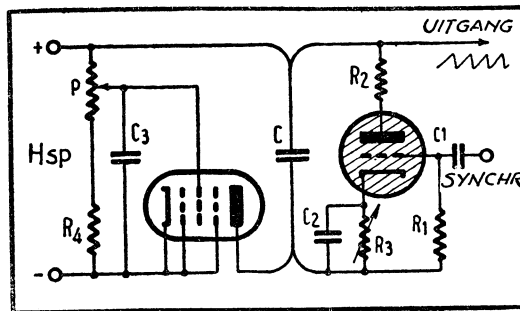
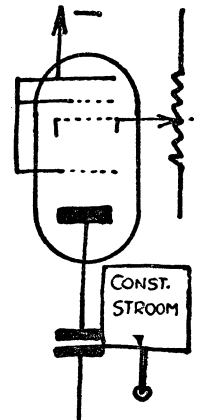


Fig. 7. Tijdbasis waarbij een penthode wordt gebruikt als laadweerstand.



rooster) boven een bepaalde anodespanning een bijna constante stroom aangeeft. In dit gebied zal de penthode de condensator ook met een constante stroom opladen. Bekijk maar eens het schema van een tijdbasis waarin de ladingweerstand R is vervangen door zo'n penthode. Je zult opmerken dat de spanning op het schermrooster wordt geregeld met behulp van een potentiometer P , die is aangebracht

in serie met R_4 . Deze weerstanden zijn aangesloten aan de klemmen van de hoogspanning (de condensator C_3 dient voor ontkoppeling).

Vr.: Ik veronderstel dat door middel van de schermroosterspanning het juiste werkpunt van de penthode wordt ingesteld... Uw verzadigde diodes en de penthodes met constante stroom, herinneren me aan de geschiedenis van het bed van Procustus. Maar het is jammer, dat het nodig is een extrabuis te gebruiken alleen om de krommevorm van de tijdbasis recht te maken.



DE KUNST OM VAN KROMMINGEN GEBRUIK TE MAKEN

W.: Meestal vertrouwt men deze zaak liever toe aan de versterkerbuis, welke men in ieder geval nodig heeft om de amplitude van de zaagtandspanning op de gewenste grootte te brengen.

Vr.: En op welke wijze kan deze buis de krommingen van onze spanning verbeteren?

W.: Eenvoudig door deze te vervormen in tegengestelde richting. Weet dan, Vraagal, dat de grote kunst in het leven is, rekening te houden, niet alleen met de deugden van de mensen en dingen, maar ook met hun ondeugden en gebreken. Wat is er erger dan een buis waarvan de karakteristiek niet voldoende recht is en waardoor de spanningen worden vervormd, die er aan worden toevertrouwd?... Maar in ons geval wordt deze fout een door de Voorzienigheid gezonden weldaad.

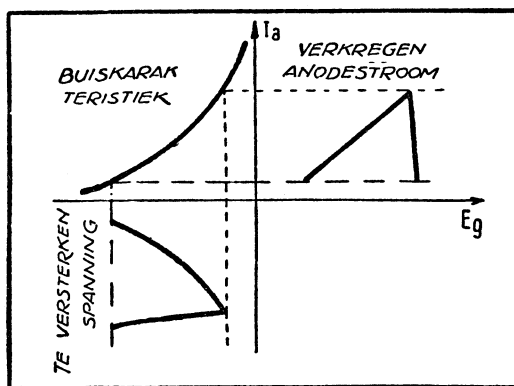
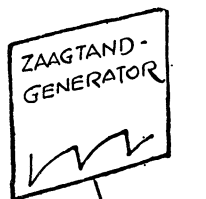


Fig. 8. Het rechte trekken van een exponentiële zaagtandkromme met behulp van een versterkerbuis met variabele steilheid.

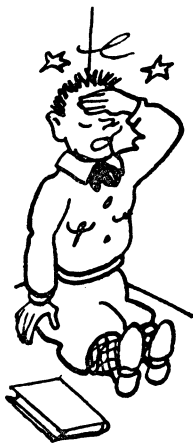
Vr.: Ik zie, wat er gebeurt. U heeft een buis waarvan de karakteristiek welke de anode-stroom als functie van de roosterspanning aangeeft, gebogen is. Dat is tenslotte een van onze goede oude bekenden: de buis met variabele steilheid. De steilheid neemt toe, wanneer de roosterspanning vermindert. Hoe sterker het toegevoerde signaal is, des te meer wordt het versterkt. Dat is precies wat we nodig hebben om onze exponentiële kromme recht te maken, daar deze zich bij het stijgen gaandeweg meer en meer buigt.

W.: Zie hier overigens een kleine grafiek, die op zeer duidelijke wijze aangeeft, hoe onze zaagtand recht wordt gemaakt. Wanneer de krommingen van de buis en de zaagtand symmetrisch zijn, zal bij een goede keuze van de buis, de compensatie van de kromming voor de praktijk ruim voldoende zijn.*

Vr.: Mag ik nu veronderstellen dat het moment gekomen is, waarop u me gaat mededelen, dat deze schakeling nooit wordt gebruikt voor televisie, noch de tijdbasis met thyatron, noch de versterkerbuizen voor het rechtekken van de kromme? . . .

W.: Stel je gerust, de ene zowel als de andere worden regelmatig gebruikt.

* Door het instellen van een negatieve roosterspanning en de schermroosterspanning kan het gunstigste werkpunt van de buis, ter verkrijging van een rechtlijnig verloop van de zaagtand, worden ingesteld. Deze instelling wordt de „lineariteitsregelaar” genoemd.



TIJDBASISSCHAKELINGEN MET BUIZEN
ZONDER GASVULLING

Bij hun laatste onderhoud hebben Vraagal en Weetal een tijdbasis bestudeerd waarin een thyatron werd toegepast, gevuld met gas onder lage druk.

Intussen betaan er andere tijdbasisschakelingen waarin luchtledige elektronenbuizen worden toegepast. De volgende causerie is gewijd aan het onderzoek daarvan.

De lezer wordt nogmaals uitgenodigd de redenering van onze vrienden met dezelfde belangstelling te volgen. Het zal zelfs nodig blijken op bepaalde momenten gelijktijdige veranderingen van verschillende spanningen en stromen te bekijken en dat is niet altijd gemakkelijk.

We moeten hieraan nog toevoegen, dat het principe van de synchronisatie, evenals de methode waarbij de kromming van de tijdbasislijn wordt rechtgetrokken door de tegengestelde kromming van de buiskarakteristiek (wat in de laatste causerie werd uiteengezet), ook blijft gelden voor de schakelingen die nu worden behandeld.



DE TIJDBASIS „SYSTEEM-VRAAGAL”

Vr.: In tegenstelling met de vaste gewoonte, heeft u me bij het eind van ons laatste praatje medegedeeld, dat de tijdbasis met thyatron regelmatig wordt gebruikt in de tegenwoordige televisieontvanger.

W.: Dat klopt, alhoewel de levensduur van de met gas gevulde buizen kort is, vergeleken met die van luchtledige buizen.

Vr.: Ik heb over een en ander goed nagedacht en ik geloof dat men er dom aan doet thyatrons te gebruiken. Ik zie kans het beter te doen met luchtledige buizen en ik heb een eenvoudig schema opgezet, zodat alle thyatrons van de hele wereld wel naar de zolder kunnen verhuizen.

W.: Dat zou ik wel eens graag willen zien. Echter moet ik je waarschuwen dat er reeds talloze tijdbasisschakelingen met luchtledige buizen zijn ontwikkeld, lang voor de jouwe.

Vr.: Waarom ben ik niet honderd jaar vroeger geboren; er is niets meer overgebleven om uit te vinden... Maar hier is toch in ieder geval een tijdbasis volgens het „Systeem-Vraagal”. Er wordt een luchtledige buis in toegepast en wel een triode met een zeer grote steilheid en een scherpe knik in de karakteristiek op het punt waar de anodestroom begint. Wanneer de buis nu zo wordt ingesteld, dat de anodestroom

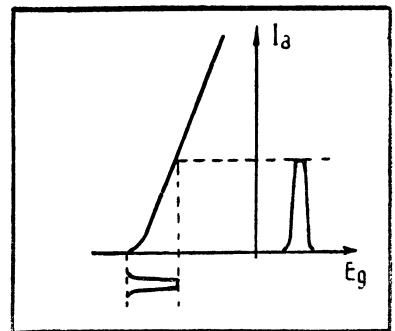


Fig. 1. Een positieve impuls op het rooster doet een anodestroom ontstaan.

precies nul is, zal een positieve impuls op het rooster voldoende zijn om een anodestroom van een bepaalde waarde te voorschijn te roepen.

W.: Ik zie waar je naar toe wilt.

Vr.: Het is ook niet moeilijk. Ik heb in mijn schema, net als dat van de thyatron, een circuit voor de lading bestaande uit een weerstand R en een condensator C. Het ontladingscircuit bestaat uit de anodekathoderuimte van de buis. Normaal is het rooster

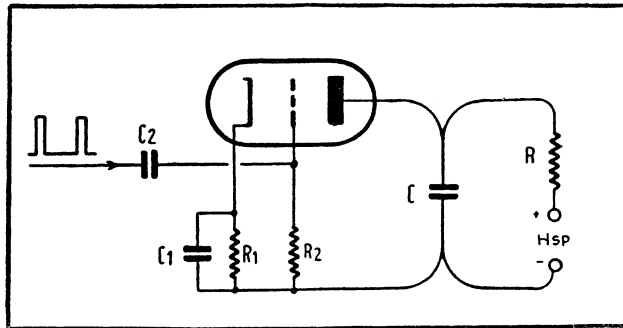


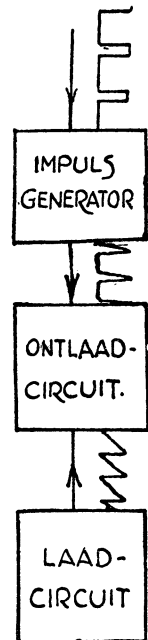
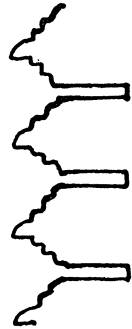
Fig. 2. Schema van de tijdbasis „Type-Vraagal”, waarbij de ontlading van de condensator C plaatsvindt volgens het principe van fig. 1.

door middel van de weerstand R_1 (ontkoppeld door C_1) op een zo grote negatieve spanning gebracht, dat er net geen stroom vloeit. Nu breng ik door middel van de condensator C_2 op het rooster de positieve synchronisatietoppen van het binnenkomend signaal. Bij iedere synchronisatie-impuls begint de anodestroom te lopen, waardoor de condensator C wordt ontladen. Waar denkt u aan? U wilt zeker meteen al een hoop bezwaren opperen . . .

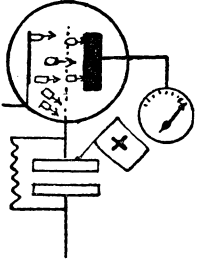
W.: Nee, Vraagal, je schema kan uitstekend functioneren onder voorwaarde dat de synchronisatietoppen welke bij de ontvanger aankomen, een zeer constante amplitude hebben. Dit zal inderdaad het geval zijn met een ontvanger welke in de buurt van de zender staat, maar als de afstand tussen zender en ontvanger groot wordt, zal het opgevangen signaal niet constant zijn, de ontladingen zullen met een variërende snelheid tot stand worden gebracht en de beelden zullen vervormd zijn. Bovendien zou er, wanneer er geen uitzending was, ook geen aftasting zijn; de spot zou onbewegelijk op één punt van het scherm blijven staan; dit punt van het scherm zou al gauw vernield worden.

Vr.: Als ik het goed begrijp, is mijn idee niet veel waard.

W.: Zeker, Vraagal, je schema is goed. Alleen moet, in plaats van de synchronisatie-impulsen van de ontvanger direct te gebruiken, voor dit doel een impulsgenerator worden gebruikt, welke — in de ontvanger zelf — deze positieve impulsen produceert en wel met een constante en regelbare amplitude; deze generator kan dan gesynchroniseerd worden met de synchronisatie-impulsen uit het ontvangen signaal.



EEN OUD SCHEMA IN EEN NIEUW KLEED



Vr.: U wilt, anders gezegd, de principes van de wetenschappelijke organisatie van het werk doen zegevieren, door de functies keurig netjes te scheiden. Het laadcircuit, gevormd door een weerstand en een condensator, doet zijn deel van het werk; de buis dient als ontladingscircuit. Een mysterieuze schakeling, welke wordt gedreven door positieve impulsen op zijn rooster, zorgt voor de ontlading. En tenslotte wordt deze mysterieuze schakeling in de juiste cadans gedreven door de synchronisatie-impulsen van het ontvangende signaal.

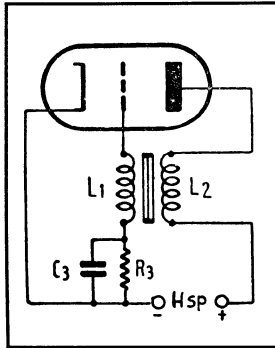


Fig. 3. Principeschema van een blokkeeroscillator.

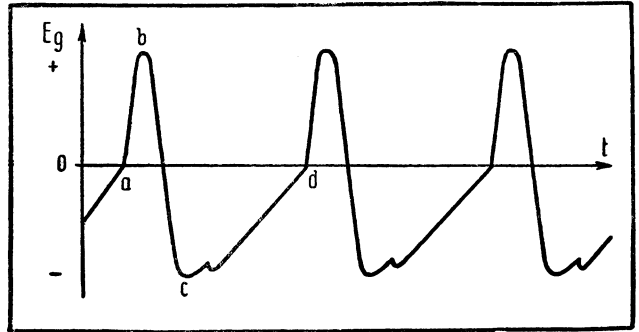
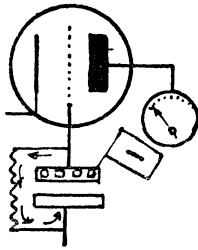


Fig. 4. Roosterspanningsvariaties van de blokkeeroscillator.



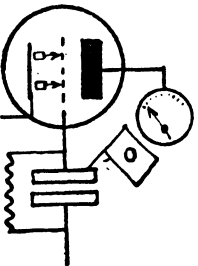
W.: Inderdaad gebeurt een en ander op deze manier. En daar deze schakeling, welke wij impulsgenerator hebben genoemd, zijn eigen frequentie heeft, zal, zelfs wanneer er enige opeenvolgende synchronisatie-impulsen in het signaal wegvallen, het aftasten van het beeld niet in de war worden gestuurd. Zelfs als er geen uitzending is, zal het aftasten toch doorgaan.

Vr.: Maar hoe fabriceert u deze periodieke impulsen?

W.: Met behulp van een oscillator die impulsvormige spanningen opwekt, of, zoals sommige mensen zeggen die hun Nederlandse taal niet kennen: een „pulser”. En ziehier het schema . . .*

Vr.: Maar mijn waarde Weetal, wat tekent u nu? Dat is een oude bekende, want ik herken de alom bekende oscillatorschakeling met een terugkoppelspoel in de plaat en een roostercondensator met lekweerstand in het rooster. Alleen is de plaats van de roosterspoel en de condensator met lekweerstand verwisseld, wat zover als ik het kan zien niets uitmaakt, omdat ze in serie staan. Nog voordat u me heeft uitgelegd hoe het werkt, kan ik al zeggen dat deze generator geen impulsspanningen opwekt, maar sinusvormige spanningen.

* Een oscillator die spanningen met een rechthoekig verloop opwekt, wordt „kanteelspanningsoscillator” genoemd. Het type kanteelspanningsoscillator dat hier wordt beschreven heet „blokkeeroscillator” (Engels: blocking-oscillator).



W.: Dat hangt alleen maar af van de waarde van de onderdelen. Om impulsvormige spanningen te maken, gebruiken wij een condensator C_3 en een roosterweerstand R_3 met een veel grotere waarde dan bij een oscillator voor sinusvormige spanningen gebruikelijk is. Ook moet de koppeling tussen de roosterspoel en de plaatspoel zeer vast zijn.

Vr.: Ik zie niet in waarom onder deze voorwaarde men toch geen sinusvormige spanningen krijgt. Wanneer er anodestroom gaat lopen, zal het rooster door de koppeling tussen L_2 en L_1 meer positief worden, wat de anodestroom doet toenemen . . .

W.: Ik onderbreek je, want je redenering, die tot nu toe juist was, zou het misschien niet meer zijn als je er verder mee zou doorgaan. Vergeet niet dat de koppeling tussen L_2 en L_1 zeer vast is. Hierdoor wordt het rooster ook zeer snel positief, waardoor het een hoeveelheid door de kathode geëmitteerde elektronen zal aantrekken . . .

Vr.: Zou men kunnen aannemen dat het rooster als anode gaat werken?

W.: Dat kan men aannemen. De waarheid is, dat de elektronen de condensator C_3 opladen, die deze lading gretig opneemt.

Vr.: Waarom lopen zij niet met bekwame spoed naar de kathode? (Hierdoor zou een roosterstroom ontstaan.)

W.: Zij lopen inderdaad naar de kathode, maar langzaam, daar de waarde van de weerstand R_3 zeer hoog is. Je ziet dus dat de potentiaal van het rooster, na even positief te zijn geweest (van a naar b in de figuur) niet alleen ophoudt positief te zijn, maar zelfs terugvalt op een zekere negatieve waarde (naar c). De anodestroom is op dat moment nul (evenals de roosterstroom). De buis is geblokkeerd. Vanaf dat moment is er niets wat de condensator C_3 in de weg staat om zich te ontladen over de weerstand R_3 , waardoor de potentiaal van het rooster naar nul oploopt (van c naar d in de kromme). Op dat ogenblik begint de anodestroom opnieuw te vloeien . . .

Vr.: . . . en alles begint weer van voren af aan. Samengevat hebben we een snelle positieve stoot op het rooster, welke zoals we dat noemen een impuls vormt, vervolgens een negatief deel dat langer duurt en nergens toe dient.

W.: Ik zie dat je mijn uitleg goed hebt begrepen.

Vr.: Wat na een dergelijk kruisverhoor wel begrijpelijk is: een verhoor zoals het in Amerika voor gangsters wordt toegepast door de politie van Chicago, wordt op dezelfde manier gevoerd.

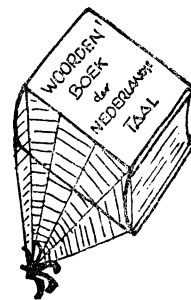
W.: Ik zie werkelijk niet in wat de blokkeeroscillator te maken heeft met de Amerikaanse detective-films, waar je zo verzot op bent.

Vr.: Dat is anders nogal duidelijk. De detectives geven de gangster een klap op zijn kop. Als hij weer bijkomt, stoot hij een kreet uit. Meteen wordt hem een nieuwe klap op z'n kop gegeven, om hem te beletten te schreeuwen. Een moment blijft hij buiten westen, waarna hij weer tot zichzelf komt, een nieuwe impuls volgt . . . ik wil zeggen een nieuwe kreet, hij ontvangt een nieuwe klap, wordt weer bewusteloos en zo gaat het maar door.

W.: Ik zou wel willen, mijn beste Vraagstuk, dat je wetenschap betreffende televisie net zo rijk was als je kennis van het domein der criminologie.

VAN DE ENE VEREENVOUDIGING NAAR DE ANDERE

Vr.: En hoe wordt deze blokkeeroscillator gesynchroniseerd?



W.: Door de positieve synchronisatie-impulsen op het rooster te brengen, ondersteunen deze op het juiste moment de eigen impulsen.

Vr.: Nog altijd net als bij de politie van Chicago. Wanneer de gangster op het punt is weer tot bewustzijn te komen, wordt hem een pats koud water in zijn gezicht geworpen, om hem sneller tot bewustzijn te brengen.

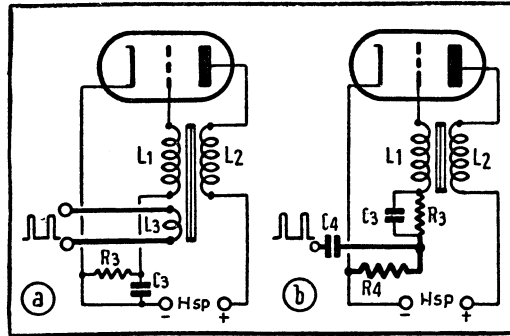


Fig. 5. Twee methoden om de synchronisatiesignalen aan te brengen; door magnetische koppeling (a), en met een condensator en weerstand (b).

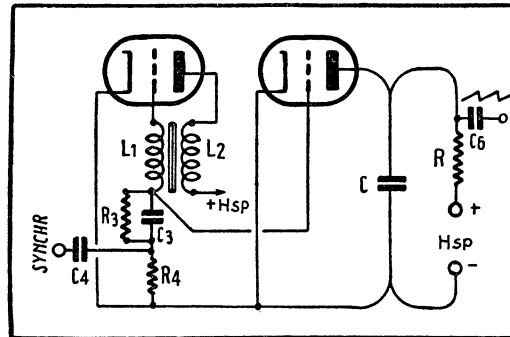
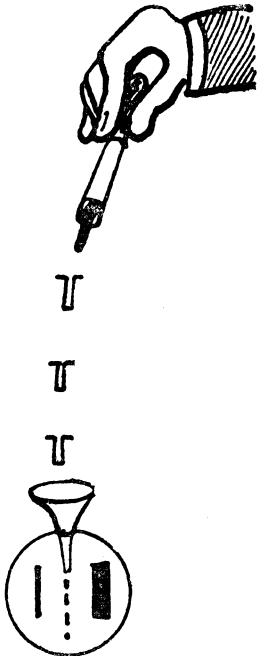


Fig. 6. Tijdbasisschakeling met ontladingsbuis, gestuurd door de blokkeeroscillator.

W.: Doe mij alsjeblieft een plezier en laat je gangsters in Chicago waar ze zijn, want ik heb er geen behoefte aan! Omdat wij het over synchronisatie hadden, kan ik je mededelen dat diverse methoden kunnen worden toegepast om de synchronisatie-impulsen op het rooster van de blokkeeroscillator te brengen. Men kan dit bv. doen door een derde winding aan te brengen, die gekoppeld is met de roosterspel; of

ook door middel van een condensator C_4 , die de impulsen op de weerstand R_4 brengt; deze is in het roostercircuit opgenomen.

Vr.: Als ik dit laatste systeem kies, krijg ik voor het geheel van de blokkeeroscillator met de ontladingsbuis en het laadcircuit, het schema dat ik hier opteken.

W.: Dat is volkomen juist.

Vr.: Intussen kan men het niet eenvoudig noemen.

W.: Dat is het ook niet. In de werkelijke uitvoering kan men dikwijls twee buizen door één vervangen. Of men kan tenminste twee trioden gebruiken in een ballon.

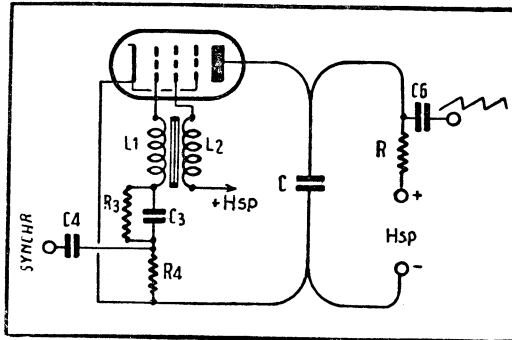
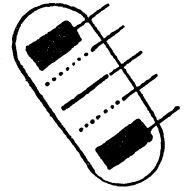


Fig. 7. De 2 buizen van fig. 6 zijn samengevoegd tot een penthode.

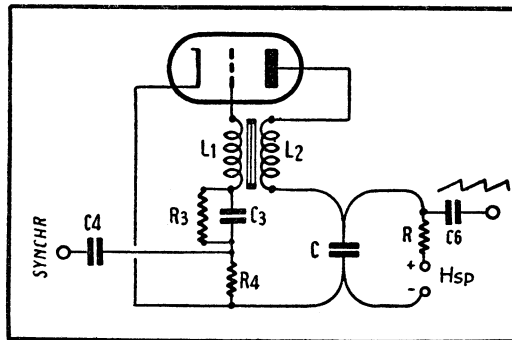
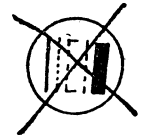
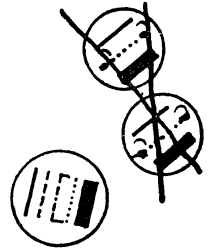


Fig. 8. De penthode van fig. 7 is twee van haar roosters kwijt, waardoor een triode overblijft.

Deze worden tegenwoordig gefabriceerd omdat zij minder ruimte innemen en lager in prijs zijn.

Vr.: De montage wordt daar intussen niet eenvoudiger door.

W.: Beter kan men twee buizen vervangen door één penthode. Het schermrooster wordt als anode gebruikt voor de blokkeeroscillator. De ruimte tussen kathode en



anode dient weer voor de ontlading van de condensator C; daarbij wordt deze ontlading weer bepaald door de snelle positieve impulsen welke periodiek op het rooster worden gebracht.

Vr.: Ik zou wel eens willen weten of men deze penthode niet zou kunnen terugbrengen tot een eenvoudige triode door het schermrooster en de anode samen te voegen en door het laadcircuit in serie te plaatsen met de spoel L_2 , die in de plaatkring zit.

W.: Dat doet men wel eens. Maar houdt er nu mee op, want als je hier nog een poosje mee doorgaat, zul je nog proberen een vlekkeloze zaagtand te fabriceren met behulp van een zaklantaarnlampje . . .

IN- EN UITGANG SAMENGEVOEGD

Vr.: Kan men nog andere impulsgeneratoren uitdenken, dan die welke u mij heeft beschreven? Er zijn zoveel verschillende schema's voor het opwekken van sinusvormige spanningen, zoals die van Hartley, Reinartz, enz. . . .

W.: Verschillende van deze schema's zouden bruikbaar zijn, maar ze zouden onnodige complicaties met zich meebrengen. Overigens kan men de spoelen vermijden door de terugkoppeling tot stand te brengen door middel van een tweede buis welke als fasedraaier voor de spanning dienst doet en waarmee een deel van de uitgangsspanning in de juiste fase op het rooster wordt teruggevoerd, om het oscilleren in stand te houden.

Vr.: Dat is mij niet erg duidelijk.

W.: Laten we dan de vraag nog eens uit een andere gezichtshoek bekijken. Neem aan, dat we een gewone versterker hebben met 2 buizen met weerstandskoppeling. Breng nu eens de uitgangsspanning weer naar de ingang terug. Wat krijg je dan?

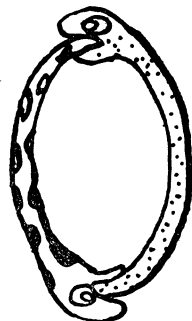
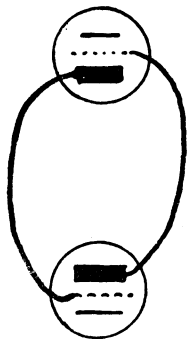
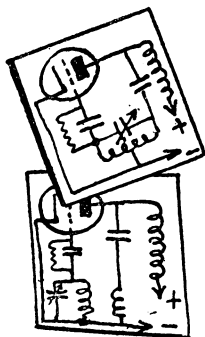
Vr.: Twee slangen die elkaar in de staart bijten.

W.: Ik vraag niet om een dierkundige vergelijking, maar om analyse van de verschijnselen die zich zullen afspelen als een dergelijke schakeling wordt ingeschakeld.

Vr.: Laat ik eens dezelfde wijze van redenering volgen, welke u in een dergelijk geval toepast. Laten we aannemen, dat op het ogenblik dat de spanning wordt aangesloten, de anodestroom van buis V_1 toeneemt. Hierdoor neemt de spanningsval: over de anodeweerstand r_1 toe. Daar deze spanningsval van de hoogspanning wordt afgetrokken, wordt de anodespanning E_{a1} lager. Via de koppelcondensator wordt deze spanningsverlaging overgebracht naar het rooster van de buis V_2 en wel wordt de spanning van het rooster E_{a2} lager. Daar dit rooster meer negatief wordt, zal de anodestroom van V_2 kleiner worden.

Ten gevolge hiervan wordt de spanningsval over r_2 lager, waardoor de spanning op de anode E_{g2} toeneemt. Door de koppelcondensator C_2 wordt deze spannings-toename overgebracht naar het rooster van de eerste buis, waardoor het rooster meer positief wordt, waardoor op zijn beurt de anodestroom van V_1 weer toeneemt . . .

W.: Het is goed op te merken dat al deze verschijnselen gelijktijdig plaats vinden. Daarenboven is het belangrijk op te merken dat de spanning aan de uitgang van de versterker niets anders voorstelt dan een versterking van de verschijnselen welke aan de ingang plaats vinden. Anders gezegd, de spanning aan de uitgang is in fase



met de ingangsspanning. Dit is volkomen begrijpelijk, want in iedere trap wordt een faseomkering tot stand gebracht, daar bij het positief worden van een rooster de plaat minder positief wordt en omgekeerd. Bij twee trappen komen we dus weer in fase.

Vr.: Zou men ook 4, 6 of 8 trappen kunnen toepassen?

W.: Zonder twijfel. Maar ben je misschien aandeelhouder in een buizenfabriek?

Vr.: Ik zou toch intussen wel eens willen weten of de stroom in de eerste buis steeds maar blijft toenemen.

W.: Natuurlijk niet, je zult heus niet het risico lopen dat de zekeringen springen. De snelle toename van de anodestroom van de eerste buis, waardoor het rooster van de tweede sterk negatief wordt, zal de anodestroom van deze laatste tot nul terugbrengen (het punt a op de krommen voor de anodespanningen E_{a1} en E_{a2} en de roosterspanningen E_{g1} en E_{g2}). Vanaf dit moment kan niets meer worden bereikt door het rooster van V_1 meer positief te maken. De anodestroom van deze buis blijft hoog en de spanning op de anode laag. Wat betreft de condensator C_2 welke negatief geladen was, deze zal zich ontladen over de weerstand R_2 (het deel a—b op de kromme E_{g2}).

Vr.: Ik geef toe dat het me enige moeite kost, het gelijktijdige verloop van een zo groot aantal verschijnsel te volgen.

W.: Dat neem ik direct aan. Maar ik denk dat de kromme welke ik voor je heb getekend, je het begrijpen zal vergemakkelijken.

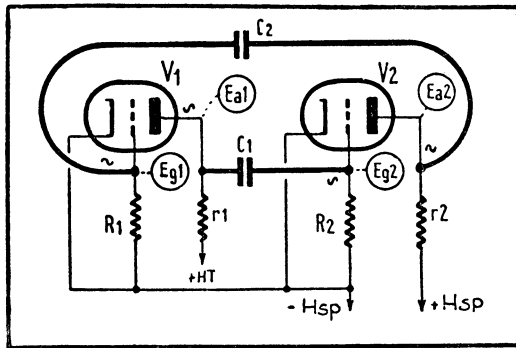
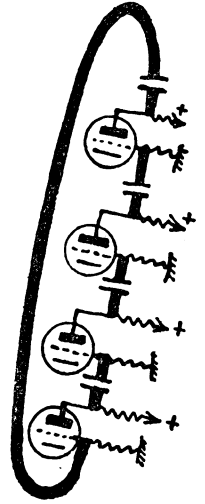


Fig. 9. Een versterker met twee buizen, die in zichzelf kortgesloten is, vormt een multivibrator. De kleine sinuslijntjes geven plaatselijk de fase van de optredende spanningen aan.



Vr.: Wanneer de condensator C_2 ontladen is, zal de anodestroom in de buis V_2 snel toenemen.

W.: Zeer juist. En op dat moment (b op de krommen) zal de buis V_2 zich in dezelfde conditie bevinden als buis V_1 op het moment a.

Vr.: Anders gezegd zal de spanning op de anode E_{a1} dalen; de koppeloscillator C_2 brengt deze daling over op het rooster van V_1 , waarvan de anodestroom tot nul



wordt teruggebracht, wat weer een toename van zijn anodestroom veroorzaakt, die het rooster van V_2 meer positief maakt . . .

W.: Hou op, Vraagal, want het is nu wel duidelijk dat de *multivibrator* zichzelf aan de gang houdt. De oscillator die zo wordt genoemd, brengt een periodieke spanning

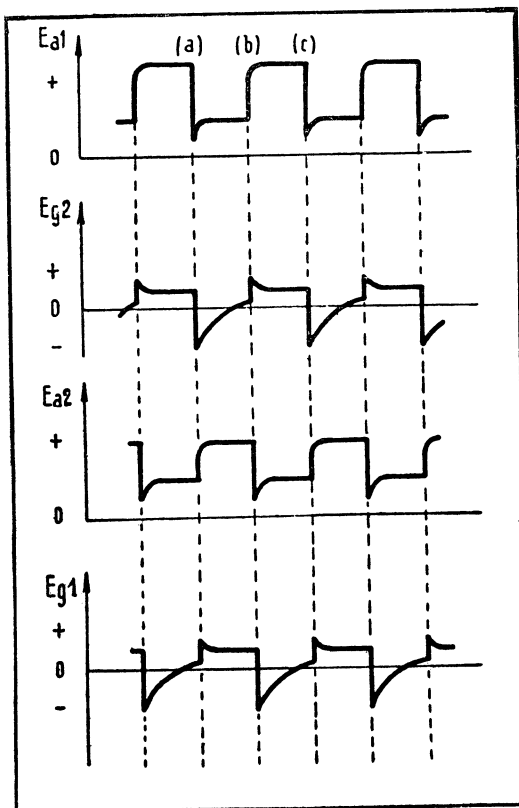


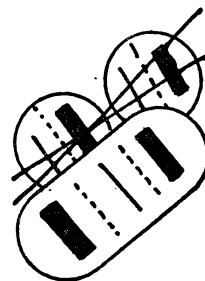
Fig. 10. Door middel van deze figuur kunnen de gelijktijdige spanningsverlopen op de diverse elektroden van de multivibrator van fig. 9 worden vergeleken.

voort van een speciale vorm. De 2 buizen doorlopen ieder met een interval van een halve periode geheel dezelfde verschijnselen, zoals je trouwens uit de krommen kunt aflezen, als je ze een beetje nauwkeuriger bekijkt. Ieder van beide laat op zijn beurt een stroom door en is vervolgens weer afgesloten.

Vr.: Intussen levert onze multivibrator ons geen zaagtandspanning.

W.: Inderdaad niet; op de anoden vinden wij bv. rechthoekige spanningen (blokjesvormige spanningen). Deze soort spanningen worden bij televisie veel toegepast, evenals op verschillende andere plaatsen in de elektronica; de duur van de posi-

tieve en negatieve wisselingen is gelijk, wanneer de onderdelen van de 2 trappen van de multivibrator dezelfde waarden hebben. Wij verstoren echter de mooie symmetrie wanneer deze verschillend worden gekozen. Door hiervan gebruik te maken, kan men korte impulsvormige spanningen bereiken, welke zijn gescheiden door relatief lange tijdsintervallen. Men kan op deze wijze dus ook synchronisatie-impulsen fabriceren. Met een deftige naam worden oscillatoren die deze rechtehoekige spanningen opwekken ook wel „kanteelspanningsoscillatoren” genoemd.



TERUG NAAR DE ZAAGTAND

Vr.: Kan men ook hier niet evenals bij de impulsgenerator de 2 buizen vervangen door een dubbeltriode?

W.: Goed begrepen. Daarenboven kan men als koppeling tussen de beide trappen, welke gewoonlijk door middel van de condensator C_1 wordt bereikt, ook een weerstandskoppeling toepassen door eenvoudig een gemeenschappelijke kathodeweerstand R aan te brengen in de kathoden van de beide buizen.

Vr.: Ik begrijp niet hoe een weerstand een condensator kan vervangen.

W.: Als je er even over nadenkt, zul je gemakkelijk in het mysterie van de kathodekoppeling kunnen doordringen. Vergeet niet dat iedere toename van de anodestroom van een van de trioden, die — zoals je ziet — ook de weerstand R doorloopt, aan de uiteinden van deze weerstand een spanningsverhoging teweegbrengt.

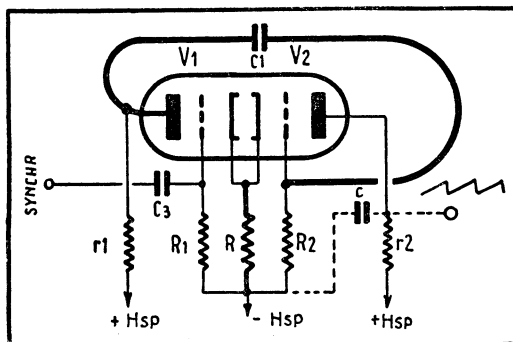
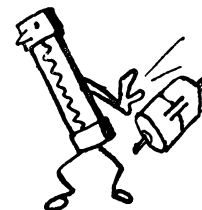
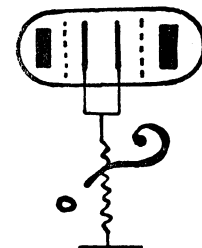


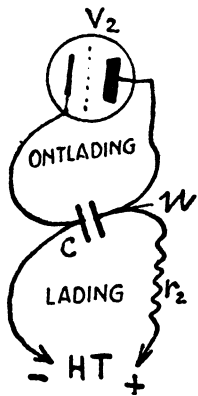
Fig. 11. Multivibrator met koppeling over een gemeenschappelijke kathodeweerstand. Door middel van de gestippelde verbindingen kan een zaagtandspanning worden verkregen.

Hierdoor wordt op het rooster van de andere buis een grotere negatieve spanning ten opzichte van de kathode gebracht, waardoor zijn anodestroom vermindert. De koppelcondensator zou geheel hetzelfde effect te voorschijn roepen.

Vr.: Ik begrijp het nu. Overigens zie ik in het schema dat u, gebruikmakende van het feit dat het rooster van de triode V_1 vrij is, hierop de synchronisatie-impulsen heeft aangebracht door middel van de condensator C_3 .

W.: Dat heb ik zelfs met veel plezier gedaan, daar de multivibrator een schakeling is, die gemakkelijk gesynchroniseerd kan worden.





Vr.: U moet me niet kwalijk nemen, Weetal, maar vanaf het moment dat uw multivibrator geen zaagtandspanningen opwekt, laten zijn overige deugden mij volkomen koud.

W.: Omdat die zaagtandspanningen je zo hoog zitten, Vraagal, zul je ze hebben ook. Om deze te verkrijgen moet een condensator C worden toegevoegd (zie de gestippelde verbinding) tussen een van de anoden van de multivibrator en de negatieve pool van de hoogspanningsbron. Maak daarenboven de anodeweerstand r_2 van dezelfde triode veel groter dan de weerstand r_2 van de andere en je zult aan de klemmen van r_2 de zaagtandspanningen aantreffen.

Vr.: Ik veronderstel dat dit weer een verhaal wordt van de lading van de condensator C door middel van de weerstand r_2 .

W.: Dat is inderdaad wat er gebeurt. Daar de weerstand r_2 hoog is, zal aanvankelijk in de triode V_2 geen stroom vloeien. Het is nodig dat de spanning aan de klemmen van C een voldoende waarde bereikt voordat de stroom begint te vloeien, waardoor de condensator C, tussen kathode en anode, wordt ontladen. Maar dat is een echte lawine. Want vanaf het moment dat deze stroom ontstaat, wordt op het rooster van de triode V_1 een negatieve spanning gebracht, door de werking van de gemeenschappelijke kathodeweerstand R! Zijn anodestroom daalt zeer snel, terwijl de spanning op zijn anode stijgt en, via C_1 het rooster van V_2 meer positief maakt, waardoor de ontlading wordt versneld. Wanneer C dan ontladen is, zal de stroom in V_2 ophouden en alles kan weer van voren af aan beginnen.

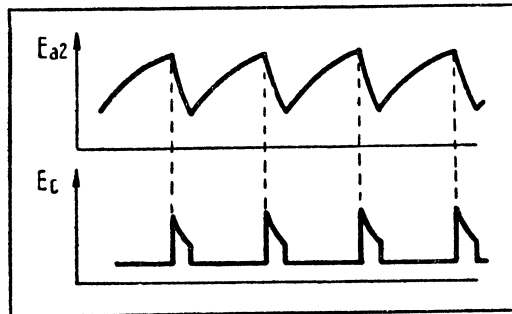
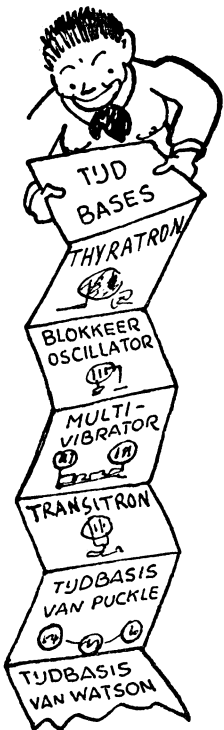


Fig. 12. Het toevoegen van de condensator C, die in het schema van fig. 11 gestippeld is aangegeven, doet op de anode van de rechter buis en op de kathode spanningen ontstaan van de hierboven aangegeven vorm.

Vr.: Ken ik nu alle schakelingen voor het opwekken van zaagtandspanningen?

W.: Het spijt me ontzettend je te moeten teleurstellen. Maar er bestaan nog talloze andere. Echter ken je met de thyatron, de blokkeeroscillator en de multivibrator de voornaamste. De andere zijn steeds gebaseerd op de principes welke we hier hebben besproken, zodat je weinig moeite zult hebben hun werking te begrijpen. We kunnen dan ook in ons volgend onderhoud over prettiger dingen praten dan tijdbasisgeneratoren.

DE ZAAGTANDEN AAN HET WERK

In de loop van de drie voorgaande causerieën hebben onze vrienden de belangrijkste tijdbasischakelingen de revue laten passeren. Zij zijn nu op de hoogte op welke wijze men zaagtandspanningen opwekt. Een andere vraag is nu hoe deze aan de elektroden of aan de afbuigspoelen worden toegevoerd.

Het vraagstuk lijkt eenvoudig, maar dat is het niet in werkelijkheid. Wanneer elektrostatische afbuiging wordt toegepast, is het noodzakelijk symmetrische signalen toe te voeren aan de beide platen van een elektrodenpaar en dat maakt het schema enigszins gecompliceerd.

Maar het is vooral de magnetische afbuiging welke zeker moeilijkheden biedt, tengevolge van de snelle stroomveranderingen in de afbuigspoelen. Gelukkig wordt alles in de juiste banen geleid door het heldere betoeg van Weetal.

EEN VERSTERKER TOEGERUST MET VELE DEUGDEN

Vr.: De laatste keer, Weetal, heeft u afscheid van mij genomen en me beloofd over prettiger dingen te spreken dan over tijdbasischakelingen (ze hebben mij nachtmerries bezorgd). Intussen zie ik nog niet helder in hoe u de zaagtandspanningen aan het afbuigmechanisme van de buizen voor elektrostatische en magnetische afbuiging toevoert.

W.: Je hebt gelijk, Vraagal. Het is goed deze spanningen ter beschikking te hebben, maar nog beter is het ze te kunnen gebruiken. Ook is in de regel hun amplitude onvoldoende om de spot over de hele breedte van het scherm heen en weer te drijven, zodat men genoodzaakt is ze te versterken.

Vr.: Dat is eenvoudig genoeg, omdat het gaat om spanningen met een betrekkelijk lage frequentie.

W.: Je hebt je mond weer voorbij gepraat! De grondfrequentie van de tijdbasis is inderdaad niet erg hoog, maar ten gevolge van het feit dat de krommevorm verre van sinusvormig is, kunnen zeer veel harmonischen optreden... Weet je bijgeval nog wat harmonischen zijn?

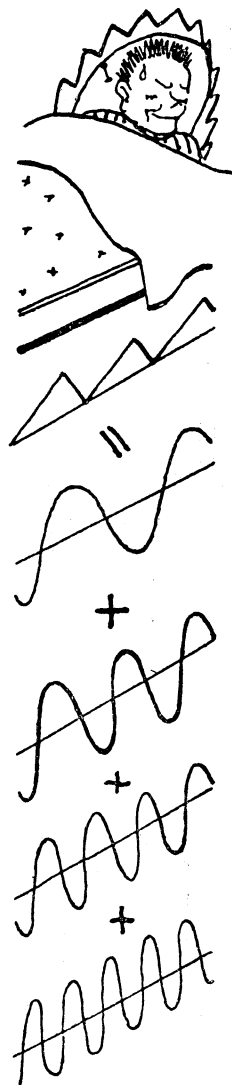
Vr.: Nou en of, dat zijn samengestelde trillingen waarvan de frequenties een veelvoud zijn van de grondfrequentie.

W.: Je geheugen is nog altijd goed. Welnu, onze zaagtand die een groot aantal harmonischen bevat, vraagt een versterker, die een zeer brede frequentieband doorlaat. Bij te smalle doorlaatband wordt het aantal harmonischen verminderd, waardoor de vorm van de zaagtand verandert.

Vr.: Zou, als ik het goed begrijp, een versterker die alle harmonischen afsnijdt en alleen de grondgolf doorlaat, onze zaagtand in een sinusvorm veranderen?

W.: Dat is juist opgemerkt. Maar je neemt een extreem geval aan. In het algemeen zal een versterker welke de hogere harmonischen verzwakt, alleen de spitse toppen van de zaagtand enigszins afronden.

Vr.: Men krijgt dan een versleten zaag!...





W.: Ik wil je aan de andere kant toch even in herinnering brengen dat men dikwijls een versterker gebruikt, die met opzet de vorm van de zaagtand verandert door de exponentiële kromming te veranderen in een rechte lijn.

Vr.: Ik zie wel, dat ik mij vergist heb door aan te nemen, dat de versterker van de tijdbasis zeer eenvoudig zou zijn.

W.: Hij is dat eigenlijk wel, maar heeft vele taken te vervullen: versterken, de hogere harmonischen doorlaten en de gebogen zaagtand recht maken. En dat is nog niet alles! Want in het geval van de magnetische afbuiging moet hij ook nog vermogen leveren . . .

Vr.: . . . als een ordinaire eindbuis van een radio-ontvanger die een luidspreker voedt. Gelukkig is in het geval van de elektrostatische afbuiging het probleem veel eenvoudiger, want de versterker behoeft alleen maar spanningen, praktisch zonder vermogen, te leveren.

HER- EN DERWAARTS

W.: Ja, in dat geval is een spanningsversterker nodig. Maar het probleem is er niet eenvoudiger door, want men moet aan de afbuigelektroden (die een paar vormen) spanningen toevoeren van tegengestelde fase: wanneer de potentiaal van de ene toeneemt moet die van de andere afnemen, vervolgens moeten beiden tegelijkertijd snel tot hun beginwaarden terugkeren, waarna alles weer opnieuw begint.

Vr.: Samengevat, wanneer de rechter elektrode de spot afstoot, moet de linker elektrode hem aantrekken. En zo werken hun spanningen gezellig samen. Men moet dus, om deze twee spanningen te krijgen, twee gesynchroniseerde tijdbases gebruiken, een voor ieder elektrodenpaar, die gelijke spanningen leveren maar met tegengestelde fase. Wat een complicaties!

W.: Stel je gerust, Vraagal; een enkele tijdbasis is voldoende om de twee spanningen met tegengestelde fase te leveren. Het probleem is niet nieuw. Herinner je je dat we pratend over de push-pull versterker, dit probleem reeds opgelost hebben. Ook

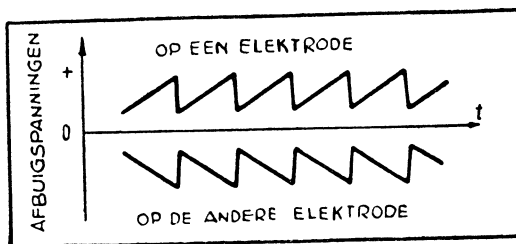
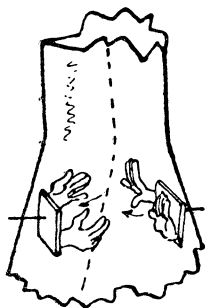
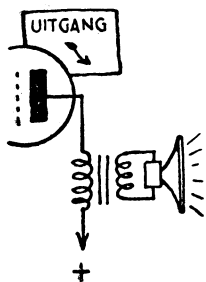


Fig. 1. Vorm van de spanning die op een elektrodenpaar voor elektrostatische afbuiging wordt gezet.

daar gaat het over twee roosters van de beide buizen in de push-pull-trap, die door gelijke spanningen, met tegengestelde fase, worden gestuurd.

Vr.: Inderdaad en we hebben toen gezien dat de eenvoudigste oplossing was een koppeltransformator te gebruiken, met een middenaftakking op de secundaire wikkeling.

W.: Hetzelfde zouden wij ook kunnen doen met de buis voor elektrostatische afbuiging. De primaire van de transformator wordt opgenomen in de anode van de buis, die de tijdbasisspanningen versterkt. De twee uiteinden van de secundaire wikkeling waarop spanningen met tegengestelde fase verschijnen, zouden verbonden moeten worden aan de twee elektroden, die een paar vormen. De middenaftakking zou verbonden moeten worden aan de laatste anode om geen potentiaalverschil te krijgen tussen deze en de afbuigelektroden.

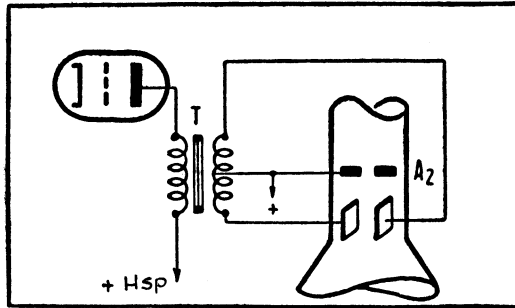


Fig. 2. Een schema dat slechts zelden wordt toegepast, met transformatorkoppeling tussen versterkerbuis en afbuigplaten. De tweede anode A_2 is verbonden aan de zeer hoge gelijkspanning die ook via de secundaire van de transformator op de platen wordt gebracht.

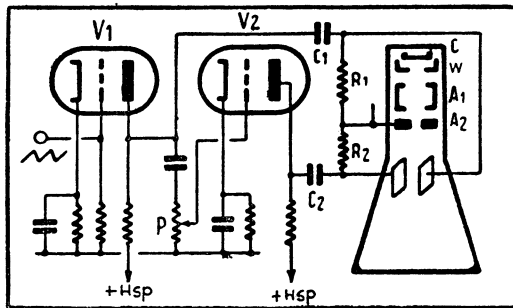
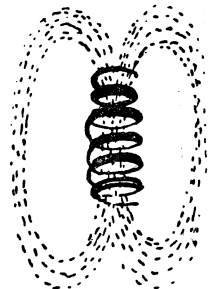
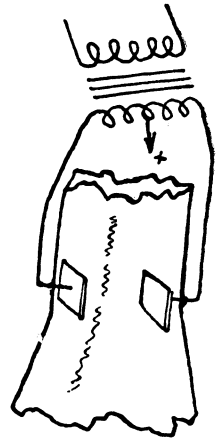
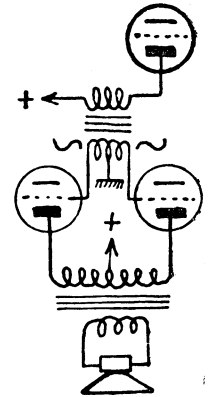


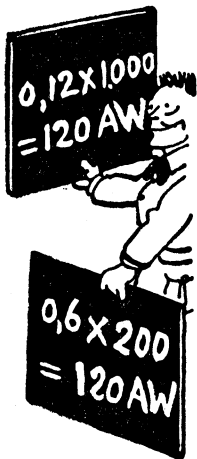
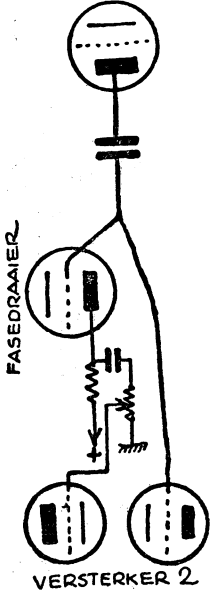
Fig. 3. Schakeling waardoor het mogelijk is symmetrische spanningen aan de afbuigplaten toe te voeren. De buis V_1 dient als versterker en V_2 als fase draaier.

Vr.: Kan men met kathodetraalbuizen ook de fase-omkering met een aparte buis toepassen?

W.: Dat gaat inderdaad. Zie hier het gewone schema, waarin de eerste buis als versterker is geschakeld, terwijl de tweede alleen als fase draaier dienst doet. Aan een der elektroden wordt de versterkte spanning toegevoerd, direct vanaf de anode



VERSTERKER 1



van de versterkerbuis. De spanning met omgedraaide fase, vanaf de anode van de tweede buis, wordt aan de andere elektrode toegevoerd. En om te zorgen dat de tweede buis geen hogere spanning geeft dan de eerste, wordt de potentiometer P aangebracht, die de toegevoerde spanning op het rooster tot de noodzakelijke grootte terugbrengt. Alleen de wisselspanningscomponenten van de zaagtand worden naar de afbuigelektroden gevoerd en wel via de condensatoren C_1 en C_2 . Wat hun gemiddelde potentiaal betreft, deze is gelijk aan die van de laatste kathodestraalbuis, omdat de beide elektroden er aan zijn verbonden door middel van de weerstanden R_1 en R_2 .

VRAAGAL VINDT ALLES EENVOUDIG

Vr.: Dat alles lijkt me niet bijzonder moeilijk. Wanneer men een en ander van radio weet, levert de televisie niet veel verrassingen op.

W.: Dat zullen we nog wel eens zien, wanneer we de schema's voor magnetische afbuiging onderzoeken. Hier moet de versterkerbuis in staat zijn een zeker vermogen af te leveren. Het magnetische veld dat wordt opgewekt, hangt zoals je weet af van het aantal windingen en de sterkte van de stroom door deze windingen.

Vr.: Ik weet het Weetal en ik vind het fijn te kunnen mededelen, dat men in de praktijk de sterkte van een magnetisch veld uitdrukt door het produkt van de sterkte van de stroom en het aantal windingen. Liefst spreek ik over *ampèrewindingen*, want van die grootheden als gauss, maxwell en oersted begrijp ik niet veel.

W.: Je weet dus dat een spoel van 1000 windingen, die wordt doorlopen door een stroom van 0,12 ampère ...

Vr.: ... een veld opwekt dat evenredig is met $0,12 \times 1000 = 120$ ampèrewindingen.

W.: Je zou overigens hetzelfde veld kunnen bereiken met een spoel van 200 windingen ...

Vr.: ... en een stroom van 0,6 ampère. Gelden deze cijfers ook in het rijk van de televisie?

W.: Het is inderdaad ongeveer een dergelijk aantal ampèrewindingen, dat nodig is om een televisiebuis met een scherm van 25 cm diameter te kunnen uitsturen.

Vr.: Als ik het dus goed begrijp, moet het magnetisch veld veranderen van 0—120 ampèrewindingen om de spot over het gehele scherm van links naar rechts te bewegen.

W.: Juist, of meer algemeen gezegd, moet het veld dat bedrag variëren om de spot over de verlangde weg te bewegen. Het is nog anders uit te drukken door te zeggen dat in dit geval in een spoel van 1000 windingen, de sterkte van de stroom die er doorheen loopt, successievelijk moet toenemen tot 0,12 ampère, vervolgens snel op 0 moet terugvallen enz.

Vr.: Dat zal wel niet moeilijk zijn. Men neemt een buis van voldoende vermogen, men schakelt de afbuigspoelen in de anodekring ...

W.: ... en de gelijkstroomcomponent van de anodestroom brengt een magnetisch veld teweeg, waardoor de spot tot buiten het scherm wordt bewogen ...

Vr.: Daar hebben we niet veel aan. Men zou bv. de verbinding tussen de buis en de twee afbuigspoelen B door middel van een smoorspoel A en een condensator C tot stand kunnen brengen, waarbij de condensator zorgt dat de gelijkstroom niet door de spoelen vloeit.

W.: Zeer goed, Vraagal, maar wat doe je met het zelfinductieverschijnsel?

Vr.: Ik zie niet goed in, wat dat daarmee te maken heeft.

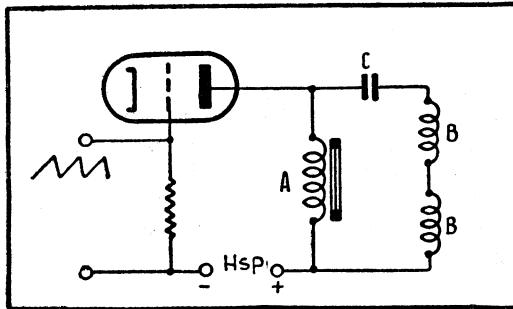


Fig. 4. Smoorspoelkoppeling door middel van de zelfinductie A, tussen de versterkerbuis en de afbuigspoelen B. Speciaal gebruikt voor de verticale afbuiging (voor de beelden).

BESCHOUWINGEN OVER DE ZELFINDUCTIE

W.: Onze spoelen van 1000 windingen, zullen een zelfinductie hebben welke we kunnen schatten op 0,15 henry. De snelle stroomvariatiën zullen hierin zelfinductiespanningen verwekken.

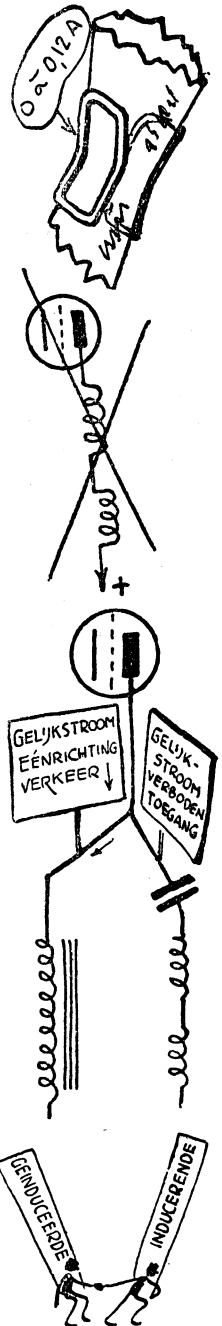
Vr.: Ik herinner me nu inderdaad ons oude gezegde: „zelfinductie is tegenwerking”. Wanneer de stroom in een spoel verandert, doet de zelfinductie een stroom ontstaan, die tegengesteld gericht is aan de verandering van de oorspronkelijke stroom. Wanneer deze laatste toeneemt, wordt een stroom geïnduceerd in tegengestelde richting. Maar wanneer de stroom afneemt, zal de geïnduceerde stroom zijn best doen om deze constant te houden, hij loopt dus in dezelfde richting.

W.: Je uitstekend geheugen vergemakkelijkt mijn taak ten zeerste. Ik wou nog toevoegen, dat de geïnduceerde stroom zich kenbaar maakt door een spanning aan de uiteinden van de spoel. Het zal je niet moeilijk vallen vast te stellen, waar de grootte van deze spanning van afhangt.

Vr.: Ik veronderstel dat deze evenredig is met de stroomvariatie van de inducerende stroom I en met de coëfficiënt van zelfinductie L van de spoel.

W.: En daarin vergis je je niet. Maar hij hangt ook nog van iets anders af, nl. van de snelheid van de stroomvariatie of wat op hetzelfde neerkomt, van de tijd welke de stroom nodig heeft om van nul tot de waarde van I te komen en weer terug.

Vr.: Dat is wel duidelijk. Als deze variatie zeer langzaam verloopt, zou het zijn alsof het een gelijkstroom was. Daarentegen zal bij snelle variaties de zelfinductie sterk zijn invloed doen gelden. U heeft, overigens volkomen terecht, de zelfinductie vergeleken met de traagheid en deze vergelijking blijft nog steeds van kracht. Wanneer we een zware kar nemen en een paard dat zeer langzaam optrekt, zal alles normaal verlopen. Maar indien het paard er plezier in heeft z'n wandeling plotseling te be-



$$e = L \frac{dI}{dt}$$

ginnen, zal op het moment dat hij de kar snel vooruit wil trekken, deze hem achteruit trekken. En wanneer de kar eenmaal in beweging is en het paard wil deze doen stoppen, zal de kar hem vooruit duwen. Als hij dat een poosje volhoudt, zal het paard er het loodje bij leggen of er blijft van de kar niet veel over.

MIDDEN IN DE REKENKUNDE

W.: Als je het goed vindt zou ik wel graag naar onze spoelen willen terugkeren. Veronderstellende dat de zaagtandstroom die er doorheen loopt volkomen lineair is, zou men kunnen zeggen dat de spanning tengevolge van de zelfinductie groter is naarmate de tijdsduur van de stroomvariatie korter is.

Vr.: Niet dat ik van formules houd, maar ik geloof dat men zou kunnen zeggen dat de spanning e , die ten gevolge van de zelfinductie aan de klemmen van de spoel ontstaat, gelijk is aan:

$$e = \frac{L \times i}{t}$$

W.: Bravo, Vraagal. Je formule is geheel in orde. Je kunt dus deze spanningen uitrekenen voor $L = 0,15$ H en $I = 0,2$ A.

Vr.: Maar waar is de tijd t gebleven? Ik geloof dat men overigens twee gevallen kan onderscheiden: die van het aangroeien van de stroom (wat relatief lang duurt) en die van de snelle afname.

W.: Dat is juist. Nemen we nu het geval van de afbuiging voor de lijnen. Voor het

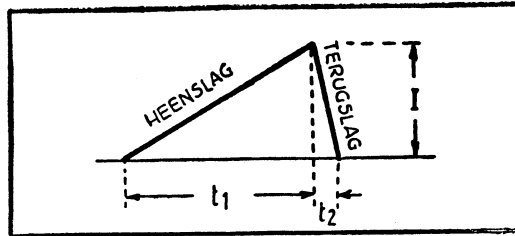
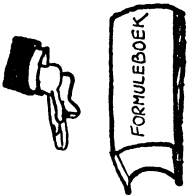


Fig. 5. Iedere periode van de afbuigstroom bevat de tijd t_1 voor de heenslag en de veel kortere tijd t_2 voor de terugslag.

aftasten van 25 beelden per sec met 625 lijnen, hebben wij een totaal van iets meer dan 15 600 zaagtanden per sec nodig. Dat wil zeggen dat iedere zaagtand slechts 0,000 064 of $64 \mu\text{sec}$ (microseconde)* duurt. In fig. 5 is de tijd van de heenslag van de spot (toename van de stroom) ongeveer $50 \mu\text{sec}$, die voor de terugslag $14 \mu\text{sec}$. Je hebt nu al de cijfers voor je. Probeer je niet te vergissen.

Vr.: De spanning e_1 , die ontstaat bij de heenslag wordt dus:

$$e_1 = \frac{I \times L}{t_1} = \frac{0,12 \times 0,15}{0,000\,064} = 280 \text{ volt.}$$

* microseconde = $1/1\,000\,000$ seconde.



en de spanning e_2 die verschijnt bij de terugslag wordt:

$$e_2 = \frac{I \times L}{t_2} = \frac{0,12 \times 0,15}{0,000014} = 1280 \text{ volt.}$$

Maar dat is geweldig!

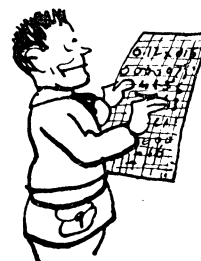
W.: Het meest geweldige is niet de hoge waarde van deze spanningen, maar het feit dat je niet eens vergissingen hebt gemaakt in je berekening . . .

Vr.: Ik geloof dat u gelijk heeft als u dit een hoge spanning noemt. Ik zou nooit hebben kunnen geloven dat dergelijke relatief zwakke stroomvariatiës, ofschoon deze snel zijn, een overspanning van deze grootte te voorschijn zouden roepen.

W.: Dat is nog niets, want voor buizen van nog grotere diameter moeten sterkere stromen worden gebruikt en daarbij zouden deze spanningen een waarde van enige duizenden volt bereiken. Zelfs zijn ze in ons geval in werkelijkheid nog veel hoger, want de spitse vorm van de zaagtand veroorzaakt veel snellere stroomvariatiës dan in het theoretische geval, dat wij hebben onderzocht.

Vr.: Maar is dat niet gevaarlijk?

W.: De overspanningen ten gevolge van snelle stroomvariatiës in schakelingen die zelf-inductie bevatten, vormen een groot gevaar. Vele ongevallen zijn door dit verschijnsel veroorzaakt. In ons geval zijn de afbuigspoelen op z'n minst gezegd een delicate plaats in het apparaat. Hun zeer kleine plaatsruimte maakt het niet mogelijk de duizenden windingen die noodzakelijk zijn, van goed geïsoleerd draad te wikkelen. Men moet zich tevreden stellen met een draadsoort met dunne isolatie, met het risico dat deze hoge spanningen niet kan verdragen en doorslaat. Dit kan een prachtig vuurwerk opleveren.



VRAAGAL HEEFT EEN GOED IDEE

Vr.: Dat is een treurig vooruitzicht. Zou men niet het aantal windingen van de spoel kunnen verminderen en in gelijke mate de stroom opvoeren, zodat het aantal ampère-windingen constant zou blijven?

W.: Zeker zou men dat kunnen doen. Hoeveel kunnen we daar mee winnen?

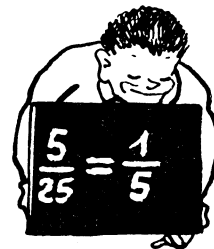
Vr.: Als u bv. het aantal windingen vijfmaal kleiner maakt, zou daardoor de zelf-inductie 25 maal kleiner worden. Ten gevolge daarvan zou, ondanks het feit dat de stroom vijfmaal sterker moet worden, de waarde van de overspanningen in totaal vijf maal kleiner worden. Bovendien zou men het draad beter kunnen isoleren, want er zouden slechts 200 windingen in de beschikbare ruimte behoeven te worden ondergebracht.

W.: Goed geredeneerd, Vraagal, je bent vandaag in topvorm!

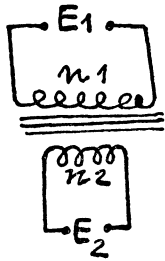
Vr.: Intussen zie ik een moeilijkheid. Daar wij het aantal windingen vijf maal kleiner hebben gemaakt, moeten wij de stroom vijf maal groter maken. Dit geeft ons: $0,12 \times 5 = 0,6$ ampère. Men zou ik weet niet wat voor buis moeten nemen om een dergelijke anodestroom te kunnen leveren.

W.: Er bestaat een zeer eenvoudig middel om dit te bereiken. Daar je nu vijf maal minder windingen hebt en een 25 maal kleinere zelfinductie, kun je ook een vijf maal lagere spanning aan de spoel aanleggen, terwijl de stroom toch nog vijf maal zo groot is als vroeger.

Vr.: Wacht even, Weetal, het is een warwinkel in mijn hoofd.



W.: Denk eens even rustig na, Vraagal. Je hebt nu een spoel, waarvan de zelfinductie, dat wil zeggen de inductieve reactantie die zich verzet tegen stroomdoorgang, 25 maal kleiner is. Wanneer je dus dezelfde spanning aan de klemmen zou aanleggen, zou je een 25 maal grotere stroom krijgen. Dat is te veel. Maak de spanning dus vijf maal kleiner en je behoudt een vijf maal grotere stroom.



$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

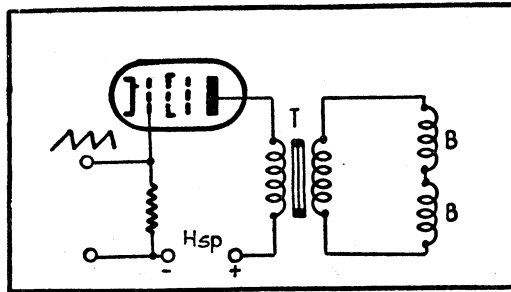
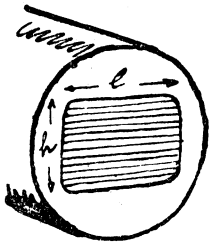


Fig. 6. Koppeling door middel van de transformator T, die hoofdzakelijk wordt gebruikt bij de horizontale afbuiging (voor de lijnen).



Vr.: Nu heb ik het begrepen. Maar hoe kunnen we de spanning verlagen?

W.: Heb je nooit horen spreken over dat rare ding dat een transformator wordt genoemd?

Vr.: Excuseer, ik dacht niet aan die oude bekende van me. Het is duidelijk dat een transformator die omlaag transformeert, een ideale oplossing geeft. Wij hebben aan de secundaire dan een spanning welke een bepaald aantal malen lager is, met een stroomsterkte die evenveel malen hoger is.

W.: Deze transformator koppeling wordt steeds gebruikt voor de lijnzaagtand, terwijl men voor de aftasting in verticale zin (voor de beelden), een smoorspoelkoppeling gebruikt; men vervangt dikwijls ook de smoorspoel eenvoudig door een weerstand.

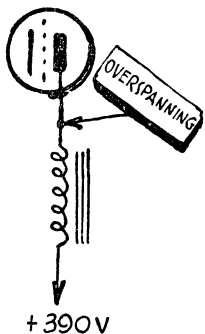
DE ZELFINDUCTIESPANNING DOET NOG MEER KWAAD

Vr.: Heeft men voor de verticale afbuiging niet te worstelen met dezelfde spanningsmoeilijkheden?

W.: Zeker niet en wel om twee redenen. Ten eerste heeft men een kleinere variatie nodig voor het magneetveld, omdat de beelden altijd breder zijn dan hoog, zodat de weg die de spot in verticale richting doorloopt korter is dan zijn verplaatsing in horizontale richting.

Vr.: Dat maakt anders niet erg veel verschil.

W.: Inderdaad niet. De tweede en voornaamste oorzaak is dat de snelheid van de stroomvariaties veel kleiner is. Terwijl de lijntijdbasis 625 zaagtanden beschrijft, produceert de beeldzaagtand er slechts twee. Dit zegt voldoende omtrent de veel kleinere voorzorgen welke voor de verticale afbuiging nodig zijn. Maar de hoge



spanning die bij de horizontale afbuiging optreedt, met inbegrip van de werking van de versterker, maakt de zaak gecompliceerd.

Vr.: Ik zie nog niet goed waarom.

W.: Zie je niet dat de zaagtandspanningen gesuperponeerd zijn op de anodespanning, het ene moment zijn beide in fase, het andere moment in tegenfase. En dat geldt voor alle uitgangsschakelingen. In het geval van de smoorspoelkoppeling moeten deze hoge spanningen passeren door de condensator C. In het geval van de transformatorkoppeling ontstaan zij aan de primaire wikkeling van de transformator. En zie je hoe de spanning gericht is?

Vr.: Op het ogenblik dat de stroom toeneemt, dat wil zeggen gedurende het naar rechts gaan van de spot, vloeit de zelfinductiestroom tegengesteld aan de anodestroom, omdat hij zich tegen de toename daarvan tracht te verzetten. Ten gevolge hiervan neemt de toevloed van elektronen op de anode af, waardoor de spanning daalt. In ons geval is de inductiespanning 280 volt; daarboven moet er op de anode nog een behoorlijke spanning overblijven. Wanneer we hiervoor bv. 100 volt aanemen, moet de voedingsspanning op z'n minst 380 volt bedragen.

W.: Dat alles is goed uitgedrukt. Bekijk nu nog eens het ogenblik waarop de spot terugspringt.

Vr.: We hebben dan een plotselinge vermindering van de anodestroom. Om zich daartegen te weerstellen veroorzaakt de zelfinductie een sterke stroom in dezelfde richting; deze stroom, welke elektronen aan de anode onttrekt, maakt deze meer positief. Daarom zal zich deze anodespanning, welke het gevolg is van het terugspringen van de spot, bij de anodespanning tellen. In ons geval zal zich dus op de anode een spanning vormen van 1280 volt (van de inductiespanning), met nog 380 volt van de voeding; de totale spanning wordt dus ca. 1660 volt.

W.: Deze hoge spanning tussen anode en kathode van de versterkerbuis brengt mee, dat een buis met goed geïsoleerde anode moet worden gebruikt. Bij voorkeur gebruikt men buizen, waarbij de anode bovenop de ballon is uitgevoerd.

Vr.: Ik vraag me af wat van de werking van een versterkerbuis terecht komt, wanneer op zijn anode zulke enorme spanningsvariaties voorkomen. Deze zijn in staat het binnenwerk van de meest solide buis te vernietigen.

W.: De vervorming, die er door ontstaat is niet zeer ernstig, aangezien men buizen kan gebruiken, waarbij de anodestroom weinig verandert voor grote anodespanningsveranderingen.

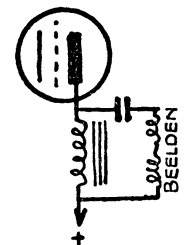
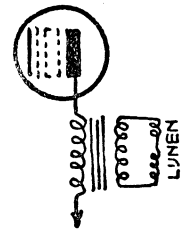
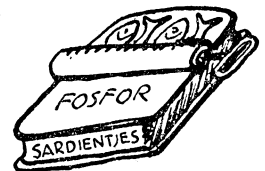
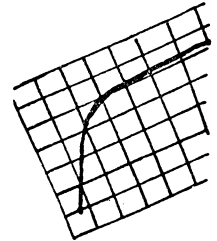
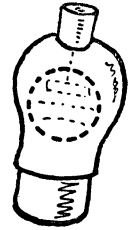
Vr.: Dat wil dus zeggen, buizen met een hoge inwendige weerstand, daar deze inwendige weerstand de verhouding aangeeft tussen een anodespanningsvariatie en de bijbehorende anodestroomvariatie.

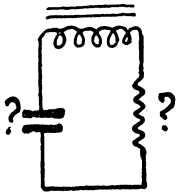
W.: Ik val met jou vandaag van de ene verbazing in de andere, Vraagal. Wat heb je eigenlijk gegeten bij je lunch vanmiddag?

Vr.: Een heel blikje sardines.

W.: Dat verklaart alles: het is de fosfor! . . . Welnu, daar je hersens hierdoor verjongd zijn, kun je me ook nog wel zeggen welke buizen een hoge inwendige weerstand hebben.

Vr.: Natuurlijk! . . . Samenvattend kan men het best, als ik het goed begrepen heb, voor de lijnastating bij voorkeur een penthodeversterker gebruiken, welke met de afbuigspoel is gekoppeld door middel van een transformator die omlaag transfor-





meert; het geheel moet goed geïsoleerd zijn vanwege die afschuwelijke overspanningen.

W.: Zeg er niet te veel kwaad van. Je zult in hetgeen volgt zien, dat men deze op een ingenieuze manier benut om de zeer hoge spanning te verkrijgen, waarmee de laatste anode van de kathodestraalbuis wordt gevoed.

Vr.: Door partij te trekken van ondeugden en gebreken, veranderen deze in weldaden...

W.: De inductiespanningen bij de beeldafbuiging, die veel minder hoog zijn, maken het gebruik van een eenvoudige triode met smoorspoel of weerstandskoppeling mogelijk.

HET AFDEMPEN VAN OSCILLATIES

Vr.: Ik weet niet of ik iets stoms ga zeggen, maar het verbaast me ten eerste dat in een circuit met zoveel zelfinductie, de stroom zo vlug kan variëren als nodig is bij de terugslag van de lijnzaagtand.

W.: Je vraag is zeer natuurlijk. Je weet dat we voor deze snelle variaties betalen door de enorm hoge spanning, die er het gevolg van is, te accepteren. Wij maken ze mogelijk door onze schakeling zo samen te stellen, dat deze snelle variaties slechts zeer weinig worden gedempt. We hebben eigenlijk te doen met een echt oscillatorcircuit, met zelfinductie, capaciteit en weerstand.

Vr.: Ik zie anders geen condensator en geen weerstand.

W.: Het is ook niet nodig deze in het schema te tekenen; deze onzichtbare elementen zijn daarom evengoed aanwezig. Kun je je eigenlijk een spoel voorstellen zonder weerstand of zonder eigencapaciteit?

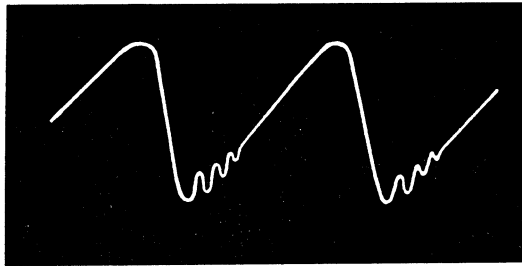


Fig. 7. Parasitaire oscillaties welke de aftaststroom vervormen.



Vr.: Neem me niet kwalijk, ik weet heel goed dat de afbuigspoelen zowel als de wikkelingen van de transformator een eigen weerstand en capaciteit hebben.

W.: Indien de weerstand niet te hoog is, hebben we te doen met een echt oscillatorcircuit en de snelle wisselingen van de elektrodenstroom bij de terugslag vinden gemakkelijk hun weg, daar zij verlopen als een deel van een oscillerende spanning in het circuit.

Vr.: Alles goed en wel! Maar zal deze oscillatie ogenblikkelijk ophouden!

W.: Jammer genoeg niet. Dat is de keerzijde van de medaille. Wanneer men de elektronen in een oscillatorcircuit in beweging heeft gezet, doven zij eerst uit na enige,

steeds zwakker wordende oscillaties te hebben volbracht; net als een slinger die met een stootje van de vinger in beweging wordt gezet.

Vr.: Maar wat is het praktische resultaat hiervan?

W.: Niet veel fraais. Gedurende het uitslingeren wordt de zaagtand verrijkt met een kleine sinusvormige parasiet, welke na het beëindigen van de terugslag het begin van de heenslag in de war stuurt. In plaats van gelijkmatig van links naar rechts op het scherm te bewegen, lijkt de spot bij het begin even te aarzelen. Hij maakt een paar pasjes naar rechts en naar links, om zich tenslotte met een enkele beweging naar rechts te spoeden. Deze kleine heen- en teruggangen maken zich op het scherm kenbaar door verticale strepen, welke een allerakeligste indruk maken.

Vr.: Vertelt u mij eens wat tegen deze parasitaire oscillatie kan worden gedaan?

W.: Net als bij de radio; wegdempen! Dat wil zeggen dat zoveel energie opgenomen moet worden, dat het geheel op de grens van oscilleren blijft, terwijl echter geen parasitaire oscillaties onderhouden kunnen worden.

Vr.: En ik veronderstel dat u deze energie-opname zult tot stand brengen, door een variabele weerstand aan te brengen over de afbuispoel.

W.: Dat is inderdaad de eenvoudigste en de meest praktische methode. Door succesievelijk de waarde van deze weerstand te verlagen, zodat er meer en meer stroom doorgaat, stelt men een dusdanige waarde in, dat het circuit voldoende wordt gedempt om de parasitaire oscillaties te doen verdwijnen.

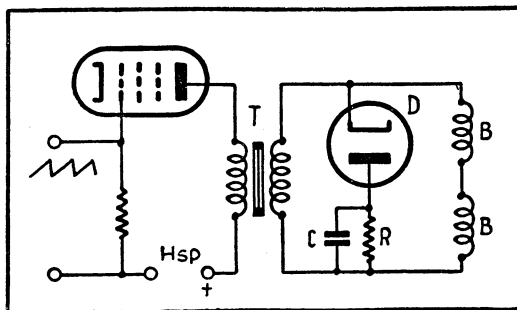
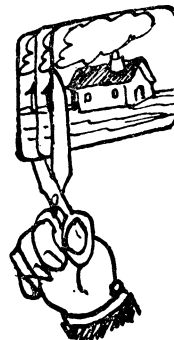
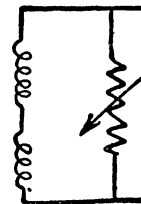
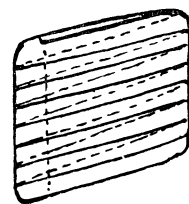


Fig. 8. De diode *D* in serie met de weerstand *R* maakt het mogelijk het circuit op het juiste moment te dempen waardoor parasitaire oscillaties worden voorkomen.



Vr.: Het is jammer dat de weerstand energie opneemt gedurende de hele periode; het zou erg mooi zijn wanneer, door middel van een schakelaar, op het juiste moment de weerstand zou worden aangesloten en de parasitaire oscillaties gedempt, terwijl bij de terugslag van de spot deze zou worden afgeschakeld, waardoor de terugslag vrij zou kunnen plaats vinden.

W.: Niets is gemakkelijker, Vraagal, sluit de dempweerstand aan over een diode welke in de goede richting moet worden aangebracht; dat wil zeggen dat deze gedurende de positieve stroomverandering niet geleidend is, maar geleidend wordt gedurende de negatieve verandering. Ten gevolge daarvan zal de energie-opname door de



weerstand alleen tot uitdrukking komen aan het eind van de terugslag en aan het begin van de heenslag; dit is net in de „gevaarlijke zone” van het hele verloop van de zaagtand.

Vr.: Deze absorptiediode is zeer ingenieus bedacht. Maar waartoe dient de weerstand met de condensator parallel, welke u in serie met de diode heeft aangebracht?

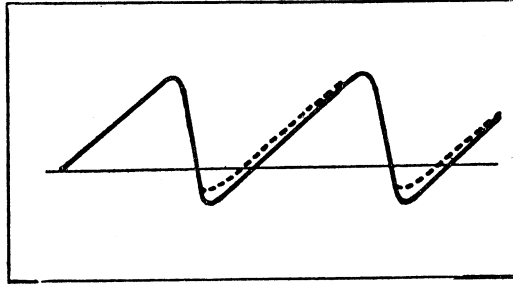
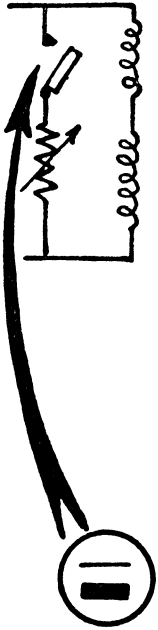


Fig. 9. Met een dempweerstand alleen zouden de oscillaties de gestippelde vorm hebben. Dank zij het vertragende effect van de tegenspanning, veroorzaakt door het opladen van de condensator C, begint de demping pas bij een grotere waarde van de amplitude.

W.: Gedurende iedere stroomdoorgang laadt de condensator zich op. Hij ontlad zich daarna over de weerstand, waardoor een kleine negatieve spanning op de plaats van de diode blijft staan. Ten gevolge daarvan laat de diode slechts stroom door als de spanning op de spoel groter is dan deze tegenspanning. Dank zij deze kunstmatige vertraging blijft het circuit langer zonder demping. Hierdoor kan de terugslag verder doorlopen naar de negatieve zijde, waardoor een grotere afbuigamplitude wordt verkregen en de beschikbare energie nuttiger wordt gebruikt.

Vr.: Daarentegen voel ik dat het nuttig effect van mijn hersens begint te dalen, daar deze sterk worden afgedempt door al de kennis, die zij vandaag hebben moeten absorberen.



NEGENSE PRAATJE

AAN DE ZENDERZIJDJE

Vandaag laten Vraagal en Weetal de ontvangervraagstukken rusten om de manier te bestuderen waarop aan de zenderzijde de beelden in de videosignalen worden vertaald. De opnamecamera is voor televisie, wat de microfoon is voor de radiotelefonie. Indien Weetal om zijn vriend te overbluffen al zijn geleerdheid ten toon zou spreiden, zou hij minstens een twaalfstal systemen de revue doen passeren. Maar in plaats van vele historische bijzonderheden uiteen te zetten, heeft hij er de voorkeur aan gegeven een klein aantal thans gebruikte uitvoeringsvormen te behandelen. Op deze wijze heeft Vraagal een goed begrip gekregen van de overeenkomst van deze ingenieuze apparaten met het menselijk oog, terwijl het netvlies is vervangen door een mozaïek waarop het beeld wordt opgevangen.



IN HET KONINKRIJK DER MICROSECUNDEN

Vr.: Mag ik u een bekentenis doen, Weetal?

W.: Geneer je niet, vriend.

Vr.: Ik ben nu behoorlijk op de hoogte van de tijdbasis en alle vraagstukken die met de aftasting te maken hebben. Denkt u niet dat we nu eens over iets anders moesten praten?

W.: Dat was ook inderdaad mijn bedoeling. We hebben het terrein verkend, om nu de meer essentiële vraagstukken van de televisie te kunnen aanpakken. Toch moet ik je nog uitleggen op welke wijze de aftasting van de beelden aan de zend- zowel als aan de ontvangzijde wordt uitgevoerd.

Vr.: Kunnen we dan het eerst beginnen met de ontvangers te bestuderen, want ik zou er graag spoedig een in elkaar zetten voor mijn eigen gebruik. Ik heb al een deel van het materiaal gekocht en wel 10 meter draad voor de verbindingen.

W.: Ik vrees, dat het overige nog wel het een en ander zal kosten... Maar zou je niet, alvorens je je met alle macht op de ontvangzijde werpt, eerst nog even onderzoeken, wat zich aan de zenzijde afspeelt?

Vr.: Ik heb laatst gelezen in een tijdschrift dat de studio's voor de televisie-uitzending waren verlicht met zo sterke schijnwerpers, dat de acteurs een zonnesteek opliepen.

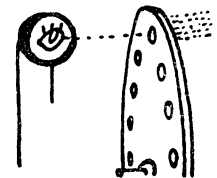
W.: Je tijdschrift is niet helemaal bij. Dat was vroeger zo, toen de eerste televisie-uitzendingen plaats vonden. Maar de tegenwoordige camera's zijn net zo gevoelig als het menselijk oog, zodat een overmatige belichting niet nodig is.

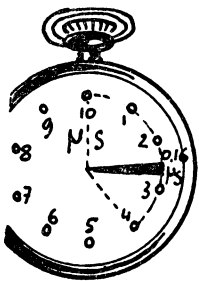
Vr.: Is het gelukt de gevoeligheid van de foto-elektrische cellen zo op te voeren?

W.: Om je de waarheid te zeggen zijn op dat gebied weinig vorderingen gemaakt. Maar men heeft geleerd beter gebruik te maken van bestaande cellen. In plaats van deze slechts een kort moment te belichten...

Vr.: Hoe dat zo?

W.: Herinner je je niet meer het mechanische zendsysteem, dat ik je in ons tweede praatje heb uiteengezet? Daar ontving onze fotocel op ieder moment slechts het





licht dat van één beeldelement kwam en dat werd doorgelaten door het gaatje in de schijf, dat langs de fotocel bewoog. Indien men door middel van dit systeem een aftasting van bv. 450 lijnen tot stand zou brengen, zou ieder beeldelement slechts gedurende minder dan 0,16 microseconde zijn licht op de cel kunnen werpen.

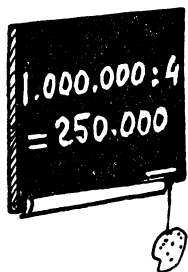
Vr.: Dat is werkelijk niet veel. Met 25 beelden per seconde wordt iedere seconde slechts gedurende 4 microseconden het licht van ieder element gebruikt.

W.: Het is je nu wel duidelijk dat een systeem dat dit licht zonder onderbreking voortbrengt, theoretisch evenveel malen gevoeliger moet zijn als 4 microseconden begrepen is in een seconde.

Vr.: Als u nu verwacht dat ik de een of andere rekenfout maak, komt u bedrogen uit. Eén seconde staat gelijk aan 1 miljoen microseconden. En dit gedeeld door vier geeft me 250 000 maal.

W.: In werkelijkheid is de verhouding wel wat kleiner. Intussen is de toename van de gevoeligheid toch wel in de grootte-orde van 25 000 maal.

Vr.: Dat is verre van te verwaarlozen . . . Maar hoe speelt u het klaar de cel constant te verlichten voor ieder van de beeldelementen?



EEN OP DE MILJOEN

W.: Het is niet één cel die gebruikt wordt, Vraagal, maar miljoenen cellen! En ieder beeldelement verlicht een groepje van deze cellen.

Vr.: Houdt u me voor de gek?

W.: Absoluut niet! Je zult spoedig zien dat ik niet overdrijf en dat deze miljoenen cellen helemaal niet overdreven dicht op elkaar gestapeld zijn. Maar voordat we al die cellen bekijken, zullen we eerst de werking van een enkele onderzoeken. De lichtgevoelige kathode ontvangt het licht zonder onderbreking; afhankelijk van de belichting zendt deze een meer of minder grote hoeveelheid elektronen uit, die worden aangetrokken door de anode, welke op een positieve spanning wordt gehouden. Hierdoor wordt het bovenbekselsel van de condensator C opgeladen . . .

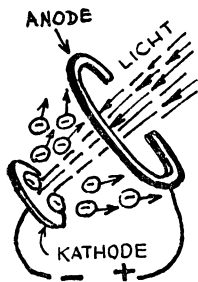
Vr.: . . . en wel meer of minder positief, omdat de kathode negatief geladen elektronen is kwijtgeraakt.

W.: Nu zal de draaiende contactarm K, 25 maal per seconde (gedurende een zeer kort tijdsinterval) de kathode verbinden met de negatieve pool van de hoogspanning. Wat gebeurt er dan?

Vr.: Ik veronderstel dat de hoogspanning dan een stroompje doet vloeien, waardoor het tekort aan elektronen op het bovenbekselsel van de condensator C wordt aangevuld.

W.: Dat is juist. Ten gevolge daarvan zal er een elektronenstroom plaats vinden, welke van de negatieve pool van de voedingsbron, over de commutator K, de condensator C bereikt, de positieve spanning op zijn bovenbekselsel wordt geneutraliseerd, waardoor het teveel aan elektronen op het onderste bekselsel, afkomstig van de positieve lading op het bovenbekselsel, wordt tenietgedaan. Deze elektronen vloeien door de weerstand R en bereiken de positieve pool van de voedingsbron.

Vr.: Ik zie nu de rest van uw redenering. De stroom is groter of kleiner, afhankelijk



van de belichting van de cel. Hij veroorzaakt een spanningval over de weerstand R. Door over deze weerstand de kathode en het rooster (aan het punt M) van een versterkerbuis te verbinden, kunnen wij de spanningen die evenredig zijn met de belichting, versterken. Is het rooster niet aan een positieve spanning verbonden?

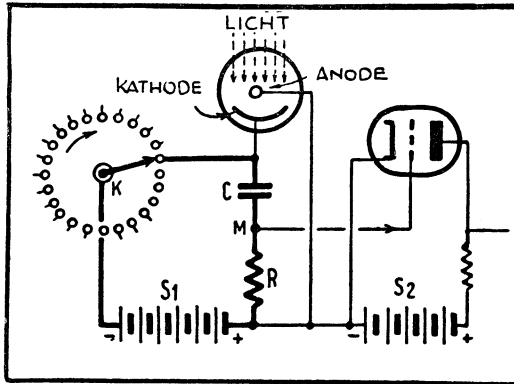
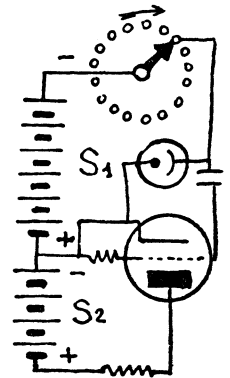
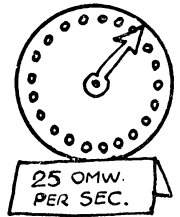


Fig. 1. Op deze wijze kan men de lichtvariaties overbrengen van één beeldelement.



W.: Wel met betrekking tot de voeding S_1 , die voor de fotocel wordt gebruikt. Echter niet wat betreft de voedingsbron S_2 , welke dient om de anode van de versterker te voeden. Zowel de kathode als het rooster (via de weerstand R) zijn beide verbonden met de negatieve pool van de voedingsbron S_2 en dat is volkomen normaal.

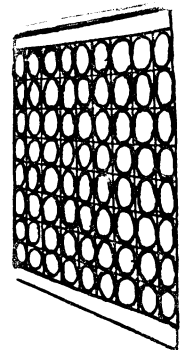
Vr.: Alles goed en wel, maar het is me nog niet duidelijk hoe met deze fotocel beelden kunnen worden opgenomen.

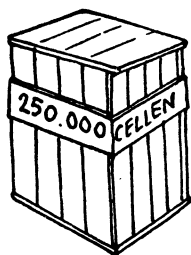
MILJOENEN CELLEN? ONMOGELIJK!

W.: Stel je voor, dat een hele oppervlakte bedekt is met cellen, gelijk aan die welke wij net hebben besproken. Neem aan dat hun kathoden aan vaste contacten zijn verbonden, die achtereenvolgens door de commutator K, 25 maal per sec worden afgetast. Neem bovendien aan dat ieder van deze kathoden met een condensator C wordt verbonden, terwijl alle onderste bekleedselen van deze condensatoren zijn verbonden, die achtereenvolgens door de commutator K, 25 maal per sec worden ingangsbuis van een versterker. Indien wij het beeld projecteren op het gehele aantal cellen . . .

Vr.: . . . zou uw systeem uitstekend functioneren. Inderdaad zou op ieder moment op het punt M een spanning staan waarvan de waarde evenredig zou zijn met de belichting van de cel welke op dat moment met de commutator K zou zijn verbonden.

W.: Ik zie dat je het hebt begrepen. Geef je je er ook rekenschap van dat het licht op alle cellen gedurende de gehele tijd aanwezig is, zodat de verkregen spanningen





het resultaat zijn van de opgezamelde lading in het tijdsverloop tussen twee ontladingen? Het is nl. dit verschijnsel van het verzamelen van deze lading, dat de grotere gevoeligheid van ons systeem bepaalt.

Vr.: Maar het kan niet uitgevoerd worden! Het is niet mogelijk een batterij van meer dan een kwart miljoen cellen samen te stellen, want dat zou het aantal zijn dat nodig was voor een aftasting met 450 lijnen. Ook kunt u nog minder een commutator samenstellen die in $\frac{1}{25}$ sec een kwart miljoen contacten zou kunnen aftasten. U weet heel goed dat dit volkomen onmogelijk is.

NIETS IS ONMOGELIJK!

W.: En toch is dat alles werkelijkheid geworden door middel van de *iconoscoop*. Het hart van dit merkwaardige onderdeel wordt gevormd door een lichtgevoelig mozaïek. Dit mozaïek is aangebracht op een dun plaatje mica. Op dit plaatje heeft men een zeer dun laagje zilver aangebracht. Door het daarna te verwarmen, scheurt de zilverlaag tot een fijn craquelé; het zilver wordt daardoor verdeeld in uiterst fijne eilandjes, die onderling geïsoleerd zijn. Op deze eilandjes wordt een lichtgevoelige laag aangebracht, door de plaat te bedampen met cesiumdamp. De hele plaat, met de elementen die samen het mozaïek vormen, heet „mozaïekelektrode”.

Vr.: Ik ken wel de craquelélak die onze meetkoffers een zo keurig uiterlijk geeft. Maar gecraqueleerd zilver is voor mij iets nieuws. Op deze manier krijgt u dus uw miljoenen celletjes!

W.: Ja zeker, tenminste krijgt men op deze manier hun belangrijkste onderdeel: de kathoden. Want de onder invloed van het licht geëmitteerde elektronen worden aangetrokken door een gemeenschappelijke anode.

Vr.: En de aparte condensatoren voor ieder van onze cellen? . . .

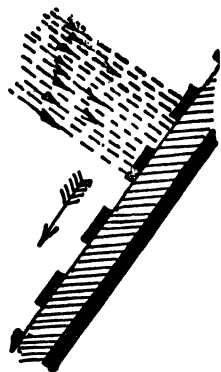
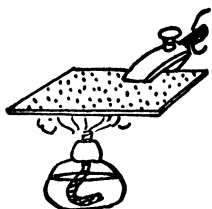
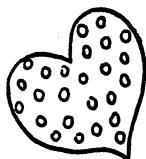
W.: Dit probleem is opgelost en wel op een zeer ingenieuze manier: het bleek voldoende de andere kant van het micablaadje te metalliseren, waardoor iedere kathode van iedere cel met dit gemeenschappelijke bekleedsel een condensator vormt. Je merkt overigens op dat een absolute gelijkmatigheid van de kathoden niet nodig is, daar verschillende eilandjes worden omvat door de oppervlakte van één beeld-element, terwijl daarenboven de totale capaciteit van de individuele condensatorpjes weer evenredig is met de oppervlakte van deze kathoden.

Vr.: Dat is inderdaad wonderlijk en ik veronderstel dat de commutator welke deze miljoenen contacten aftast, niets anders is dan de elektronenbundel van een kathodestraalbuis.

W.: Je veronderstelt helemaal niets, want je hebt me net het principe van de iconoscoop zien tekenen.

Vr.: Wat is die ballon raar gevormd.

W.: Dat is wel nodig, want het lichtgevoelige mozaïek moet gelijktijdig onderworpen zijn aan de inwerking van het licht en aan het aftasten door de elektronenstraal. Om op het mozaïek een beeld te kunnen werpen door middel van een lens, is het nodig dat één zijde van de ballon volkomen plat is. Aan de andere kant is onder een hoek van ongeveer 45° een „elektronenkanon” opgesteld dat een fijne elektronenbundel produceert, waarmee het beeld kan worden afgetast. Overigens wou ik nog opmerken, dat de tweede anode A_2 heel goed gevormd kan worden door een deel van de binnenzijde van de ballon te metalliseren.



Vr.: Ik zie dat het focuseren van de spot tot stand wordt gebracht door elektrische velden, terwijl voor de afbuiging magneetvelden worden gebruikt.

W.: Dat zijn geen karakteristieke eigenschappen van de iconoscoop, want men zou het ook andersom kunnen doen. Belangrijker is dat het goed tot je doordringt,

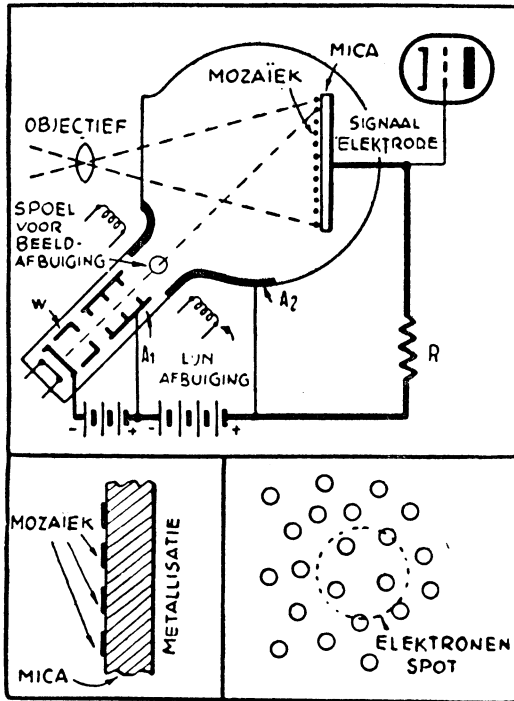
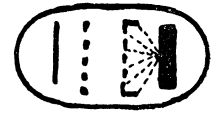
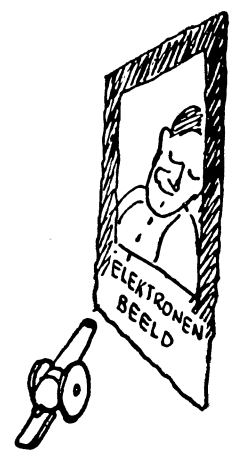
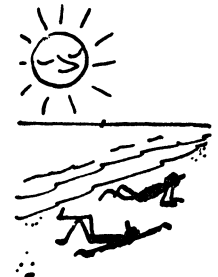
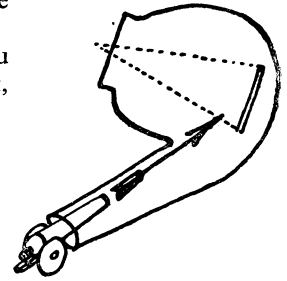


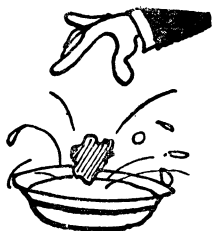
Fig. 2. *Bouw van een iconoscoop. De lichtgevoelige elementen zijn verdeeld als een mozaïek; de afmetingen van de spot zijn in werkelijkheid veel groter dan één eilandje van het mozaïek; doorsnede over de plaat waarop het beeld wordt geworpen.*

dat alle celletjes van de mozaïek voortdurend zijn onderworpen aan de belichting van de lichtstralen die het beeld vormen. Dit wil zeggen dat zich zonder ophoud ladingen vormen, dank zij de elektronenemissie ten gevolge van de inwerking van het licht.

Vr.: En wat wordt er van deze elektronen?

W.: Zij worden aangetrokken door de anode A_2 . De hierdoor ontstane positieve ladingen welke op het mozaïek worden verzameld, vormen een echt „elektronenbeeld”. Bij de aftasting zal de elektronenstraal eenmaal per complete aftasting van het beeld, de lading van ieder element neutraliseren (waarbij steeds een groep celletjes tezamen worden genomen). Deze ladingen doen een stroom ontstaan door de weer-





stand R, waardoor aan de uiteinden van de weerstand een spanning ontstaat . . .
 Vr.: . . . die afhangt van de belichting van het afgetaste beeldelement. Ik heb de werking van de iconoscoop, die in de grond zeer eenvoudig is, goed begrepen.

DE KUNST OM VAN FOUTEN GEBRUIK TE MAKEN

W.: Om je de waarheid te zeggen is het buitengewoon ingewikkeld, want in werkelijkheid zal het verschijnsel van de secundaire emissie de schijnbare eenvoud die je net zo uitbundig hebt geprezen, in de war sturen.

Vr.: Ik herinner me, dat we over secundaire emissie gesproken hebben toen we de tetrodes bestudeerden. We hebben toen gezien dat de elektronen bij het bereiken van de anode een grote snelheid hebben, waardoor zij andere elektronen uit de anode losscheuren, waarvan een deel wordt aangetrokken door het schermrooster. Het is dit losmaken van een of meerdere elektronen, dat men secundaire emissie noemt.

W.: Je geheugen laat je inderdaad nooit in de steek! Welnu, in onze iconoscoop is het mozaïek onderhevig aan een bombardement van elektronen, die met grote snelheid aankomen en die talloze secundaire elektronen losscheuren. Een deel van deze elektronen wordt aangetrokken door de tweede anode, andere vallen als een regen op het mozaïek terug, waardoor dit enigszins negatief wordt. Ik maak je op dit verschijnsel opmerkzaam om je aan te tonen, dat bij eerste benadering, de dingen zich afspelen zoals wij dat hebben besproken, in werkelijkheid is de werking echter veel gecompliceerder.

Vr.: U heeft me verteld, dat een van de belangrijkste dingen in het leven het vermogen is om de ondeugden en fouten van de mensen en dingen in deugden om te zetten. Het komt me voor dat deze secundaire emissie een zeer nuttige toepassing zou kunnen vinden. Daar een enkel elektron verschillende andere vrijmaakt, zou men dit verschijnsel met voordeel kunnen benutten als versterker.

W.: Inderdaad, mijn arme Vraagal, ben je veel te laat in dit tranendal terecht gekomen! Een eeuw geleden zou je de roem van Edison hebben doen tanen.

Vr.: En vandaag heb ik meerdere malen goede ideeën, terwijl anderen me deze reeds jaren geleden hebben ontstolen! Dus als ik het goed begrijp, wordt deze secundaire emissie nuttig gebruikt als versterker?

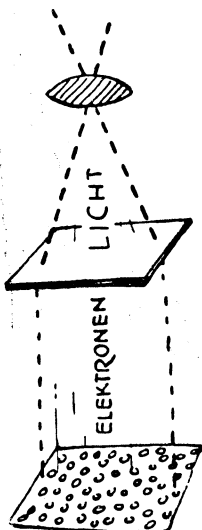
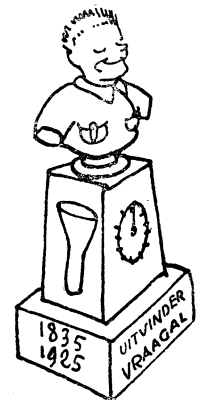
W.: Ja zeker, Vraagal. Het is al een tijdje geleden. Maar men heeft inderdaad de iconoscoop kunnen verbeteren, door de effecten van de lichtemissie en de secundaire emissie te scheiden.

Vr.: Hoe doet men dat?

W.: In de „supericonoscoop” wordt het beeld geprojecteerd op een niet onderbroken lichtgevoelige oppervlakte, die wordt gevormd door een zeer dunne, en daardoor doorzichtige, zilverlaag die op een blaadje mica is aangebracht en daarna lichtgevoelig is gemaakt met een cesiumlaagje.

Vr.: Dus geen craquelé om een mozaïek te vormen?

W.: Nee. De lichtgevoelige kathode van de supericonoscoop verschilt van het mozaïek van de gewone iconoscoop doordat de laag niet verdeeld is; deze verdeling van de lichtgevoelige laag karakteriseert de iconoscoop. Ten gevolge hiervan gebruikt men de gehele verlichte oppervlakte en men verkrijgt een betere gevoeligheid.



Vr.: Ik zie intussen in uw tekening, aan de rechterzijde in de buis tegenover de lichtgevoelige kathode, een mozaïek dat als twee druppels water op dat van de iconoscoop lijkt.

W.: Inderdaad, maar dat is een bedriegelijke gelijkenis, want ons mozaïek is niet meer lichtgevoelig, maar gevoelig voor de elektronenstralen. Of minder geheimzinnig uitgedrukt, hebben wij een mozaïek dat een sterke secundaire elektronen-emissie kan leveren onder invloed van het bombardement der elektronen.

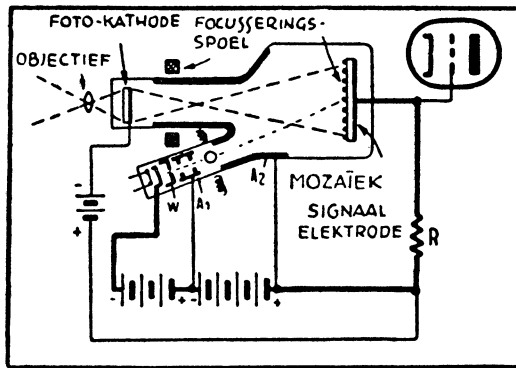


Fig. 3. Samenstelling van de supericonoscoop.

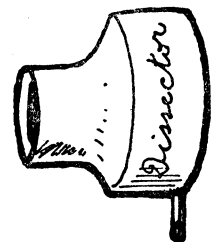
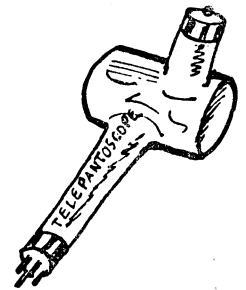
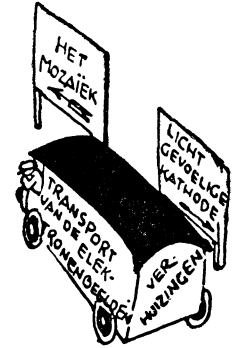
Vr.: U gaat me niet wijsmaken, dat het mozaïek wordt gebombardeerd door de elektronen die door de fotokathode worden uitgezonden?

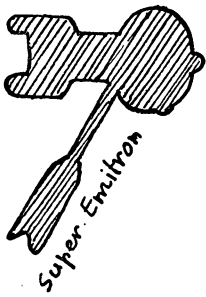
W.: Dat is toch mijn bedoeling. Je zult opmerken dat de tweede anode A_2 ook hier gevormd wordt door een metaalbedekking op een deel van de binnenwand van de ballon. De elektronen die onder inwerking van de lichtstralen door de fotokathode worden uitgezonden, worden aangetrokken door deze tweede anode. Een focusseringsspoel, die een echte magnetische lens vormt, belet ze op deze anode terecht te komen, zodat de positieve spanning op deze anode slechts dient om de snelheid van deze elektronen te vergroten. Hierna komen deze, gestuurd door een magneetveld, in de juiste volgorde op het mozaïek aan.

Vr.: Wat noemt u „in de juiste volgorde“?

W.: Ik heb je daar even gesproken over het elektronische beeld dat gevormd werd door het totaal van de vrijgemaakte elektronen aan het lichtgevoelige oppervlak en waarvan de verdeling een getrouwe vertaling was van de belichting van de overeenkomstige beeldelementen. Welnu, dit elektronische beeld wordt geprojecteerd op het mozaïek, net als in een foto-apparaat waarin het beeld op het matglas wordt geworpen.

Vr.: Inderdaad, de televisie-ingenieurs staan nergens voor! Ik heb nu wel door, wat er verder gebeurt. Ieder elektron van de lichtgevoelige kathode, dat op de deeltjes van het mozaïek valt, maakt verschillende secundaire elektronen los, die op de tweede anode terecht komen. En de elektronenstraal voor het aftasten van het beeld, komend van het elektronenkanon, zal dus deze positieve lading neutraliseren; deze is echter belangrijk groter dan bij de eenvoudige iconoscoop. Bij de super-





iconoscoop levert deze secundaire emissie een wonderbaarlijke vermenigvuldiging van de gevoeligheid.
 W.: Mijn beste Vraagstuk, je hebt de grondprincipes en de werking van deze uitstekende buis goed begrepen; hij is inderdaad veel gevoeliger dan een gewone iconoscoop.

EEN BUIS VAN EENVOUDIGE FORM...

Vr.: Ik veronderstel, dat u me nu met een sadistisch genoegen zult mededelen dat men tegenwoordig van deze buis geen gebruik meer maakt.

W.: Stel je gerust, mijn vriend. Hij wordt nog steeds gebruikt in verschillende soorten televisiecamera's en het zou interessant zijn, deze nauwkeurig te onderzoeken. Er is er echter één die bijzondere aandacht verdient om zijn buitengewone grote gevoeligheid en dat is de „image-orticon”. Het is de meest toegepaste camera voor directe opnamen en studio-gebruik.

Vr.: Ik zie dat deze buis een meer gewone vorm heeft in vergelijking met de iconoscopen.

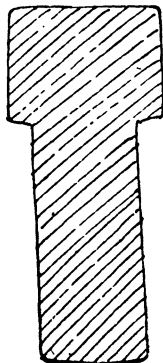


Image-orticon

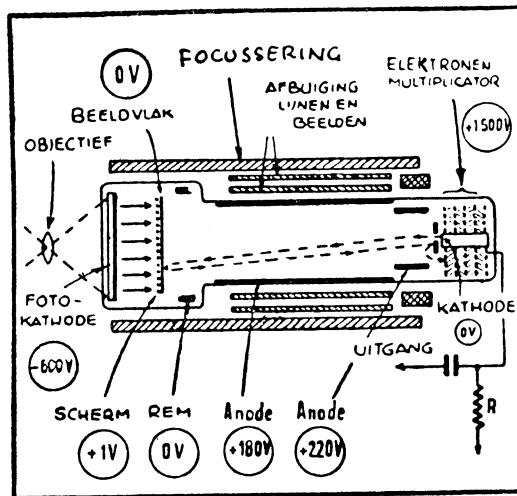
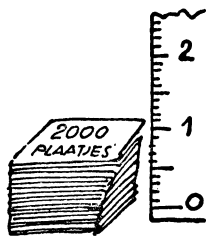
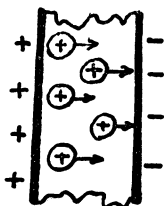
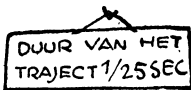


Fig. 4. Langsdoorsnede door een image-orticon, de spanningen van de verschillende elektroden zijn omcirkeld aangegeven.



W.: Inderdaad. Dat komt doordat het aftasten plaats heeft door een elektronenstraal die loodrecht op het afgetaste beeldvlak staat, wat meer rationeel is dan het gebruik van een elektronenstraal, die het beeldvlak onder een hoek treft.

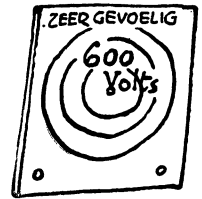
Vr.: Ik zie dat er hier achter de voorzijde van de buis een fotokathode is aangebracht, die lijkt op die van de iconoscoop.

W.: Dat is juist en deze wordt op een potentiaal gehouden van -600 volt ten opzichte van het beeldvlak, dat bestaat uit een zeer dun plaatje glas.

Vr.: Even dun als een sigarettenpapiertje?

W.: Nog dunner, want 2000 van deze plaatjes op elkaar zouden slechts een cm dik zijn.

Vr.: Waarom, verdorienogaantoe, heeft men zo'n dun plaatje genomen?



... EN DE WERKING IS GECOMPLICEERD

W.: Opdat de ladingen, die aan het oppervlak ervan ontstaan, door het glas heen kunnen weglekken en wel in een tijd van $1/25$ sec, dat wil zeggen het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende aftastingen.

Vr.: En waar komen deze ladingen vandaan?

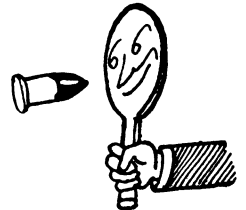
W.: Val me niet ieder moment in de rede, Vraagal, en ik zal je nieuwsgierigheid bevredigen. Ten gevolge van het feit, dat het beeldvlak zich op een potentiaal bevindt, die 600 volt hoger is dan die van de fotokathode, trekt dit de elektronen aan die door de fotokathode worden geëmitteerd ten gevolge van de inwerking van het licht. Het gehele elektronenbeeld wordt dus geprojecteerd op het beeldvlak, terwijl de elektronen in de juiste rangschikking moeten worden gehouden door het focuserend magneetveld.



De elektronen maken, wanneer zij op het beeldvlak aankomen, hieruit talloze secundaire elektronen vrij, die alle worden opgevangen door een scherm dat slechts op $1/20$ mm afstand van het beeldvlak is opgesteld en dat op een spanning van +1 volt ten opzichte daarvan wordt gehouden. Daar het scherm uit uiterst fijn gaas bestaat, hindert het de elektronen niet die zich van de fotokathode naar het beeldvlak bewegen.

Vr.: Als ik het dus goed begrijp, vormen zich op de linkerzijde van het glasschijfje positieve ladingen, die evenredig zijn met de lichtsterkte van ieder overeenkomstig punt.

W.: Juist. Deze ladingen passeren langzaam door het glas en worden aan de andere zijde geneutraliseerd door de negatieve lading die wordt aangebracht door de elektronen van de aftastende straal. En nu zijn wij zo maar beland bij een buis met „langzame elektronen”. Je zult opmerken dat de elektronen, die door de kathode worden geëmitteerd, slechts middelmatig snel in beweging worden gebracht door de eerste anode, die op een spanning van maar +220 volt is gebracht. Een tweede anode, minder positief dan de eerste, en een ringvormige elektrode, in de buurt van het beeldvlak, met een spanning nul ten opzichte van de kathode, doen niet anders dan de elektronenstroom remmen. Het gevolg van een en ander is, dat de elektronen op het beeldvlak aankomen met een snelheid die bijna nul is.



Vr.: Net als een verdwaalde kogel die van te ver komt, de tegenstander wel raakt, maar alleen al door zijn tuniek wordt tegengehouden.

W.: Net zo iets; men vermijdt iedere vorm van secundaire emissie op de rechterzijde van het beeldvlak. De aftastende straal deponeert er slechts voldoende elektronen, om positieve ladingen te kunnen neutraliseren.

Vr.: En wat gebeurt er met de overige?

W.: Zij kiezen eenvoudig de weg terug, net als kandidaten die gezakt zijn voor hun examen. De toenemende spanningen op de anoden versnellen ze. Ze komen dan ook met een redelijke snelheid op de eerste schijf van een elektronenvermenigvuldiger (een elektronenmultiplicator) aan.



Vr.: Wat is dat?



W.: Dat is een inrichting die je gemakkelijk had kunnen uitvinden, maar ongelukkigerwijs hebben anderen het al gedaan, voordat jij op moeder aarde arriveerde.

Vr.: Dat is mij meer overkomen . . . Maar alvorens over deze multiplicator te praten wou ik voor mezelf nog eens herhalen wat u mij over de image-orticon heeft gezegd. Tot op zekere hoogte doet hij denken aan de supericonoscoop. Evenals deze, bevat hij een fotokathode uit één stuk, waarvan het elektronenbeeld wordt overgebracht naar een beeldvlak, waarop door de secundaire emissie een belangrijke toename van de ladingen wordt tot stand gebracht. Deze ladingen worden geneutraliseerd door de aftastende elektronenstraal, die het benodigde aantal elektronen voor dit doel afstaat. De overblijvende elektronen komen terug via de elektronenmultiplicator.

Wat is dat nu voor een uitvinding?

W.: Ik veronderstel dat je nooit gewed hebt op de rennen.

Vr.: Neen . . ., maar ik zie het verband niet.

W.: Ik hoop intussen dat je door mijn voorbeeld er niet toe wordt gebracht je aan die funeste liefhebberij over te geven, want men eindigt altijd met zijn tijd en zijn geld te verliezen. Maar veronderstel dat je op de renbaan komt met 10 gulden in je zak en dat je dat bedrag zet op een paard dat de eerste race wint en je hierdoor 50 gulden opbrengt. In plaats van de stem van je gezonde verstand te volgen en deze plaats des verderfs te verlaten, volhard je in je dwaling en zet het totaal van 50 gulden op een tweede paard, dat de tweede course wint, wat je 250 gulden oplevert. Geen macht ter wereld weet hoe je het nog eens durft wagen, maar je stelt je fortuin nogmaals in de waagschaal en een zegevierende derde course brengt je 1250 gulden op. En het is op deze wijze dat je aan het eind van de vijfde wedren, na je geweten het zwijgen te hebben opgelegd en alle wetten van moraal met voeten te hebben getreden, de renbaan verlaat, beladen met een kapitaal van 31 250 gulden . . .

Vr.: Neem mij niet kwalijk, Weetal, maar u doet mij denken aan die ontdekkingsreiziger, die zich bij een neger verstaanbaar probeerde te maken met steenkool-Engels: „Mister want drink”, waarop de neger antwoordde: „If you will be so kind Sir, this way please”. Dacht u werkelijk, dat ik nooit van een meetkundige reeks heb gehoord? . . .

W.: Maak je niet kwaad, Vraagal. Ik heb je dit onwaarschijnlijke verhaal alleen verteld, om je de werking van een elektronenmultiplicator duidelijk te maken. Deze bestaat uit verschillende hulpanoden, terwijl iedere volgende anode op een hogere spanning is gebracht dan de vorige. Een elektron dat op de eerste hulpanode aankomt, maakt hieruit 5 elektronen los; deze worden aangetrokken door de hogere spanning van de tweede hulpanode, treffen deze, en maken op hun beurt hieruit $5 \times 5 = 25$ secundaire elektronen los.

Hetzelfde verschijnsel herhaalt zich bij iedere volgende hulpanode, zodat voor een betrekkelijk zwakke elektronenstroom aan het begin, bij de uitgang van de elektronenmultiplicator, een aanzienlijk versterkt aantal elektronen ter beschikking is.

Vr.: En is een dergelijke inrichting aangebracht om de kathode van de image-orticon?

W.: Ja zeker, zij bevat in de regel 5 trappen, op de laatste hulpanode staat een spanning van ongeveer 500 volt. De spanningen van de overige hulpanoden worden van



deze spanning afgetakt door middel van een potentiometer gevormd door enige weerstanden, die in de buis zijn aangebracht.

Vr.: Ik veronderstel dat deze buis voor directe opname van beelden, die een zo royale versterking bevat, wel gekenmerkt zal zijn door een buitengewone gevoeligheid.

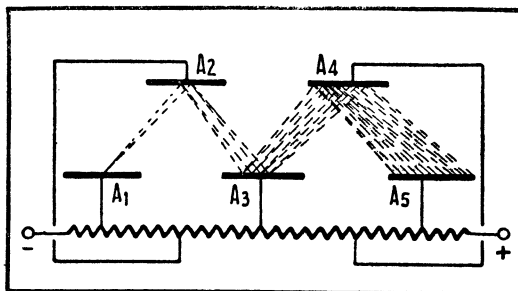
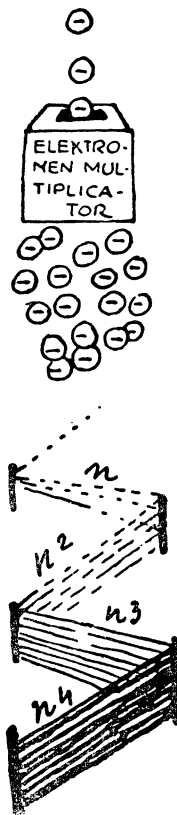


Fig. 5. Schema van een elektronenmultiplicator die vijf anoden bevat met oplopende spanningen.

W.: Dat is inderdaad het geval. Een verlichting met een enkele kaars is voor de image-orticon al voldoende. Wanneer meer licht beschikbaar is, kan het diafragma van de lens verkleind worden, waardoor de dieptescherpte van het beeld wordt verbeterd, zonder dat het weergegeven beeld te donker wordt.

Vr.: Als dat zo doorgaat worden nog camera's uitgevonden, die in het donker kunnen „zien”.

W.: Dat is reeds het geval, want er bestaan buizen voor beeldopnamen, die gevoelig zijn voor infrarood licht, dat niet zichtbaar is voor het menselijk oog.



IMPULSEN EN GOLVEN

Bij hun laatste onderhoud hebben onze twee vrienden verschillende opnamecamera's onderzocht. Vandaag gaan zij om te beginnen het schema van een televisiezender opzetten, in zijn meest algemene vorm.

Het is veel gecompliceerder dan dat van een gewone radiozender. Bij deze laatste bestaat de modulatie slechts uit de versterkte stromen die van de microfoon komen; bij televisie worden buiten het beeldsignaal dat van de opnamecamera komt, eveneens de synchronisatiesignalen in de modulatie opgenomen. De vorm van deze signalen wordt door Vraagal bestudeerd onder de geleerde leiding van Weetal. Zij zijn (voor de lijnsynchronisatie) samengesteld uit eenvoudige synchronisatie-impulsen; voor de verticale afbuiging zijn deze impulsen gecompliceerder van vorm.



EEN ZENDER IN BLIK

W.: Waarvoor dient dat enorme vel wit papier, dat je op tafel hebt gelegd, Vraagal; ga je een reclameplaat tekenen?

Vr.: Nee, maar ik ben helderziend. Daar ik u wel ken, verwacht ik dat u me vandaag het complete schema van een televisiezender zult tekenen. Gezien de gecompliceerdheid van een dergelijke zender, lijkt mij de afmeting van dit vel papier helemaal niet te groot.

W.: Je behoeft de samenstelling en de werking van een zender in al zijn details niet te kennen. Het belangrijkste is voor ons de vorm van de signalen, die worden uitgezonden. In ieder geval is het nuttig dat je de principes van het zendersysteem kent. Het is ook om die reden dat ik je de verschillende opnamecamera's heb beschreven. En wat betreft het schema van de zender, dat zal ik voor je tekenen in een hoekje van je vel papier, want het zal alleen maar een schematisch overzicht van de belangrijkste delen bevatten.

Vr.: Dat doet me denken aan een sortering conservenblikken, waarbij ieder blik gevuld is met een heleboel dingen, terwijl de blikken er aan de buitenkant eenvoudig genoeg uitzien. Ik moet intussen bekennen dat deze manier van voorstellen (dit wordt in de regel een blokschema genoemd) dikwijls een zeer duidelijke indruk geeft van het complete apparaat, evenals van de samenhang tussen de belangrijkste delen.

W.: Ziehier dan je „conservenblikjes”, die samen een televisiezender vormen. Ik heb om te beginnen de verschillende voedingen weggelaten, waaronder ook die van de opnamecamera. De camera zelf is zo schematisch mogelijk voorgesteld, ik heb zelfs niet eens de elektronische zoeker aangegeven.

Vr.: Wat is dat?

W.: Deze komt overeen met de optische zoeker van een foto toestel, evenals deze dient hij om het uitgezonden beeld goed te kunnen waarnemen en omlijnen en de voor naamste handeling in het midden van het beeld te kunnen plaatsnemen. Bij de televisie-



camera gebruikt men voor dat doel een zeer eenvoudige ontvanger compleet met kathodestraalbuis, die in de camera is ingebouwd en zijn signaal direct uit de overeenkomstige versterker krijgt. Wanneer de cameraman het beeld op het scherm van de kathodestraalbuis bekijkt, ziet hij hetzelfde beeld als de miljoenen kijkers aan hun toestellen. Hij kan dan naar behoefte de omlijsting van de uitgezonden scène kiezen, evenals het objectief en het diafragma, om zodoende de gewenste scherpte en lichtsterkte van het hele beeld te verkrijgen.

Vr.: Ik zie dat de twee tijdbases van de camera zijn verbonden met een impulsgenerator. Is dat een inrichting die de synchronisatie-impulsen levert?

W.: Dat is het; in wezen is dit een zeer samengestelde schakeling, want hij produceert tegelijkertijd de signalen voor de lijnsynchronisatie en die voor de beeldsynchronisatie. De frequentie van deze laatste is 50 per seconde, voor een aftasting van

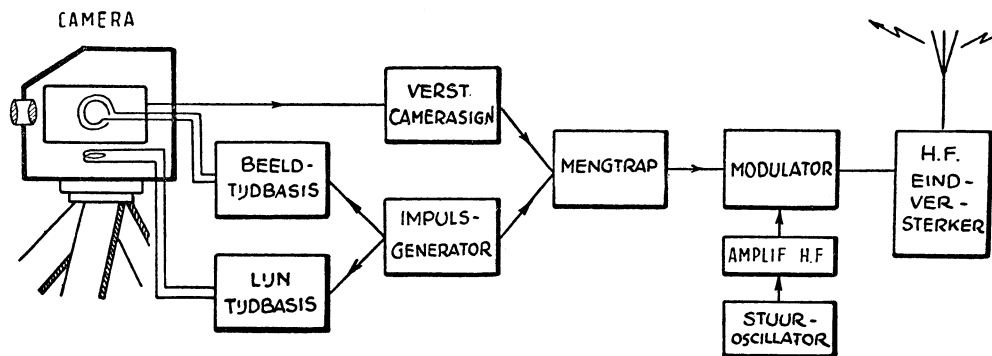


Fig. 1. Zeer schematische voorstelling van een beeldzender.

25 beelden per seconde (voor het geïnterlineerde beeld). Wat de synchronisatie-impulsen voor de lijnen betreft, deze hebben een veel hogere frequentie, die bepaald wordt door het aantal lijnen van ieder beeld vermenigvuldigd met het aantal afgetaste beelden per seconde.

Vr.: Gebruikt men twee onafhankelijke generatoren om de signalen van deze twee frequenties op te wekken?

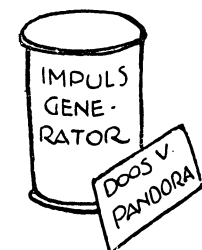
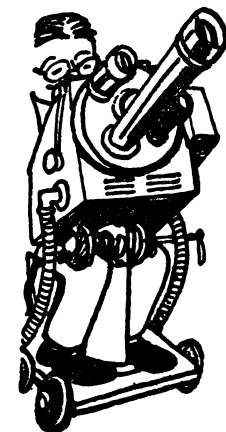
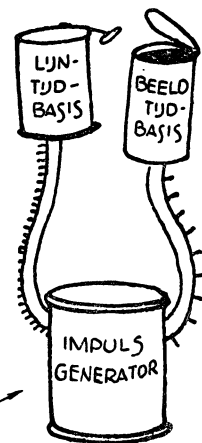
W.: Nee. Men gaat uit van één oscillatorfrequentie, die men naar behoefte vermenigvuldigt of deelt, om de frequentie van de verlangde signalen te verkrijgen.

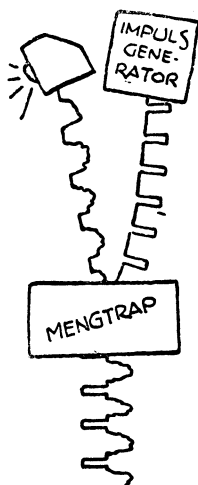
Vr.: Zodat ons conservenblik, dat de bescheiden naam draagt van „impulsgenerator”, in werkelijkheid een zeer gecompliceerd apparaat is.

W.: Vergeet intussen niet, dat deze impulsgenerator niet alleen een rol speelt bij de synchronisatie van de tijdbasis van de opnamecamera, maar dat zijn impulsen ook opgenomen moeten zijn in het videosignaal, om op die manier de synchronisatie van alle ontvangoestellen te verzekeren.

Vr.: Ik veronderstel dat dit zich afspeelt in de „menger”, waarin u het camerasignaal (via de versterker voor het camerasignaal), samenbrengt met dat van de impulsgenerator.

W.: Dat is juist. Ik wil intussen opmerken dat het samengevoegd signaal (het video-





signaal), wordt toegevoerd aan een controleontvanger, die eenvoudiger is dan een gewone ontvanger, omdat het hoogfrequentesignaal ontbreekt. Dit complete videosignaal wordt nu, evenals het laagfrequentesignaal bij een gewone radiozender, in een modulator gebracht, waar dit videosignaal de hoogfrequent-trilling van een zeer stabiele moederoscillator moduleert. Tenslotte worden de gemoduleerde hoogfrequenttrillingen na in een eindversterker te zijn versterkt naar de antenne gevoerd, van waaruit de energie in de vorm van radiogolven kan worden uitgestraald.

HET LICHT BEGINT BOVEN 30%

Vr.: Laten wij als u wilt dan maar van de zender afstappen en ons met de ontvanger bezig houden.

W.: Ik geloof dat we goed doen ons, voordat we daartoe overgaan, een ogenblik te interesseren voor de ruimte tussen de zend- en ontvangantenne, om de vorm van het complete videosignaal, dat door de uitgezonden golven wordt gedragen, nader te bestuderen.*

Vr.: Hebben we niet gezegd, dat dit signaal is samengesteld uit de in modulatie vertaalde helderheidsverschillen van de beeldelementen die achtereenvolgens worden afgetast?

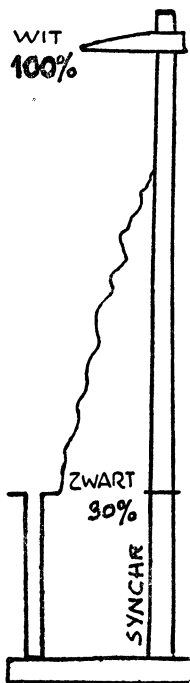
W.: Je vergeet, dat wij aan het camerasignaal de synchronisatie-impulsen hebben toegevoegd.

Vr.: In derdaad. En sedert u er in het kort over heeft gesproken, heb ik over het vraagstuk nagedacht. Verschillende punten zijn me nog duister: hoe onderscheidt men de synchronisatie-impulsen van het camerasignaal? En hoe maakt men aan de andere kant weer onderscheid tussen de synchronisatie-impulsen voor de lijnen en de impulsen voor de beelden?

W.: Het verschil tussen het beeldsignaal en de impulsen wordt tot stand gebracht door de amplitude. Al de spanningen liggende tussen de maximumamplitude en 30 % van deze amplitude, zijn in het videosignaal gereserveerd voor het uitzenden van de helderheidsverschillen.

De maximumamplitude komt overeen met maximumlicht; het „zwart” begint bij een signaal dat 30 % van de maximumamplitude heeft.** Tussen deze twee uitersten zijn alle tinten grijs mogelijk, gaande van zwart naar wit.

Vr.: En het is, als ik mij niet bedrieg, dit signaal dat in de ontvanger wordt toegevoerd aan de wehnelt van de kathodestraalbuis. Door op deze wijze het potentiaal van de wehnelt te variëren wordt de helderheid van de spot gevarieerd tussen het maximum en het minimum, waarbij dit minimum overeenkomt met de afwezigheid van alle licht, wat we „zwart” noemen. Het minimum ligt dan bij 30 % van de maxi-



* Onder het videosignaal verstaan wij het beeldsignaal inclusief het complete synchronisatiesignaal. Het videosignaal kan dus worden samengesteld door aan het beeldsignaal (of camerasignaal) de synchronisatiesignalen toe te voegen.

** Dit is tenminste het geval wanneer de zg. „positieve modulatie” wordt toegepast. Bij „negatieve modulatie”, waarbij de synchronisatie toppen overeenkomen met een maximum aan uitgestraalde energie, wordt het zwart voorgesteld door 70 % modulatie en het wit door de kleinste amplitude. Voor de uitleg maakt het weinig verschil welk systeem wordt besproken.

mumamplitude, wij noemen dit niveau het „zwartniveau”.

W.: Dat is allemaal in orde. Weet intussen, dat de synchronisatiesignalen worden samengesteld uit zeer bruuske amplitudevariaties, die lopen van nul tot 30 % van de maximumamplitude, en omgekeerd.

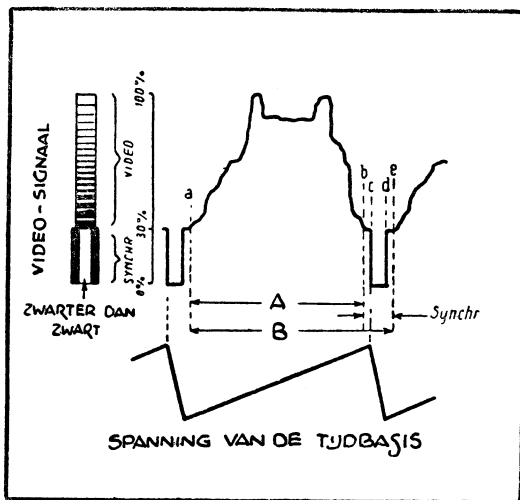
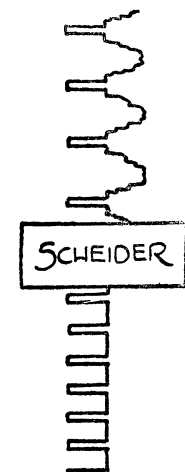
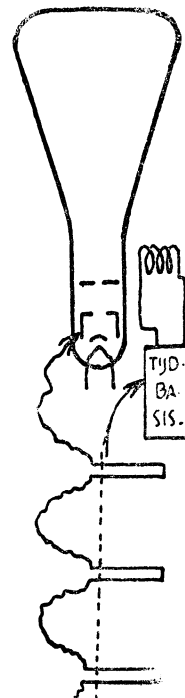


Fig. 2. Vorm van het signaal dat gevormd wordt bij het aftasten van een lijn. Links de zwart-witschaal, die overeenkomt met de verschillende amplituden van het signaal.



Vr.: Ik veronderstel dat men deze niet op de wehnelt zet, tegelijk met het beeldsignaal, daar voor deze synchronisatiesignalen de spot meer dan zwart zou worden: „zwarter dan zwart” zou men kunnen zeggen.

W.: Zo noemt men het inderdaad; ook worden wel eens de namen ultrazwart of infra-zwart gebruikt. En tegengesteld aan wat je veronderstelt, voert men deze signalen, evenals de rest van het videosignaal, wel aan de wehnelt toe. Wat voor nadeel zie je daarin? De spot blijft immers onzichtbaar gedurende de uitzending van de synchronisatiesignalen wat, zoals we zullen zien, grote voordelen oplevert.

Vr.: Ik zie niet in waarom.

W.: Je bent vandaag niet erg goed bij... Denk maar eens aan de beweging die de spot beschrijft gedurende het synchronisatiesignaal.

Vr.: Deze beschrijft de teruggaande beweging, hetzij aan het eind van iedere lijn, hetzij aan het eind van de beelden. O! ik begrijp het al. Het is duidelijk dat het een groot voordeel is, dat deze snelle terugslag geen enkel spoor op het scherm achterlaat. Dat is de reden waarom men deze signalen een amplitude geeft, die onder het „zwart” ligt, en dat men ze doet voorafgaan en volgen door een stoepje, liggende op het zwartniveau (b—c en d—e). Het stuk b—c wordt de „voorstoep” genoemd, het stuk d—e de „achterstoep”; beide liggen op het zwartniveau.



W.: Dat is niet de enige reden. Dit amplitudeverschil maakt het mogelijk in de ontvanger het beeldsignaal te scheiden van de synchronisatie-impulsen, om deze laatste te kunnen toevoeren aan de desbetreffende tijdbases.

Vr.: Nu wordt dit hele verhaal van de signalen en het zwartniveau helder voor me. Het samengestelde signaal wordt op de wehnel van de kathodestraalbuis gebracht om de helderheid van de spot te variëren en deze onzichtbaar te maken gedurende de snelle terugslag. Van de andere kant zullen de synchronisatie-impulsen, los van het overige deel van het signaal, hun ritme mededelen aan de tijdbases van de lijnen en de beelden.

LIJNSYNCHRONISATIESIGNALLEN

Vr.: Hoe lang is nu de tijdsduur van de synchronisatiesignalen?

W.: Met inbegrip van de stoep b—c en d—e, zullen deze iets langer zijn dan de terugslagtijd van de spot om zeker te zijn dat deze onzichtbaar blijft gedurende de gehele terugslag. Afhankelijk van het gebruikte systeem omvatten de signalen voor het lijneinde 15 tot 20 % van de totale tijdsduur van iedere lijn. Wanneer wij het hebben over 625 lijnen, waarvan de totale tijdsduur van iedere lijn 50 microseconden bedraagt, hebben we aangenomen dat de terugslagtijd 14 microseconden is.

Vr.: Bestaat dus het lijnsynchronisatiesignaal uit een impuls met een tijdsduur van 14 microseconden?

W.: Kalm aan, Vraagal. De tijdsduur van de top is slechts ongeveer 10 microseconden. Hij wordt voorafgegaan en gevolgd door een korte horizontale stoep, die overeenkomt met het zwartniveau, waarover wij reeds gesproken hebben.

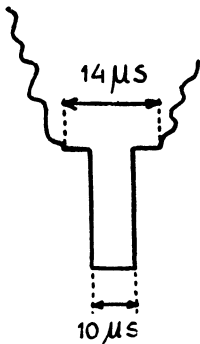
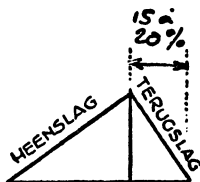
Vr.: Als u wilt, zal ik nog eens recapituleren wat zich in de tijdsduur van een lijn afspeelt. Om te beginnen brengt het videosignaal gedurende 80 tot 85 % van deze duur, de helderheidsverschillen van de overeenkomstige beeldelementen over (a—b), door de amplitude te variëren tussen 30 % en 100 %. Terzelfder tijd produceren de tijdbases van de ontvanger en de zender gelijktijdig het stijgende deel van de zaagtand. Vervolgens blijft het videosignaal op het zwartniveau (30 %) gedurende een korte tijd (b—c), terwijl de spot zich nog steeds in dezelfde richting beweegt. Nu komt de impuls, waardoor het uitgezonden signaal snel tot nul wordt teruggebracht.

Deze snelle val (c) zet de ontlading van de tijdbasis in gang, waardoor de afbuigspanning wegvalt en de spot naar zijn uitgangspositie wordt teruggedreven; hij bereikt deze net even later dan het ogenblik waarop de top ophoudt (d). In ieder geval wordt voor alle zekerheid een kleine vertraging (d—c) aangebracht, gedurende welke de spot onzichtbaar blijft, voordat hij te voorschijn komt om de volgende lijn te beschrijven.

W.: Ik zie met plezier dat mijn tekeningen je beter dan een lang verhaal (dezelfde methode die Napoleon bij zijn generaals toepaste) geholpen hebben de werking van het aftasten van de lijnen uitstekend te begrijpen.

Vr.: En aan de zenzijde? Past men daar ook negatieve impulsen toe op de wehnel van de opnamebuizen, om de spot te doen verdwijnen?

W.: Goed begrepen, want op deze wijze zal de elektronenstraal niet de kans krijgen gedurende zijn terugslag de verdeling van de ladingen in de war te sturen.



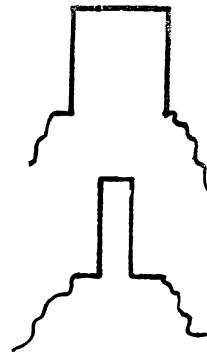
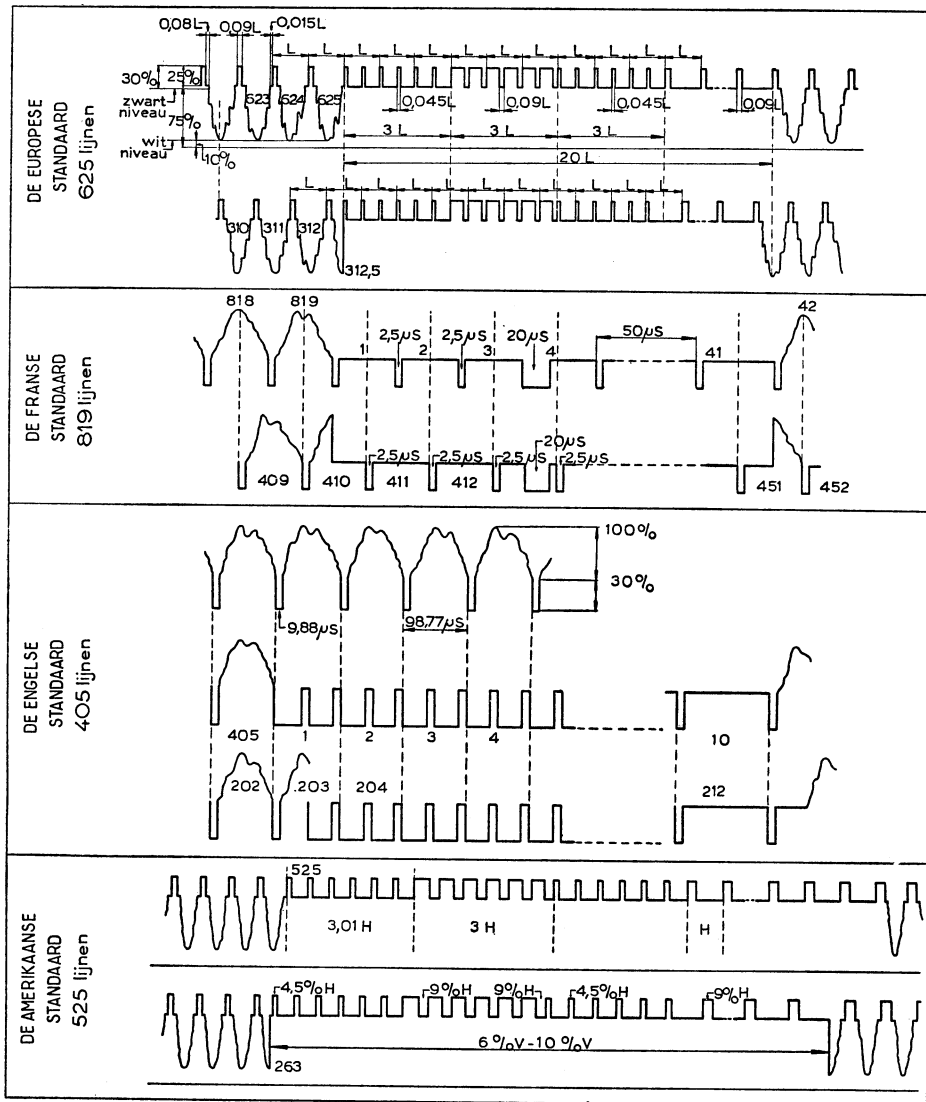
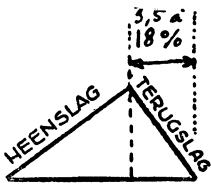


Fig. 3. Signalen voor de beeldeinden bij enige standaards (625 lijnen Nederland; 819 lijnen Frankrijk; 405 lijnen Engeland; 525 lijnen Amerika).

BEELDSYNCHRONISATIESIGNALLEN

Vr.: Ik veronderstel dat men om de tijdbasis van de beelden te synchroniseren, synchronisatie-impulsen gebruikt, die min of meer gelijk zijn aan die van de lijnen.



W.: Ja en nee. Het principe is hetzelfde. De tijdsduur van de impulsen voor de beelden verschilt intussen van die van de lijnen; dank zij dit verschil kan men ze in de ontvanger scheiden, om ze daarna te kunnen toevoeren aan de desbetreffende tijdbases.

Vr.: Omdat de duur van iedere periode van de tijdbases voor de beelden veel langer is dan die van de lijnen, denk ik dat de impulsen voor de beelden ook langer zijn.

W.: Dat zijn ze inderdaad. Ook hier is het nodig dat deze gedurende de terugslag van de spot, wordt uitgewist. Wat betreft de totale duur van de beeldaftasting, in verhouding tot de tijd die de spot nodig heeft om van het eind van het beeld geheel beneden terug te keren naar het begin van de aftasting (boven), deze varieert van 3,5 tot 18 %, afhankelijk van het gebruikte systeem. Het is duidelijk, dat de spot gedurende deze tijd verschillende lijnen beschrijft.

Vr.: Wat doet men gedurende deze tijd? Zet men de tijdbasis voor de lijnen niet stop?

W.: Waarom zou men dat doen? Er is geen enkel nadeel aan verbonden, dat gedurende het omhoogklimmen van de spot deze zijn bewegingen van rechts naar links voortzet. Op deze wijze heeft het omhoogklimmen plaats langs een onzichtbaar zigzagtraject, terwijl het signaal óf op nul wordt gehouden óf voor de rest van de tijd op 30 % van de maximumamplitude; dit alles speelt zich af in het domein van het zwart.

Vr.: Wij hebben dus een enkele beeldsynchronisatie-impuls, met een betrekkelijk lange tijdsduur?

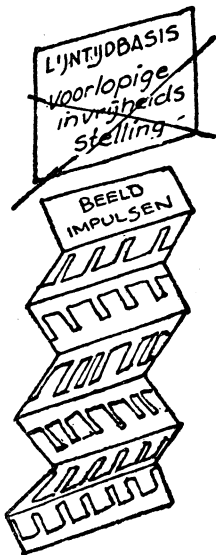
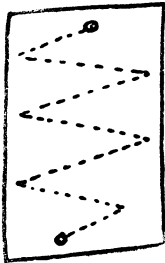
W.: Nee, Vraagal, want terwijl zich het terugkeren van het eind naar het begin van het beeld voltrekt, mag ons signaal de tijdbasis voor de lijnen niet geheel vrij laten. In het geval dat deze verstoken zou zijn van de gebruikelijke synchronisatiesignalen, zou deze oscillaties voortbrengen in zijn eigen-frequentie, die zoals ik je al verteld heb, enigszins hoger is dan die van het interval tussen twee opeenvolgende lijn-impulsen. Dit zou tot gevolg hebben, dat na enige heen-en-weergangen die gedurende het terugkeren van de spot naar het begin van het beeld, zouden plaats vinden, een belangrijk uit de pas vallen zou zijn opgetreden. Daardoor zou bij het begin van het aftasten van het volgende beeld, de lijnsynchronisatie niet snel genoeg weer hersteld kunnen worden.

Vr.: Wat een ongeluk? Wat moeten we daaraan doen?

W.: Kun je je dat niet voorstellen?

Vr.: Ik veronderstel dat men de lijnimpulsen in stand houdt gedurende de uitzending van de beeldimpuls.

W.: Inderdaad, kinderen spreken de waarheid. Op dit principe zijn inderdaad de synchronisatiesignalen van de diverse systemen gebaseerd; overigens verschillen deze onderling in talloze details. Ofschoon de lijnimpulsen, op kleine bijzonderheden na, bij alle systemen dezelfde zijn, doen zich een groot aantal verschillen voor in de vorm van de beeldimpulsen. Het is niet nodig dat je deze grondig bestudeert. Onthoud alleen maar, dat de ontlading van de beeldtijdbasis wordt tot stand gebracht door een impuls van heel wat langere duur dan van de lijnimpulsen. Ik geef je hier nog enige karakteristieke vormen aan van beeldsynchronisatiesignalen. Je zult opmerken, dat de lijnimpulsen bij allemaal doorgaan. Daarenboven maak ik je er opmerkzaam op dat de interliniëring verzekerd is, want het raster van de oneven lijnen eindigt en begint steeds met een halve lijn.



HET OVERBRENGEN VAN HET TELEVISIESIGNAAL

Vr.: Wat een krankzinnig aantal dingen zitten er in zo'n televisiesignaal! Dat doet me aan een puzzle denken, die mijn ouders mij eens hebben gegeven, toen ik een kleine jongen was en die mij ondanks hun hoge verwachtingen, nooit heeft kunnen bezighouden. In een doos zaten een groot aantal stukjes van een plaat, die op de juiste wijze samengevoegd moesten worden om een schilderij te vormen.

W.: Het uitgezonden televisiesignaal is nog completer dan de puzzles uit je jeugd. Niet alleen bevat dit de beeldelementen maar ook nog, in de vorm van synchronisatiesignalen, de „gebruiksaanwijzing”, dat wil zeggen de manier om ze samen te stellen.

Vr.: En dat alles wordt overgebracht door één versterker, die op de hoogfrequent-draaggolf de gehele modulatie moet aanbrengen. Bij ons eerste onderhoud heeft u mij aangetoond dat het videosignaal een zeer brede frequentieband beslaat en dat om die reden het gebruik van een draaggolf met zeer hoge frequentie nodig was. Zoudt u mij enige meer nauwkeurige getallen hiervoor kunnen geven?

W.: Voor een gemiddelde definitie, dat wil zeggen voor beelden die zijn opgebouwd uit 400 à 625 lijnen, beslaat het videosignaal een frequentieband liggende tussen 2,5 en 6 miljoen perioden per seconde. Voor hoge definitie (800 à 1000 lijnen), is deze breder dan 10 miljoen perioden per seconde.

Vr.: Het duizelt me. Als ik er aan denk dat dit signaal aan weerszijden van de draaggolf twee symmetrische zijbanden doet ontstaan! Deze modulatie leidt tot een enorme opstopping in de ether.

W.: Inderdaad beslaat de televisie, in vergelijking tot de radiotelefonie, een veel bredere frequentieband. Men verbetert dit intussen door slechts één zijband uit te zenden, met de draaggolf.

Vr.: Onderdrukt men dan een van de zijbanden geheel?

W.: Nee, want dit zou leiden tot een ernstige vervorming van het overgebrachte beeld. Men snijdt er het voornaamste deel van weg, en reduceert op deze wijze de plaatsruimte nodig voor de uitzending. Dit systeem wordt in hoofdzaak toegepast bij hoge definitie. Een dergelijk eenzijbandsignaal noemen we een „semi-eenzijbandsignaal”.

Vr.: En wat zijn in werkelijkheid de draaggolffrequenties, die men gebruikt?

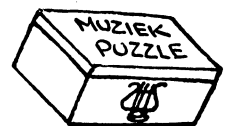
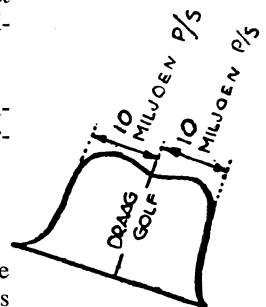
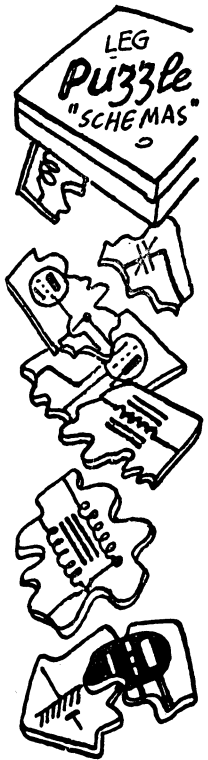
W.: Deze zijn verdeeld over een aantal vaste banden, die bij internationale overeenkomst zijn vastgelegd en liggen tussen 40 en meer dan 200 megahertz, wat overeenkomt met een golflengte tussen 7,5 en minder dan 1,5 m.

EN NU NOG HET GELUID

Vr.: Maar onze beelden zijn stom. Is het niet mogelijk om aan onze beeldenpuzzel nog een smalle band toe te voegen, die de geluidsfrequenties bevat en waarmee ons beeld een beetje opgevrolijkt zou kunnen worden?

W.: Er zijn inderdaad systemen waarbij het geluid wordt uitgezonden op dezelfde draaggolf als het beeld. Maar men prefereert overigens voor dit doel een aparte zender te gebruiken, die uitsluitend wordt gebruikt voor de uitzending van het bijbehorend geluid.

Vr.: Ik veronderstel dat zijn frequentie geheel verschillend is van die van de beeldzender?



W.: Integendeel, men kiest de frequentie zo dicht mogelijk bij die van de beeldzender, zonder dat intussen de mogelijkheid bestaat dat de moduatiebanden elkaar zouden overlappen. Tussen de dichtst bij elkaar liggende frequenties van deze zij-

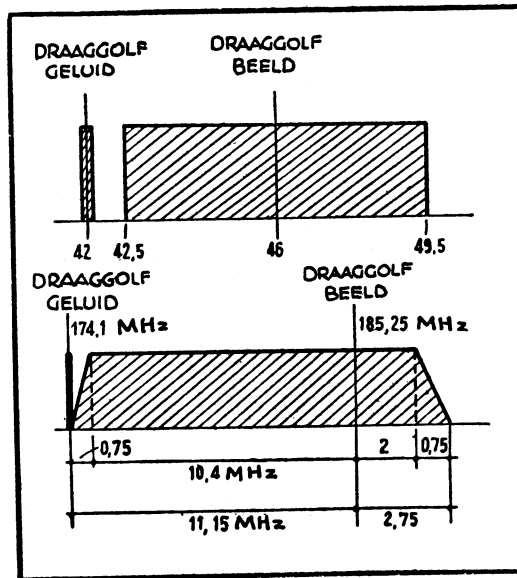
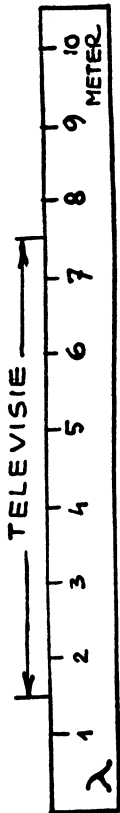


Fig. 4. Frequentiespectrum ingenomen door de uitzendingen van het geluid en het beeld. Boven een voorbeeld van een uitzending met kleinere definitie met twee zijbanden; beneden de Franse uitzending voor 819 lijnen met één zijband.*

banden houdt men een ruimte, die in de buurt van 1 miljoen perioden per seconde komt.

Vr.: Waarom een dergelijke verspilling?

W.: Omdat het daardoor mogelijk is, zoals je spoedig zult leren, de frequenties van beeld en geluid gemeenschappelijk te versterken in de eerste versterkertrappen van de ontvanger, terwijl deze toch gemakkelijk kunnen worden gescheiden.

Vr.: En welke ruimte neemt deze geluidszender in de ether in? Past men hierop ook dezelfde drastische beperkingen toe als in de gewone radiouitzending, waar 4500 perioden per seconde de hoogst toegelaten modulatiefrequentie is?

W.: Gelukkig is daarvan geen sprake. Voor de zeer hoge draaggolfrequentie, maken

* Bij het signaal van de Nederlandse televisiezender ligt de beelddraaggolf 5,5 MHz lager dan de geluidsdraaggolf, terwijl tussen deze laatste en de hoogste frequentie van de modulatieband een ruimte van 0,25 MHz is gelaten.

enige duizenden perioden meer of minder niets meer uit. Men laat dan ook alle hoorbare frequenties, tot 15 000 perioden per seconde, passeren. En bij verschillende sijstemen wordt het geluid zelfs uitgezonden door middel van frequentiemodulatie, waarbij een modulatieband van ca 50 kHz ter weerszijden van de draaggolf optreedt.

Vr.: Waardoor voor het geluid bij televisie gesproken zou kunnen worden van „high fidelity”-weergave?

W.: Zonder twijfel, echter onder voorwaarde dat het geluidsgedeelte van de ontvanger met veel zorg is behandeld.

Vr.: Als ik het goed begrijp, vormt het geluid het schoonste ornament van de televisie . . .



EEN TELEVISIEONTVANGER IN BLIK

Na in het vorige praatje het ontvangervraagstuk te hebben verlaten, nemen onze twee vrienden het nu opnieuw ter hand. Zij bestuderen vandaag de algemene samenstelling van de televisieontvanger. De twee voornaamste categorieën zijn die met directe versterking (rechtuit-ontvanger) en de ontvanger met frequentietransformatie (super); beide worden in grote trekken bekeken. De lezer moet aandachtig volgen, hoe het signaal de trappen van deze ontvangers doorloopt. De kanttekeningen zullen hem deze taak vergemakkelijken. Intussen vestigt Weetal bij iedere voorkomende gelegenheid de aandacht van Vraagal op de talloze verschilpunten tussen de schakeling van de televisieontvanger en die van de gewone radio-ontvanger. Bij de hieronder volgende causerie zullen deze punten in detail worden behandeld.



ALTERNATIEF: RECHTUIT CONTRA SUPER



Vr.: Ik heb, mijn waarde Weetal, hetzelfde gevoel dat een moeder moet hebben wanneer zij haar kinderen alleen laat met een schaar en lucifers als speelgoed.

W.: Waarom toch, mijn arme vriend?

Vr.: We hebben de vorige keer ons praatje beëindigd ergens zwevend tussen hemel en aarde: tussen de golven die de beelelementen overbrengen en de synchronisatiesignalen, die het mogelijk maken deze in de juiste volgorde te rangschikken; ook praatten we over het geluid, dat de visuele indrukken moet completeren.

W.: Anders uitgedrukt: je hebt haast deze hoogfrequent-energie weer op te vangen . . .

Vr.: . . . In een televisieontvanger, die ik toch eindelijk wel eens tot werkelijkheid zou willen maken.

W.: Heb je al besloten welk soort schema je gaat kiezen: een rechtuit-ontvanger of een super? Wil je verder één of twee banden ontvangen? . . .

Vr.: Een ogenblikje. Ik wist niet dat het nodig was een keus te maken.

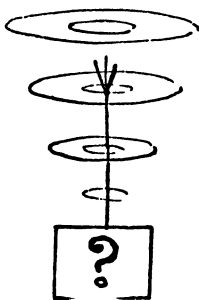
W.: Je moet in het leven steeds wikken en wegen, mijn waarde Vraagal.

Vr.: Laat de lyriek maar varen, mijn vriend, en vertel me maar waar het om draait.

Ik veronderstel dat het doel van iedere televisieontvanger moet zijn de radiosignalen op te vangen en er de videofrequentiespanningen uit te halen (die aan de wehneltcilinder van de kathodestraalbuis worden toegevoerd) evenals de synchronisatieimpulsen, die dienen om de twee tijdbases, voor lijn en beeld, in de juiste frequentie te sturen.

W.: Inderdaad zul je onder deze voorwaarde het uitgezonden beeld weer kunnen samenstellen.

Vr.: Wat u me een moment geleden heeft gezegd, doet me veronderstellen, dat men, evenals in een gewone omroepontvanger, de hoogfrequentiespanningen, die via de antenne worden opgevangen, direct kan versterken, om hieruit na detectie het videofrequente deel te halen; of wel dat wat men het ontvangen antennesignaal in



frequentie kan verlagen, door er evenals in de superheterodyne een oscillator-signaal bij te voegen, om de verkregen middenfrequentspanning, vóór detectie, gemakkelijk te kunnen versterken.

W.: Inderdaad worden bij de televisie beide methoden gebruikt. Bij de gewone radio wordt de rechtuitontvanger tegenwoordig vrijwel niet meer toegepast, omdat deze is verdrongen door de super.

Vr.: En welke systeem is te verkiezen bij televisie?

W.: Beide hebben hun voor- en nadelen. We zullen beide systemen bespreken, ofschoon voor het normale gebruik de super beslist de voorkeur heeft.



VOOR ALLES DE MUZIEK

Vr.: Ik zie weer dat u schema's optekent, die ik „schema's in blik” heb genoemd.

W.: Om je een algemene indruk van de samenstelling van de televisieontvanger te geven, is deze wijze van voorstellen de gemakkelijkste.

Wanneer ik aan een kennis uit de provincie of een vreemdeling, Parijs wil tonen, begin ik niet met hem door de schilderachtige oude straatjes te voeren, maar ik laat hem eerst op het derde platform van de Eiffeltoren klimmen. Vandaar uit heeft hij een overzicht over het geheel. Wanneer hij nu het algemene aspect van de stad in zich heeft opgenomen, laat ik hem de verschillende stadsdelen afzonderlijk zien. Wij volgen dezelfde methode om de samenstelling van de televisieontvanger te onderzoeken. Als ik zou beginnen met een detailschema voor je te tekenen, zou je al verdrongen zijn, voordat je water had gezien! . . .

Vr.: Ik vind uw methode prachtig en ik heb niets tegen conservenblikken. Wanneer ik de samenstelling van een rechtuittelevisieontvanger bekijk, constateer ik dat alleen de antenne dezelfde is voor geluid en beeld.

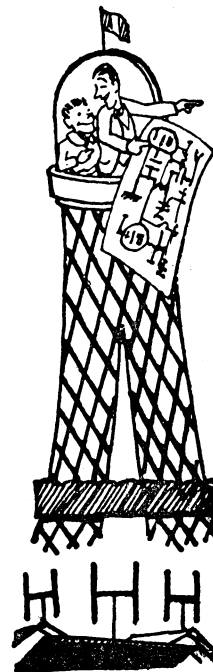
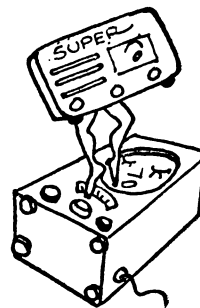
W.: Inderdaad en dat is belangrijk genoeg, want wanneer de televisie zich uitbreidt, zal op de daken een bos van antennes verrijzen. Gelukkig is één antenne voor de complete televisieontvanger voldoende! . . .

Vr.: Wanneer ik het geluidsgedeelte bekijk, zie ik dat dit is samengesteld uit dezelfde onderdelen als een gewone radio-ontvanger: hoogfrequentvoorversterker, mengtrap, middenfrequentversterker, detector en laagfrequentversterker gevolgd door de luidspreker. Wordt voor een televisieontvanger met een rechtuitversterker voor het beeld-gedeelte, de ontvanger voor het geluid toch steeds als super uitgevoerd?

W.: Dat is niet noodzakelijk, maar het wordt toch aangetroffen in bijna alle apparaten van dit type. Niets belet ons echter om ook voor het geluidsgedeelte een directe versterker toe te passen. Het zou op zijn minst overdreven zijn te zeggen dat dit principe voor een geluidsontvanger nooit meer voorkomt.

Vr.: Ik zie intussen niets bijzonders aan uw schema.

W.: Bedenk dan maar eens dat de draaggolf een frequentie heeft van enige tientallen miljoenen perioden per seconde. Dit brengt een zeker aantal voorzorgen en eigenaardigheden in het hoogfrequentdeel met zich mee. Bovendien wordt het hierdoor nodig de middenfrequentversterker op een belangrijk hogere frequentie af te stemmen dan bij de gewone radio-ontvanger. Tenslotte moet je niet vergeten dat het frequentiespectrum voor het geluid zonder bezwaar breder kan worden gekozen dan bij de middengolfontvangst. Ten gevolge hiervan moeten wij ons best doen het hele



modulatiefrequentiespectrum tot zijn recht te doen komen, door aan de versterkercromme van de M.F.-versterker de noodzakelijke bandbreedte te geven, en — voor alles — een laagfrequentversterker en luidspreker te gebruiken met zeer natuurgetrouwe weergave.

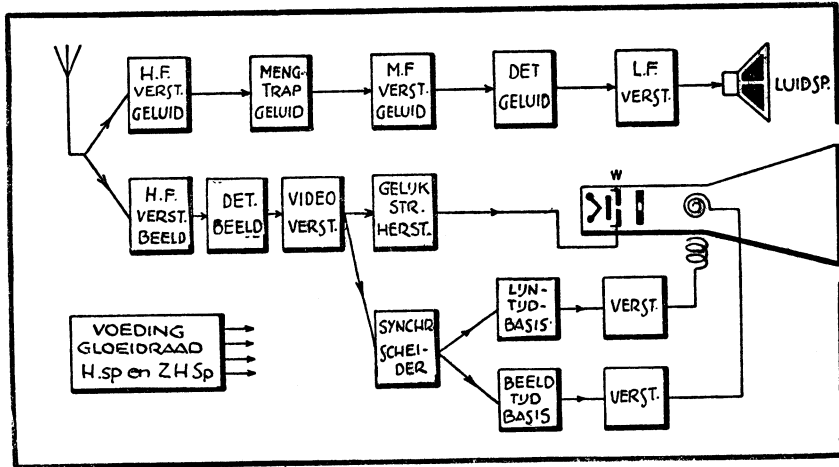
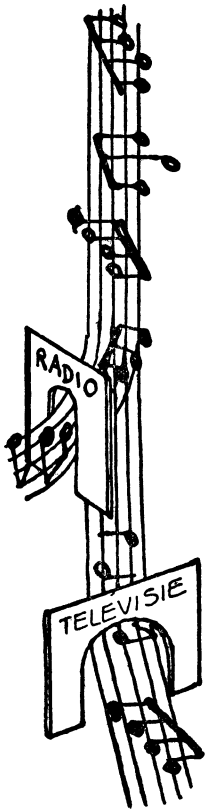


Fig. 1. Opbouw van een rechthoekige televisieontvanger.

Vr.: Hoe paradoxaal het ook moge klinken, lijkt het mij dat de televisietechnici echte laagfrequentspecialisten zijn.

W.: Dat zouden ze tenminste moeten zijn.

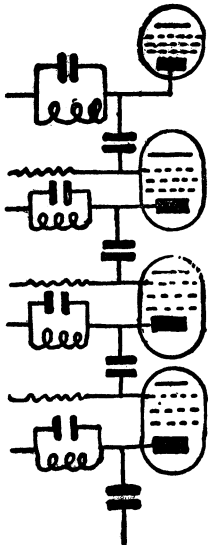
WANNEER GELUID EN BEELD ELKAAR DWARS ZITTEN

Vr.: Laten we nu het beeldgedeelte bekijken. Ik zie dat ook dit begint met een hoogfrequentversterker.

W.: Inderdaad. We hebben om te beginnen drie of vier hoogfrequenttrappen met afgestemde kringen. Dit aantal kan hoog lijken. Maar het is toch nodig om voldoende versterking te verkrijgen, want bij de frequenties die in het spel zijn en ten gevolge van de grote bandbreedte die moet worden doorgelaten, is de versterking van iedere trap niet erg groot.

Vr.: Moet ik u geloven, Weetal? U heeft me vroeger gezegd, dat het vrijwel onmogelijk was een afgestemde hoogfrequentversterker van meer dan twee trappen te bouwen, daar deze anders beslist parasitair gaat oscilleren; of dat de kringen elkaar gaan meeslepen ten gevolge van de parasitaire koppeling tussen de trappen. En nu vertelt u me ijskoud over een hoogfrequentversterker van drie of vier trappen!

W.: Het is juist ten gevolge van de zeer kleine versterking per trap dat men een dergelijk aantal trappen achter elkaar kan schakelen. Niettemin is het helemaal niet uitgesloten dat er parasitair oscilleren optreedt. De bouw van deze versterker eist dan ook verschillende voorzorgen: afscherming tussen de trappen, goede ontkoppe-



lingen, een goede opstelling van de onderdelen, een met kennis van zaken uitgevoerde bedrading, enz. . . .

Vr.: Maar waarom worden afgestemde kringen gebruikt? Omdat u een zeer brede frequentieband wilt doorlaten zou een aperiodische koppeling op zijn plaats zijn, terwijl het risico van genereren veel minder zou zijn.

W.: De koppeling door middel van niet-afgestemde kringen zou een onvoldoende versterking geven. Daarenboven hebben wij behoefte aan een bepaalde selectiviteit. Je ziet dat het een probleem met vele kanten is. In de eerste plaats moet het video-sigitaal onverzwakt worden doorgelaten, terwijl de draaggolf en zijbanden van de geluidsuitzending niet door deze versterker mogen passeren. Dit wordt des te moeilijker, daar de doorlaatkromme voor het videogedeelte zeer breed en recht moet zijn, terwijl de flanken steil moeten wegvallen, op straffe van doordringen van het geluidssignaal in het beeld; en dat is een ramp!

Vr.: Zou het scherm van de kathodestraalbuis in trilling raken?

W.: Zeg nu geen domheden, Vraagal. Wanneer de muziekk frequenties gemengd zijn met het beeldsignaal, zijn deze in het beeld te zien als horizontale zwarte of grijze balken.

Vr.: Wat moeten we er aan doen om dit gevaar te vermijden?

W.: Men moet de selectiviteitskromme een zodanige vorm geven, dat de hele video-band ongehinderd passeert, zonder dat de modulatie van het geluid wordt doorgelaten. Men kan het wel bereiken, maar niet zonder moeite. Soms maakt men gebruik van filterkringen, die de scheiding van beeld en geluid verbeteren. Een meer radicaal middel, dat algemeen wordt toegepast, is de ontvangst van slechts één zijband van de beeldmodulatie.

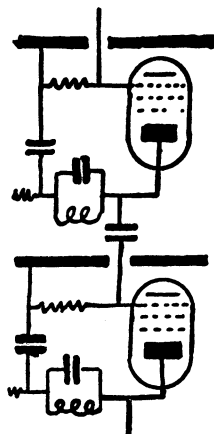
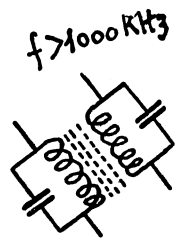
Vr.: Is dat voor de uitzendingen met een enkele zijband waarover u mij de laatste keer heeft gesproken?

W.: Niet alleen. Je kunt ook de gewone uitzendingen met twee zijbanden zo ontvangen. Indien de selectiviteitskromme maar iets meer dan één zijband laat passeren, wel te verstaan die zijband die het dichtst bij de draaggolf voor het geluid ligt, wordt hiermee het gevaar van onderlinge storing van geluid en beeld gemakkelijk voorkomen.*

Vr.: U heeft me gerustgesteld, Weetal. Maar er is een andere vraag, die me plaagt: met dit grote aantal afgestemde kringen moet het moeilijk zijn om een oplossing te vinden voor het afstemmen op verschillende stations.

W.: In de regel is dat probleem er niet, want op een gegeven plaats ontvangt men in het algemeen maar één televisiezender. Dat is tenminste het geval hier in Europa. Maar dat zal niet altijd zo zijn. Reeds nu hebben de kijkers in de grote steden van de Verenigde Staten de keus tussen verschillende uitzendingen, die alle even goed ontvangen kunnen worden; de uitzending hiervan vindt echter plaats op verschillende golflengten. De ontvangers hebben een aantal spoelstellen, die tevoren afgestemd zijn op de verschillende frequenties van de zenders; zij worden ingeschakeld door middel van een omschakelaar, die in het algemeen met drukknoppen wordt bediend. Overigens gebruikt men in dat geval bij voorkeur een superheterodyne, waarbij

* Bij de Nederlandse televisie-uitzendingen wordt slechts één zijband van het beeld uitgezonden, tegelijk met de draaggolf. Voor deze uitzendingen kan dit middel voor het verbeteren van de selectiviteit niet worden toegepast.



alleen de kringen van de middenfrequentversterker of soms van de hoogfrequentversterker en oscillator, worden omgeschakeld.

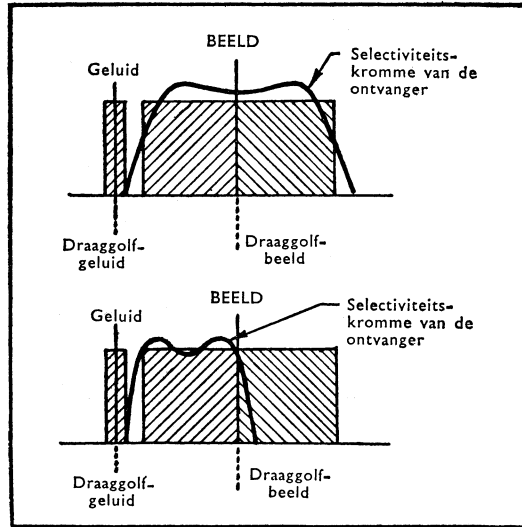
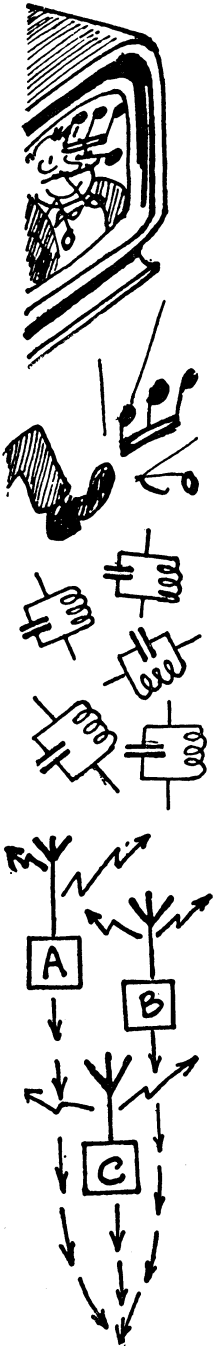


Fig. 2. (Boven) - Ontvangst van beide zijbanden van de modulatie.
Fig. 3. (Beneden) - Ontvangst van een enkele zijband.

DE ZON HEEFT EEN AFSPRAAKJE MET DE MAAN

Vr.: Evenals in iedere ontvanger die zichzelf respecteert, komt aan het eind van de hoogfrequentversterker de detector. Hier ontpopt zich de cocon en de vlinder komt voor de dag. Het videosignaal komt hier te voorschijn, precies zoals het op de modulatortrap van de zender werd gebracht.

W.: Je poëtische vergelijking is juist. Ons samengesteld signaal, dat tegelijkertijd de helderheden van het beeld en de synchronisatie-impulsen bevat, wordt, na indien nodig versterkt te zijn, gebracht op de wehnelt van de kathodestraalbuis.

Vr.: Hoe zo, met de impulsen?!

W.: Ja zeker. Want omdat hun niveau onder het zwart ligt, doen zij de lichtvlek op het juiste ogenblik onzichtbaar worden: en wel gedurende de teruslag voor de lijnen en de beelden.

Vr.: En wat is dat blikje waarop staat „gelijkstr.herst.“?

W.: Dat is het deel waarin het gelijkstroomdeel van het signaal wordt hersteld, dat aan de wehnelt wordt toegevoerd. Het videosignaal bestaat uit een variabel deel, dat correspondeert met de variaties in lichtsterkte van de verschillende beeld-elementen, en een gelijkstroomdeel, dat de gemiddelde helderheid van het beeld vastlegt. Dit gelijkstroomdeel wordt ook wel de „nulcomponent” van het signaal genoemd.

Vr.: Als ik het goed begrijp speelt deze nulcomponent dezelfde rol als de belichtings-tijd bij het afdrucken van een foto. Met dezelfde variabele component, ik wil

zeggen, met hetzelfde negatief kan men een meer of minder donkere afdruk krijgen, afhankelijk van een kortere of langere belichtingstijd.

W.: Het is precies zo iets. Ik kan je zelfs het geheim verklappen van prachtige maanlichtopnamen bij foto's en ook in de bioscoop: het zijn tegenlichtopnamen met vol zonlicht! Door ze overdreven donker af te drukken, verkrijgt men het verlangde effect.

Vr.: Hoe ziet de schakeling er uit voor een gelijkstroomhersteller, waarmee de nulcomponent wordt hersteld?

W.: Alsjeblieft geen details vandaag. Je hebt begrepen wat deze doet en je weet waar hij thuis hoort in de opzet van het geheel. We zullen er later over spreken, wanneer wij de verschillende onderdelen van de televisieontvanger gaan bestuderen.

Vr.: In dat geval ben ik ook niet bang meer voor de rest van het schema. Ik zie dat het videosignaal wordt toegevoerd aan een „synchronisatiescheider”. Dit is zonder twijfel een apparaat, waarin de synchronisatie-impulsen worden afgescheiden van het eigenlijke beeldsignaal, dat wil zeggen het gedeelte dat gemoduleerd is door de lichtintensiteit van de beeldelementen.

W.: Dat is juist. Maar daarbij moet nog opgemerkt worden, dat deze „scheider” bovendien nog de impulsen voor de lijnen en die voor de beelden sorteert . . .

Vr.: . . . om ieder van deze toe te voeren aan de desbetreffende tijdbasisgenerator. Aan de uitgang van deze tijdbasisgenerator zie ik de versterkers en de afbuigspoelen. Nu zijn we weer op bekend terrein aangeland.

W.: Later zullen wij de samenstelling en de werking van deze synchronisatiesignaal-scheider bestuderen. Maar heb je er wel eens over nagedacht, dat de talloze buizen waarmee de verschillende beelden van onze televisieontvanger zijn uitgerust, ook gevoed moeten worden?

Vr.: Ik zie al waarom u het grootste conservenblik heeft gereserveerd voor de voeding. Het bevat een raar mengsel: gloeistroomvoeding, hoogspanning en Zhsp. Wat is dat?

W.: Dat is de afkorting van zeer hoge spanning. Het gaat hier om enige duizenden volt, die moeten worden toegevoerd aan de anode van de kathodestraalbuis. Er zijn verschillende methoden om deze op te wekken en wij zullen deze nu onderzoeken.

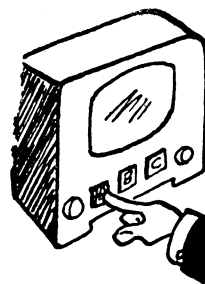
PRO'S EN CONTRA'S VAN DE SUPER

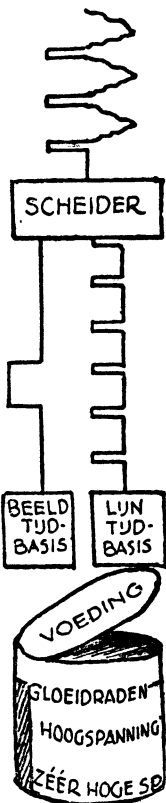
Vr.: Ik kijk al een poosje naar het schema dat u getekend heeft van de televisieontvanger met hulposcillator. Om u de waarheid te zeggen, begrijp ik er niets van!

W.: Waarom niet, mijn beste Vraagal? Met uitzondering van het deel dat voorafgaat aan de detector, is alles volkomen gelijk aan wat we daareven samen hebben bestudeerd.

Vr.: Zeker, maar wat ik niet begrijp is, dat zowel de hoogfrequentversterker als de hulposcillator dezelfde zijn voor het geluid en het beeld. Het zou werkelijk wel een goedkope oplossing zijn, maar hoe kan dat werken?

W.: Ik verzeker je, dat het uitstekend werkt. Eerst wou ik je doen opmerken, dat de doorlaatkromme van de hoogfrequentversterker voldoende breed moet zijn om zowel de draaggolf voor het geluid (met zijn modulatie) te omvatten, als de draaggolf voor het beeld (met zijn beide zijbanden). Wanneer met één zijband wordt





gewerkt, moet met ten minste één zijband (die het dichtst bij de draaggolf voor het geluid ligt) worden gerekend. Ik moet intussen opmerken, dat ook wel een gemeenschappelijke hoogfrequentversterker wordt toegepast bij de rechthoekige televisieontvanger.
 Vr.: Alles goed en wel. Maar hoe gaat u, na de mengtrap, het beeld en het geluid scheiden?

W.: Dat kost me niet veel hoofdbreken. De oscillatorfrequentie produceert na menging met de frequenties voor geluid en beeld, twee nieuwe grondfrequenties, die door middel van kringen, die op deze frequenties zijn afgestemd, zonder moeite kunnen worden gescheiden.

Vr.: Dat is me niet helemaal duidelijk.

W.: Laten we een getallenvoorbeeld nemen. Laten we aannemen dat het geluid wordt uitgezonden op 42 MHz en het beeld op 46 MHz. Als je nu de hulposcillator op 33 MHz afstemt, wat zijn dan de waarden van de verschilfrequenties, die ontstaan na de frequentieverandering?

Vr.: Voor het geluid krijgen we als verschilfrequentie:

$$42 - 33 = 9 \text{ MHz}$$

en voor het beeld:

$$46 - 33 = 13 \text{ MHz.}$$

W.: Welnu, als je respectievelijk de M.F.-versterkers voor het geluidsdeel en het beelddeel hierop afstemt, zal zonder meer de juiste scheiding worden verkregen. Begrepen?

Vr.: Ja, deze keer is het duidelijk. Maar dat is verbazend, een M.F.-versterker afgestemd op 13 MHz!

W.: Waarom? Wanneer we zo iets moeten hebben als een bandfrequentie van 4 MHz of meer, is het ondoenlijk een lagere middenfrequentie te kiezen. Daarenboven

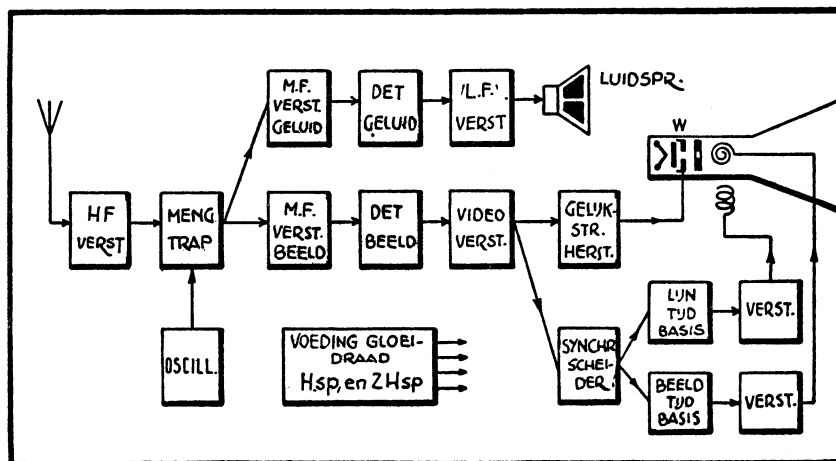
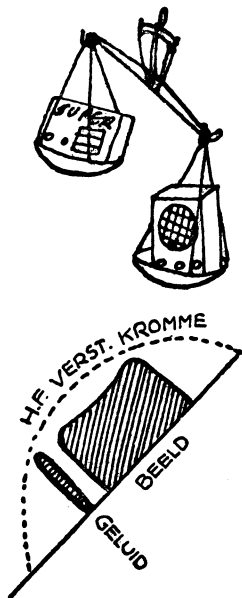


Fig. 4. Blokschema van een televisieontvanger van het superheterodynetype.

wou ik nog opmerken, dat de selectiviteitskromme van de M.F.-versterker moet voldoen aan dezelfde eisen als de H.F.-versterker in het geval van de rechthoek-ontvanger.

Vr.: Inderdaad, welk van de twee moet ik nu kiezen?

W.: Het is niet moeilijk te zeggen naar welke kant de balans doorslaat. De superheterodyne is in het algemeen veel gevoeliger en is daarom meer geschikt voor de ontvangst van veraf gelegen zenders. Maar ten gevolge van het superprincipe is er meer kans op interferentiestoringen, die zich kenbaar maken . . .

Vr.: . . . door fluitjes!

W.: Bij de geluidsontvanger, ja. Maar hier door strepen, zwarte banden of andere vervormingen. Van de andere kant is de gewenste selectiviteitskromme bij de superheterodyne gemakkelijker te verwezenlijken. Het is dan ook mogelijk het geluid en het beeld beter te scheiden. Het is echter noodzakelijk dat de hulposcillator zeer stabiel is. Indien zijn frequentie een beetje verloopt, is dat in het beeld nauwelijks te merken, voor het geluid echter is dat een ramp, omdat de doorlaatkromme voor het geluid veel smaller is.*

Vr.: Ik zie niet in waarom dit een ramp is.

W.: Indien in ons voorbeeld de oscillatorfrequentie is verlopen van 33 MHz tot 33,04 MHz, is deze verandering slechts in de grootte-orde van 12 op de 10 000; waarachtig maar een heel klein beetje!

Een dergelijk verloop is voor het beeld niet merkbaar, maar het geluid verloopt naar:
 $42 - 33,04 = 8,96 \text{ MHz}$.

Indien nu de M.F.-versterker voor het geluid een breedte heeft van 15 000 Hz voor iedere zijband, zal deze een breedte moeten hebben van 8,985 tot 9,015 MHz. Het verloop van de oscillator zal het geluid doen verschuiven naar de band van 8,945 tot 8,975 MHz. Je ziet, dat deze band geheel naast de doorlaatband van de versterker ligt. Dat wil zeggen, dat het geluid ophoudt hoorbaar te zijn.**

Vr.: Wanneer het een knappe jonge dame betreft die vals zingt kan het niet bepaald een ramp worden genoemd; integendeel! De televisie doet het ideaal van iedere man in vervulling gaan: wees knap en zwijg!

W.: Je wijkt helemaal van ons onderwerp af, Vraagal. Het zou beter zijn een remedie voor deze fout te zoeken, dan je over te geven aan overpeinzingen van twijfelachtig karakter.

Vr.: Het is misschien beter de oscillator stabiel te maken.

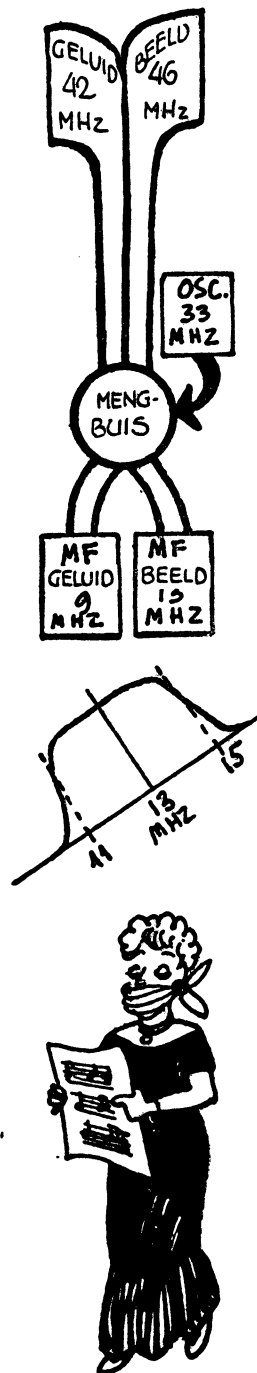
W.: Zonder twijfel. Maar hoewel men daartoe z'n uiterste best doet, maakt men om een veiligheidsmarge te hebben, de doorlaatband van de M.F.-versterker een beetje breder dan nodig is voor het doorlaten van de hoorbare geluidsfrequenties. Op deze wijze krijgt men een extrareserve voor de frequentievariaties van de oscillator.

Vr.: Daar zou ik niet aan hebben gedacht.

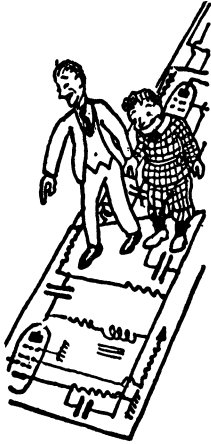
W.: Wat bewijst dat je moe bent. Het lijkt me dan ook beter, dat we ons gesprek een andere keer voortzetten.

* Het verlopen van de frequentie van de hulposcillator (en het daarmee samenhangende frequentieverloop van de frequentie die moet worden ontvangen), wordt „frequentiedrift” genoemd.

** Ook wordt in vele ontvangers een M.F. van ca. 40 MHz toegepast, terwijl het geluidskanaal bij F.M.-modulatie een bandbreedte heeft van bv. 300 KHz; de redenering blijft echter verder geheel gelijk.



KLEINE SIGNALLEN WORDEN GROOT



De conclusie waartoe Vraagal en Weetal aan het eind van dit praatje komen en waarvan de lezer hieronder kennis zal nemen, is dat televisie niet hetzelfde is als radio!

Het versterken en detecteren van het signaal, dat door de televisiezender is uitgezonden, levert meer moeilijkheden op dan bij de gewone radio-ontvangst. De hoge frequentie van de draaggolf en de breedte van de zijbanden die de modulatie bevatten, brengen met zich mede, dat het probleem geheel anders ligt. Wie zou zich bij radio bezorgd maken over de polariteit van het gedetecteerde signaal, dat aan de laagfrequentversterker wordt toegevoerd? Voor televisie is dit van het grootste belang...

In de hieronder volgende causerie zullen onze vrienden het eerste deel van de ontvanger bespreken, nl. de hoogfrequentversterker met de heterodyne-oscillator en de middenfrequentversterker.

SLECHTE KRINGEN WORDEN GOED

Vr.: De laatste keer hebben we vanaf de hoogte van de Eiffeltoren in een algemeen overzicht de samenstelling van een televisieontvanger bekeken, zowel die van een rechtuitontvanger als die van een super. Voorzover ik u ken, Weetal, zult u me vandaag wegwijzen maken in de details van de verschillende schakelingen.

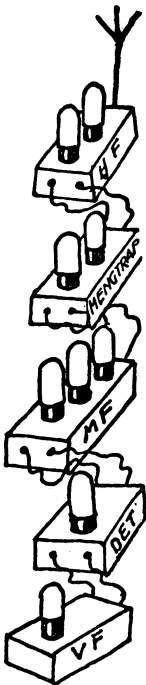
W.: Het zou niet aardig van me zijn als ik je geen gelijk zou geven. Als je het goed vindt, zullen wij eerst dat deel van het apparaat bekijken, dat de versterking van het signaal verzorgt vanaf de antenne tot de kathodestraalbuis, terwijl we het synchronisatiegedeelte en de voeding nog even laten rusten.

Vr.: Wat ons bij de rechtuitontvanger interesseert is de HF-versterker, de detector en de video-(V.F.)-versterker. Voor wat betreft de super zullen wij eerst de H.F.-versterker moeten bestuderen, daarna de frequentiemenging, de M.F.-versterker, de detector en de V.F.-versterker. In vergelijking met de gewone radio is er tenslotte maar één fundamenteel verschil: in plaats van de laagfrequentversterker moet hier een videofrequentversterker worden gebruikt.

W.: Laat ik nooit meer iets dergelijks van je horen, Vraagal! Hoe kun je de geluidsradio met z'n betrekkelijk smalle zijbanden vergelijken met de televisie, waarbij de zijbanden voor het overbrengen van de videomodulatie verscheidene megahertz breed moeten zijn. Aan de schakelingen worden hierdoor geheel andere eisen gesteld.

Vr.: Het is duidelijk, dat het dan niet nodig is de kringen even selectief te maken als dat voor de gewone radio nodig is. Ik zou zeggen dat daarmee een grote moeilijkheid uit de weg is geruimd.

W.: Wat een vergissing! Bij de radio-ontvangst is het grote vraagstuk een goed compromis te bereiken tussen de selectiviteit en de weergavekwaliteit, bij de televisie stoten wij op een probleem, dat niet minder moeilijk is en dat is het juiste compromis tussen versterking en selectiviteit.

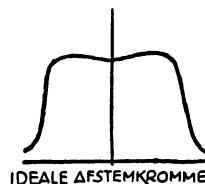


Vr.: Als ik het goed begrijp, moet we onselectieve kringen gebruiken, die het mogelijk maken de zeer brede frequentiebanden door te laten. Als ik er aan denk hoeveel zorg wordt besteed aan de kringen bij de gewone radio om deze voldoende selectief te maken, moet ik wel veronderstellen dat het niet erg moeilijk moet zijn de selectiviteit te verminderen. Ik veronderstel dat het voldoende is kringen van slechte kwaliteit toe te passen.

W.: Dat is juist. Het ongeluk wil echter dat het met deze slechte kringen niet mogelijk is een grote versterking te bereiken. Wij moeten nl. aan de wehnelt van de kathodestraalbuis een videosignaal toevoeren van enige tientallen volt, terwijl wij uitgaan van een hoogfrequentspanning op de antenne, die dikwijls kleiner is dan 1 millivolt. Dat wil zeggen dat de totale spanningsversterking in de grootte-orde van 50 000 maal moet zijn.

Vr.: Gebruikt men daarom bij televisie zo'n groot aantal versterkertrappen?

W.: Dat heb je goed begrepen en de buizenfabrikanten beklagen zich daar niet over, verre van dat...



WELDADEN VAN DE H.F.-VOORVERSTERKER

Vr.: Alles bij elkaar hebben we dus bij een televisie-apparaat van het superheterodyne type een aantal H.F.-versterkertrappen, een aantal M.F.-trappen en mogelijk ook nog een V.F.-versterker?

W.: Slechts zelden gebruikt men meer dan één trap V.F.-versterking. Daarentegen komen twee trappen H.F.- en drie trappen M.F.-versterking regelmatig voor. Overigens is er weinig verschil in hun opbouw. Je begrijpt Vraagstuk, dat een M.F.-versterker voor frequenties hoger dan 10 MHz, weinig verschilt van een H.F.-versterker. Vandaar dat we ze tegelijkertijd kunnen bestuderen.

Vr.: Onder deze omstandigheden zie ik niet in, welke voordelen het oplevert de versterking te verdelen over enige H.F.- en M.F.-trappen. Ik zou liever een super maken met vijf M.F.-trappen.

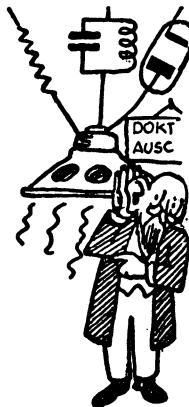
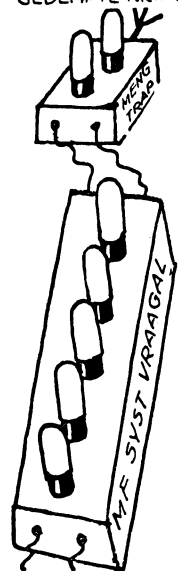
W.: Ofschoon de versterking hoger zou zijn, zou het risico van terugwerking (en daardoor parasitair oscilleren) veel groter worden. Als wij de versterking verdelen over twee groepen van enige trappen, waarbij deze groepen op verschillende frequenties zijn afgestemd, wordt dit risico vermeden. De hoogfrequentversterker heeft overigens nog andere voordelen: hij maakt het mogelijk de signaal-ruisverhouding te verbeteren.

Vr.: Over welke ruis gaat het bij een beeld-ontvanger?!

W.: Excuseer me dat ik een uitdrukking gebruik, die alleen maar bij de geluidsradio op z'n plaats is. Men noemt „ruis” de ongewenste onregelmatigheden in de versterkte spanningen; de ruis is vooral hoorbaar wanneer geen uitzending plaats vindt. Hij wordt door verschillende oorzaken opgewekt; hij kan ontstaan in weerstanden, in kringen en door onregelmatigheden in de elektronenemissie van de kathode.

Vr.: Al met al blijft die ruis van u bij televisie onhoorbaar!

W.: Dat neemt niet weg dat hij zichtbaar wordt. De onregelmatigheden in de versterkte spanning die worden toegevoerd aan de wehnelt, voegen bij de helderheidsveranderingen van de spot, een parasitaire modulatie en veroorzaken wat men zou kunnen noemen „de korrel van het beeld”, dit in analogie met de korrel van de





fotografische emulsie, die bij sterke vergroting van een foto zichtbaar wordt.

Vr.: Dus vermindert de hoogfrequentversterking de „ruis” van het beeld?
 W.: Ja, indien vóór de mengtrap een H.F.-versterker wordt aangebracht, met geschikte ruisvrije buizen, dan wordt de ruis verminderd en wel op dezelfde manier en in dezelfde verhouding als bij de radio. Overigens zijn we hiermee nog niet aan het eind van de voordelen van de voorversterkertrappen. Ofschoon zij onselectief zijn gemaakt, dragen zij er toch toe bij dat de storing door niet gewenste signalen van naburige stations wordt verminderd.

Vr.: Gerekend met het zeer kleine aantal televisiestations lijkt me dat gevaar nog niet erg groot.

W.: Zonder twijfel, maar er kan storing (interferentie) optreden door „spiegelfrequenties”.

Vr.: Ik herinner me dat een super, zonder voorselectie, geschikt is voor het gelijktijdig ontvangen van twee hoofdfrequenties. De ene wordt gevonden door bij de oscillatorfrequentie de M.F. op te tellen, de andere door er de M.F. af te trekken. Wanneer wij maar één van de twee willen ontvangen, bepaalt het aantal kringen vóór de mengtrap, of wij last van deze tweede frequentie (die wij de „spiegel” noemen) zullen ondervinden.

W.: Wat een uitstekend geheugen! Welnu, als je een signaal neemt van 46 MHz met de oscillatorfrequentie op 33 MHz, krijgen wij een M.F. van:

$$46 - 33 = 13 \text{ MHz,}$$

een signaal van 20 MHz zal met de oscillatorfrequentie deze zelfde M.F. opleveren, daar:

$$33 - 20 = 13 \text{ MHz.}$$

Vr.: Ik zie het al, een spiegelsignaal van 20 MHz komt overeen met een golflengte van 15 m. We zijn daarmee midden in het domein van de kortegolf van de gewone radio aangeland!

W.: Je ziet dus welk gevaar vermeden wordt door gebruik te maken van de selectiviteit van de H.F.-trappen; deze laten geen signaal door dat zover van hun eigen afstemming is verwijderd.

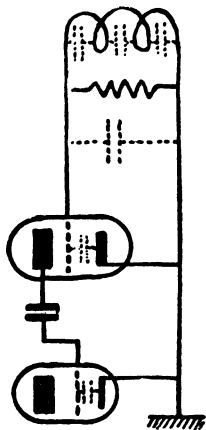
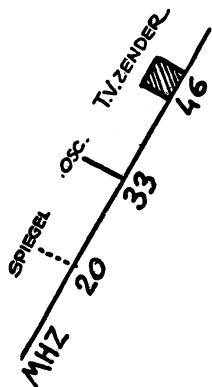
EEN SCHEMA MET ONZICHTBARE ONDERDELEN

Vr.: Zou u mij een schema kunnen tekenen van een H.F.-versterkertrap?

W.: Hier is er een. Het kan net zo goed worden gebruikt voor een super als een rechtuit-ontvanger. We zijn hiermee teruggekeerd naar de klassieke schakeling met een afgestemde kring in de anode.

Vr.: U houdt me voor de gek, Weetal! Wou u me wijsmaken dat de spoel L_3 met de weerstand R_5 een afgestemde kring vormen?! . . .

W.: Hebben we niet een poosje geleden gesproken over „onzichtbare” onderdelen of tenminste onderdelen die niet als zodanig in het schema voorkomen. Dat is ook het geval met de capaciteit die spoel L_3 afstemt. Deze wordt gevormd door de som van alle parasitaire capaciteiten die parallel aan de wikkeling voorkomen: de verdeelde eigencapaciteit, de capaciteit van de bedrading en de capaciteit tussen de buis-elektroden (tussen de anode en de overige elektroden van de eerste buis evenals tussen het rooster en de andere elektroden van de tweede buis).



Vr.: Maar waarom gebruikt men geen echte condensator als in iedere fatsoenlijke afgestemde kring? ...

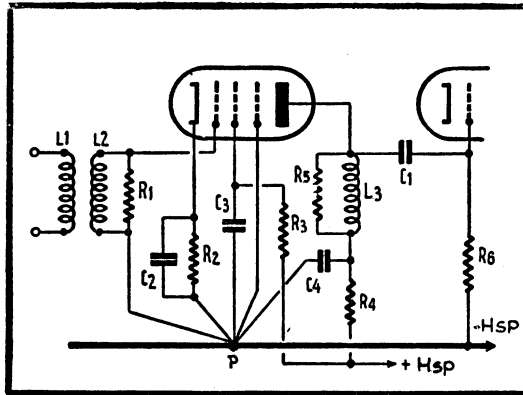
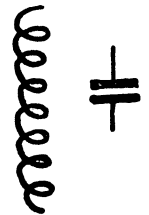
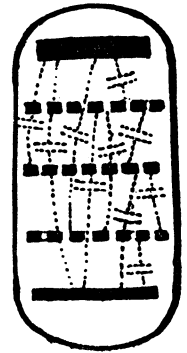


Fig. 1. Een veel toegepaste schakeling voor de H.F.-versterkertrap.



W.: Omdat men, om een zo goed mogelijke versterking te verkrijgen, een zo groot mogelijke zelfinductie en een zo klein mogelijke capaciteit moet kiezen. Men spant zich in, een bedrading te maken met korte verbindingen, die vrij in de lucht liggen, om zo de parasitaire capaciteit te verkleinen.

Vr.: En spoel L_2 , is dat ook een afgestemde kring?

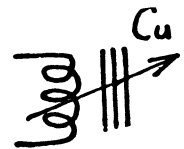
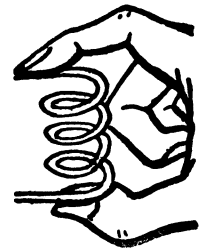
W.: Ja, net als L_3 . Deze is overigens, zoals het schema aangeeft, inductief gekoppeld met de antennespoel L_1 .

Vr.: Maar hoe trimt men in de praktijk deze afgestemde kringen, nu men niet over variabele condensatoren beschikt?

W.: Door hun zelfinductie in te stellen. Wanneer het luchtspoelen zijn, die voor deze hoge frequentie worden gevormd door een sipraal van enige windingen van dik draad, is het voldoende de zelfinductie te veranderen door de windingen een beetje dichter bij elkaar of verder uit elkaar te buigen. Er worden echter ook ijzerkernen gebruikt of koperkerntjes.

Vr.: De ijzerkernen zijn mij reeds bekend, want die worden ook bij de gewone radio toegepast. Maar het koper is geen magnetisch materiaal en ik zie niet goed in, hoe de zelfinductie van de spoel, door het aanbrengen van een kern van koper, kan worden veranderd.

W.: Dit komt doordat, onder invloed van de stromen in de spoel, spanningen worden geïnduceerd in het koper. Deze spanningen veroorzaken stromen, die foucaultstromen genoemd worden zij induceren op hun beurt weer spanningen in de spoel; deze zijn tegengesteld gericht aan de aangelegde spanning en verminderen de grootte daarvan. Het resultaat daarvan is een vermindering van de coëfficiënt van zelfinductie van de spoel, veroorzaakt door de aanwezigheid van de koperkern.





Vr.: Dat doet me denken aan mijn avontuur in het rovershol . . .

W.: Ik moet toegeven dat de samenhang me ontsnapt.

Vr.: Toen ik nl. dit beruchte hol bezocht, voelde ik me niet erg op mijn gemak. Om me moed te geven, begon ik een beetje te roepen. Ongelukkigerwijze werd door de echo alles weer teruggekaatst, waar ik zo bang van werd dat ik de benen heb genomen . . .

W.: Het wordt me helder dat er een zekere overeenkomst bestaat tussen je echo en de foucaultstromen. Het is je dus duidelijk dat de invloed van een kern van geleidend materiaal (bv. van koper of messing) precies andersom is als die van een kern van magnetisch materiaal); deze doet nl. de zelfinductie van de spoel toenemen.

Vr.: Ik zie intussen een praktische moeilijkheid. Hoe kan men deze twee soorten kernen regelen om onze kringen op de gewenste frequentie af te stemmen? Als je bv. de kern in de spoel draait met behulp van een schroevendraaier, zal de metalen punt van de schroevendraaier door zijn aanwezigheid de zelfinductie geheel veranderen.

W.: Protest toegestaan. Dat is dan ook de reden dat de spoelen worden afgeregeld met behulp van een schroevendraaier van isolerend materiaal.

Vr.: U ziet, dat ik overal aan denk! Maar laten we naar ons schema terugkeren. Ik zie dat u over de afgestemde kringen L_2 en L_3 de weerstanden R_1 en R_5 heeft aangebracht. Ik veronderstel dat deze hoog zijn, anders zouden zij een behoorlijk gedeelte van de energie van de afgestemde kringen absorberen.

W.: Nee, Vraagal. De waarde van deze weerstanden is laag, zo om en nabij 5000 ohm. En je hebt het zeer juist opgemerkt, zij absorberen de energie van onze afgestemde kringen. Het gevolg daarvan is dat zij, zoals de technici het uitdrukken, de kringen dempen. Het is juist door de demping van de afgestemde kringen, dat de selectiviteitskromme wordt afgeplat en de doorlaatband wordt verbreed.

Vr.: Ik vind het maar treurig! Om al de modulatiefrequenties door te laten, wordt het kleine beetje hoogfrequentenergie dat in de kringen is opgehoopt, opgeofferd. En wat doet men er mee? Men neemt de energie in de vorm van warmte op in een dempweerstand! Deze manier om de kamer te verwarmen noem ik een name-loze verspilling.

W.: Het is jammer, dat we hierover van mening verschillen. Je begrijpt nu in elk geval hoe het komt dat de versterking per trap laag is. Om deze te vergroten gebruikt men buizen met grote steilheid.*

Gelukkig bestaan er penthoden met een snelheid van 9,5 mA/V, die ten gevolge daarvan een redelijke versterking verzekeren.

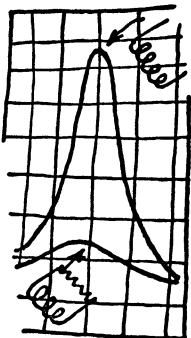
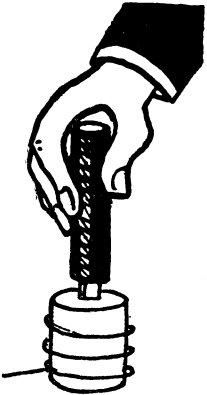
* Wij herinneren eraan, dat de versterking van één trap (dit is de verhouding tussen de uitgangsspanning en de ingangsspanning) gelijk is aan:

$$V = \frac{RG}{r+R}$$

Hierin is R de belastingsweerstand, r de inwendige weerstand van de buis en G de versterkingsfactor. Door teller en noemer te delen door r , vindt men:

$$V = \frac{RG/r}{1+R/r} = \frac{RS}{1+R/1}$$

(Vervolg noot op blz. 129).



HET PROBLEEM VAN DE MASSA

Vr.: Er is iets zeer ongewoons in het schema dat u heeft getekend. U heeft het als gewoonlijk getekend met behulp van tekenhaak en driehoek; alle verbindingen horizontaal of verticaal. Maar bij het punt P in het schema loopt een prachtige bundel schuine verbindingen naar één punt van het chassis. Waarom?

W.: Door op deze wijze al de verbindingen van dezelfde trap voor te stellen, uitkomend op de negatieve pool van de hoogspanning, heb ik de noodzakelijkheid willen aangeven dat de verschillende stromen van de onderdelen langs de kortste weg moeten verlopen, om deze zoveel mogelijk te ontkoppelen. Het is bij televisie

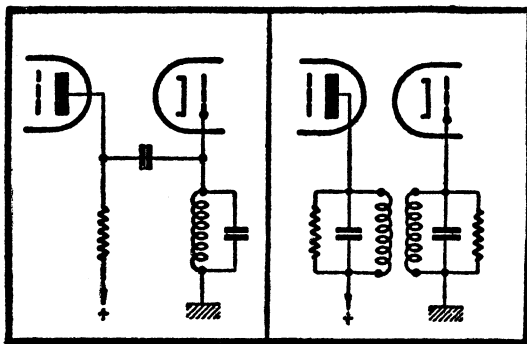


Fig. 2 (links). Koppeling met afgestemde roosterkring.
Fig. 3 (rechts). Koppeling met afgestemde transformator (bandfilter).

absoluut verboden om, zoals dat bij de bedrading van radio-ontvangers gebruikelijk is, de verbindingen die op de negatieve pool van de hoogspanning uitkomen, op verschillende plaatsen aan het chassis te verbinden. Hier moeten de verschillende circuits rechtstreeks in zichzelf gesloten zijn, zonder dat de stromen van de verschillende trappen een gemeenschappelijke weg door het chassis nemen. Wanneer hieraan niet de hand wordt gehouden, zullen de kringen elkaar meeslepen!

Vr.: Ik zie bovendien dat het schermrooster is ontkoppeld met R_3 en C_3 , en het anodecircuit met R_4 en C_4 , terwijl de stromen die door C_3 en C_4 vloeien op het gemeenschappelijke punt P uitkomen, van waaruit deze door de ontkoppelcondensator C_2 en de kathodeweerstand R_2 terugkeren naar de kathode.

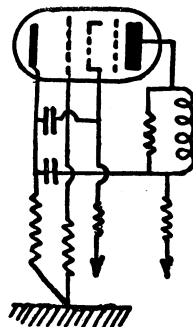
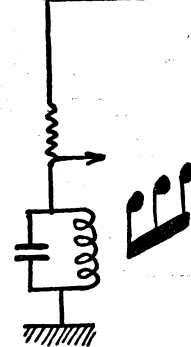
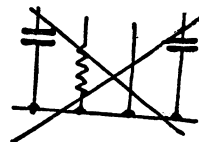
want $G/r = S$ (steilheid van de buis). Als R zeer klein is ten opzichte van r (en dat is in de regel het geval), is het quotiënt R/r te verwaarlozen en wordt de versterking gelijk aan: $V = RS$. Indien de anodebelasting van de buis bv. 1200 ohm is en de steilheid van de buis 8 mA/V (of 0,008 A/V), is de versterking:

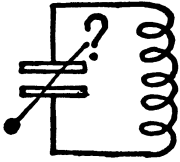
$$V = 0,008 \times 1200 = 9,6 \times$$

Maar met een gewone penthode met een steilheid van S 1,5 mA/V, zou de versterking zijn gedaald tot:

$$V' = 0,0015 \times 1200 = 1,8 \times$$

Een dergelijke trap zou niet bruikbaar meer zijn...





W.: Om het precies te zeggen, zou de ont koppeling nog beter zijn als C_3 en C_4 rechtstreeks met de kathode zouden zijn verbonden. De bedrading is echter gemakkelijker uit te voeren door een gemeenschappelijk punt P te kiezen voor iedere trap. Zo is P in ons schema het gemeenschappelijke punt van de eerste trap; P¹ dat van de tweede, enz.

Vr.: Is het overigens nodig al de televisieschema's zo te tekenen?

W.: Dat is niet meer nodig, vanaf het moment dat men het principe dat ik je heb uitgelegd, kent en aanneemt. Zo teken ik dan op de gebruikelijke manier twee andere varianten van het schema voor één trap van een H.F.- of M.F.-versterker.

Vr.: Ik herken zonder moeite de koppeling met afgestemde roosterkring (geheel gelijk aan die, welke we net hebben onderzocht) en die met een transformator met afgestemde primaire en secundaire. Kijk, kijk! Hier heeft u de afstemcondensatoren aangegeven.

W.: Juist, want deze schakeling wordt soms gebruikt in het M.F.-deel, waar men voor grotere stabiliteit zeer kleine afstemcondensator tjes gebruikt.



EEN KAMEEL MET VELE BULTEN

Vr.: Het voordeel is zonder twijfel dat de selectiviteit van het geheel er door wordt verbeterd?

W.: Mijn arme Vraagal, je blijft je nog maar steeds gedragen als een echte gedegen radiotechnicus, maar de verschillen tussen televisie en radio zijn net zo groot als

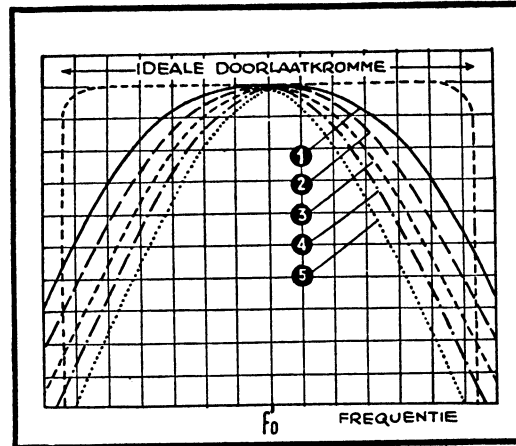
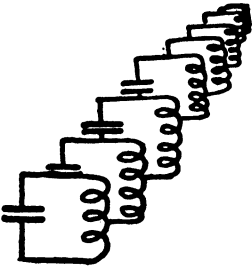


Fig. 4. Selectiviteitskrommen van één of meer afgestemde kringen.



tussen radio en sterkstroom. Je moet leren de zaak van een geheel ander standpunt uit te bekijken; „het verbeteren van de selectiviteit”, zoals je zo vriendelijk opmerkt, is volkomen misplaatst. En het vergroten van het aantal afgestemde kringen is voor ons fataal. Hier heb je nog eens, om je beter te overtuigen, de selectiviteitskromme van een enkele kring vergeleken met de kromme voor twee, drie, vier

of vijf gelijke kringen. De doorlaatband wordt zoals je ziet smaller en smaller. En onze frequenties van de videomodulatie krijgen minder en minder ruimte om te passeren.

Vr.: Dat is verschrikkelijk! Maar voor zover ik u ken zou u me deze droeve toestand niet schilderen, als geen radicale verbetering mogelijk was. Vertelt u nu maar eens gauw wat het geneesmiddel is voor deze kwaal.

W.: De kringen naast elkaar afstemmen!

Vr.: Hoe dat zo, worden de kringen niet op dezelfde frequentie in het midden van de modulatieband afgestemd? Zou u met opzet willen doen, wat de slechtste bouwers van een radiotoestel per ongeluk doen? . . .

W.: Dat zou ik zeker. Door de afstemfrequenties van de verschillende afgestemde kringen naar behoefte te verdelen, bereikt men een totale selectiviteitskromme, welke aardig dicht bij de ideale kromme komt, die nodig is om alle modulatiefrequenties door te laten. Ongetwijfeld wordt de versterking er slechter door maar men kan geen omelet bakken zonder de eieren eerst stuk te slaan.

Vr.: Uw kromme herinnert me er aan dat mijn kameraden en ik, toen we nog kwa-jongens waren, kameel speelden door gebukt achter elkaar te lopen en ons te

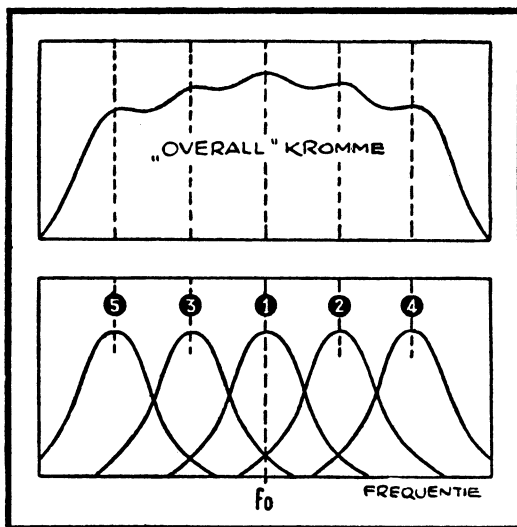
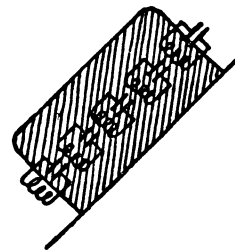


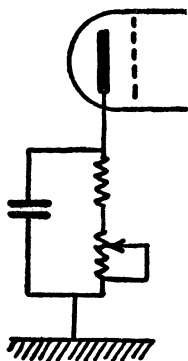
Fig. 5. Methode van naast elkaar afgestemde kringen. Beneden, de afstemming van ieder afzonderlijk. Boven, de totale kromme.

bedekken met een beddelaken. Het voorwereldlijk monster dat hierdoor ontstond leek bedriegelijk veel op uw totaalkromme . . . Maar ter zake, past men dit alleen toe voor de hoogfrequentkringen?

W.: Nee, men verstemt net zo goed de M.F.-kringen. Door de samenwerking van al deze verstemmingen verkrijgt men de verlangde doorlaatkromme.



GEVOELIGHEID EN CONTRAST



Vr.: Mijn vraag lijkt u misschien naïef, maar ik wilde weten of de versterking van een H.F.- of M.F.-versterker constant is, of dat er een knop is om deze te regelen.

W.: Dikwijls wordt deze regelbaar gemaakt. Men gebruikt hiervoor een van de gebruikelijke middelen, bv. door spanningsregeling van het derde rooster van een penthode, of door de kathodespanning te veranderen door het instellen van de kathodeweerstand.

Vr.: Wat bereikt men door het regelen van de gevoeligheid? Ik veronderstel dat een grotere of kleinere helderheid van het beeld er het gevolg van is. Op dezelfde wijze, waarop in radio-ontvangers het geluid meer of minder sterk wordt, zal hier het beeld meer of minder helder worden.

W.: Je bent er volkomen naast, Vraagal. De helderheid wordt prachtig geregeld, door de spanningen van de kathodestraalbuis in te stellen. Wij praten daarover later nog. Wat betreft de gevoeligheidsregeling: deze regelt de amplitude van de modulatiespanning, die op de wehnelt wordt gebracht. Wanneer deze spanning laag is...

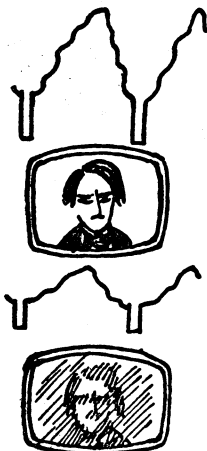
Vr.: ... zal de helderheid van de spot weinig veranderen.

W.: Dat is duidelijk. Daarentegen zal, wanneer de spanningen op de wehnelt sterk veranderen, de spot het hele gebied van helderheden doorlopen; vanaf het sterkste licht dat afgegeven kan worden, tot een totaal uitdoven.

Vr.: Ten gevolge daarvan krijgt men in het eerste geval een zeer grijs beeld, terwijl het beeld in het tweede geval sterke contrasten vertoont. Het is als een foto die wordt afgedrukt op zeer „zacht” papier of op zeer „hard” papier.

W.: Je vergelijking is juist. Je zult anders niet verrast zijn, als ik je vertel dat in een televisieontvanger de gevoeligheidsregeling de veelzeggende naam draagt van: contrastregeling.

Vr.: Ik veronderstel dat deze regeling evengoed kan worden aangebracht in het H.F.-deel als in het M.F.-deel?



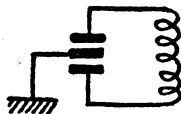
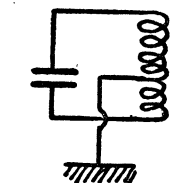
VAN H.F. NAAR M.F.

W.: Ongetwijfeld. Men kan deze zelfs aanbrengen tussen beide in, nl. op de mengbuis, in het geval dat een aparte buis wordt gebruikt voor de oscillator.

Vr.: Heeft het voordelen om voor de menging bij televisie twee buizen te gebruiken?

W.: Zonder twijfel. Weliswaar gebruikt men dikwijls een schema met een enkele buis, nl. met een triodehexode of een triodeheptode, evenals bij de gewone radio, maar de versterking van een dergelijke mengbuis is zeer zwak. Evenals bij de gewone ontvangers geeft men er de voorkeur aan een penthode met grote steilheid als mengbuis te gebruiken, terwijl als oscillator een aparte triode wordt genomen. De oscillatorspanning wordt soms op het derde rooster van de penthode gebracht, en soms op het eerste rooster tezamen met het reeds versterkte H.F.-signaal. Bij wijze van voorbeeld geef ik hier de twee soorten schema's voor de mengtrap, met één en twee buizen.

Vr.: In beide herken ik de gewone onderdelen: negatieve spanning voor het rooster vanaf de kathode door R_1 ontkoppeld met C_1 ; de schermroosterspanning toegevoerd over R_5 en ontkoppeld door C_5 ; de anodespanning van de oscillator toegevoerd via



R_3 , met ont koppeling door R_4 en C_4 ; ont koppeling van de anode van de mengbuis door R_6 en C_6 . Ik zie ook, dat de onderdelen van de mengoscillator met dikke lijnen zijn aangegeven. In het schema voor een enkele buis is het hartleyschema gebruikt, de middenaftakking op de oscillatorspoel L is er het kenmerk van! Maar

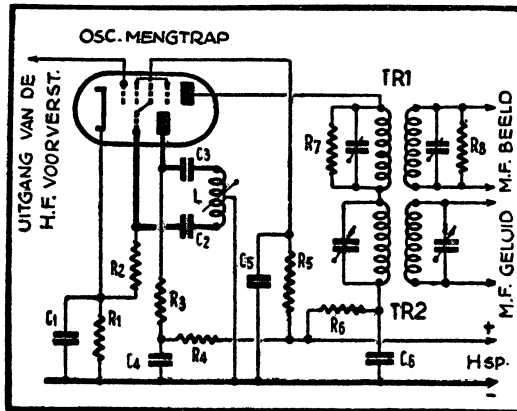
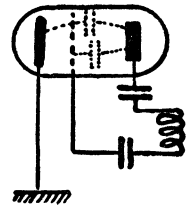


Fig. 6. Mengtrap met triode-hexode.

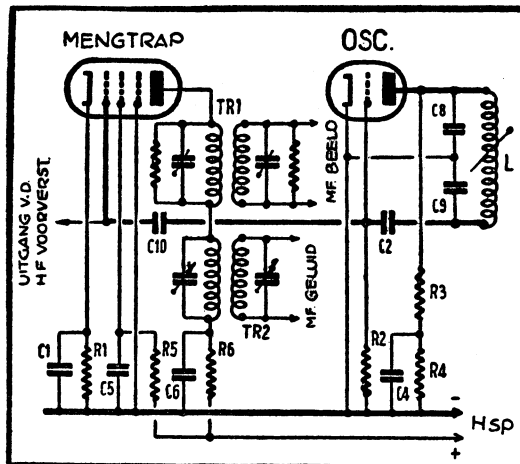
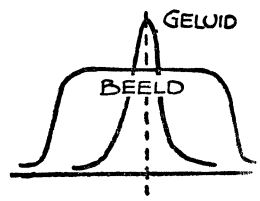
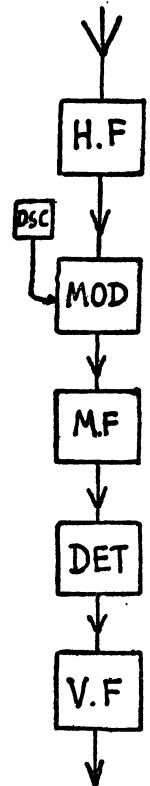
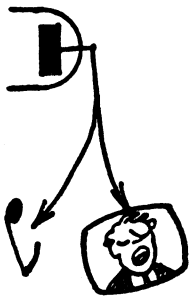


Fig. 7. Mengtrap met twee buizen.



wat voor oscillator heeft u gebruikt in het schema met de aparte triode? Ik zie alleen maar de spoel L zonder aftakkingen . . .

W.: Men noemt dat een colpitts en er is wel degelijk een aftakking. Maar in plaats dat deze op de spoel zit, is zij gemaakt op de capaciteit van de afgestemde kring. Je ziet, dat deze bestaat uit twee condensatoren C_8 en C_9 , hun gemeenschappelijke



verbinding stelt de „elektrische aftakking” van de totale capaciteit voor. Dit punt is verbonden met de kathode. En ik wil er bij vertellen dat dit schema gelijkwaardig is met de hartley, die je wel kent.

Vr.: En wel te verstaan moeten C_8 en C_9 in ons geval een zeer kleine waarde hebben.

W.: Zo klein, dat men ze in werkelijkheid doodeenvoudig weglaat.

Vr.: Nou en ?! . . .

W.: Dit werkt heel goed, want de rol van C_8 wordt vervuld door de anode-kathode-capaciteit van de buis, terwijl de roosteranodecapaciteit in de plaats komt van C_9 .

GELUID ZONDER BEELD EN BEELDEN ZONDER GELUID

Vr.: Samengevat stelt de televisie ons in staat, de gebreken van de buizen (wat hun capaciteit tussen de elektroden betreft) nuttig te gebruiken. Ik keer intussen terug naar uw schema's om te constateren, dat in het anodecircuit van de mengbuis zelfs twee M.F.-transformatoren in serie zijn aangebracht. De ene (TR 1) afgestemd op de M.F. voor het beeld, en de andere (TR 2) afgestemd op de M.F. voor het geluid. Waarom heeft deze laatste geen weerstand over de kring?

W.: Omdat, vergeet het niet, de M.F. voor het geluid selectief kan zijn, zodat het niet nodig is deze te dempen als voor de beeldversterker. Men kan hier dus de kringen samenstellen met „echte” condensatoren.

Vr.: Is dit de enige mogelijkheid om de M.F.-spanning voor beeld en geluid te scheiden?

W.: Neen, men kan dat op vele manieren doen. In plaats van de koppeling door middel van transformatoren met primaire en secundaire afstemming, gebruikt men dikwijls de koppeling met afgestemde anodekringen (L_1 voor de beeld-M.F. en L_2 voor de M.F. voor het geluid). Ook kan men de twee M.F.-componenten toevoeren aan het rooster van een enkele buis en de scheiding tot stand brengen door het aanbrengen van de kring $L_3 C_3$, welke op de M.F. voor het geluid is afgestemd; deze kring is aangebracht in de kathodeleiding. (Zie fig. 8 en 9.)

Vr.: Ik zie niet in hoe dit kan werken.

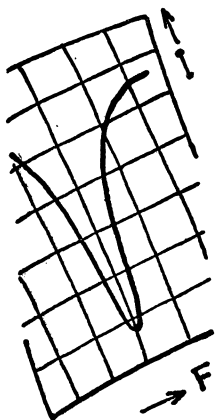
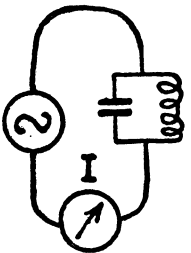
W.: Je weet dat een zodanig aangebrachte afgestemde kring gemakkelijk alle frequenties doorlaat . . .

Vr.: . . . behalve die waarop hij is afgestemd. Het is al een aardig poosje geleden, dat u me de werking van parallelresonantie heeft uitgelegd.

W.: Uitstekend, je begrijpt dus dat de positieve spanning op de kathode eenvoudig wordt bepaald door de weerstand R_1 , welke het mogelijk maakt een maximum-versterking te krijgen, met uitzondering van de M.F. voor het geluid. Ik wil ook nog opmerken dat de M.F. voor het beeld, waarvan de spanning op de anodekring blijft staan, in de anodekring naar behoefte verder wordt versterkt.

Vr.: Ik begrijp de rest van de redenering al, het spel wordt bedorven voor de M.F.-spanningen voor het geluid, want hiervoor wordt ten gevolge van de kring $L_3 C_3$ een grote impedantie (in resonantie) toegevoegd aan de weerstand R_1 . Het gevolg hiervan is, dat de versterking voor deze ongelukkige frequentie sterk wordt verminderd.

W.: Zeer juist. Zij wordt op deze wijze uitgeschakeld voor de anodekring. Maar dank zij de condensator C_4 kunnen wij deze spanning, welke ontstaat op de afgestemde kring $L_3 C_3$, toevoeren aan het rooster van een M.F.-versterker voor het geluid.



En nu het beloofde schema voor het aftappen van het signaal voor het MF-geluids-kanaal achter de videodetector, als toegepast in het interdraaggolfsysteem. De avc-regeling wordt hier betrokken vanaf de sync-pulsen die in het ontvangen signaal aanwezig zijn; de amplitude van deze impulsen hangt alleen af van de sterkte van het signaal, zodat de beeldinhoud (veel of weinig wit in het beeld) geen invloed op de avc kan uitoefenen.

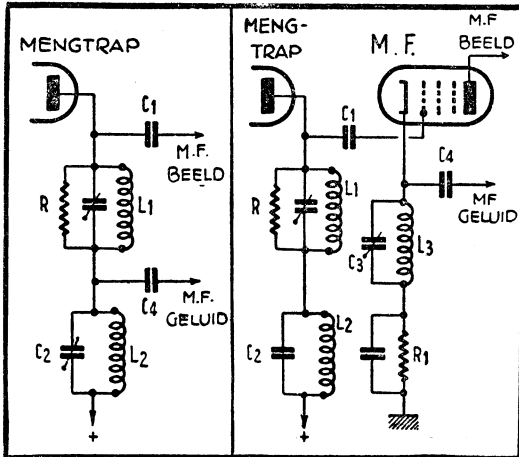


Fig. 8. Het scheiden van de signalen voor beeld en geluid in de anode van de mengbuis.

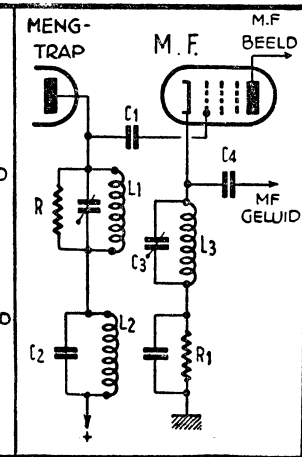


Fig. 9. Scheiding van beeld en geluid door selectieve tegenkoppeling in de kathode van de eerste M.F.-buis.

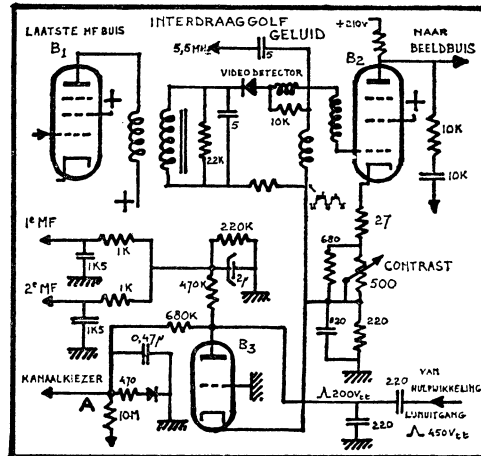


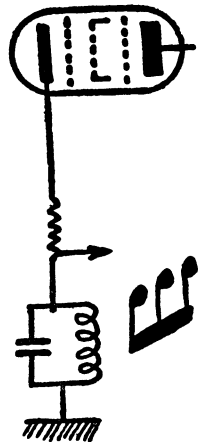
Fig. 10. Bij het algemeen toegepaste interdraaggolfsysteem, wordt het geluidskanaal achter de video-detector afgetapt. Via de sleutelbuis B_3 , wordt de avc-spanning betrokken; deze wordt bedreven vanaf de sync-pulsen uit het signaal. B_1 is de laatste MF-buis, B_2 is een video-versterkerbuis.

Vr.: Dat is inderdaad veel beter dan de avc-regeling vanaf het rooster van de syncscheider, waardoor ook de gelijkstroomcomponent van het beeldsignaal de grootte van de regelspanning beïnvloedt, zodat voor een beeld met veel wit het contrast wordt teruggeregeld.

W.: Het geheim zit in de triode T, die op de anode positieve sync-pulsen krijgt toegevoerd (vanaf de lijnuitgang). Op de kathode komen, bij juiste synchronisatie, terzelfder tijd negatief gerichte impulsen vanaf de videodetector. Op de anode ontstaat nu een negatief signaal dat afhankelijk is van de grootte van de negatieve impulsen; deze negatieve spanning wordt via een afvlakking aan de 1e en 2e MF-buis toegevoerd. Gedurende de positief gerichte beeldinformatie wordt de triode gewoon dichtgeknepen. We treffen verder nog een vertraagde avc-spanning aan voor de avc-regeling van de buizen in de kanaalkiezer.

Vr.: En deze regeling wordt vertraagd, daar deze pas in werking treedt als de negatieve regelspanning groter wordt dan de positieve spanning op het punt A. De diode OA85 zorgt dat de regelspanning nooit positief kan worden.

W.: Heel knap, Vraagal.



H.F. OP DE KATHODESTRAALBUIS

In de voorafgaande causerie hebben Vraagal en Weetal onderzocht, hoe het signaal de verschillende trappen van de ontvanger doorloopt vanaf de antenne naar de detector.

Ze zullen vandaag op dezelfde wijze hun onderzoekingsstocht voortzetten met het bestuderen van de detector en de videofrequentversterker. Vooral zal de nadruk worden gelegd op de funeste invloed die sommige parasitaire capaciteiten uitoefenen, daar deze de videofrequenties gemakkelijk doorlaten. Ook hier moet men een deel van de versterking opofferen, om de gewenste doorlaatkromme te verkrijgen. Overigens kan de vorm van deze kromme aanmerkelijk verbeterd worden door gebruik te maken van compensatieschakelingen. Maar wat gebeurt er intussen met de nulcomponent van het signaal?

Hierover wordt bij het volgende praatje gesproken . . .

OP BERGACHTIGE WEGEN

Vr.: Van tijd tot tijd doet ons praatje mij denken aan een bergtocht.

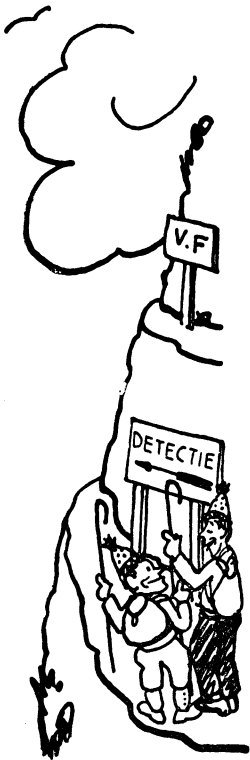
W.: Komt dat misschien omdat de moeilijkheden van het betoog je doen denken aan de gevaarlijke bergbeklimmingen van de alpinisten?

Vr.: Nee, daar denk ik helemaal niet aan, maar je kent toch die bergpaden, die zich langzaam langs de flank van de berg omhoog slingeren en die steeds de indruk geven dat je telkens weer langs dezelfde weg loopt, terwijl je in werkelijkheid steeds hoger klimt? Welnu, ik heb af en toe het gevoel dat ik mijn radiocursus opnieuw doorloop; telkens weer onderzoeken we dingen die, als ik het zo mag zeggen, „parallel” lopen aan die van de radiotechniek. Hebben we laatst niet gesproken over de H.F.- en M.F.-versterking en over de oscillator- en mengbuis?

W.: Ik voel wel voor je vergelijking, maar ik zou nog verder willen gaan en willen opmerken dat naarmate we hoger klimmen, het landschap dat zich voor ons oog ontrolt, uitgebreider wordt en een ander aspect gaat bieden. Wanneer we de samenstelling van de verschillende trappen van een televisieontvanger bestuderen, zien wij dat hieraan zwaardere eisen worden gesteld dan bij de gewone radio, omdat zowel de draaggolf als het modulatiesignaal hoger liggen in frequentie.

Vr.: Zonder voor profet te willen spelen neem ik aan dat wij ons nu op die zijpaden gaan begeven, welke in gewone taal „detectie” en „laagfrequentversterking” worden genoemd.

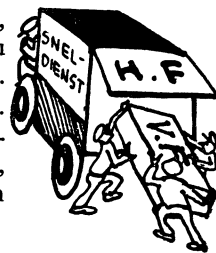
W.: Dat is best, laten we vandaag dan maar ons praatje beginnen met het detectieprobleem. Na ons signaal naar behoefte hoogfrequent en eventueel middenfrequent te hebben versterkt, wordt het de modulatie die het bevat, er aan te onttrekken. We moeten vooral niet uit het oog verliezen, dat het H.F.-signaal slechts een dienende rol speelt: het is een transportmiddel . . ., een zeer snel transportmiddel weliswaar, maar toch niets meer dan dat. Evenals men in een verhuishagen allerhande pakjes



laadt, om deze eenmaal op de plaats van bestemming aangekomen weer uit te laden, stopt men in de zender het videosignaal in de H.F.-draaggolf. Het moment is nu gekomen om dit videosignaal er aan te onttrekken, en dat is de taak van de detector.

Vr.: En ik veronderstel, dat ons gedetecteerde signaal daarna L.F. versterkt wordt.

W.: Het is op z'n minst gesproken fout om het videosignaal, dat uit een frequentieband is samengesteld die van nul tot enige miljoenen perioden per seconde loopt, „laagfrequent” te noemen. Het is inderdaad veel juist(er) om te spreken van een V.F.-versterker (videofrequentversterker).



HET VRAAGSTUK VAN DE POLARITEIT

Vr.: U heeft volkomen gelijk. Maar laten we er niet op vooruit lopen en als u het goed vindt, beginnen met de detectie. Ik veronderstel, dat we bij de televisieontvanger dezelfde detectiemethode kunnen toepassen als bij de radio, dat wil zeggen detectie met een kristal, een diode, of met een meer-elektrodenbuis; hierbij kan weer gebruik worden gemaakt van „roosterdetectie” of „anodedetectie”.

W.: Daar is inderdaad niets tegen. Toch wordt meestal de diode gebruikt; in enkele gevallen wordt de detectie door middel van de kromming van de anode-stroomkarakteristiek toegepast. Men vervangt de diode soms door een kristaldetector, die zich, dank zij zijn kleine eigencapaciteit en zijn lage weerstand, uitstekend leent voor de detectie van hoge frequenties en daarom regelmatig wordt gebruikt in radar-apparaten, die op microgolven werken.

Vr.: Verschilt het detectieschema met diode, dat bij de televisie wordt gebruikt, van dat van de gewone radio?

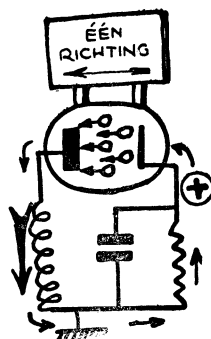
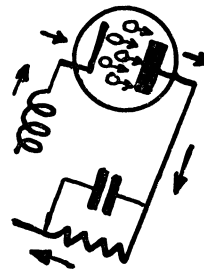
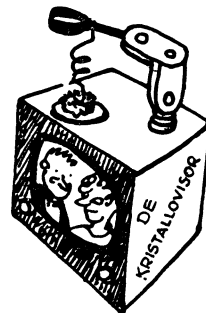
W.: In het geheel niet. De H.F.- (of M.F.-)spanning (zie fig. 1) van de afgestemde kring, die wordt gevormd door de spoel L met zijn eigencapaciteit, wordt toegevoerd aan de diode, die in serie met het gebruikte RC-circuit wordt aangesloten over de spoel. De negatieve delen van de stroom worden door de diode tegengehouden, daar in de richting anode-kathode geen elektronen worden doorgelaten. Daarentegen zullen de positieve stroomhelften wel stroom doen vloeien; de elektronen zullen dan in de richting van de pijlen vloeien en . . .

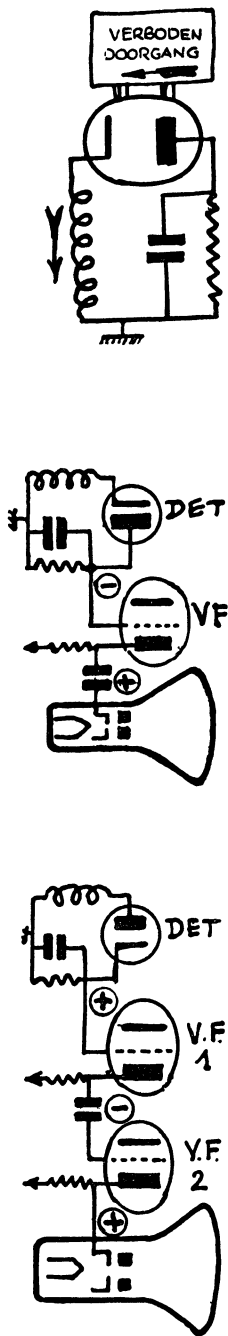
Vr.: Excuseer, ik weet natuurlijk wel dat de elektrische stroom tegengesteld is gericht aan de elektronenstroom, maar wat noemt u nu in deze figuur de positieve en negatieve delen van de stroom?

W.: Ik noem het positieve deel, het deel dat de elektronenstroom in de richting van de pijlen doet vloeien en dat in de weerstand R een spanningsval te voorschijn roept, die de bovenzijde positief maakt. Het is vanaf dat punt dat de gedetecteerde spanning wordt toegevoerd aan de V.F.-versterker.

Vr.: Als we dus grafisch de H.F. (of M.F.) gemoduleerde stroom voorstellen, zal onze detector alles wat zich onder de horizontale as bevindt afsnijden en slechts de positieve veranderingen doorlaten; deze verliezen overigens hun hoogfrequent karakter; de H.F.-wisselingen worden door de accumulerende werking van de condensator C samengevoegd, waardoor de V.F.-spanning ontstaat (de omhullende kromme van de H.F.-wisselingen).

W.: Ik constateer met voldoening dat je niets hebt vergeten van wat ik je vroeger over de radio heb verteld. Overigens wou ik opmerken, dat men ook de weg voor de positieve spanningswisselingen kan afsnijden en deze kan openstellen voor de





negatieve. Het is daartoe voldoende de diode in de omgekeerde richting aan te sluiten.

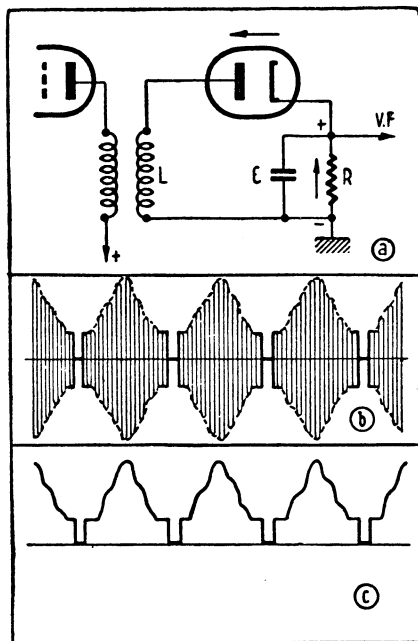


Fig. 1. Detectie met positieve polariteit. Bij a wordt het schema aangegeven. Bij b het H.F.-signaal voor de detectie en bij c de gedetecteerde spanning (V.F.-signaal).

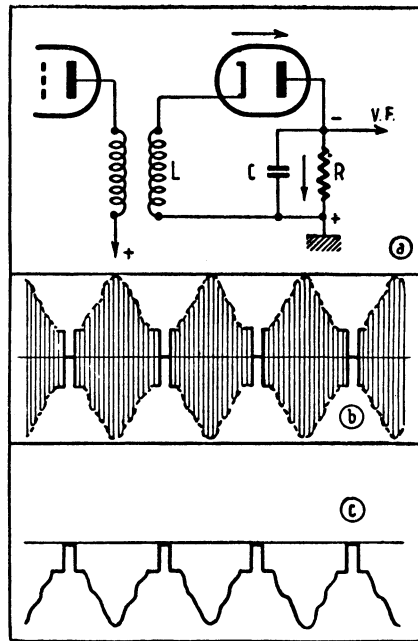


Fig. 2. Detectie met negatieve polariteit. In beide schema's wordt door een pijl de richting van de elektronenstroom aangegeven.

Vr.: Dat zou dwaas zijn! Want op dat ogenblik zouden de maxima van de video-frequentspanning, die overeenkomen met de grootste lichtsterkte van het beeld, bij de detectie worden voorgesteld door de meest negatieve waarden. Wanneer een dergelijke spanning wordt toegevoerd aan de wehnelt van de kathodestraalbuis, zou deze een beeld optekenen waarbij de witte delen door zwarte zouden zijn vervangen en omgekeerd. Wij zouden . . . maar dat zou een negatief beeld zijn!

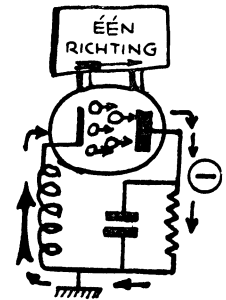
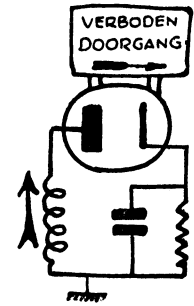
W.: Je redenering is onberispelijk en indien men deze spanning van de detector direct aan de wehnelt zou toevoeren, is men verplicht het schema voor detectie van de *positieve* helften te kiezen. Men schakelt echter meestal tussen de detector en de kathodestraalbuis één of twee V.F.-trappen, daar de gedetecteerde spanning slechts een paar volt bedraagt. Deze spanning is niet voldoende om de kathodestraalbuis geheel uit te sturen (dat wil zeggen de helderheid van de spot te doen variëren van zwart tot het helderste wit). Eén trap versterking draait echter de fase om:

een positieve impuls op het rooster doet op de anode een vermindering van de spanning ontstaan en omgekeerd.

Vr.: Ik voel al wat er komen gaat. Wanneer een trap V.F. achter de detector wordt gezet, zal bij een positieve detector op de wehnelt de omgekeerde spanning terecht komen of te wel een negatieve spanning. Ten gevolge daarvan moet dus de negatieve detectie worden gekozen, wanneer één trap V.F.-versterking kan worden gebruikt. Worden twee trappen toegepast, dan moet men weer terugkeren tot de positieve detectie.

W.: Dat is juist. Maar ik moet daarbij opmerken dat het mogelijk is de V.F.-spanning niet op de wehnelt, maar op de kathode van de kathodestraalbuis te brengen; in dat geval heeft de wehnelt een constante negatieve spanning. Op deze wijze wordt niet de wehnelt meer of minder positief gemaakt ten opzichte van de kathode, maar men maakt deze laatste meer of minder negatief ten opzichte van de wehnelt.

Vr.: In dat geval moet men tegengesteld te werk gaan, vergeleken met de aangenomen redenering voor het toevoeren van de spanning aan de wehnelt. Anders gezegd moet met een enkele trap V.F.-versterking de positieve detectie worden gebruikt; met twee trappen en ook zonder V.F.-versterking moet men terugkeren tot de negatieve detectie. Ziehier een min of meer paradoxale toestand; om een positief beeld te verkrijgen moet men in het ene geval positieve detectie, in het andere geval negatieve toepassen! . . .



VERANDERING VAN WAARDEN

W.: Speel niet met woorden, Vraagal. Probeer liever de waarden van de condensator C en de weerstand R voor de detector te bepalen.

Vr.: Ik geloof dat de gewone waarden van 100 picofarad en 0,5 megohm, die in alle radio-ontvangers worden gebruikt, ook wel bij televisie dienst kunnen doen.

W.: Ik deel je wijze van redeneren niet. Denk er aan, dat de gedetecteerde spanning een frequentie van verscheidene megahertz heeft. Kun je bv. uitrekenen welke impedantie jouw condensator van 100 pF bezit voor een stroom van 3,5 MHz?

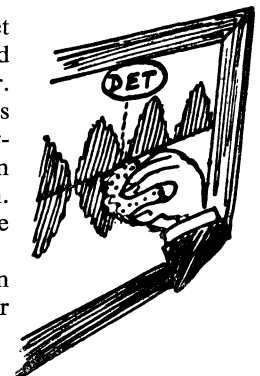
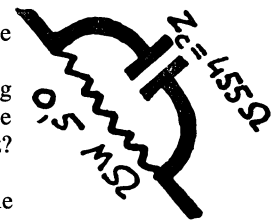
Vr.: Laten we eens even zien . . ., ik krijg 455 ohm. Is dat mogelijk?

W.: Dat zal wel juist zijn. Ziehier dus een condensator die aan de gedetecteerde spanning op deze hoge frequentie slechts een impedantie van 455 ohm biedt. En wat vind je van de verhouding tussen deze 455 ohm en de 0,5 magohm weerstand van de detector (de weerstand R)?

Vr.: Het is duidelijk, dat deze door de condensator geheel kortgesloten wordt. Het gevolg daarvan zal zijn, dat er geen spanning aan de klemmen van de weerstand R zal overblijven en er dus ook niets wordt doorgegeven aan de V.F.-versterker.

W.: Een beetje haastige conclusie, mijn vriend, want de minder hoge frequenties van het videosignaal worden zonder belangrijke verzwakking gedetecteerd. De verzwakking van de hoge frequenties zal zich slechts kenbaar maken door het ontbreken van de details in het beeld, tenminste in de richting van de aftasting van de lijnen. We verkrijgen een wazig beeld, zoals dat ook het geval is wanneer wij om welke reden dan ook de overgebrachte videofrequentieband versmallen.

Vr.: Wat moeten we dan doen? Moet de grootte van de capaciteit C sterk worden vermindert, om ook voor de hogere frequenties een voldoende hoge impedantie over te houden?





W.: Die oplossing ligt voor de hand. Men kan intussen op deze weg niet al te ver gaan, want de waarde van C moet wel hoger blijven dan de kathode-anodecapaciteit van de diode, opdat de gedetecteerde spanning grotendeels blijft staan op de klemmen van C en R. Men gebruikt een capaciteit van ongeveer 20 picofarad en zelfs is, rekening houdend met de parasitaire capaciteiten, een condensator van ongeveer 10 picofarad voldoende.

Soms wordt de condensator eenvoudig weggelaten, waardoor het aan de parasitaire capaciteiten zelf wordt overgelaten om als detectiecapaciteit te fungeren.



$$Z_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

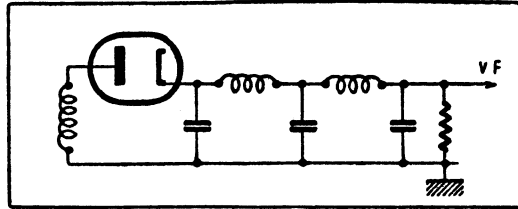
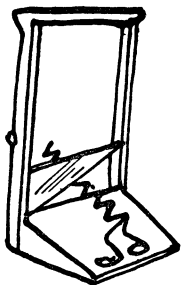


Fig. 3. Laagdoorlaatfilter om de H.F.-componenten in de gedetecteerde spanning te onderdrukken.

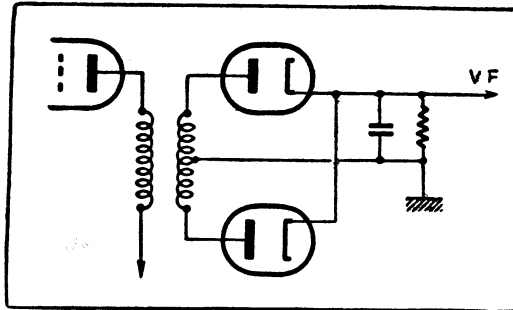


Fig. 4. Detectie met dubbelzijdige gelijkrichting, door het gebruik van twee dioden in een symmetrische schakeling.

Vr.: Dat is in ieder geval een zuinige oplossing. Maar het schijnt me, dat zelfs met 20 pF de impedantie van deze capaciteit (2275 ohm bij 3,5 MHz) nog te laag is in vergelijking met R.

W.: Natuurlijk moet eveneens de waarde van de weerstand R sterk worden verlaagd; deze is slechts 2000 à 4000 ohm.

Vr.: Ik veronderstel dat met een zo lage belastingsweerstand het rendement van de detector verre van fraai zal zijn.

W.: Zonder twijfel zijn we verre van wat er met de gewone detector te bereiken is; deze heeft een rendement van 90 %. Door echter dioden te gebruiken, die speciaal voor televisie zijn ontworpen en die gelijktijdig een kleine kathode-anodecapaciteit

en een lage inwendige weerstand bezitten, gelukt het over de weerstand R ongeveer de helft van de gedetecteerde spanning over te houden.

Vr.: Bij elkaar heeft dus onze detector dezelfde schakeling als bij de radio, maar met veel lagere waarden?

W.: Zeer juist. Daarenboven schakelt men, meer dan dat bij de radio gebruikelijk is, hierachter een laagdoorlaatfilter om de resten van het H.F.- of M.F.-signaal te onderdrukken.

Vr.: Het filter dat u heeft getekend, lijkt merkwaardig veel op een filter dat in voedingsapparaten wordt gebruikt om de hoogspanning af te vlakken.

W.: Dat hoeft je niet te verbazen, Vraagal. In beide gevallen gaat het er nl. om, een signaal met een veel hogere frequentie dan het gewenste signaal tegen te houden. De hogere frequenties worden door de inductieve reactante van de spoelen tegengehouden (deze neemt toe met de frequentie); de condensatoren (waarvan de impedantie afneemt bij hogere frequentie) vormen een gemakkelijke weg om deze stromen af te leiden.

Vr.: Omdat dit filter zoveel lijkt op dat wat in de klassieke voedingsapparaten voor hoogspanning wordt gebruikt, komt de vraag bij mij op, of men ook niet voor de eigenlijke detectie het schema zou kunnen gebruiken van de dubbele gelijkrichter, waarbij om beurten beide dioden de rol van gelijkrichter vervullen.

W.: Je idee is uitstekend uitvoerbaar en als een geschikte ingangstransformator wordt gebruikt, zal het rendement van deze schakeling beter zijn dan bij gebruik van slechts één diode. Daarenboven zal de filtering veel effectiever zijn.

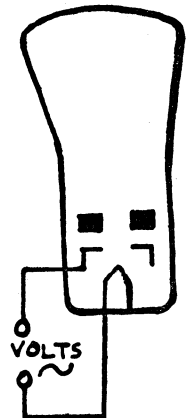
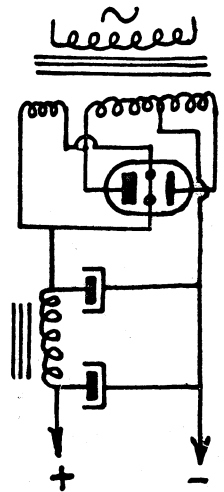
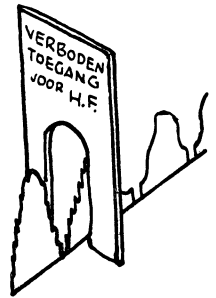
V.F. IS GEEN L.F.

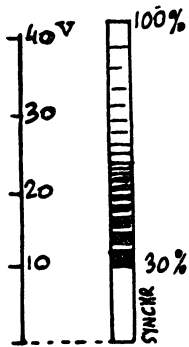
Vr.: Nu u, dank zij de detector, de V.F.-componenten uit het signaal heeft gehaald, rest ons slechts deze te versterken. Ik veronderstel dat hiervoor dezelfde voorwaarden gelden als voor de L.F.-versterker uit de gewone radio-ontvanger. Het enige verschil is, dat het frequentiegebied dat moet worden versterkt, tot enige miljoenen perioden per seconde doorloopt. Ik denk dat voor deze frequenties de parasitaire capaciteiten ernstige moeilijkheden zullen opleveren.

W.: Daarin vergis je je niet. Maar het verschil met de gewone L.F. houdt niet op met het probleem van de versterking van een zeer brede frequentieband. Gelukkig doen zich andere bijzondere omstandigheden voor, die de oplossing minder moeilijk maken. In de eerste plaats hebben wij aan de uitgang van de versterker slechts de spanning nodig welke aan de wehnelt van de kathodestraalbuis wordt toegevoerd, terwijl geen vermogen behoeft te worden afgegeven aan een luidspreker.

Vr.: Eenvoudiger uitgedrukt fabriceren wij alleen maar volts en geen watts. Dat vind ik wel fijn, want de berekeningen worden dan veel gemakkelijker. En wat is de andere bijzonderheid van de V.F.-versterker?

W.: Het feit dat we slechts een lage versterking nodig hebben. Om de helderheid van de spot geheel te moduleren is twintig à dertig volt spanning in het algemeen voldoende. Ik spreek hier wel te verstaan over de waarden die de niveaus tussen zwart en wit omvatten, dat wil zeggen tussen 30 % en 100 % van de maximumspanning. Bij de uitgang van de detector beschikt men al over een spanning in de grootte-orde van 1 volt. Alles bij elkaar is, ondanks de moeilijke omstandigheden die de versterking verkleinen, een enkele trap V.F.-versterking in de meeste





gevallen voldoende. Dit vereenvoudigt onze moeilijkheden met deze V.F.-versterker ten zeerste. Intussen worden een enkele maal ook wel twee trappen toegepast.

Vr.: Ik veronderstel dat, zoals reeds werd opgemerkt, de moeilijkheden te wijten zijn aan de invloed van de parasitaire capaciteiten bij hoge frequenties.

W.: Goed begrepen. In onze V.F.-versterker gebruiken wij de klassieke weerstands-versterking. Hierbij staat parallel aan de anodeweerstand R een parasitaire capaciteit C van ongeveer 30 pF, die uit verscheidene capaciteiten is samengesteld.

Vr.: Ik zie ze wel: de capaciteit tussen de anode en de andere elektroden en de bedradingscapaciteiten.

W.: Je vergeet nog de capaciteit tussen de wehnelt en de kathode, in het geval dat de uitgangsspanning van de trap wordt toegevoerd aan de wehnelt van de kathodestraalbuis; of ook wel de roosterkathodecapaciteit van de volgende versterkerbuis in het geval dat de eerste trap van de versterker wordt gevolgd door een tweede.

Vr.: Het is gemakkelijk uit te rekenen, dat al deze parasitaire capaciteiten tezamen, voor 3,5 MHz, aan de anodestroom slechts een impedantie bieden van minder dan 2000 ohm. Indien wij een anodeweerstand R van 100 000 ohm gebruiken, evenals bij de radio, zullen alle hogere frequentiecomponenten door deze capaciteve kortsluiting vloeien, waardoor de versterking voor deze frequenties bijna nul zal zijn. Wij verliezen dan alle hoge tonen . . . pardon! al de details van het beeld.

W.: Omdat je zo prachtig dit kwaad aan de kaak hebt gesteld, zul je ook geen moeite hebben er een oplossing voor aan te geven.

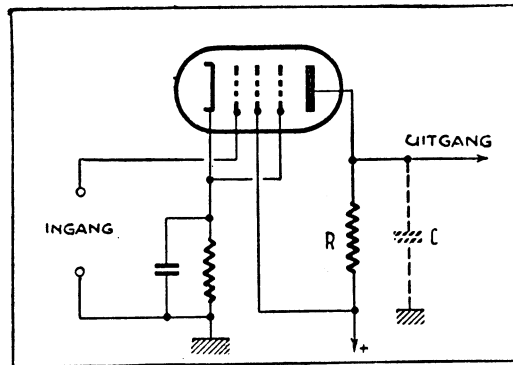
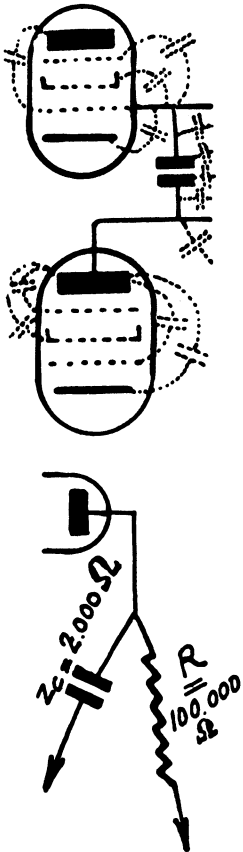


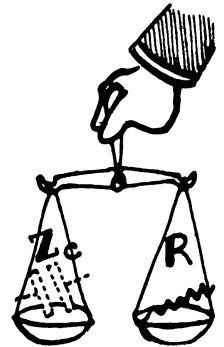
Fig. 5. Principeschema van een versterkertrap met weerstandskoppeling.

Vr.: Jammer genoeg zullen we wel weer iets moeten opofferen. Het zal wel nodig zijn de waarde van de anodeweerstand R zeer sterk te verlagen, waardoor deze voor hoge frequenties vergelijkbaar wordt met de impedantie van de condensator C. Het is duidelijk dat, wanneer de weerstand R in de grootte-orde van 2000 ohm is, slechts een kleine versterking overblijft. Ook zal met een dergelijke lage weerstand een grote anodestroom moeten vloeien, om de noodzakelijke spanning aan de weerstand te kunnen verkrijgen. Dat wil zeggen, dat de buis watts moet leveren.

W.: Dat alles is juist, en evenals in het geval van de H.F.- en M.F.-versterking, hebben wij ook hier weer het grootste belang er bij, dat een penthode wordt gebruikt met een zo groot mogelijke steilheid; dikwijls wordt hier een eindbuis voor gekozen, want hiervoor is de versterking praktisch gelijk aan het produkt van de steilheid en de anodeweerstand.

Vr.: Alles bij elkaar is de televisie gegrondvest op een grote verspilling in alle trappen. Men neemt de allerfijnste buizen en men gebruikt slechts een klein gedeelte van hun mogelijkheden als versterker, dan weer worden de afgestemde kringen gedempt, waardoor hun impedantie wordt verlaagd, dan weer worden de belastingsweerstand in de anode verkleind. Wat een beroerde geschiedenis! . . .

W.: Beklaag je maar niet, Vraagal, want ondanks alles werken de televisieontvangers uitstekend en speciaal in het geval van de V.F.-versterker is de kleine versterking die wordt bereikt, in het algemeen voldoende.



HET AANBRENGEN VAN EEN CORRECTIE OM EEN KROMME RECHT TE TREKKEN

Vr.: Evenals altijd heb ik de neiging om een parallel te trekken met de gewone radio. Zo vraag ik me af of er niet een middel bestaat om de weergavekromme van de V.F.-versterker te corrigeren door de hogere frequenties op te halen.

W.: Je hebt gelijk, dat je je dit afvraagt, inderdaad wordt een dergelijke correctie veelvuldig toegepast. Men gebruikt voor dat doel spoeltjes met een kleine zelf-inductie, die men parallel of in serie met de parasitaire capaciteit plaatst; ook wel

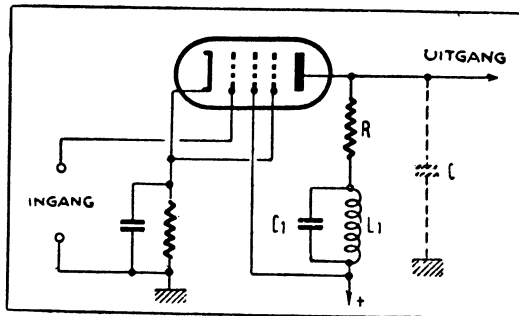
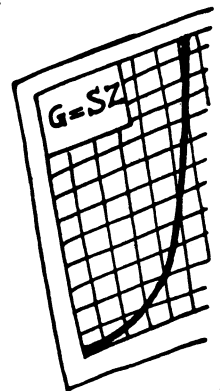
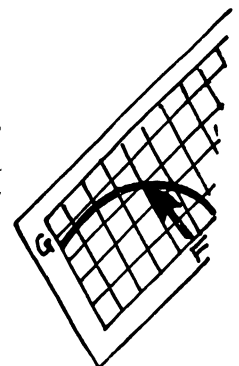


Fig. 6. Correctiemethode voor de doorlaatkromme, door middel van een spoel L_1 die parallel aan de parasitaire capaciteit wordt geschakeld.

worden beide methoden tegelijk toegepast. In het geval van de „parallelcompensatie” wordt de spoel L_1 in serie met de anodeweerstand R geplaatst; de spoel L_1 wordt dan afgestemd door C_1 . Door de waarde van L_1 geschikt te kiezen, kan de weergavekromme voor de hoge frequenties aanmerkelijk verbeterd worden. De spoel L_1 wordt wel eens een „ophaalspoel” genoemd.

Vr.: Ik veronderstel dat de kring L_1-C_1 is afgestemd op de hogere frequenties die opgehaald moeten worden, de impedantie neemt dan belangrijk toe voor de hogere



frequenties en wordt opgeteld bij de anodeweerstand R, waardoor de kring meehelpt om de versterking van de trap te vergroten.

W.: Inderdaad gebeurt het op deze manier. En zelfs gebeurt er nog meer, want de aanwezigheid van de compensatiespoel L_1 , die in zekere zin de invloed van de parasitaire capaciteit C neutraliseert, maakt het mogelijk de waarde van de weer-

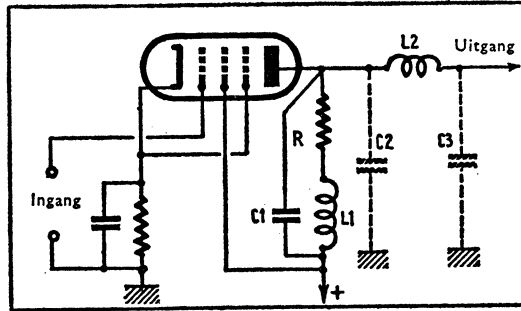
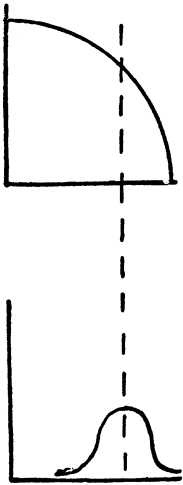


Fig. 7. Compensatie door een spoel L_2 in serie te schakelen.

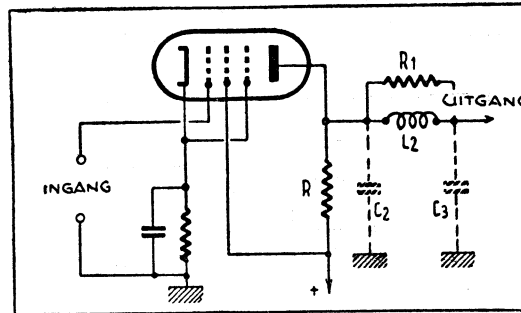
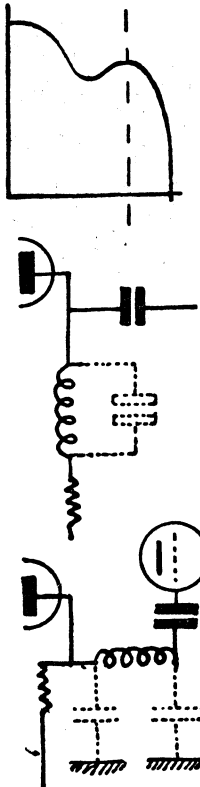


Fig. 8. Gemengde serie-parallelcompensatie met de spoelen L_1 en L_2 .

stand R hoger te kiezen en op deze wijze de versterking voor het hele frequentiegebied te verbeteren.

Vr.: Samengevat krijgt onze kromme dus een betere vorm en wordt nog in z'n geheel omhoog gehaald ook.

W.: Zeer juist. Hetzelfde resultaat, of zelfs beter, wordt verkregen door het „serie-compensatieschema”, waarbij de spoel L_2 wordt opgenomen in de uitgaande verbinding, zodat de parasitaire capaciteit C als het ware in twee stukken (C_2 en C_3) wordt verdeeld. In bepaalde gevallen kan over L_2 nog een weerstand R_1 worden aangebracht van dezelfde grootte-orde als R.

Vr.: Dat lijkt veel op een „doorlaatfilter”.

W.: Het is er inderdaad een, maar daar onze schakeling frequenties doorlaat van zeer

hoge waarden, is zij zeer kritisch. Voor een goede werking is het nodig dat er tussen C_2 en C_3 een zekere verhouding bestaat. En met deze rare parasitaire capaciteiten is men nooit ergens zeker van . . .

Vr.: Heeft u daareven niet gezegd dat men ook een schema kon toepassen, waarbij deze beide methoden samen worden gebruikt?

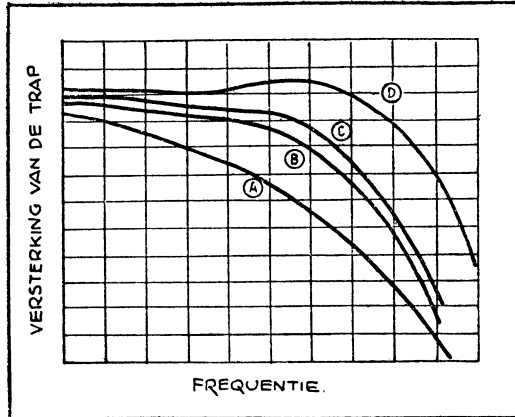
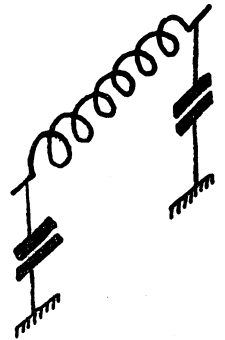


Fig. 9. Weergavekromme: A zonder correctie (schema van fig. 5); B met parallelcorrectie (fig. 6); C met serierecorrectie (fig. 7); D met gemengde correctie (fig. 8).

W.: Zeker, en dit wordt vrij veel toegepast; deze „serie-parallelcompensatie” is zeer effectief. Zij geeft een prachtige doorlaatkromme en bovendien nog een betere versterking, daar de waarde van R hoger kan worden gekozen. Het is echter nodig dat alle onderdelen zeer zorgvuldig worden berekend en uitgevoerd. Overigens is het in verband met de fasedraaiing die door de ophaalspoelen wordt veroorzaakt, ongewenst het alleruiterste uit deze compensatieschakeling te halen.

Vr.: Gebruikt men hetzelfde schema ook voor een tweetraps-V.F.-versterker?

W.: Goed begrepen. Maar vind je niet dat het al erg laat is geworden? . . .

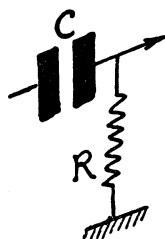
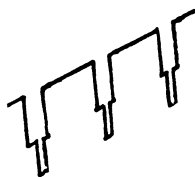
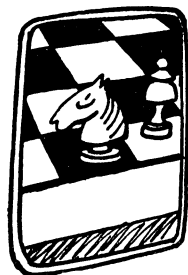


ACHTER DE CONDENSATOREN
(DE GELIJKSTROOMHERSTELLER)

Vandaag bestuderen onze vrienden een probleem dat er eenvoudig uitziet, maar dat in werkelijkheid moeilijk is: het herstellen van het gelijkstroomdeel van het signaal, de zg. nulcomponent.

Het is duidelijk dat na het passeren van een videofrequentiesignaal door een koppelcondensator, deze nulcomponent verdwenen is. De meest voor de hand liggende remedie is dan ook het gebruik van koppelcondensatoren te vermijden en de zg. „directe koppeling” toe te passen. Voor meer dan één versterkertrap stuit de toepassing van de directe koppeling echter op grote bezwaren. Bij een tweetrapsversterker blijkt het voedingssysteem reeds zeer gecompliceerd te worden. Men is daarom genoodzaakt kunstschakelingen te gebruiken, welke ten doel hebben het verloren gelijkstroomdeel weer te herstellen. Dat is overigens met zeer eenvoudige middelen te bereiken...

HET HEEN EN WEER SCHOMMELEN VAN DE ELEKTRONEN



Vr.: Toen wij de laatste keer de videofrequentieversterking hebben bestudeerd, heeft u lange tijd stilgestaan bij het probleem van de hoge frequenties. Treden er aan de andere kant van het frequentiegebied ook moeilijkheden op?

W.: Wat wil je daarmee zeggen?

Vr.: Ik vraag me af, of in bepaalde gevallen het videosignaal niet tot een gelijkspanning wordt teruggebracht; bv. wanneer het beeld een brede horizontale band bevat van een gelijkmatige helderheid. Wordt een gelijkspanning doorgegeven door de koppelcondensatoren tussen de trappen?...

W.: Deze moeilijkheid zou inderdaad bestaan, indien er geen synchronisatie-impulsen waren die aan het eind van iedere lijn de waarde van de spanning snel doen veranderen en zo het videosignaal beletten een constante spanning te hebben, zelfs in het door jou genoemde geval. Men moet zeker koppelcondensatoren van een voldoende grote capaciteit gebruiken om de componenten met een zo langzame frequentie door te geven. Maar zoals je het zeer ter zake uitdrukt, is een condensator niet in staat een gelijkspanning door te geven en dat veroorzaakt bepaalde moeilijkheden van een beetje andere aard.

Vr.: Als u een beetje minder geheimzinnig zou zijn, zou ik er misschien iets van begrijpen en misschien in staat zijn er een oplossing voor te vinden.

W.: Welnu, denk er dan eens een poosje over na op welke wijze een wisselspanning in het klassieke schema wordt doorgegeven door de koppelcondensator C met roosterweerstand R.

Vr.: Dat hebben we al eens meer onderzocht en niets is eenvoudiger. Een wisselspanning wordt aangebracht op het linker bekleedsel van de condensator. Gedurende de positieve helft van de wisseling, wordt op het linker bekleedsel een tekort aan elektronen gevormd. Ten gevolge daarvan worden door de positieve

atomen (de tegenhangers van de elektronen), de negatieve elektronen op het rechter bekleedsel aangetrokken. Waar komen deze vandaan? Klaarblijkelijk van het chassis. Zij doorlopen dus de weerstand R van beneden naar boven, waardoor een spanningsval over de weerstand ontstaat die het boveinde positief maakt. Het resultaat ziet er uit alsof de positieve wisseling door de condensator heen is gevloeid.

W.: In ieder geval is er het verschil, dat als een gelijkspanning op deze wisselspanning is gesuperponeerd — en dat is het geval in een anodekring, die aan de hoogspanning is aangesloten — deze niet wordt doorgelaten door de condensator. Wat gebeurt er nu voor de negatieve wisseling?

Vr.: De elektronen vloeien toe naar het linker bekleedsel en ten gevolge daarvan drijven zij andere weg van het rechter bekleedsel, want niets werkt meer afstotend op een elektron dan een andere elektron... De op deze wijze weggedreven elektronen vinden hun weg naar het chassis gaande door de weerstand R en wel zodanig dat het boveinde nu negatief wordt. Het hele verschijnsel maakt de indruk alsof de condensator, evenals een geleider, de wisselspanning doorlaat.

W.: Dat alles is juist. En je merkt misschien op, dat de elektronen symmetrisch heen en weer schommelen, zoals kinderen op een schommel.

SYMMETRIE EN EVENWICHT

Vr.: Dat weet ik al lang. Waarom legt u me opnieuw al deze dingen uit?

W.: Omdat bij het videosignaal de zaak er iets anders voorstaat.

Vr.: Waarom?

W.: Omdat, in tegenstelling met een gemoduleerd H.F.-signaal, dat bij geluidsoverdracht volkomen symmetrisch is ten opzichte van de nullijn, de V.F.-signalen niet

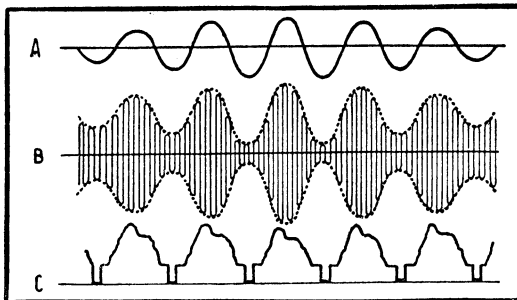
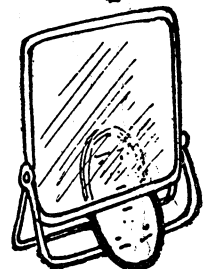
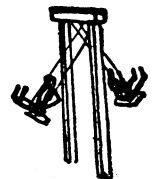
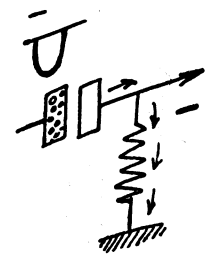
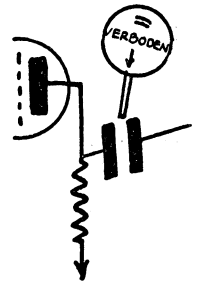
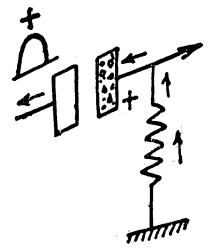
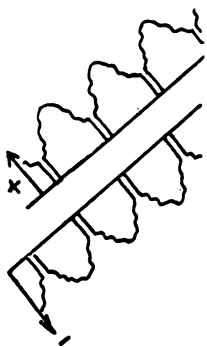


Fig. 1. De laagfrequentspanning (bij A) en de gemoduleerde hoogfrequentspanning (bij B) zijn symmetrisch. Het videosignaal dat bij C is getekend is niet symmetrisch.

symmetrisch zijn; dat wil zeggen dat zij geen positieve en negatieve wisselingen bevatten die op elkaar lijken, zoals het teruggekaatste beeld in een spiegel lijkt op het oorspronkelijke beeld.

Vr.: Inderdaad is, afhankelijk van de polariteit van de detectie, het videosignaal bij





de uitgang van de detector óf geheel positief óf geheel negatief. Alleen de bodems van de synchronisatie-impulsen raken het nulpotentiaal. Er kan geen symmetrisch midden worden gevonden voor signalen van deze vorm.

W.: Probeer nu eens te onderzoeken op welke wijze een dergelijk signaal, van de detector naar de V.F.-versterker, door de CR-koppeling wordt doorgegeven.

Vr.: Welke polariteit zullen we aannemen voor de detectie?

W.: Laten we het geval aannemen van de meest gebruikte televisieontvanger met een enkele V.F.-trap, terwijl het videosignaal wordt toegevoerd aan de wehnelt. De detectie is dan in ons geval . . .

Vr.: . . . negatief. We hebben dan voortdurend een overschot aan elektronen op het linker bekleedsel van de condensator, met uitzondering van de korte momenten van de synchronisatie-impulsen. Ten gevolge hiervan zal op het rechter bekleedsel een meer of minder groot aantal elektronen worden weggedrukt.

W.: Zeer juist. Wanneer het gedetecteerde negatieve signaal een maximum bereikt (wit in het beeld), wordt het grootste aantal elektronen van het rechter bekleedsel weggedrukt om af te vloeien naar het chassis via de weerstand. Op dat ogenblik zal deze stroom de bovenzijde van de weerstand negatief maken.

Vr.: Ik zie waar u naar toe wilt. Wanneer we minder negatieve spanningen hebben, zoals bij het zwartniveau of zelfs de nulwaarde van de synchronisatie-impulsen, zal een aantal weggedrukte elektronen terugkeren op het rechter bekleedsel. De stroom, die er aan wordt toegevoerd vanaf het chassis, vloeit dus in andere richting en maakt de bovenzijde van de weerstand positief.

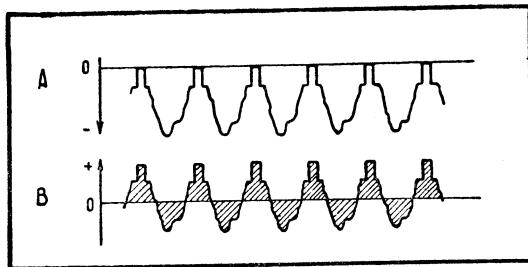
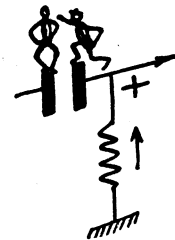
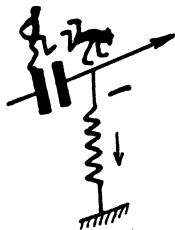
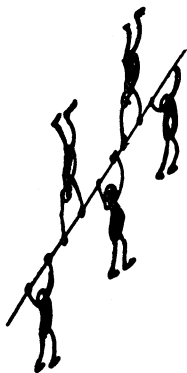


Fig. 2. Het negatief gerichte videosignaal bij de uitgang van de detector ziet er uit als aangegeven bij A. Na gepasseerd te zijn door een koppelcondensator, krijgt het de vorm die bij B is aangegeven. Bij deze laatste kromme hebben de gearceerde gedeelten boven en beneden de nullijn een even groot oppervlak.

W.: Je ziet dus dat we achter de condensator een spanning vinden van dezelfde vorm als de gedetecteerde spanning, echter is deze niet meer helemaal negatief (of helemaal positief bij de andere polariteit van de detectie). Wij vinden op het rooster van de V.F.-versterkerbuis een spanning die wel niet symmetrisch is, maar toch positieve en negatieve wisselingen vertoont, die gelijk verdeeld zijn ten opzichte van de nulpotentiaal van het chassis.

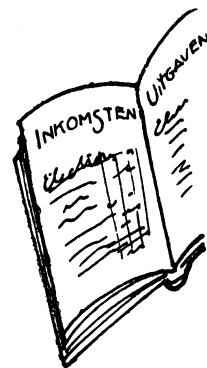
Vr.: Wat noemt u „gelijk verdeeld”?



W.: Daaronder wordt een zodanige evenwichtstoestand verstaan, dat de totale hoeveelheid elektronen die van het rechter bekleedsel wordt weggedrukt (negatieve wisseling), gelijk is aan de terugvloeiende hoeveelheid (positieve wisseling); want ik zoek als een goede boekhouder de uitgaven en inkomsten met elkaar in evenwicht te brengen. Als je er een beetje over nadenkt, zul je inzien, zonder daarbij de hogere wiskunde nodig te hebben, dat de hoeveelheid elektronen evenredig is met de oppervlakte van de kromme, zowel aan de bovenzijde als aan de onderzijde van de nullijn.

Vr.: Om nu uit te vinden op welke plaats de nullijn ligt, behoef ik niets anders te doen dan de kromme zodanig te verdelen, dat zij in evenwicht blijft als ze op het lemmet van een mes wordt gelegd.

W.: Dit is tenminste een middel om uit te maken of de as op de juiste plaats is getrokken... Je ziet dus dat ons gedetecteerd signaal, nadat het door de koppelcondensator is gevloeid, een wisselstroom is geworden; je hebt het ontdaan van zijn polariteit en je hebt bovendien de synchronisatie-impulsen van hun constant niveau van nul volt beroofd en dat is uiterst belangrijk. Wij drukken dit ook wel eens uit door te zeggen dat het signaal is beroofd van zijn *nulcomponent* of *gelijkstroomcomponent*.



NIEUWE TEKORTKOMINGEN VAN DE CAPACITEIT

Vr.: Is dat zo erg?

W.: Catastrofaal! Want afhankelijk van de vorm van het signaal (wat weer afhankelijk is van het overgebrachte beeld), wandelen onze synchronisatietoppen omhoog of omlaag. Het is niet meer mogelijk een juiste synchronisatie te verzekeren. Verder lopen we nog de kans dat de gemiddelde helderheid van het beeld niet constant blijft.

Vr.: Waarom eigenlijk?

W.: Om je de omvang van de ramp beter te doen begrijpen, zal ik een concreet en eenvoudig voorbeeld geven. Neem eens aan dat het beeld bestaat uit een gelijkbenige driehoek van gelijkmatig witte kleur, op een zwarte ondergrond. Probeer nu eens de vorm van het gedetecteerde videosignaal op te tekenen (nog altijd met negatieve polariteit), en doe dat voor drie afgetaste lijnen; één bijna bovenaan, de andere in het midden en de derde onderaan.

Vr.: Niet moeilijk. Voor de eerste lijn krijgen we eerst de synchronisatie-impulsen tot 30 % van de maximumamplitude, dan een zwarte stoep op 30 %, met uitzondering van een kort moment dat op 100 % ligt en correspondeert met de top van de blanke driehoek. Voor de lijn in het midden is de zwarte stoep smaller geworden, terwijl een groter deel wordt ingenomen door het witte gedeelte. Bij de derde lijn neemt het witte deel bijna het geheel van de derde lijn in.

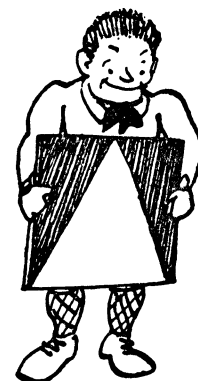
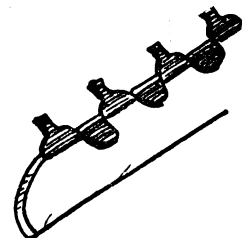
W.: Uitstekend. Kun je nu met een stippelijntje voor ieder van de drie lijnen de nul-as aangeven op de plaats waar deze zich zou bevinden nadat de signalen door de condensator heen zijn gegaan?

Vr.: Alsjeblieft. Ik geloof dat de oppervlakten mooi gelijk verdeeld zijn.

W.: Laten wij onze grafische uiteenzetting voortzetten. Wil je nu de signalen nog eens optekenen, zodat ze alle zijn getekend op dezelfde nullijn, na hun gang door de koppelcondensator?

Vr.: Dat is gemakkelijk. Hier zijn ze alle drie.

W.: Je ziet zonder moeite dat de synchronisatie-impulsen een verschillende potentiaal



hebben, wat een juist functioneren van de synchronisatie-inrichting zou beletten. Maar dat is nog niet alles, als je een dergelijk signaal op de wehnel van de kathode-

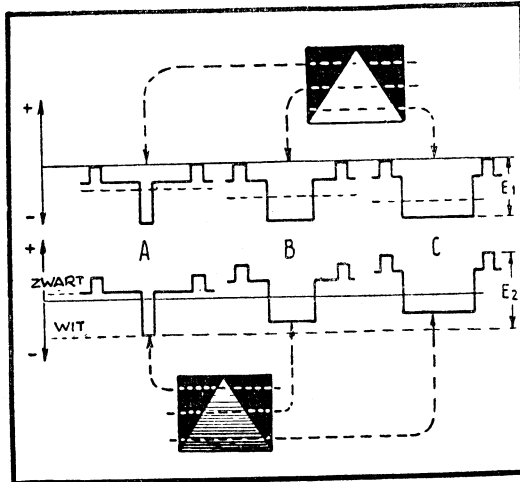
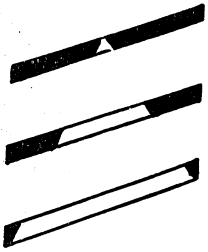
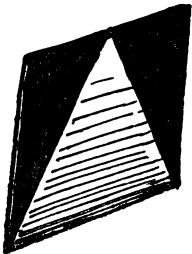


Fig. 3. De drie afgetaste lijnen van het beeld dat boven in de figuur is aangegeven, worden bij de uitgang van de detector voorgesteld door spanningen A, B en C. Na gepasseerd te zijn door de koppelcondensator, komen de spanningen te liggen zoals in de onderste figuur is aangegeven. Als men niet de nodige voorzorgsmaatregelen neemt, ziet men op het scherm van de ontvanger het beeld dat onderaan in de figuur is vastgelegd.



straalbuis zet en deze zo instelt, dat voor de eerste lijn de juiste gradatie tussen wit en zwart is verkregen, dan worden deze tinten niet behouden voor de volgende lijnen; wat wit zou moeten zijn in de middelste lijn wordt grijs, en het wit van de laatste lijn zal nog donkerder grijs worden. Alles bij elkaar wordt onze driehoek, die gelijktijdig wit zou moeten zijn, naar beneden toe steeds donkerder.

WEG MET DE CONDENSATOREN

Vr.: Ik ben er helemaal van uit het veld geslagen. In het ene geval gaat het over parasitaire capaciteiten, in het andere geval over echte condensatoren, terwijl beide bij de televisie de meest ongelukkigste verschijnselen doen ontstaan. En als we de koppelcondensatoren eenvoudig weglaten?

W.: Wat je daar zo voor de vuist weg beweert, wordt bij de zg. „directe koppeling” inderdaad uitgevoerd. Er is inderdaad niets op tegen deze condensator eenvoudig weg te laten tussen de detector en het rooster van de eerste V.F.-versterkerbuis. Dit schema wordt overigens alleen gebruikt wanneer maar één V.F.-trap wordt



toegepast. Meer kritisch is de directe koppeling tussen de anode van de versterkerbuis en de wehnelt. Wanneer de condensator wordt weggelaten wordt de wehnelt op dezelfde hoge potentiaal gebracht als de anode van de V.F.-buis.

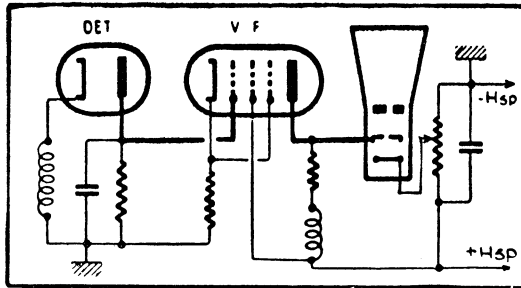
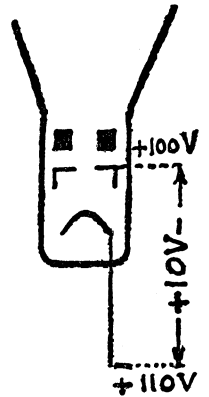
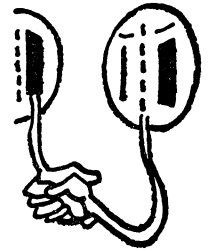


Fig. 4. Het eenvoudigste middel om de nulcomponent niet te verliezen is de directe koppeling tussen de versterkertrappen die achter de detector volgen.



Vr.: Dat is niet mogelijk! Heeft u me niet gezegd dat de wehnelt een negatieve spanning moet hebben ten opzichte van de kathode, net zoals het rooster van een eenvoudige triode?

W.: Dat is inderdaad zo. Het wordt bij dit schema opgelost door de kathode van de kathodestraalbuis op een vaste positieve spanning te brengen ten opzichte van de wehnelt. Op deze wijze bevindt deze zich op een negatieve spanning ten opzichte van de kathode.

Vr.: Ziezo, de koppelcondensatoren zijn er uit! Ik dacht niet dat de oplossing zo eenvoudig zou zijn.

W.: Kraai niet te vroeg victorie. In werkelijkheid is een en ander niet zo eenvoudig. Zoals ik je al zei is dit schema behept met zekere tekortkomingen. De levensduur van de kathodestraalbuis loopt kennelijk bepaalde risico's.

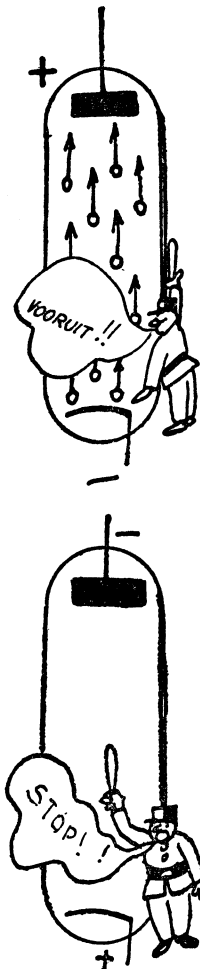
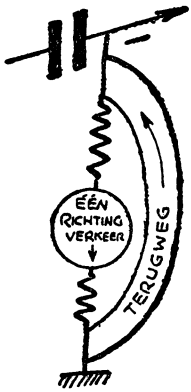
Vr.: Mijn hemel, waarom toch?

W.: Neem eens aan dat de een of andere reden — bv. het stukgaan van de gloeidraad — de V.F.-buis ophoudt te functioneren. Ogenblikkelijk neemt dan de anodespanning belangrijk toe, omdat er geen anodestroom meer vloeit, en er dus ook geen spanningval meer is over de anodeweerstand.

Vr.: Ik zie het drama zich al afspelen. De spanning op de anode en ook op de wehnelt, wordt gelijk aan de hoogspanning. In plaats van negatief te zijn, wordt de wehnelt positief ten opzichte van de kathode van de kathodestraalbuis. De kathode wordt spoedig beroofd van alle elektronen en de buis zonder emissie is alleen nog maar goed voor de vuilnisbak... In ieder geval fijn voor de buizenfabrikant!... Wat moeten we nu beginnen?

W.: Er bestaan meer gecompliceerde schema's voor directe koppeling, waarbij dit risico benevens enkele andere fouten worden vermeden. Ook zijn er andere middelen buiten de directe koppeling, om de gelijkspanningen in het V.F.-signaal na het doorlopen van de koppelcondensator weer te herstellen.

EEN EENVOUDIGE HERSTELLER VAN DE NULCOMPONENT



Vr.: Ik zou deze midelen graag leren kennen, vooral als ze eenvoudiger zijn dan de verbeterde schakelingen met directe koppeling.

W.: Je hebt ogemerkt dat alle ellende voortkomt uit het feit, dat de elektronen achter de condensator in beide richtingen door de weerstand R lopen. Het is de spannings-

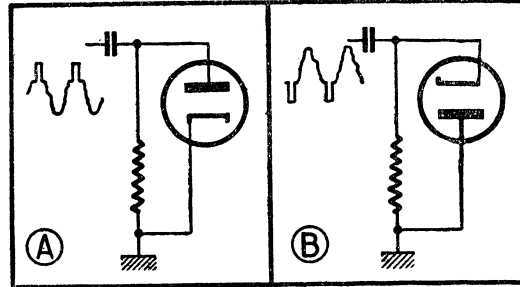


Fig. 5. Aansluiting van de hersteldiode voor negatief gepolariseerde signalen (bij A) en positieve (bij B).

val over deze weerstand, veroorzaakt door de elektronenstroom, die achtereenvolgens deze positieve en negatieve wisselingen doet ontstaan.

Vr.: Het is duidelijk, dat wanneer men de elektronen naar het rechter bekleedsel zou kunnen terugvoeren zonder deze door de weerstand te doen vloeien, er geen positieve wisselingen meer zouden overblijven. Maar ik zie geen middel om dit tot stand te brengen.

W.: Toch is het heel goed mogelijk en zeer eenvoudig. Het is voldoende om parallel aan de weerstand R een diode aan te brengen, waarvan de kathode aan het chassis ligt.

Vr.: Daaraan had ik niet gedacht! Ik begrijp dat onder deze voorwaarde de elektronen, die van het rechter bekleedsel worden weggedreven, alleen maar naar het chassis kunnen vloeien via de weerstand, want de diode verspert hun de weg. Zij doen dus de verlangde negatieve spanning ontstaan. De elektronen echter die terugkeren naar het bekleedsel zullen, in plaats van door de weerstand R te gaan, de veel gemakkelijker weg kiezen die wordt geboden door de ruimte tussen kathode en anode van de diode. Over de zeer lage weerstand van de diode zal slechts een onbetekenend kleine positieve spanning ontstaan.

W.: In werkelijkheid zijn de verschijnselen, die zich in deze eenvoudige schakeling afspelen, verre van eenvoudig. De elektronen waarmee de condensator C is geladen, vloeien niet ogenblikkelijk door de weerstand R af. De rol van de diode is alleen maar om aan het rechter bekleedsel van de condensator een voldoende hoeveelheid elektronen toe te voeren, zodat het gehele V.F.-signaal zich in het gebied van de negatieve spanningen bevindt; alleen de synchronisatietoppen bereiken de nul-potentiaal. Dank zij de werking van de diode zal het rechter bekleedsel van de condensator, in plaats van als gemiddelde spanning de chassis-potentiaal te hebben, de potentiaal van nul volt als maximumpotentiaal aannemen.

Vr.: Passeren er elektronen door de diode voor iedere afgetaste lijn?

W.: Dat is niet noodzakelijk. Wanneer de spanningen van de opeenvolgende lijnen min of meer dezelfde vorm hebben — of juister gezegd eenzelfde hoeveelheid elektronen in beweging zetten — zal de diode geen werking meer uitoefenen, als de condensator eenmaal naar behoefte is opgeladen. Indien echter grotere hoeveelheden elektronen in het spel worden gebracht, zal de diode er meer doorlaten, totdat

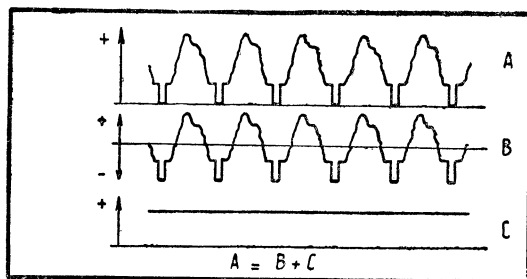
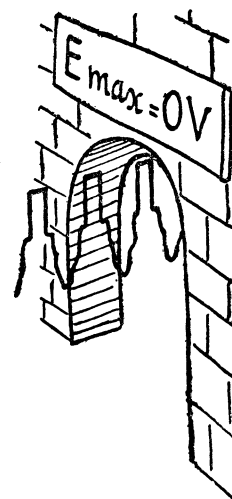


Fig. 6. Een positief gepolariseerd videosignaal, als voorgesteld bij A, kan worden beschouwd als de som van een gelijkverdeeld signaal B en een nulcomponent C.



de spanning is aangevuld. Omgekeerd zal bij het kleiner worden van de lading het surplus aan elektronen afvloeien over de weerstand R. Op deze wijze zal de hersteldiode . . .

Vr.: Wordt deze zo genoemd?

W.: Ik heb inderdaad verzuimd jullie aan elkaar voor te stellen. Mag ik dan de eer hebben je voor te stellen aan de diode voor het herstellen van de nulcomponent. Zo wordt deze nl. officieel genoemd. In de wandeling spreekt men ook dikwijls over de diode voor het herstellen van de gelijkstroomcomponent.

Vr.: En wat is eigenlijk deze gelijkstroomcomponent of nulcomponent, waarover u spreekt?

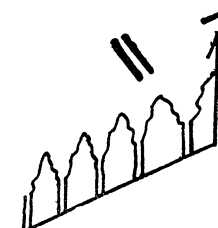
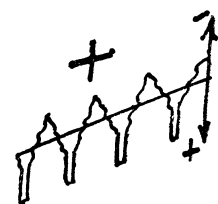
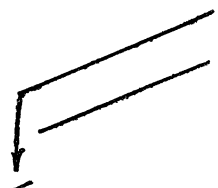
W.: Dat is een soort geestesvoorstelling. De spanning, die slechts een enkele polariteit bezit (dat wil zeggen geheel positief of geheel negatief) zoals men deze direct achter de detector vindt, kan worden beschouwd als de som van twee spanningen: de eerste is een wisselspanning van dezelfde vorm als die men vindt na de koppelcondensator, de tweede is een gelijkspanning van de gewenste polariteit en van een zodanige grootte, dat het wisselende signaal geheel verloopt in het gebied van de positieve (of negatieve) spanningen.

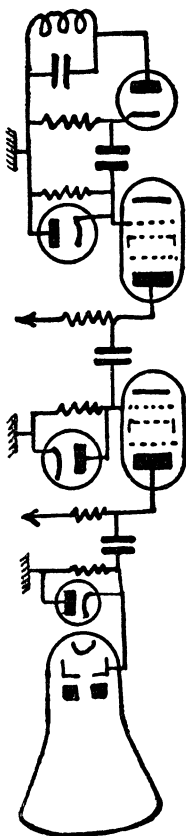
Vr.: Ik veronderstel overigens, dat deze gelijkspanning overeenkomst met die welke ik gestippeld heb getekend in mijn grafiek om de V.F.-signaalkromme te verdelen in twee gelijke oppervlakten.

W.: Je hebt weer eens gelijk, Vraagal.

Vr.: U heeft nu het geval van de negatieve polariteit onder de loep genomen. Hoe wordt de schakeling in het tegenovergestelde geval?

W.: Niets is eenvoudiger, want indien de spanningen een positieve polariteit hebben, moet je de diode andersom aansluiten, dat wil zeggen, dat de anode aan het chassis





en de kathode aan de bovenzijde van de weerstand moet worden aangesloten. Voor dit geval kun je dezelfde redenering volgen en je zult constateren, dat deze inrichting net zo goed werkt... en bovendien zul je een goede hersengymnastiek hebben gehad.

EEN DIODE HIER EN EEN DIODE DAAR...

Vr.: Op welk punt van de hele V.F.-keten moet men de nulcomponent herstellen? Wat mij betreft geloof ik, dat het voldoende is dit te doen bij de uitgang van de laatste versterkertrap, want die is verbonden met de wehnelt of met de kathode van de kathodestraalbuis.

W.: Daar zou men zich tevreden mee kunnen stellen, onder voorwaarde wel te verstaan dat synchronisatiespanningen van dat punt worden afgenomen, wat in de regel het geval is. Men kan echter ook verschillende hersteldioden gebruiken: de één na de detector, de andere na de eerste V.F.-trap en als er twee V.F.-trappen worden toegepast, wordt nog een derde diode aangebracht achter de tweede trap.

Vr.: Is het beslist nodig een dergelijke overvloed van deze kleine buisjes voor te schrijven? U is zeker aandeelhouder in een diodenfabriek.

W.: Mijn raadgevingen zijn geheel van eigenbelang ontbloot. Keer liever terug naar het voorbeeld, dat we daareven hebben onderzocht. Zie je niet dat zonder diode het gebied van de spanning E_2 belangrijk groter is dan dat wat met E_1 is aangegeven, terwijl de grootte van deze signalen gelijk is? In het tweede geval beginnen deze, dank zij de werking van de diode, netjes vanaf dezelfde lijn.

Vr.: En waarom is het nodig dit uitspreiden van het signaal over de hele rooster-ruimte te vermijden?

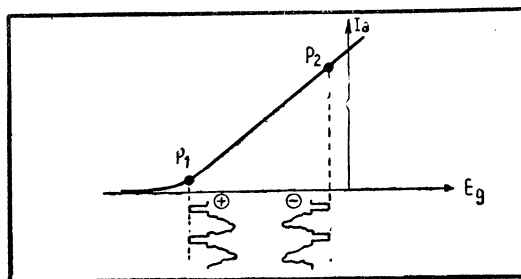
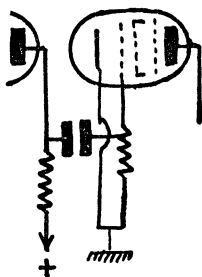


Fig. 7. De negatieve roosterspanning van een V.F.-trap moet zo worden ingesteld, dat het werkpunt aan het unipolaire signaal de gelegenheid geeft zich uit te strekken over het gehele rechte deel van de karakteristiek. Hierboven wordt dit aangegeven voor signalen met positieve of negatieve polarisatie (werkpunt in P_1 , resp. P_2).

W.: Omdat de V.F.-versterker dan onder minder fraaie omstandigheden werkt. Het is niet gewenst aan de versterker signalen toe te voeren, die zich uitstrekken over een breed gebied van de roosterspanning. Intussen kunnen wij deze overvloed van dioden vermijden, indien het om kleine signalen gaat.

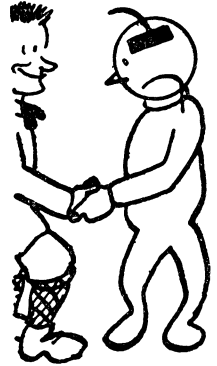
Vr.: Ik vraag me intussen af, wat voor negatieve roosterspanning de V.F.-buizen moeten hebben, wanneer niet-symmetrische signalen moeten worden versterkt.

W.: Je hebt volkomen gelijk, wanneer je deze vraag stelt. Het is inderdaad in dat geval van weinig nut het werkpunt in het midden van het rechte deel van de karakteristiek in te stellen (welk werkpunt zich bevindt in het negatieve gedeelte van de roosterspanning). Men begint voor signalen met een negatieve polariteit óf bij nul volt, óf bij één volt negatief. Wanneer het over signalen met positieve polariteit gaat, wordt het werkpunt op het meest negatieve deel van de rechte karakteristiek gelegd. In beide gevallen zal, dank zij het vastleggen van het werkpunt, het signaal beschikken over de maximale ruimte op het rechte gedeelte van de karakteristiek.

Vr.: Samengevat: als wij een concreet geval nemen van een ontvanger met één V.F.-trap waarbij de modulatiespanning aan de wehnelt wordt toegevoerd, moeten wij een negatief gepolariseerde detector toepassen. Eén hersteldiode, aangebracht over de lekweerstand van de wehnelt, is dan voldoende.

W.: Daarbij moet ik nog opmerken, dat voor negatief gerichte V.F.-signalen, de rooster-kathoderuimte van een buis de diode kan vervangen. Toen we vroeger de werking van de roosterdetectie hebben onderzocht, hebben we geconstateerd dat het rooster in deze schakeling, wanneer het niet negatief is, dezelfde rol vervult als de anode in een diode. In het geval dat een negatief signaal wordt toegepast, is het rooster zo geschakeld dat het de hersteldiode vervangt.

Vr.: En nu heb ik u daareven nog beschuldigd reclame te maken voor een groot diodeverbruik! . . .



visieontvanger hebben getekend, hier wel om gedacht door voor dit doel een „scheider”* te reserveren.

W.: Deze wordt officieel „synchronisatiesignalscheider” genoemd. Ik hoop overigens, dat het je zonder veel moeite zal lukken een systeem te verzinnen, waarmee het mogelijk is deze scheiding, of separatie, te bewerkstelligen.

Vr.: Ik veronderstel dat het wel de een of andere elektronische omschakelaar zal zijn, die op het geschikte moment de signalen naar de overeenkomstige tijdbases dirigeert. Zo wordt bv. aan het eind van iedere lijn de spanning toegevoerd aan de lijntijdbasis en . . .

W.: Nee, Vraagal, je omschakelaar zou overigens te moeilijk zijn om verwezenlijkt te worden, want om correct te kunnen functioneren zou deze zelf ook weer gesynchroniseerd moeten zijn. Je hebt je dus, met je project, opgesloten in een vicieuze cirkel. Zie je geen andere mogelijkheid de signalen voor het beeld en voor de impulsen te scheiden, die is gebaseerd op het fundamentele verschil, dat er bestaat tussen deze beide soorten signalen?

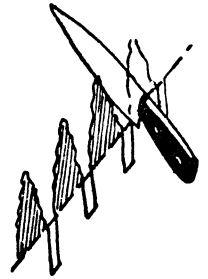
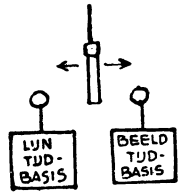
Vr.: Dit verschil zit klaarblijkelijk in hun amplituden . . .

W.: Eindelijk is het grote woord gevallen. Nu ben je op de goede weg. Ga zo voort.

Vr.: De synchronisatie-impulsen zitten tussen 0 en 30 % van de maximale amplitude van het videosignaal. Alles wat daar boven ligt, dat wil zeggen wat ligt tussen 30 en 100 %, stelt het hele bereik van helderheidsverschillen voor, liggende tussen zwart en wit. Ten gevolge hiervan behoeft men slechts alle spanningen af te snijden die deze 30 % overschrijden, om alleen de synchronisatie-impulsen over te houden.

W.: Goed geredeneerd, Vraagal! Men moet met een soort mes van het videosignaal alles afsnijden wat de 30 % overschrijdt, die gereserveerd zijn voor de impulsen. Men noemt deze onderdrukking van het bovenste deel van een spanning ook wel amplitudebegrenzing.

Vr.: En hoe brengt men deze manier van amplitudebegrenzing tot stand?



AMPLITUDEBEGRENZERS

W.: Door deze signalen toe te voeren aan een buis, die normaal functioneert tot een bepaald niveau, maar die weigert deze grens te overschreiden.

Vr.: Dat is net als mijn oom Dirk die, toen ik nog een jongen was, uitstekend kon verdragen dat ik op de trompet blies, maar die rood van kwaadheid werd, toen ik op een goede dag probeerde mijn talenten te ontwikkelen op een trommel . . . Maar welk soort buis geeft dan te kennen dat hij het verder vertikt?

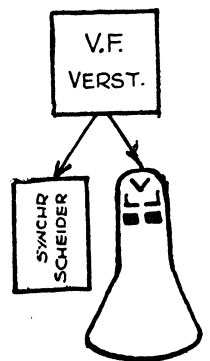
W.: Gewoonlijk bedient men zich van penthoden. Overigens is een overvloed van roosters niet eens nodig en in bepaalde eenvoudige schakelingen doet een eenvoudige diode het even goed.

Vr.: En waar plaatst men deze scheidingstrap?

W.: Theoretisch zou men hem kunnen plaatsen vóór de detector, want al knippende zou het signaal terzelfdertijd gedetecteerd worden. De werking zou echter onzeker



* Deze „scheider” tussen het beeldsignaal en de synchronisatiesignalen, wordt ook wel „separator” genoemd. Het scheiden zelf draagt dan de naam „separatie”.



zijn; in werkelijkheid is het goed de scheider te voeden met signalen met zo groot mogelijke amplitude. Men plaatst hem dus aan het eind van de versterkerketen, dus aan de uitgang van de laatste V.F.-trap. Bij de slechts zelden voorkomende schakeling zonder V.F.-versterker, wordt de scheider gevoed door de detector.
 Vr.: Men kan dus aannemen dat het signaal voor de scheider net zo goed een positieve als een negatieve polariteit kan hebben, afhankelijk van het feit of het videosignaal wordt toegevoerd aan de wehnelt of aan de kathode van de kathodestraalbuis.

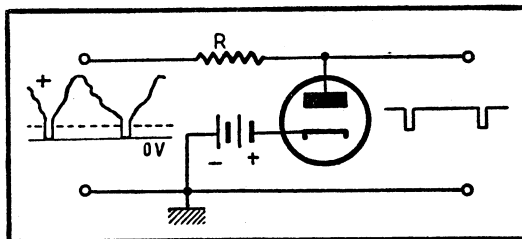
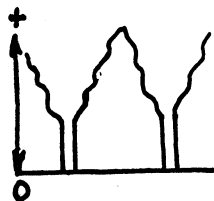


Fig. 1. Synchronisatiesignalscheider met parallellediode, voor positieve signalen.

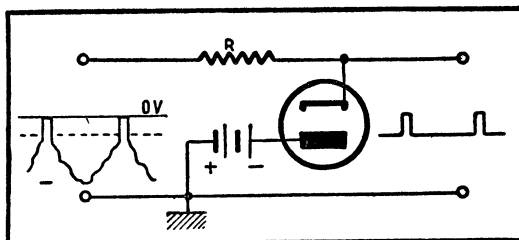
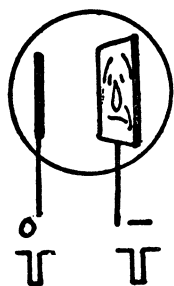
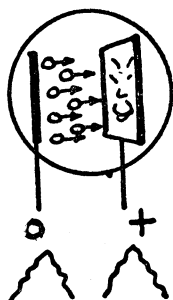


Fig. 2. Dezelfde schakeling als fig. 1, maar voor negatieve signalen.



W.: Wij moeten inderdaad beide gevallen bekijken.

Vr.: Laten we, als u daar niets op tegen hebt, aannemen dat het signaal een positieve polariteit heeft, dat wil zeggen dat de synchronisatie-impulsen beginnen op nul volt potentiaal en dat het overige deel van het signaal zich afspeelt in het gebied van de positieve spanningen. Hoe gaat u het signaal afknippen of beter gezegd begrenzen? Doet u dit met behulp van een diode?

W.: Er bestaan verschillende schakelingen die voor dit doel worden gebruikt. Bij de meest eenvoudige wordt het videosignaal gezet op een diode met voorspanning. Zo wordt in het geval van een positief videosignaal, de kathode van de diode op een kleine spanning gehouden ten opzichte van de anode.

Ten gevolge daarvan zal, wanneer men op de anode geen spanning brengt die groter is dan deze voorspanning, ook geen stroom vloeien. Wanneer echter de spanning

op de anode positief wordt ten opzichte van de kathode, zal er een stroom ontstaan. Een diode die op deze wijze geleidend wordt, staat bijna gelijk aan een kortsluiting, zodat spanningen, groter dan die waarbij de stroom ontstaat, vrijwel niet worden doorgegeven naar de uitgang.

Vr.: Ik meen te begrijpen dat de voorspanning zo wordt ingesteld dat deze een beetje kleiner is dan de amplitude van de synchronisatie-impulsen; ten gevolge hiervan oefent de diode geen enkele invloed uit op de impulsen en deze worden onvervormd

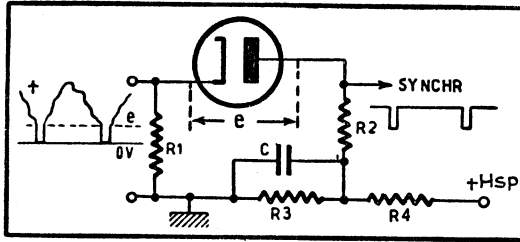


Fig. 3. Synchronisatiesignalscheider met seriediode, voor positieve signalen.

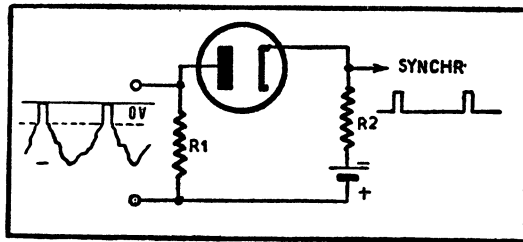
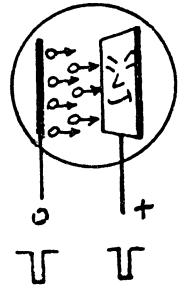
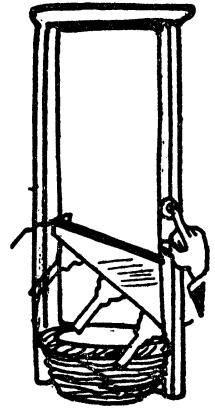


Fig. 4. Voor negatieve signalen is de scheider geschakeld als hierboven aangegeven.

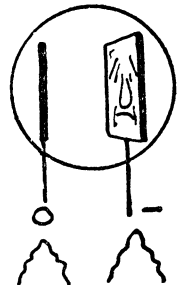


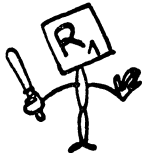
doorgegeven naar de uitgang; maar zo gauw als de spanning groter wordt dan de voorspanning, wat het geval is voor de beeldsignalen, functioneert de guillotine en alles vloeit door de diode zonder de uitgang te bereiken. Maar waarvoor dient de weerstand R?

W.: Om als belastingsweerstand te dienen voor de voorafgaande trap, gedurende de tijd dat de diode een kortsluiting vormt en om als serieweerstand met de diode-weerstand voldoende verzwakking van het beeldsignaal te geven.

Vr.: Daar zou ik niet aan gedacht hebben... Zoudt u me een schema kunnen op-tekenen, dat gebruikt wordt voor signalen met negatieve polariteit? Ik veronderstel, dat men dan de richting van de diode omkeert.

W.: Goed begrepen. En je ziet het, hier maakt men de anode negatief ten opzichte van de kathode. Hierdoor blijft voor de impulsen, de kathode steeds meer negatief dan de anode, de diode laat dan geen stroom door en oefent ook geen invloed uit op de impulsen, die natuurgetrouw worden doorgegeven naar de uitgang. Maar





de beeldsignalen maken de kathode meer negatief dan de anode, waardoor aan de uitgang (die wordt kortgesloten door de diode) van de beeldsignalen niets overblijft. Ziehier een beetje vereenvoudigd, de werking van de diodebegrenzer die parallel over het signaal wordt geschakeld.

Vr.: Dat doet me veronderstellen, dat er aan de andere kant ook een serieschakeling bestaat; hoe zit die in elkaar?

W.: De schakeling is zeer eenvoudig. Wij gebruiken een diode waarvan de anode een beetje positief is gemaakt door middel van een spanningsdeler bestaande uit de twee weerstanden R_3 en R_4 die zijn aangebracht tussen de negatieve en de positieve klemmen van de hoogspanning.

De condensator C , die voldoende capaciteit moet hebben, dient om de wisselstroomcomponenten door te laten.

Vr.: Maar er zal in onze diode een gelijkstroom lopen, want zijn anode is positief ten opzichte van de kathode.

W.: Dat is inderdaad zo, tenminste wanneer er geen signaal op de ingang van deze schakeling wordt gezet. Overigens moet je niet denken, dat deze stroom groot is. Inderdaad doet hij over de belastingsweerstand R_2 een spanningsval ontstaan, die zo groot is dat het potentiaalverschil e tussen anode en kathode betrekkelijk klein blijft. Men richt het overigens zo in, dat door een geschikte keuze van R_3 en R_4 , de spanning e een beetje kleiner is dan de spanning van de synchronisatie-impulsen.

Vr.: En wat doet hier R_1 ?

W.: Dat is de koppelweerstand van de voorafgaande trap, deze heb ik in ons schema aangegeven om aan te tonen, dat het circuit voor de diodestroom gesloten is.

Vr.: Ik kan zonder moeite aanvoelen, hoe deze schakeling werkt. Zolang als de spanningen van het videosignaal dat op de kathode wordt gebracht, beneden het potentiaalverschil e blijven, dat wil zeggen zolang als de synchronisatie-impulsen duren, blijft de anode positief ten opzichte van de kathode en de stroom vloeit door de diode. Deze stroom vloeit ook wanneer geen signaal aanwezig is. Maar buiten deze korte ogenblikken is de positieve spanning die op de kathode wordt gebracht groter dan e , ten gevolge waarvan de anode negatief wordt ten opzichte van de kathode. Vanaf dit moment is de diode geblokkeerd, dat wil zeggen dat deze geen stroom doorlaat.

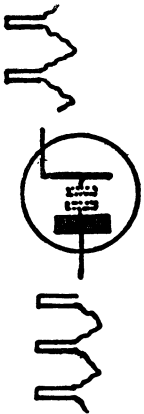
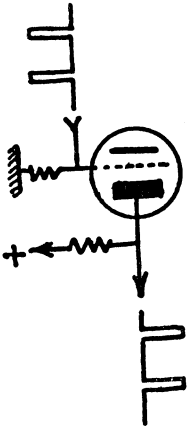
W.: Je redenering is goed. Je ziet dus dat in ons schema alleen maar stroom vloeit, zolang als de synchronisatie-impulsen duren. Ieder van deze doet over R_2 een spanningsval ontstaan, die een negatieve impuls levert.

Vr.: Komt dat wel goed uit? Ik herinner me, dat bepaalde tijdbasisschakelingen positieve synchronisatie-impulsen nodig hebben, terwijl andere weer bijzondere eisen stellen die samenhangen met het gekozen systeem.

W.: Men kan altijd, als dit noodzakelijk is, de fase van de impulsen omdraaien door middel van een buis die de fase 180° draait.

Vr.: En hoe moeten we nu te werk gaan bij signalen met negatieve polariteit?

W.: Het principe is weer hetzelfde. De aansluitingen van de diode moeten echter worden omgedraaid, terwijl op zijn kathode een kleine negatieve spanning wordt gebracht. Ook hier laat de diode stroom door, gedurende het optreden van de impulsen. De beeldsignalen echter maken de anode meer negatief dan de kathode, waardoor geen stroom kan vloeien. Iedere stroomimpuls levert over de belastingsweerstand een positieve spanningsimpuls.



DRIE ROOSTERS ERBIJ

Vr.: Als ik het voorgaande nog eens samenvat, zie ik dat de polariteit van de impulsen door de diode niet wordt veranderd. In ieder geval lijken me deze schakelingen van een aantrekkelijke eenvoud en ik zie niet in, waarom men de voorkeur zou geven aan andere, die zonder twijfel gecompliceerder zijn en waarin penthodes worden toegepast.

W.: Jammer genoeg gaat, wanneer het de techniek betreft, de eenvoud niet altijd hand in hand met de volmaaktheid. Zo zijn ook onze scheidingsdioden verre van volmaakt. De scheiding die zij verzekeren is verre van smetteloos, want het beeldsignaal, dat meestal zeer snelle spanningsvariaties bevat, dringt tot de tijdbasis door via de anode-kathodecapaciteit van de diode. Dit geeft moeilijkheden met de synchronisatie. Bovendien levert een diode slechts af wat erop wordt gebracht en dat niet eens helemaal. Daar staat tegenover, dat het gebruik van een penthode een zeer welkome extraversterking oplevert; bovendien is de capaciteit tussen rooster en anode zeer gering.

Vr.: Maar wat moeten we doen om de penthode als begrenzer te doen werken?

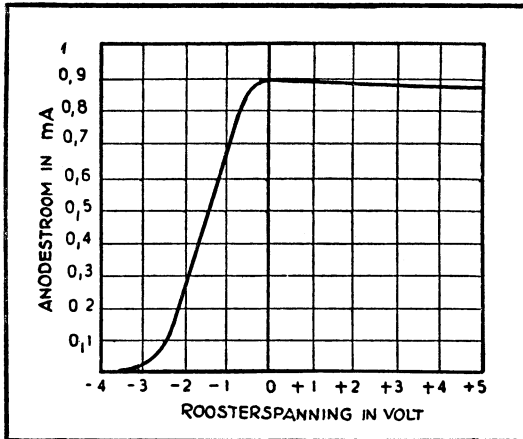
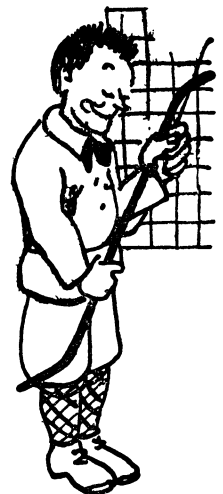
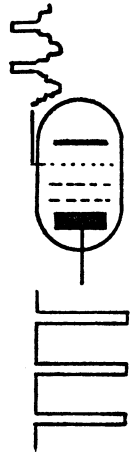


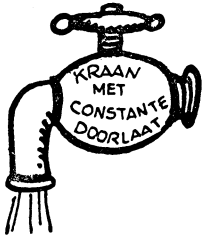
Fig. 5. Karakteristiek van een penthode die als scheider wordt gebruikt.

W.: Hiertoe moet het ingangssignaal zo groot worden gemaakt, dat de anodestroom aan twee kanten wordt begrensd. Aan de ene kant bij zijn begin, in het gebied van de negatieve roosterspanning; dat is zoals je weet, de onderste kromming van de buiskarakteristiek. Aan de andere kant zien we in de buurt van nul volt roosterspanning een sterk uitgesproken bovenste kromming in de karakteristiek, die wordt gevolgd door een horizontaal gedeelte.

Vr.: Zodat iedere toename van de roosterspanning boven nul volt geen verdere anodestroomvariatie met zich mee zal brengen?

W.: Juist, net zoals het deel van het signaal dat beneden het afknijppunt van de



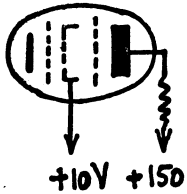
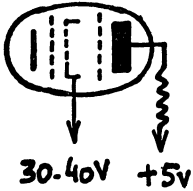


buis valt. De anodestroom is nul op dat punt en kan niet anders dan nul blijven wanneer het rooster nog meer negatief wordt gemaakt.

Vr.: Ik begin nu te begrijpen, hoe men van deze twee grenzen partij kan trekken, maar ik zou tevoren graag willen weten hoe de penthode moet worden ingesteld om de karakteristiek een dergelijke vorm te geven.

Men bereikt dit door de juiste spanningen te brengen op de anode en het schermrooster. Men kan bv. op de anode een zeer lage positieve spanning brengen (in de grootte-orde van 5 volt), terwijl op het schermrooster 30 à 40 volt wordt gezet. Of nog beter kan men het omgekeerde doen door op de anode een normale hoge spanning te brengen, maar op het schermrooster een betrekkelijk lage spanning aan te leggen.

IMPULSEN NAAR BOVEN EN IMPULSEN NAAR BENEDEN



Vr.: Ik veronderstel, dat men in alle scheiders met penthoden er voor zorgt dat de synchronisatie-impulsen in het steile deel van de karakteristiek vallen. Het beeldsignaal wordt, om het precies te zeggen, volkomen onderdrukt, hetzij in het bovenste horizontale gedeelte, hetzij in het deel van de negatieve roosterspanning waarvoor de anodestroom nul is. In beide gevallen worden alleen de synchronisatie-impulsen door de buis versterkt, terwijl de beeldsignalen geen anodestroomvariaties met zich meebrengen.

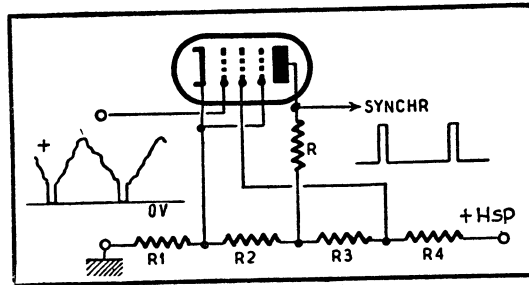
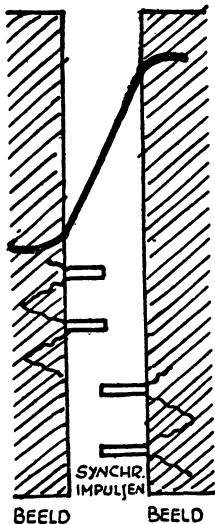


Fig. 6. Schakeling met lage anodespanning.

W.: Je hebt het principe van de penthodebegrenzers goed duidelijk gemaakt. Hierdoor zal het me geen moeite kosten de schema's in detail uit te leggen. Als je er geen bezwaar tegen hebt, zou ik graag als voorbeeld een videosignaal kiezen met positieve polariteit, waarvoor de spanning alleen maar nul is zolang als de toppen van de synchronisatie-impulsen duren; de rest van de tijd is de spanning positief. Hier heb je een penthode die, dank zij de spanningsdeler R_1 tot R_4 , op de anode slechts een zeer lage spanning krijgt toegevoerd, het schermrooster wordt op een hogere spanning gebracht, terwijl de kathode ten gevolge van de spanningsval over R_1 meer positief is dan het rooster; dit heeft hetzelfde effect alsof men het rooster op een negatieve spanning brengt ten opzichte van de kathode.

Vr.: Dat is allemaal duidelijk, maar waarvoor dient deze negatieve roosterspanning?

W.: Kijk maar eens naar de buiskarakteristiek. Men maakt de negatieve rooster-spanning zo groot, dat het werkpunt ligt bij het afknijppunt (waar de anodestroom begint). Hierdoor strekken de synchronisatie-impulsen zich uit over het hele rooster-spanningsgebied; hier versterkt de buis het synchronisatiesignaal in het stijgende gedeelte van de karakteristiek. Het is overigens nodig dat de synchronisatie-impulsen de bovenste bocht bereiken of zelfs overschrijden.

Hierdoor wordt het gehele deel van het signaal, dat tot het beeld behoort, plat-gedrukt in het horizontale gedeelte van de karakteristiek, waar de anodestroom praktisch constant blijft. Hierdoor worden alleen de impulsen versterkt. Iedere impuls komt tot stand, doordat bij het begin van de impuls de anodestroom plot-seling op nul terugvalt; de anodestroom blijft nul zolang de impuls duurt, hij stijgt weer tot de maximumwaarde bij het beëindigen van de impuls. De anodestroom behoudt deze maximumwaarde totdat de volgende impuls begint.

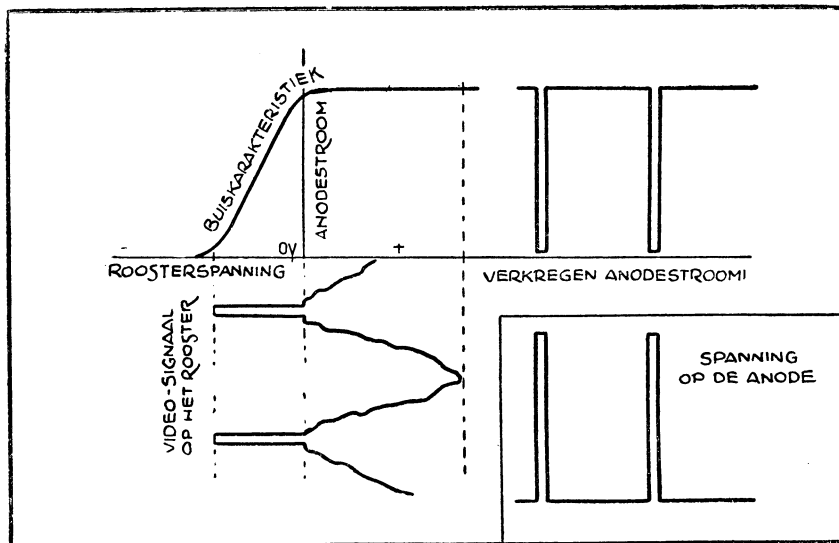
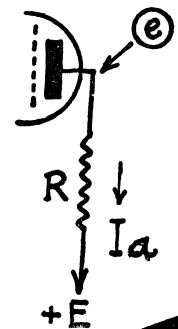
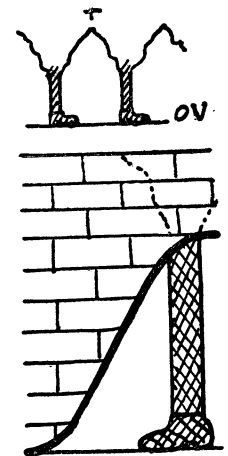


Fig. 7. Werking van een pentodescheider voor positieve signalen.

Vr.: De anodestroom doet een spanningsverschil over de belastingsweerstand R ontstaan. Dit spanningsverschil wordt nul tijdens de synchronisatie-impulsen, omdat er dan geen anodestroom vloeit. De anodespanning is dus tijdens de impulsen gelijk aan de voedingsspanning. Ten gevolge hiervan krijgen wij op de anode van de buis positieve impulsen in plaats van de negatief gerichte impulsen, die op het rooster werden gebracht.

W.: Verbaast je dat? Het is anders het oude verhaal van de faseomkering die iedere versterkerbuis met zich meebrengt... En nu op gevaar af van je een grote ont-goocheling te bezorgen, moet ik je zeggen dat de synchronisatiescheider, volgens het schema dat ik je heb opgetekend, niet goed kan werken.

Vr.: Oh, Weetal! U houdt maar niet op mij de gebruikelijke koude douches toe te



$$e = E - I_a R$$

dienen. Daar hadden we nu een eenvoudig en aardig schema en waarom zitten er nu weer fouten in?!

W.: Omdat, om te beginnen, onze scheider zeer waarschijnlijk met de voorafgaande trap is verbonden door middel van een koppelcondensator. En wie „condensator” zegt, zegt ook „verdwijnen van de gelijkstroomcomponent”.

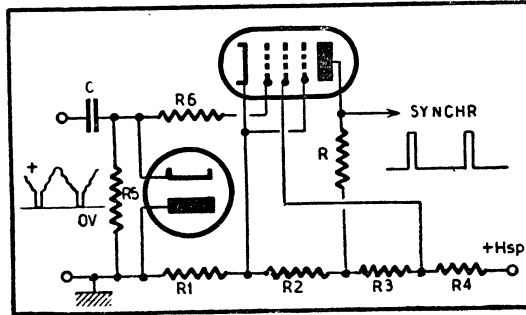
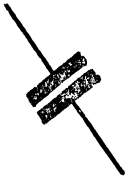
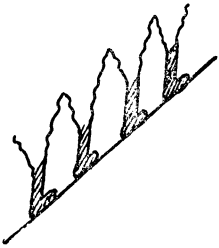


Fig. 8. Het schema van fig. 6 aangevuld met een hersteldiode (schema voor positieve signalen).

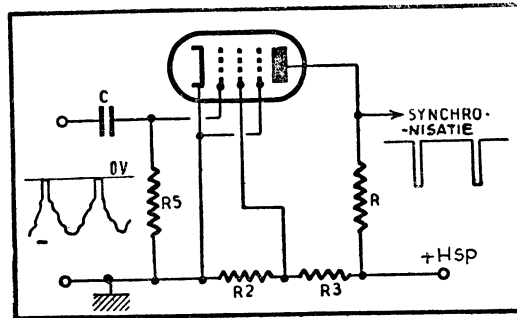
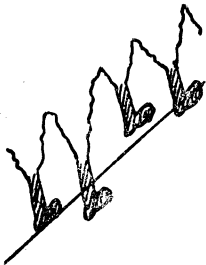
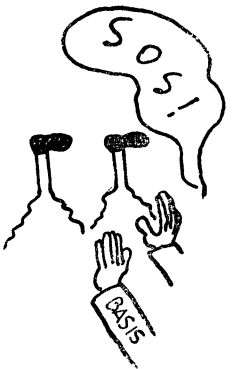


Fig. 9. Voor negatieve signalen behoeft geen hersteldiode te worden gebruikt. Hierboven een schema voor lage schermroosterspanning.



Vr.: Daar hebben we inderdaad de laatste keer voldoende over gesproken, maar wat zit ons wat dat betreft eigenlijk in de weg?

W.: Is je dat niet op het eerste gezicht duidelijk? . . . De hele werking van de scheider berust op het feit, dat de „voeten” van de impulsen mooi in één lijn staan, op het punt van de roosterspanning dat overeenkomt met het begin van de anodestroom. Indien bij afwezigheid van de gelijkstroomcomponent, de „voeten” van de impulsen een soort wanordelijk ballet beginnen en op ongelijke hoogte gaan staan, afhankelijk van de vorm van de beeldspanning, zal de anodestroom door deze beeldspanning worden beïnvloed, met het ongelukkige gevolg dat de synchronisatie-impulsen ongelijk worden en de tijdbases zullen niet langer correct gesynchroniseerd worden,

omdat de modulatie van het beeld de synchronisatie via de scheider kan beïnvloeden.
 Vr.: Wat een ramp! Zou men dit niet kunnen verhelpen, door over de lekweerstand R_5 van het rooster onze goede bekende, de hersteldiode te schakelen?
 W.: Dat is wat men inderdaad doet om alles weer op zijn pootjes terecht te doen

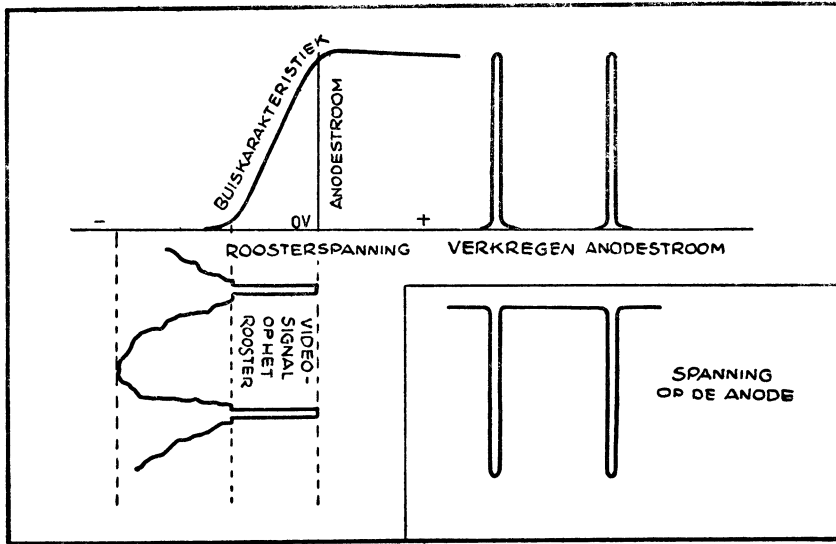
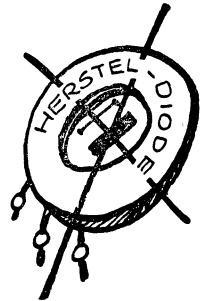
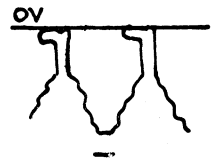
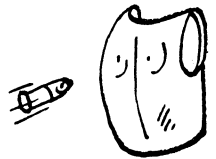
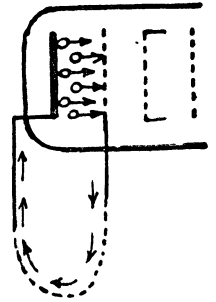
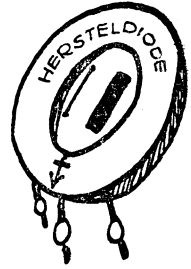


Fig. 10. Werking van de pentodescheider bij het gebruik van negatieve signalen.



komen ... of bijna, want men heeft ook nog last van storingen, die het gevolg zijn van de roosterstroom ...

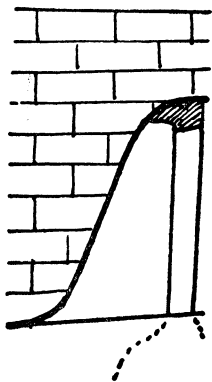
Vr.: Wat is dat nu weer voor flauwigheid?

W.: Zoals je kunt constateren, brengt het videosignaal het rooster op vrij sterke positieve spanningen. Onder deze omstandigheden gedraagt het rooster zich als een anode, dat wil zeggen dat het elektronen tot zich trekt; er ontstaat op deze wijze binnen de buis een stroom van het rooster naar de kathode. Om dit te verhelpen, schakelt men in deze stroomkring de weerstand R_6 . De roosterstroom doet er een spanningsval over ontstaan, die het rooster meer negatief tracht te maken en het daardoor belet grote positieve spanningen te bereiken.

Vr.: De televisietechniek lijkt bijzonder veel op het oude verhaal van de kogel en het kogelvrije vest. Er zijn steeds fouten, waardoor alles dreigt te mislukken en er zijn ook altijd weer de door de voorzienigheid gezonden middelen, die het mogelijk maken de situatie te redden ...

Maar om op onze scheider terug te komen, wat doet men voor signalen met negatieve polariteit? Ik veronderstel dat de hersteldiode omgekeerd moet worden aangesloten en dat ...

W.: Geen kwestie van een diode! Met negatief gepolariseerde signalen wordt het



vraagstuk veel eenvoudiger. Er is geen behoefte meer aan negatieve roosterspanning, want het is voldoende de „voeten” van de impulsen op nulpotentialaal te brengen. De hersteldiode is niet meer nodig, omdat het rooster (zonder voorspanning) de rol speelt van de anode van de hersteldiode, zoals we dat bij ons laatste onderhoud hebben gezien. Er bestaat geen gevaar voor roosterstroom, omdat alles zich afspeelt in het gebied van de negatieve roosterspanningen.

Vr.: Dat is werkelijk verbazend! En ik zie dat ook hier alleen de impulsen van belang zijn voor het steile deel van de karakteristiek. Wat betreft de eigenlijke beeldsignalen, deze hebben geen uitwerking op de anodestroom, want zij zijn verlegd naar het gebied waar geen anodestroom meer vloeit.

W.: Ik laat het aan jou over om nogmaals op te merken dat de uitgangssignalen tegengesteld in fase zijn met de ingangssignalen. De impulsen veroorzaken anodestroom-impulsen die, ten gevolge van de spanningsval over de belastingsweerstand, negatieve spanningsimpulsen doen ontstaan.

DE GOEDIGE CONDENSATOR EN DE WEERBARSTIGE WEERSTAND

Vr.: En nu we eindelijk weten, hoe we onze onvolprezen impulsen met positieve of negatieve polariteit aan het signaal kunnen onttrekken met behulp van dioden of penthoden, wat moeten we nu nog doen om een splitsing tot stand te brengen tussen de impulsen voor de lijnen en de beelden?

W.: Je weet, wat ze onderscheidt: dat is hun tijdsduur. Het principe van de splitsing berust op het omzetten van de tijdsduur in amplitude.

Vr.: Wat is dat duidelijk! Het orakel van Delfi in het oude Griekenland kon zich niet duidelijker uitdrukken . . .

W.: Het is toch erg eenvoudig. Meestal grijpt men terug op differentiators of integrators.

Vr.: Het wordt hoe langer hoe mooier. Het is nu zonder twijfel nodig dat ik eerst de differentiaalrekening bestudeer om uw uitleg te kunnen begrijpen . . .

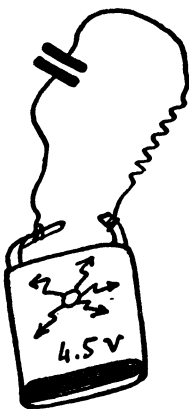
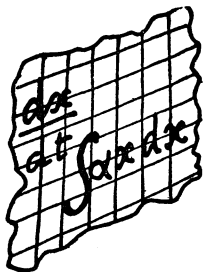
W.: Dat is absoluut niet nodig, de uitdrukkingen die zo'n diepe indruk op je hebben gemaakt, hebben hier betrekking op de gedragingen van de signalen in een schakeling, die zo eenvoudig is als ze maar zijn kan: een weerstand en een condensator in serie geschakeld. Laten we eens nagaan, wat er gebeurt, als we plotseling aan de klemmen van deze schakeling een spanning E aanleggen, en als we deze gedurende de tijd T in stand houden, om haar vervolgens daarna weg te nemen.

Vr.: Sedert wij met elkaar omgaan, heb ik een hoop dingen geleerd en wel in het bijzonder om uw verborgen bedoelingen te raden.

Deze spanningen, die men aanlegt en vervolgens plotseling weghaalt, dat snap ik wel, zijn niets anders dan de rechthoekige signalen, die gevormd worden door een lijnimpuls (met een kleine tijdsduur T), of door een beeldimpuls (met een grotere tijdsduur). Is dat niet zo?

W.: Men kan voor jou niets verborgen houden, Vraag! Wat we nu zullen bestuderen is de vorm van de spanningen V_r en V_c , die aan de weerstand en aan de condensator zullen optreden.

Vr.: Maar mijn waarde Weetal, dat vraagstuk is helemaal niet nieuw voor mij. Wij hebben dat al bekeken in de loop van ons vijfde praatje, toen we het over de tijdbasis hadden. Wanneer u de spanning E aanlegt, begint de condensator C zich



op te laden over de weerstand R . De spanning V_c aan de klemmen van de condensator zal dan meer of minder vlug oplopen volgens een exponentiële kromme, afhankelijk van de tijdconstante van de schakeling: deze tijdconstante is gelijk aan het produkt RC .

W.: Je uitstekend geheugen bespaart me heel wat uiteenzettingen. In werkelijkheid zal, afhankelijk van de hoge of lage waarde van de condensator (in de tekening zijn beide gevallen afgebeeld), deze condensator langzamer of sneller worden opgeladen. Kun je zeggen, wat er gedurende deze tijd gebeurt in de weerstand R ?

Vr.: Welzeker, bij het begin van de lading loopt door deze weerstand de maximale stroom, die een grote spanningsval V_r zal geven. Vervolgens zal, naarmate de lading groter wordt, de grootte van de stroom en ten gevolge daarvan ook de spanning over de weerstand V_r kleiner worden. Het afnemen van deze waarden verloopt volgens een exponentiële kromme.

W.: Heb je er aan gedacht, dat de som van de twee spanningen V_r en V_c op ieder moment gelijk moet zijn aan de totale spanning E ?

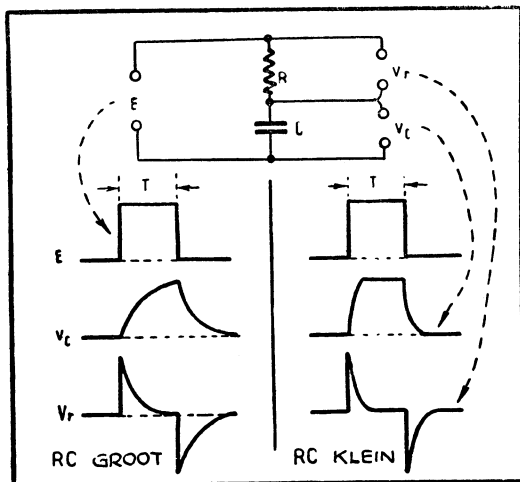
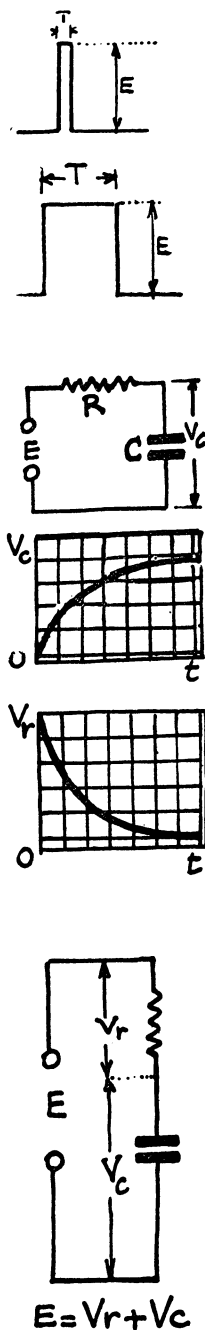
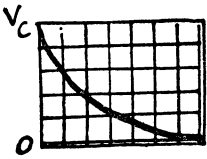


Fig. 11. Het rechthoekige signaal verandert van vorm wanneer het wordt toegevoerd aan een condensator en een weerstand in serie. - Links voor een grote tijdconstante. - Rechts voor een kleine tijdconstante.

Vr.: Ik moet toegeven dat deze waarheid, hoe voor de hand liggend ook, mij ontgaan was. Het is duidelijk dat, als men hier rekening mee houdt, de krommen voor V_r en V_c tegengesteld van vorm zijn, zodat V_r van V_c kan worden afgeleid, want hun som moet de constante spanning E opleveren.

W.: Ik heb hier links de krommen van deze spanningen voor je opgetekend, voor een rechthoekige impuls en een tijdconstante RC , die groot is ten opzichte van de





tijdsduur T . Rechts vind je deze krommen voor een kleine tijdconstante RC . In het eerste geval heb ik aangenomen, dat de lading praktisch voltooid is na verloop van de tijd T . In het tweede geval is deze zeer snel beëindigd, zodat de spanningen V_C en V_R voor de rest van de tijd T horizontaal verlopen. Nu gaan we over tot de tweede akte van het drama: het terugvallen tot nul van de aangelegde spanning E .

Vr.: Op dit ogenblik begint de condensator C zich te ontladen over de weerstand R en de spanningsbron. Ten gevolge daarvan begint de spanning V_C aan de klemmen van de condensator weg te vallen, ook hier weer volgens een exponentiële kromme en met dezelfde tijdconstante. Wanneer deze voldoende hoog is, vinden we onze oude bekende „de zaagtand” weer terug; over deze zaagtanden hebben wij de mond vol gehad, toen we de tijdbasisschakelingen hebben bestudeerd.

W.: Onze zaagtand verschilt echter van deze, omdat de lading en de ontlading even lang duren. Bij de gewone tijdbasisschakelingen verloopt de ontlading veel vlugger, daar het ontladingscircuit een zeer lage weerstand heeft (anders gezegd is de tijdconstante laag). Laten we intussen terugkeren naar onze spanningen. Wat wordt de spanning V_R over de weerstand?

Vr.: Hè, die is omgekeerd! Dat is merkwaardig... Nu de condensator zich ontladt, is de stroom door R omgekeerd van richting. Wij hebben dus een negatieve spanningsval, ook hier is de stroom, en tengevolge daarvan de spanning, groot bij het begin van de ontlading; vervolgens vermindert deze volgens een exponentiële wet, welke wet mij op het gebied van de televisie zo ongeveer de belangrijkste lijkt te zijn...

W.: Je hoeft niet zo verbaasd te zijn over het omkeren van de richting van de spanning over R . Met een beetje gezond verstand had je het kunnen voorzien. Omdat $V_C + V_R = E$ en omdat E op nul is teruggevallen, moet ook V_R negatief worden, daar V_C positief is; hun som zou anders geen nul meer zijn en onze vergelijking zou niet meer opgaan...

Vr.: Dat is duidelijk. Maar daar ik geen knobbel voor wiskunde heb zoals u, is een natuurkundige redenering voor mij meer bevattelijk, uw geleerde uitdrukkingen...

W.: Wees er maar niet bang voor. Men zegt dat de spanning E geïntegreerd over de condensator C komt te staan. We noemen deze spanning V_C . De vorm is gewijzigd in die zin, dat alles afgerond is. De plotselinge veranderingen zijn verzacht. Daarentegen zijn deze geaccentueerd in de gedifferentieerde spanning V_R , die optreedt over de weerstand.

Vr.: Bij elkaar genomen is de condensator de goedge dikkzak, die de dingen van de gemakkelijke kant neemt. Daarentegen is de weerstand als een twistzieke heks met hoekige bewegingen en scherpe woedeuitbarstingen...



DE INTEGRATORS EN DIFFERENTIATORS AAN HET WERK

W.: Je vergelijkingen brengen me helemaal uit mijn normale doen!... Onthoud echter van alles wat we hebben gezegd: de schakeling kan dienen als differentiator of integrator naarmate men de spanning beschouwt over de weerstand of over de condensator. Intussen moeten in de differentiatorschakeling R en C lage waarden hebben, hun produkt, dat wil zeggen de tijdconstante, mag het vijfde gedeelte van de tijdsduur T van de impuls niet overschrijden. Daarentegen hebben R en



C hogere waarden in een integratorschakeling; hiervoor wordt de tijdconstante enige malen groter gekozen dan T .

Vr.: Dus als ik het goed begrepen heb, moet men in de praktijk verschillende schakelingen gebruiken voor het differentiëren en integreren. Ik moet u overigens bekennen, dat ik niet goed zie wat je er mee kunt doen.

W.: Je weet er anders genoeg van om het te kunnen begrijpen. Teken maar eens de vorm van de synchronisatiesignalen, zoals je die tegenkomt aan de uitgang van de scheider.

Vr.: Hier heb ik een aardig rijtje. Ik heb twee impulsen aangegeven voor de lijneinden, vervolgens een aantal bredere impulsen voor de beeldeinden en daarna opnieuw een aantal lijnimpulsen.

W.: Van mijn kant vul ik je tekening aan, door met pijlen de ogenblikken aan te geven, waarop de lijntijdbasis voor iedere lijn wordt afgebroken. Ik maak je er intussen opmerkzaam op, dat de lijnsynchronisatie blijft werken gedurende de beeldsynchronisatie-impulsen. Kun je nu de vorm tekenen van de gedifferentieerde spanningen?

Vr.: In overeenstemming met wat u me daareven vertelde, veronderstel ik dat de tijdconstante heel klein is, minder dan één vijfde van de tijdsduur van de impulsen voor de . . .

W.: . . . de smalste impulsen, die van de lijnen.

Vr.: Ten gevolge daarvan zullen de gedifferentieerde signalen er uitzien als korte, steile pieken, die positief of negatief gericht zijn naar gelang het om het begin of het eind van een impuls gaat.

W.: Deze signalen die zo scherp zijn als het lemmet van een mes, lenen zich uitstekend voor de zeer nauwkeurige synchronisatie van de lijnbasis. Probeer nu eens de vorm te tekenen van de signalen aan de uitgang van de integratorschakeling.

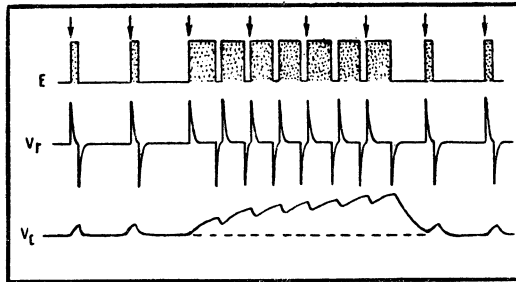
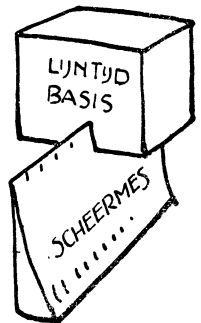
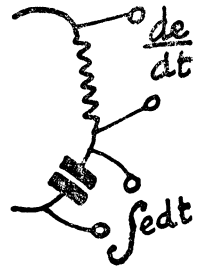
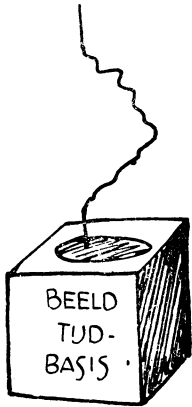
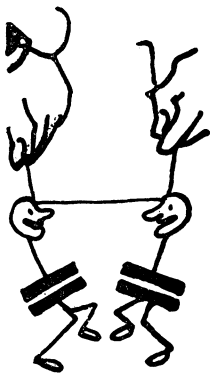


Fig. 12. Splitsing van de synchronisatiesignalen met behulp van de schakeling van fig. 13.

Vr.: Ik veronderstel dat deze een tijdconstante moet hebben die behoorlijk groter zal zijn dan de duur van een lijnimpuls. Onder deze voorwaarde zal er niet veel terecht komen van een lijnimpuls. De lading van de condensator zal nauwelijks begonnen zijn, of daar begint de ontlading al. De arme dikzak heeft niet eens de tijd een spanning van enig belang te bereiken of deze begint al weer te dalen.





W.: Des te beter, Vraagal! Dat de lijnimpulsen aan de uitgang van het integrator-circuit nauwelijks te voorschijn komen, komt ons heel goed van pas, want deze schakeling gebruiken wij om de beeldimpulsen af te scheiden. Kijk maar eens hoe de schakeling op de beeldimpulsen reageert.

Vr.: Daar deze veel langer duren, heeft de condensator voldoende tijd om tot zekere hoogte opgeladen te worden. Wel heeft hij aan het eind van de eerste impuls, gedurende het korte tijdsverloop dat deze scheidt van de volgende, de gelegenheid zich een beetje te ontladen, maar gedurende de tweede impuls zal de spanning weer stijgen. Daarop volgt, na een korte ontlading, weer een nieuwe lading, enzovoort. Dat alles lijkt op een dans waarbij men drie passen vooruit doet, vervolgens een pas achteruit, daarna weer drie vooruit, enzovoort . . .

W.: Met in ieder geval dit verschil dat, naar mate de spanning stijgt, de passen steeds kleiner worden.

Vr.: Dat is duidelijk, want het geheel wordt altijd beheerst door dezelfde onvermijdelijke exponentiële wet . . . Maar aan alles komt een eind. En wanneer de reeks beeldimpulsen voorbij is, zal de condensator zich ontladen volgens een zeer fraaie exponentiële kromme.

W.: Misschien niet zo mooi als je wel denkt, want de mogelijkheid bestaat dat er kleine „onregelmatigheden” optreden door kleine bultjes veroorzaakt door de volgende lijnimpulsen.

Samengevat zal, dank zij onze integratorschakeling, het totaal van de beeldimpulsen zich voordoen als één lange forse zaagtand, waarin de lijnimpulsen praktisch verdwenen zijn, afgezien van de kleine onregelmatigheden; of om uw uitdrukkingswijze te gebruiken, de kleine „bultjes” die er op voorkomen. Wat doet men met deze geïntegreerde spanning?

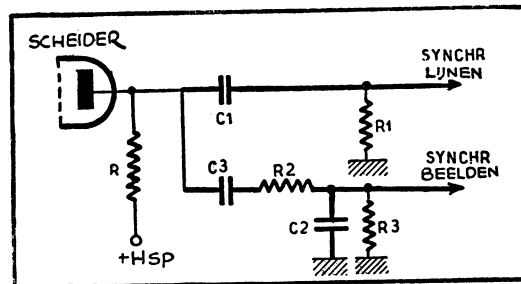


Fig. 13. Integrator - differentiatorschakeling, waarmee de impulsen van de lijnen en de beelden van elkaar kunnen worden gescheiden.

W.: Breng deze op de beeldtijdbasis en met een beetje geluk wordt deze door de impulsen goed gesynchroniseerd; de impulsen treden op aan het eind van ieder raster voor de even of oneven lijnen. Als men de impulsen wil verbeteren kan men een diode met voorspanning gebruiken, waardoor alleen de spanningstoppen worden doorgelaten en dus de bultjes worden vermeden. Maar dat levert ter-nauwernood enig voordeel op. Meestal wordt de splitsingsschakeling ingericht als

in het hier getekende eenvoudige schema, waarbij aan de uitgang van de scheidings-trap de opgewekte spanning over de belastingsweerstand R wordt toegevoerd, aan de ene kant aan het differentiatorcircuit C_1-R_1 , dat wordt verbonden met de lijntijdbasis; aan de andere kant aan het integratorcircuit R_2-C_2 , dat wordt verbonden met de beeldtijdbasis.

Vr.: En waartoe dienen C_3 en R_3 ?

W.: De condensator C_3 brengt de koppeling tot stand met de anode van de scheiderbuis, en verhindert de positieve gelijkspanning door te dringen naar het begin van de beeldtijdbasis. Wat betreft R_3 , dat is een roosterlekweerstand.

Vr.: Dat is allemaal prachtig, maar stellen C_3 en R_3 niet een soort differentiatorcircuit voor, dat de goede werking van de integrator in de war stuurt?

W.: Stel je gerust, Vraagal, deze twee onderdelen hebben een voldoende hoge waarde, om hun werking als differentiator van geen betekenis te doen zijn.



DE EXPONENTIELE TRAP

Vr.: Waarom heeft u me daar straks met zo'n zuurzoete glimlach gezegd, dat „met een beetje geluk” de beeldtijdbasis goed werd gesynchroniseerd door de integratorschakeling?

W.: Omdat ik met deze schakeling niet veel op heb. Het signaal dat wordt verkregen heeft geen correcte vorm. Het is slap, zonder karakter, samengesteld uit hobbel-tjes... Ik heb liever te doen met een differentiator waarbij op het juiste moment het signaal te voorschijn komt met zijn volle amplitude.

Vr.: U gaat toch soms ook geen differentiatorschakeling gebruiken om de beeldimpulsen af te splitsen?

W.: Waarom niet? Alleen zal ik voor dat doel een condensator en een weerstand nemen met voldoende hoge waarden om een veel grotere tijdconstante te verkrijgen, dan bij differentiator voor de lijnimpulsen werd toegepast.

Vr.: Ik zie niet, op welke wijze dat kan functioneren. Kunt u me niet nogmaals een en ander uitleggen door middel van een geschikte grafiek?

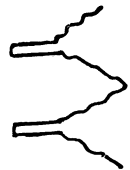
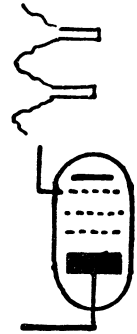
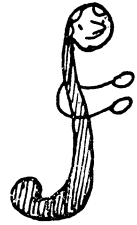
W.: Laten we nu eens impulsen met negatieve polariteit nemen (we veronderstellen dus dat aan de scheiderbuis een negatief gericht videosignaal wordt toegevoerd). Probeer nu eens de vorm van de spanning te tekenen, die verschijnt over de weerstand.

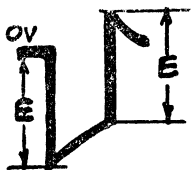
Vr.: Op het moment dat er een negatieve lijnimpuls optreedt, verschijnt deze spanning in zijn geheel over de weerstand. De laadstroom, die de spanning bepaalt, neemt langzaam af ten gevolge van de grote tijdconstante van de schakeling en...

W.: Maar mijn waarde Vraagal, onze lading zal niet erg lang kunnen duren, want de lijnimpuls die de lading bepaalt is zelf van zeer korte duur.

Vr.: Dat is juist. Ik denk dat na het begin van de lading, dat te zien is doordat de spanning over de weerstand afneemt, deze spanning op het moment dat de lijnimpuls ophoudt, weer tot nul zal terugkeren.

W.: Ben je er helemaal zeker van? Wanneer de spanning van het aangelegde signaal van min E volt tot nul terugkeert, stijgt deze met E volt. Dat is ook het geval met de spanning over de weerstand. Of, daar deze vanaf het begin van de lading reeds een beetje gestegen was, uitgaande van min E volt, zal deze op het moment dat de impuls eindigt, een kleine positieve waarde bereiken; hierna zal de conden-





sator zich ontladen, waardoor de spanning over de weerstand geleidelijk naar nul terugloopt.

Vr.: Dat is juist. Maar mijn hemel, wat een samengestelde verschijnselen kunnen er plaats vinden in een eenvoudige weerstand verbonden met een condensator.

W.: Dat is alles veel eenvoudiger dan het op het eerste gezicht lijkt. Laten we nu eens bekijken wat we verder gaan doen met de beeldimpulsen.

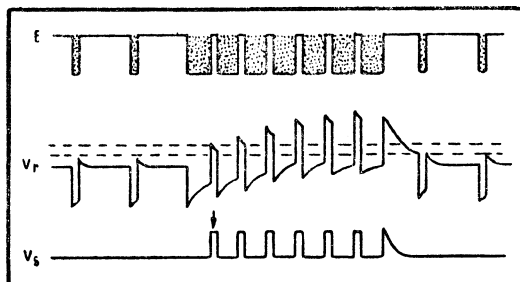
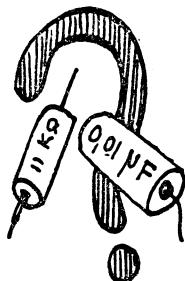


Fig. 14. Scheiding van de beeldimpulsen met behulp van een differentiatorschakeling.

Vr.: In principe spelen zich hierbij dezelfde verschijnselen af als bij de lijnimpulsen. Alleen zal de lading voor iedere impuls langer duren. Hierdoor heeft de spanning gelegenheid om gedurende een langere tijd te stijgen. En aan het einde van iedere impuls zal de spanning E volt stijgen, zodat de spanning over de weerstand meer en meer positief wordt. En dat zal nog meer het geval zijn, omdat tussen twee opeenvolgende beeldimpulsen de condensator nauwelijks tijd heeft zich te ontladen.

W.: Je ziet dus hoe de spanningen steeds hoger oplopen, terwijl zij een soort trap vormen . . .

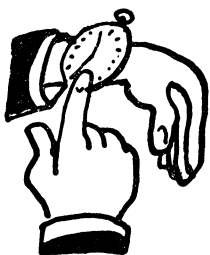
Vr.: . . . een exponentiële trap, daarvan ben ik overtuigd. En dat duurt tot het eind van de beeldimpulsen, waarna de condensator zich eindelijk ontladen kan; hierbij een zucht van verlichting slakend . . .

W.: Je ziet dus dat het gelukt is, met onze differentiator met grote tijdconstante, de beeldtoppen in de vorm van een serie impulsen te voorschijn te brengen; deze beheersen het terrein volkomen. Wat moeten we nu nog doen om deze bruikbaar te maken voor synchronisatiedoelinden?

Vr.: Ik veronderstel, dat door het wegnippen van alles wat buiten het amplitude-interval ligt dat gelegen is tussen de twee niveaus die met stippellijnen zijn aangegeven, men de spanningen krijgt die bij V_s zijn getekend. Men kan dit bereiken met diodebegrenzers of met penthodes. De hiermee verkregen spanning dient om de beeldtijdbasis te synchroniseren.

W.: Ik wou je er nog eens op wijzen hoe keurig netjes deze is gevormd in vergelijking tot wat men bereikt met de integrator. Reeds vanaf de eerste impuls, op de plaats waar ik een pijl heb getekend, zal de beeldtijdbasis met grote nauwkeurigheid worden gestuurd.

Vr.: Wat mij betreft, zie ik op mijn tijdbasis die ik om mijn pols draag, dat het tijd is om naar bed te gaan om uw gedifferentieerde uitleg nog eens te integreren.



ZESTIENDE PRAATJE

VOEDINGSPROBLEMEN

Het vraagstuk van de voeding is voor de televisieontvanger net zo belangrijk als voor menselijke wezens. Een televisieontvanger met een te krappe voeding, produceert vage beelden; hij lijdt aan bloedarmoede . . . De televisieontvanger is gulziger dan zijn voorganger, de gewone radio-ontvanger; hij heeft een hogere spanning nodig en veel meer stroom. Om de zeer hoge spanning op te wekken die op de laatste anode wordt gezet, zijn verschillende zeer ingenieuze oplossingen gevonden. Met het bestuderen van de voeding, besluiten wij ons onderzoek van de verschillende samenstellende delen van de televisieontvanger. Evenwel moet wij, voordat wij de ontvanger in zijn geheel gaan bekijken, nog een brandende kwestie aan de orde stellen en wel die van de antennes.



HET OUDE VAK

Vr.: Welnu, ik geloof dat deze keer niets meer ontbreekt. Ik heb er goed over nagedacht en ik ken geen enkel deel van de televisieontvanger, dat we nog niet hebben bestudeerd.

W.: In zekere zin is dat juist. Maar als je een ontvanger zou willen bouwen, met alle onderdelen die we hebben besproken, zou deze even slecht werken als een mens die niets te eten krijgt.

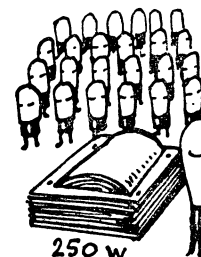
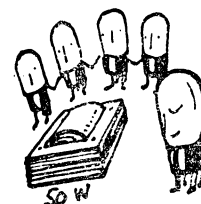
Vr.: Dat is waar. We hebben het vraagstuk van de voeding nog niet aangesneden. Maar ik veronderstel dat de voeding van de gewone radio net zo goed voor de televisieontvanger kan worden gebruikt. Ik snap natuurlijk heel goed, dat deze laatste, met zijn 20 of 25 buizen, een voeding eist die evenredig groter is dan die van een gewone super met vier buizen. Maar met een flinke transformator van 250 W of meer, in plaats van zijn bescheiden collega uit de „muziekdoos”, die op zijn hoogst 50 W afgeeft, samen met een ruimere gelijkrichterbuiss, is dit vraagstuk gemakkelijk op te lossen.

W.: Wat je daar zegt klinkt wel logisch maar de grootste moeilijkheid zie je over het hoofd.

Vr.: En dat is? . . .

W.: De duizenden volts, die nodig zijn voor de laatste anode van de kathodestraalbuis. Maar laten wij dit vraagstuk een ogenblik laten rusten. Het is inderdaad waar, dat eenzelfde soort voeding als die van het gewone radiotoestel, maar dan met groter vermogen, kan worden gebruikt voor de rest van de schakeling. Het is echter wel nodig een aparte afvlakking aan te brengen voor de voeding van de tijdbases met bijbehorende versterkers, anders zouden de plotselinge sterke stroomvariaties die optreden bij het opwekken van de zaagtanden, de hoogspanning van de versterker voor de videosignalen en die van de geluidsontvanger beïnvloeden. Deze laatste zou sterk brommen, terwijl het beeld vervormd zou zijn. Het beste is aparte afvlakkingen aan te brengen voor de aftasting, de beeldontvanger en de ontvanger voor het geluid.

Vr.: Een goed zaakje voor de fabrikanten van smoorspoelen.



nog een extra winding heeft voor het voeden van de gloeidraad van de kathodestraalbuis.

W.: Dat is een nuttige voorzorgsmaatregel, vooral wanneer de negatieve spanning van de wehnelt volgens een andere methode wordt verkregen dan in dit schema is aangegeven.

Vr.: Hoe het ook zij, het voedingsprobleem is voor mij voor 90 % opgelost, omdat ik nu weet hoe de noodzakelijke spanningen voor alle elektroden worden verzorgd, met uitzondering van de laatste anode van de kathodestraalbuis. Wat voor gerecht moeten we hiervoor klaarmaken?

IN HET LAND DER KILOVOLTS

W.: Erg gulzig is deze anode niet, maar hij heeft een verfijnde smaak. Zijn spanning moet liggen tussen 800 en 4000 V voor buizen met electrostatisch afbuigstelsysteem. Bij buizen met magnetische afbuiging, die bij televisie meestal worden gebruikt, ligt deze spanning tussen 5000 en 16 000 V. En de buizen voor projectie op een groot scherm, waarover we nog wel eens zullen praten, hebben het liefst op hun anode een spanning in de grootte-orde van 25 000 V en zelfs nog wel twee tot drie maal hoger . . .

Vr.: U laat de wijzer van mijn voltmeter omhoog springen met kilovolts!

W.: Wat niets te betekenen heeft, want deze kilovolts verbruiken nog geen kilowatts.

De anodestroom van de kathodestraalbuis wordt in micro-ampères gemeten. In het algemeen blijft hij kleiner dan 1 mA. Een dergelijke buis met een scherm van 36 cm diameter, heeft bij een anodespanning van 12 000 V, slechts een anodestroom van 0,1 mA, wat overeenkomt met een vermogen van 1,2 W. Je elektriciteitsmeter trekt minachtend zijn neus op voor een dergelijk vermogen . . .

Vr.: Dan zal er wel niets op tegen zijn deze hoge spanning vanuit het lichtnet van energie te voorzien.

W.: Men zegt „zeer hoge spanning” (Zhsp) wanneer men over enige duizenden volts praat.

Vr.: Alle schakelingen die worden gebruikt voor het opwekken van een hoge spanning (Hsp) kunnen ook dienen om de Zhsp op te wekken, is het niet?

W.: Ongetwijfeld, maar omdat het verbruik zo klein is, levert de afvlakking geen moeilijkheden op en is het schema zeer eenvoudig; er wordt een enkelfasige gelijkrichter voor gebruikt, zodat een enkelvoudige gelijkrichterbuis kan worden toegepast.

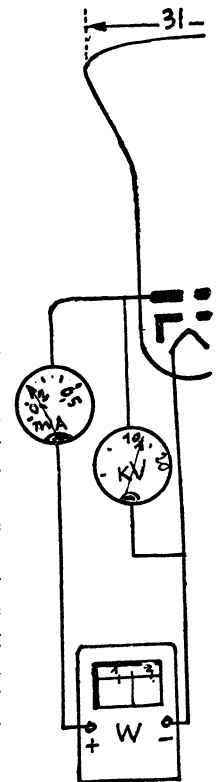
Vr.: In uw schema ziet deze afvlakking er nogal simpel uit: één condensator en twee weerstanden.

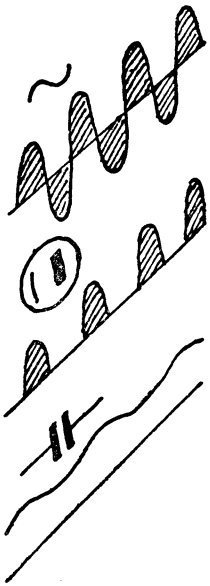
W.: Inderdaad is één condensator voldoende. Daar de condensator vijftig maal per seconde wordt opgeladen (wanneer de gelijkrichterbuis geleidend wordt), en deze zich tussen twee opeenvolgende ladingen slechts zeer weinig ontlaaft, zal de spanning aan de klemmen praktisch constant blijven en op een kleinigheid na gelijk zijn aan de topwaarde van de wisselspanning, die aan de klemmen van de transformator aanwezig is. Een condensator met een capaciteit van 0,1 tot 0,25 μF is ruim voldoende.

Vr.: Zo'n kleine condensator?

W.: Inderdaad klein wat betreft zijn capaciteit, maar niet noodzakelijkerwijs in volume,

RESTAURANT
"DE TELEVISIEBUIS"
— MENU —
1) GLOEIDRADEN
CONSOMMÉ
2) KATHODESTRAALB
À LA CATHODE
3) SPANNING
À LA ANODE
4) HOOGSPANNING
EXTRA PIKANT





want hij moet een goede isolatie hebben om zonder ongelukken de duizenden volts die op de bekleedsels worden gezet, te kunnen verdragen. Dit maakt een zekere dikte van het diëlektricum noodzakelijk, wat een niet te verwaarlozen toename van de omvang ten gevolge heeft.

Vr.: Ik veronderstel dat de weerstand R de werking van de afvlakcondensator ondersteunt.

W.: Neen, daarvoor is hij niet aangebracht. Deze weerstand van 50 à 100 kilo-ohm, dient om de buizen en de transformator te beschermen; wanneer per ongeluk een kortsluiting van de Zhsp zou optreden, wordt de stroomsterkte door deze weerstand begrensd.

Vr.: En waarvoor dient de weerstand R_1 parallel aan C?

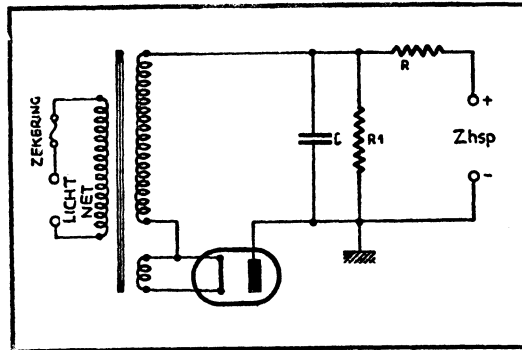
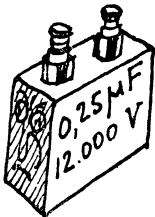


Fig. 2. De normale schakeling met enkelfasige gelijkrichting voor het opwekken van de Zhsp.



W.: Dat is een andere veiligheidsmaatregel, maar deze keer om de technicus te beschermen. Deze hoge weerstand (in de grootte-orde van 20 megohm) dient om de condensator C te ontladen, nadat de ontvanger is uitgeschakeld. Op een droge dag kan een condensator zijn lading uren lang behouden. En het aanraken van de klemmen van een condensator van $\frac{1}{4} \mu\text{F}$ geladen tot 12 000 V kan dodelijk zijn, of in het gunstigste geval oorzaak zijn van een ernstige schok. Een serviceman, die voor de grap iemand een condensator uit een ontvanger in de hand geeft die tot ongeveer 300 V is opgeladen, begaat daarmee een domme streek. Maar een nog $40\times$ hogere spanning is nog veel minder aangenaam, dat kan ik je uit mijn persoonlijke ervaring verzekeren . . .

Vr.: Maar met onze ontladweerstand R_1 lopen we niet het minste risico.

W.: Een goede raad, Vraagal: kom nooit met je vingers aan een werkend Zhsp-apparaat. En na de stroom te hebben onderbroken moet je nooit vertrouwen op de bescherming van de weerstand R_1 , want hij zou *onderbroken kunnen zijn*. Begin altijd met de klemmen van de condensator C kort te sluiten met behulp van een schroevendraaier, waarbij je er aan moet denken deze bij het geïsoleerde heft vast te houden. En als je fikse vonk hoort overslaan, denk dan nog eens met dankbaarheid aan je vriend Weetal en . . . bestel direct een andere condensator bij je



vaste leverancier. De mogelijkheid bestaat nl., dat de plotselinge ontlading de condensator heeft beschadigd, maar in ieder geval is deze minder gevoelig dan het menselijke organisme . . .

Vr.: Ik dank u hartelijk, Weetal, dat u met heeft bewaard voor het gevaar dat in de boezem van een televisieontvanger sluimert.



DE VELE GEVAREN VAN DE Zhsp-GELIJKRICHTER

W.: Hij bergt nog andere gevaren in zich, die zijn eigen onderdelen bedreigen. Bv. de gelijkrichterbuis en de transformator voor de Zhsp, worden zwaar op de proef gesteld door de spanningsverschillen die zij moeten doorstaan.

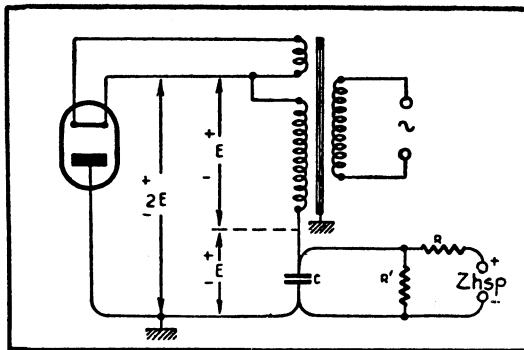


Fig. 3. Ofschoon heel anders getekend, is dit schema gelijk aan dat van fig. 1. Het toont duidelijk, welke invloed de tegenspanning (topwaarde) heeft op de transformator en de gelijkrichterbuis.



Vr.: U bedoelt zeker de topspanning van de secundaire wikkeling, die nog iets hoger is dan de geproduceerde Zhsp.

W.: Zeg maar gerust het dubbele van deze spanning.

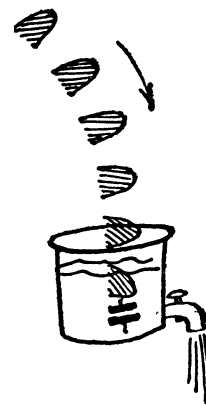
Vr.: Nou kan ik u niet meer volgen, waarom het dubbele?

W.: Om het je duidelijk te maken teken ik hier het schema van de gelijkrichter, op een beetje ongewone manier.

Vr.: Zo voorgesteld doet het schema me denken aan dat van de tijdbasis: links ziet men het laadcircuit, waarin de spanning van de secundaire wikkeling een stroom doet ontstaan, die, na gelijkgericht te zijn door de buis, de condensator C oplaadt; deze ontladend zich vervolgens over het rechts getekende circuit.

W.: Een dergelijke zienswijze kan je belangrijke diensten bewijzen om de werking van de afvlakking beter te kunnen begrijpen; maar voor het ogenblik wil ik je een ander verschijnsel onder het oog brengen, dat hierbij in het spel is. Laten we daartoe te werk gaan volgens onze gebruikelijke methode.

Vr.: U wilt zeker onderzoeken, wat zich bij iedere spanningswisseling afspeelt? Dat is niet erg moeilijk. Laten we eerste kijken wat er gebeurt als er stroom door de buis loopt. Dat is bij die helft van de wisselspanning, waarbij de elektronen naar



het bovineinde van de secundaire worden bewogen; dat wil zeggen, dat de elektromotorische kracht het bovineinde van de secundaire wikkeling negatief maakt ten opzichte van het ondereinde.

W.: Uitstekend, Vraagal. Men zou zeggen dat je begrijpt, waar ik met mijn redenering naar toe wil.

Vr.: Om u de waarheid te zeggen begrijp ik er niets van. Maar ik zie wel, dat de

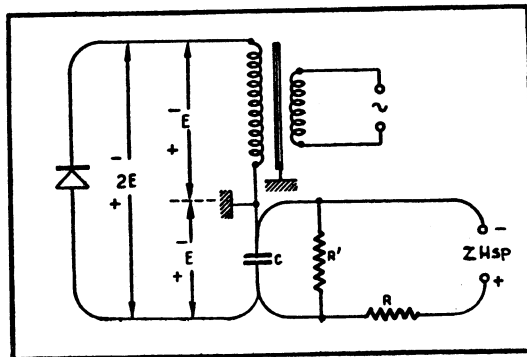
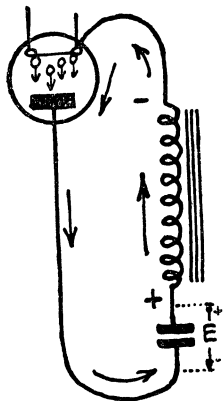


Fig. 4. Het gevaar voor doorslag van de transformator door de tegenspanning wordt verminderd door het gebruik van een contact-gelijkrichter*.



elektronen zich bewegen van de kathode van de buis naar de anode, en de condensator opladen tot de topspanning E die aan de secundaire optreedt. Het onderste bekleedsel van de condensator wordt hierdoor negatief gemaakt ten opzichte van het bovenste.

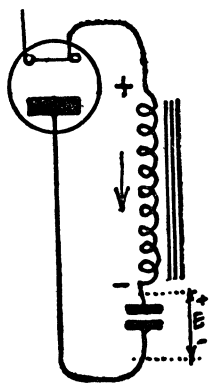
W.: Wil je nu eens bekijken wat er gebeurt gedurende de volgende halve periode, en dat in het schema aangeven.

Vr.: Volgens mij gebeurt er niets, want nu is de elektromotorische kracht op de secundaire zo gericht dat het bovineinde van de wikkeling E volt positief is ten opzichte van het ondereinde. Dit betekent dat de elektronen niet van de anode naar de kathode kunnen bewegen, zodat geen stroom kan vloeien.

W.: Dat is duidelijk. Maar wat gebeurt er op dat ogenblik met de condensator C ?

Vr.: Deze ontladend zich langzaam in het belastingscircuit; maar praktisch gesproken blijft de spanning aan de klemmen gelijk aan E .

W.: Welnu, bekijk eens in het schema wat dit ten gevolge heeft. Je hebt de spanning E tweemaal in serie; op de condensator en op de secundaire wikkeling. Ook de „tegenspanning” — want zo noemt men deze — die komt te staan tussen de kathode en de anode van de gelijkrichterbuis, is gelijk $2E$. Met een Zhsp van 12 000 V, geeft ons dat, gedurende de helft van de wisselspanning waarbij geen stroom vloeit, een spanningspiek van 24 000 V. Opdat geen vonk of zelfs geen overslag zal optreden in de buis, moet deze speciaal gebouwd worden, om een dergelijke spanning tussen zijn elektroden te kunnen verdragen. Bovendien moeten



* De gelijkrichtende werking wordt verkregen door het toepassen van halfgeleiders als contactmateriaal.

speciale isolatievoorzorgen worden genomen voor de verbindingen en bij de fabricage van de transformator. Overigens wil ik je speciaal wijzen op het feit, dat deze tegenspanning in zijn volle grootte tussen de gloeidraadwikkeling en de ijzerkern van de transformator staat, want de ijzerkern is met het chassis verbonden.

Vr.: Alles bij elkaar genomen is deze schakeling even gevaarlijk voor de mensen als voor de onderdelen. Is daar iets aan te doen?

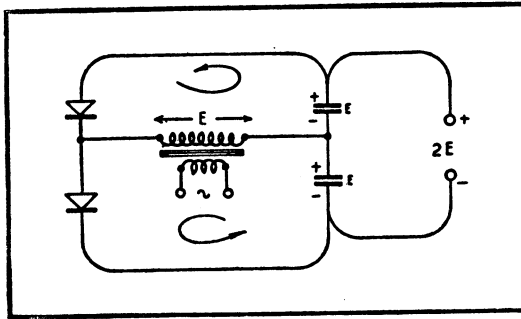


Fig. 5. De gewone schakeling voor de spanningsverdubbeling is hier op een weinig gebruikelijke manier getekend, waardoor de werking gemakkelijker is te begrijpen.

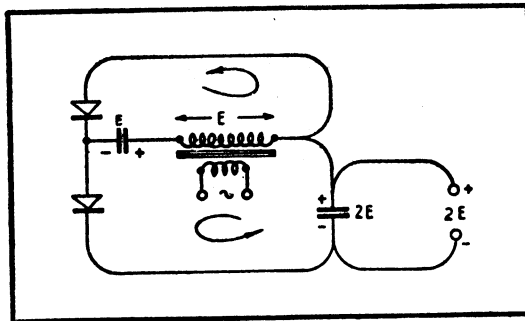
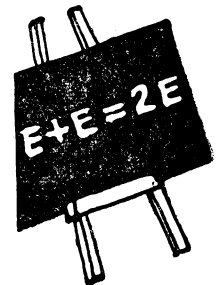
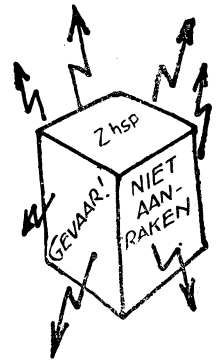
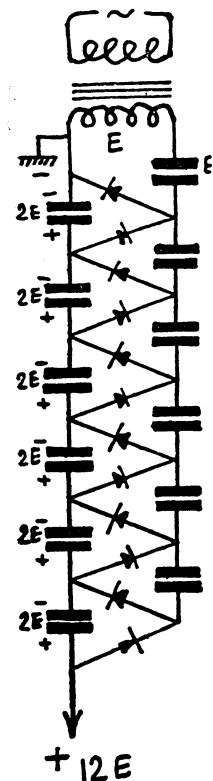


Fig. 6. Door de onderdelen van het schema van fig. 5 anders te rangschikken verkrijgt men de schakeling van Schenkel voor spanningsverdubbeling.

W.: Men kan deze stand van zaken een beetje verbeteren door gebruik te maken van halfgeleider-gelijkrichters. Omdat men dan geen kathode behoeft te verhitten, kan men dan weer het allereenvoudigste gelijkrichterschema toepassen, dat ik hier weer op een beetje ongewone manier heb getekend. De gelijkrichter wordt voorgesteld door een pijl, waarvan de punt de richting aangeeft waarin de elektronen worden doorgelaten*. Je ziet dat ook hier de gelijkrichter een tegenspanning moet

* In de praktijk is het aangeven van de elektronenstroom ongebruikelijk en geeft de richting van de pijl in de regel de richting aan waarin de gelijkrichter de positief gerichte elektrische stroom doorlaat.





verdragen, die gelijk is aan tweemaal de topspanning ($2E$). Maar tussen het uiteinde van de secundaire en de ijzerkern treedt geen hogere spanning op dan E .

Vr.: Erg veel helpt het niet. Wanneer het er om gaat zeer hoge spanningen op te wekken, moet men blijkbaar met deze halsbrekende isolatieproblemen rekening houden!

W.: Ik geloof dat het beter is onze toevlucht te nemen tot de spanningsverdubbelaar die ik hier voor je opteken. Ik laat het aan jou over om volgens onze gebruikelijke methode de werking te beredeneren.

Vr.: Bedankt voor de eer! Ik veronderstel, dat bv. gedurende de eerste halve periode, de elektronen in de secundaire van links naar rechts worden bewogen. Zij kunnen dus passeren door de bovenste gelijkrichter (maar niet door de onderste), waardoor de bovenste condensator tot E volt wordt opgeladen. Tijdens de volgende halve periode, worden de elektronen van rechts naar links gedreven, zij kunnen door de onderste gelijkrichter passeren, waardoor de onderste condensator tot de spanning E wordt opgeladen. U heeft werkelijk gelijk, Weetal! De spanningen van onze twee condensatoren tellen we bij elkaar op en we krijgen aan de uitgang een spanning $2E$! Dat is inderdaad ingenieus!

W.: Men kan ook een schakeling gebruiken die enigszins afwijkt, en waarin bij de eerste halve periode de stroom door de bovenste gelijkrichter gaat, waardoor de condensator die er mee in serie staat tot de spanning E wordt opgeladen. Tijdens de volgende halve periode zal de spanning van deze condensator worden opgeteld bij die van de secundaire om, via de onderste gelijkrichter, de uitgangcondensator op te laden tot een spanning van $2E$ volt.

Vr.: Het lijkt wel tovenarij.

W.: Je zou het misschien niet geloven als ik je zeg, dat door het in cascade schakelen van een heleboel van deze spanningsverdubbelaars, men een spanning van miljoenen volts kan bereiken, zoals die wordt gebruikt in de moderne toestellen om atomen te splitsen wier naam eindigt op „tron”.

Vr.: Ik heb wel eens gehoord van het cyclotron en ook wel van het bètatron. Maar laten we maar terugkeren naar onze bescheiden kathodestraalbuizen, waarbij we niet behoeven te rekenen met megavolts en waarbij met kilovolts kan worden volstaan.

EEN HELEBOEL WEERSTANDEN...

W.: Welnu, ik kan je tenslotte mededelen dat het gebruikelijke schema, met transformator en gelijkrichter, ten gevolge van de verschillende gevaren die er aan verbonden zijn, hoe langer hoe minder wordt toegepast, ten minste wanneer het buizen voor hoge spanningen betreft. Daarentegen leent deze schakeling zich uitstekend voor de voeding van de buizen voor magnetische focussing en afbuiging. Hier heb je bv. het schema van een voeding waarbij, uitgaande van de gelijkgerichte hoogspanning die wordt afgevlakt door een weerstandscondensatorafvlakking C_1RC , alle benodigde spanningen worden verkregen met behulp van een spanningsdeler.

Vr.: Ik zie inderdaad de kathode, die op positieve spanning wordt gebracht ten opzichte van het chassis met behulp van een variabele weerstand R_1 in serie met een vaste weerstand R_2 . Daar de wehnelt, dank zij de lekweerstand R_6 , op chassis-potentiaal is gebracht, wordt deze negatief ten opzichte van de kathode en kan

door het regelen van R_1 de gemiddelde helderheid van het beeld worden ingesteld. De spanningen van de drie anoden worden bepaald door de weerstandsketen $R_3-P_1-R_4-R_5$; dank zij de potentiometer P_1 kan de spanning op de tweede anode worden geregeld, om zodoende de focussering van de lichtvlek (spot) te kunnen

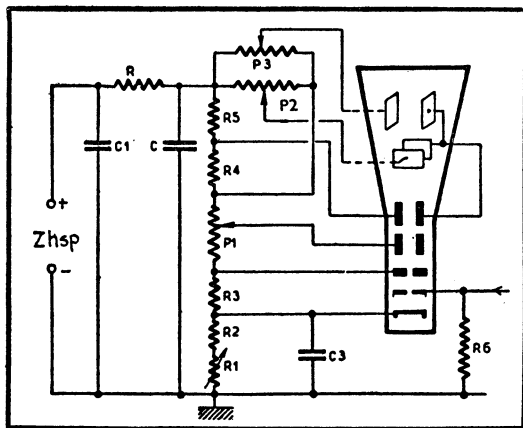


Fig. 7. Compleet schema voor de voeding van een kathodestraalbuis met elektrostatische afbuiging. Deze wordt toegepast in goedkope televisieontvangers.

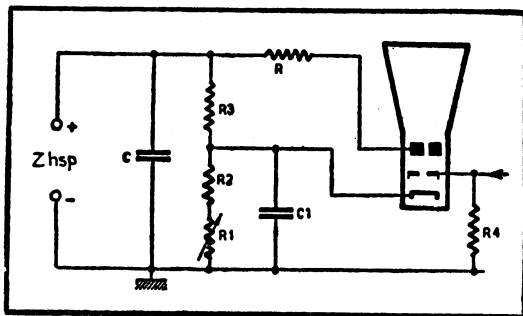
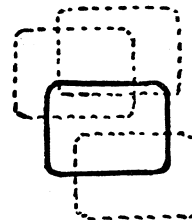
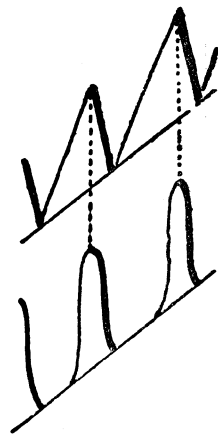


Fig. 8. Schema voor het verkrijgen van een regelbare negatieve roosterspanning op de wehnelt, door middel van een spanningsverdeler.

instellen. Maar ik begrijp niet waartoe de potentiometers P_2 en P_3 dienen. W.: Indien zij in hun middenstand staan, bevinden de afbuigplaten zich op dezelfde spanning als de derde anode (want $R_4 = R_5$). Hun draaicontacten geven dus aan de afbuigplaten een gemiddelde spanning, die op deze manier een beetje boven of onder die van de derde anode kan worden ingesteld. Op deze wijze kan men de

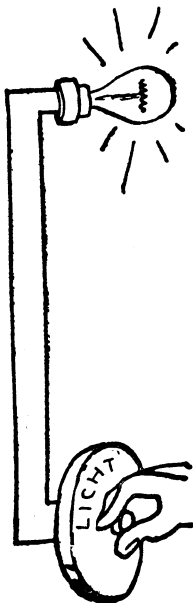




gemiddelde plaats van de spot instellen, zowel in horizontale richting als in verticale richting. En zo brengt men het beeld op zijn plaats, door het naar rechts of naar links en naar boven of naar beneden te verplaatsen, zodat het midden op het scherm komt.

Vr.: Dat is min of meer te vergelijken met de verplaatsing die in de bioscoop wordt toegepast om te vermijden dat het beeld in het midden is doorgeknijpt, wat dan een hevig gefluit van de toeschouwers veroorzaakt... Maar zegt u mij eens, Weetal, kan deze methode van aanbrengen van negatieve roosterspanning op de wehnelt ook worden toegepast voor buizen met magnetische afbuiging?

W.: Dat heb je goed begrepen; wat ook de wijze van opwekken van de hoogspanning is, men kan steeds een spanningsdeler aanbrengen, waarmee aan de wehnelt een instelbare negatieve spanning ten opzichte van de kathode wordt toegevoerd, ten einde de helderheid van het beeld te kunnen instellen.



ZELF GEFABRICEERDE WISSELSTROOM

Vr.: U heeft me duidelijk te verstaan gegeven, dat naast de gewone manier om de Zhsp op te wekken (die u blijkbaar zeer mishaaft), er nog andere bestaan. Is dat zo?

W.: Zeer zeker. Bij het gewone gelijkrichtersysteem hindert mij in hoofdzaak de lage frequentie van de gelijk te richten stroom. Ten gevolge hiervan moeten wij in het filtercircuit betrekkelijk grote capaciteiten toepassen. Een lading van enige kV op een condensator van $0,25 \mu\text{F}$ kan dodelijk zijn, dat heb ik trouwens al gezegd. Maar als wij een frequentie van 10 000 Hz kunnen gelijkrichten, zal een $200\times$ kleinere condensator voldoende zijn. De lading van een dergelijke condensator kan wel onaangenaam, maar niet meer gevaarlijk zijn.

Vr.: Dat is allemaal erg mooi, maar ik geloof niet, dat u met een telefoontje de ingenieurs van de elektriciteitscentrale zou kunnen verleiden de omwentelingsnelheid van de generatoren te laten opvoeren totdat het periodental tot 10 000 per./sec zou zijn gestegen.

W.: Ik maakt me wat dat betreft geen illusies. Maar ik ga zelf mijn wisselstroom opwekken.

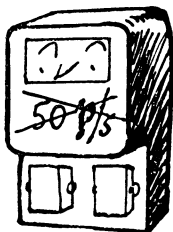
Vr.: Nou nog mooier, het ontbrak er nog maar aan, om in de televisieontvanger een kleine motorgenerator in te bouwen!

W.: Stel je maar gerust, de generator is er, maar hij is zuiver elektronisch. Men gebruikt een doodgewone eindbuis, die wordt gevoed uit de normale voeding van de televisieontvanger, en die men op de gewenste frequentie laat oscilleren. Het doet er niet toe welk oscillatorschema wordt gebruikt; de gewone schakeling met afgestemde rooster- of anodekring, het hartleyschema of een andere schakeling, kan dienst doen. Is eenmaal deze stroom opgewekt, dan richt men deze op dezelfde wijze gelijk als bij de gewone Zhsp-voeding.

Vr.: Dat wil zeggen?

W.: Welnu, men zorgt voor een hoge spanning door een secundaire wikkeling aan te brengen met een groot aantal windingen en men richt deze spanning gelijk met behulp van een enkelfasige gelijkrichterbuis.

Vr.: Ik zie dat u de gloeidraad van deze buis verhit uit de oscillatorstroom, met behulp van een aparte wikkeling, die voor dat doel is aangebracht.



W.: Waarom niet? Dit is een veel elegantere oplossing dan het gebruik van een speciale secundaire wikkeling op de voedingstransformator.

Vr.: Op welke frequentie wordt de oscillator afgestemd?

W.: Men kan net zo goed lagere frequenties toepassen vanaf 500 per./sec als hogere frequenties in de grootte-orde van 25 000 per./sec. In het eerste geval wordt een

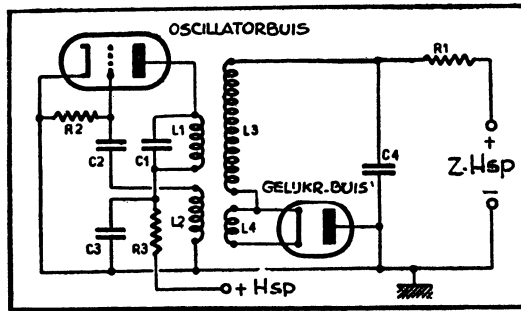


Fig. 9. Zhsp opgewekt door een aparte oscillator.

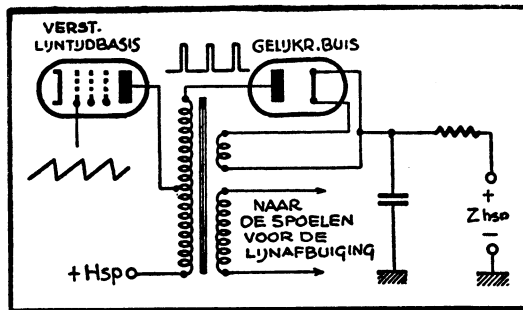
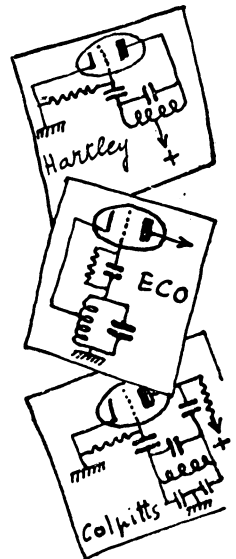


Fig. 10. Hier wordt de Zhsp afgenomen vanaf de lijntijdbasis.



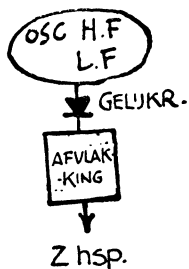
transformator met ijzerkern gebruikt, terwijl voor de hoogfrequentoscillator een luchttransformator wordt gebruikt, die eenvoudiger kan worden geïsoleerd.

Vr.: Moet ook daar weer op worden gelet?

W.: En of! Overigens wordt, om te vermijden dat er tussen twee opeenvolgende lagen te grote spanningsverschillen optreden, bij voorkeur een wikkeling toegepast in de vorm van een platte schijf met een groot aantal lagen ieder met weinig windingen.

Vr.: Het moet me van het hart dat dit idee, om ter plaatse de noodzakelijke stroom op te wekken, me zeer vernuftig toeschijnt.

WAAR DE ONDEUGDEN EN DEUGDEN WORDEN VERANDERD



W.: Ongetwijfeld, ofschoon het rendement van een oscillator met elektronenbuis niet erg hoog is. Overigens kan men er ook wel buiten, want waarom zou men deze kleine wisselstroomgenerator aanbrengen, als er reeds een in het inwendige van de televisieontvanger aanwezig is.

Vr.: Vandaag heeft u er plezier in orakeltaal te bezigen, om mijn nieuwsgierigheid zoveel mogelijk op proef te stellen. Maakt u een toespelings op de oscillator, die in iedere super wordt gebruikt voor de frequentieverandering?

W.: Neen, mijn beste vriend, ofschoon het wel mogelijk zou zijn deze te gebruiken als wisselstroombron, ten minste wanneer het vermogen voldoende groot is. Maar ik heb gedacht aan iets anders. Herinner je je nog die ongelukkige overspanningen, die optraden bij de terugslag van de lijnzaagtand, over de primaire van de uitgangstransformator, die de spoelen voor de lijnafbuijing verbond met de tijdbasisgenerator?

Vr.: Inderdaad, ik herinner het me nu. De plotselinge stroomverandering bij de terugslag van de zaagtand, doet deze gevaarlijke overspanningen op de primaire van deze transformator ontstaan; deze is aangebracht in de anodekring van de penthode, die de spanningen van de lijntijdbasis versterkt. En — dat valt me nou net weer in — u heeft me toen gezegd dat een ondeugd in een deugd kan worden veranderd, door deze overspanningen te gebruiken als voedingsbron voor de Zhsp.*

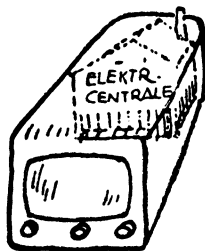
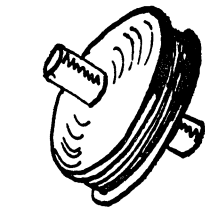
W.: Inderdaad, je geheugen dwingt me eens te meer bewondering af... Je ziet dus dat we hier beschikken over impulsen van zeer hoge spanning, met de frequentie van de lijnastasting. We kunnen nog, als daaraan behoefte bestaat, de beschikbare spanning verhogen met behulp van een extra wikkeling, waarbij het geheel een autotransformator voor spanningsopjaging vormt.

Vr.: Als ik het goed begrijp, hebben we daarna niets anders te doen dan de beschikbare spanning op de gewone manier gelijk te richten. En ik zie dat u ook hier de gloeidraad van de gelijkrichter voedt, door deze spanning af te nemen van een aparte wikkeling op dezelfde transformator.

W.: Ik wou nog, mijn beste Vraagal, je aandacht vestigen op een extra — zeer elegant — voordeel van deze wijze van opwekken van de Zhsp. Indien per ongeluk de tijdbasis defect raakt en daardoor de aftasting blijft stilstaan, zal normalerwijze de stilstaande lichtvlek het fluorescerende scherm op die plaats vernietigen. Maar met dit systeem van opwekken van de Zhsp (door de overspanning van de terugslag van de lijntijdbasis te gebruiken) brengt het stilstaan van de tijdbasis ook het wegvallen van de Zhsp met zich mede, waardoor de spot verdwijnt.

Vr.: Ten gevolge waarvan de kathodestraalbuis met dit systeem geen gevaar loopt. Ziehier eindelijk een geruststellend woord, na al de gevaren die u me vandaag heeft laten doorstaan... Hiervoor mijn diepgevoelde dank!

* De spanningsstoten die optreden bij de terugslag in de lijnafbuijingsgenerator, worden in dit geval gebruikt om — na gelijkrichting — de hoogspanning te leveren voor de tweede anode van de kathodestraalbuis. We noemen deze voeding dan: terugslag-hoogspanningsvoeding.



ZEVENTIENDE PRAATJE

HET OPVANGEN VAN DE ETHERGOLVEN

Het vraagstuk van de ontvangantenne wordt bij de gewone radio dikwijls als weinig belangrijk beschouwd, bij televisieontvangst echter is een goede antenne onontbeerlijk.

De taak van deze antenne is om uit de ether een maximale hoeveelheid H.F.-energie te halen, voor de gehele bandbreedte van het televisiesignaal dat men wil ontvangen. Dit signaal moet vrij zijn van storende signalen en het mag niet door obstakels worden tegengehouden.

Onze twee vrienden bespreken in de nu volgende causerie de werkwijze van verschillende soorten antennes, zij onderzoeken hoe deze worden ingericht om een bepaald richteffect te verkrijgen en hoe de antenne wordt verbonden met de ontvanger.

Een televisieontvanger heeft dus in ieder geval een goede antenne nodig en de lezer kan er zijn voordeel mee doen wanneer hij de nu volgende bladzijden met aandacht doorneemt.

GEESTELIJK VOEDSEL

Vr.: Nu we weten hoe we onze televisieontvanger moeten voeden zowel wat betreft de laagspanning, de hoogspanning en de zeer hoge spanning . . .

W.: Denk je werkelijk dat dit alle voedingen zijn die je nodig hebt? Zou jij je tevreden stellen met alleen aards voedsel, mijn beste vriend?

Vr.: Ik zie tenminste niet welk soort geestelijk voedsel onze televisieontvanger nog meer nodig zou kunnen hebben.

W.: Je vergeet gewoonweg dat het ook nog nodig is om een beeld op het scherm te voorschijn te roepen; het zijn de beelden die in de vorm van een videosignaal door de H.F.-draaggolf worden overgebracht en via de antenne op onze ontvanger terecht komen.

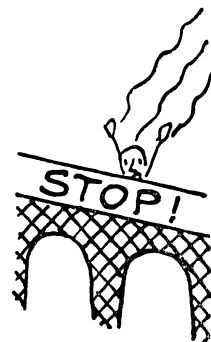
Vr.: Dat is nogal duidelijk. Maar dit soort voeding bezorgt me niet veel hoofdbrekens. Evenals bij een gewone omroepontvanger zal het een of andere stuk draad, dat met de weidse naam van „antenne” wordt aangeduid, wel voldoende zijn.

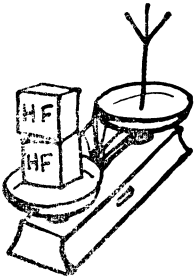
W.: Daar ben ik niet zo zeker van, tenzij je in de buurt van de zender woont, waar het veld zeer sterk is. Op grotere afstand van de zender echter, zal een stuk draad niet voldoende blijken te zijn om onze radiogolven op te vangen.

Vr.: Ik zie intussen geen verschil met de gewone radio.

W.: Dat verschil is er wel degelijk. Je moet niet vergeten dat wij metergolven willen ontvangen, die maar een beperkte werkingssfeer hebben en die men slechts met zekerheid kan ontvangen, wanneer zij niet door de zichtbare horizon worden begrensd. Ook worden ze sterk verzwakt door geleidende obstakels, daar zij zich rechtlijnig voortplanten; dit in tegenstelling tot de langere golven, die zich gemakkelijk om een hindernis heenbuigen.

Vr.: En is het gevolg daarvan, dat we veel zorg moeten besteden aan onze televisieantenne?





W.: Ja, Vraagal, het is nodig dat je het goed tot je laat doordringen, dat de antenne van een televisieontvanger een zeer belangrijk onderdeel is. Wanneer hij goed uitgevoerd wordt, vervangt hij met voordeel één of twee trappen H.F.- of M.F.-versterking. En nu begrijp je dus ook, dat het nodig is deze antenne eens goed onder de loep te nemen. Terwijl bij de gewone radio de lengte van de antenne veel kleiner is dan die van de ontvangen golf, is bij televisie de antennelengte van dezelfde grootte-orde. Dit fundamentele verschil geeft grote voordelen, want men kan hierdoor de antenne afstemmen op de frequentie die wordt ontvangen.

Vr.: U wilt toch niet beweren, Weetal, dat een rechte draad een afgestemde kring voorstelt met een eigen afstemfrequentie en resonantiekromme?

W.: En of. Het is zelfs nodig dat deze resonantiekromme zo breed is dat de gehele band met alle modulatiefrequenties, zowel van het videosignaal als van het geluidskanaal, wordt omvat. Het geluidskanaal wordt nl. op een naburige golflengte uitgezonden, want beeld en geluid worden met dezelfde antenne ontvangen.

Vr.: Ik heb zo'n idee, dat een antenne die aan al deze voorwaarden moet voldoen, nogal gecompliceerd zal zijn. Hij moet zeker worden uitgerust met afstemcondensatoren en dempweerstand om de doorlaatband te verbreden.

W.: Niets van dat alles, Vraagal! In werkelijkheid is deze antenne eenvoudig en daar zul je achter komen door te trachten logisch te redeneren. Weet je wat golven eigenlijk zijn?

Vr.: Dat zijn elektromagnetische velden die worden opgewekt door de H.F.-stroom in de zendantenne, zij verspreiden zich met de bescheiden snelheid van 300 000 km per sec.

W.: Je definitie is in theorie wel juist, maar praktisch ligt het vraagstuk enigszins anders. Je weet, dat de golven in alle geleiders die zich op hun weg bevinden elektromotorische krachten opwekken.

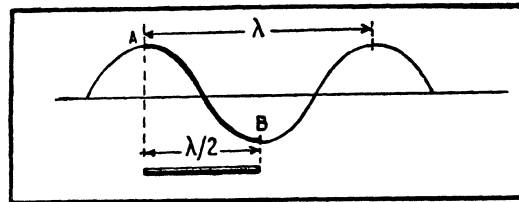


Fig. 1. Tussen de punten A en B, die een halve golflengte van $\frac{\lambda}{2}$ bestaan het grootste spanningsverschil. Een staaf met een lengte $\frac{\lambda}{2}$ wordt een „halve-golfantenne” genoemd.

Zou je me kunnen zeggen tussen welke twee punten, die zich op een bepaalde afstand van elkaar bevinden, deze golven in een geleider het grootste spanningsverschil zouden opwekken?

Vr.: Daarvoor behoef ik alleen maar het bestaande veld op een bepaald moment voor te stellen door een eenvoudige sinusoïde, om te zien dat het grootste verschil in veldsterkte optreedt tussen de hoogste punten van de positieve en negatieve wisseling; deze punten liggen een halve golflengte uit elkaar.



W.: Dit betekent dat ik een metalen staaf moet nemen waarvan de lengte gelijk is aan een halve golflengte, om de maximumspanning tussen zijn uiteinden te kunnen opvangen. Een dergelijke staaf wordt een halve-golfantenne genoemd.

EEN AFGESTEMDE STAAF

Vr.: Dus de golven die de staaf passeren maken afwisselend het boveinde positief en negatief, terwijl het ondereinde afwisselend negatief en positief wordt gemaakt. Ten gevolge daarvan zullen de elektronen zich gedurende de ene halve periode van beneden naar boven bewegen, terwijl zij vervolgens gedurende de volgende halve periode van boven naar beneden lopen.*

W.: En merk je op dat de tijd die de stroom nodig heeft om van het ene einde van de antenne naar de andere te lopen, juist gelijk is aan een halve periode van de uitgezonden golf, omdat de snelheid van de stroom gelijk is aan de voortplantings-snelheid van de radiogolf?

Vr.: Als ik het goed heb begrepen zullen dus de elektronen heen en weer schommelen over de lengte van de staaf, in geheel hetzelfde ritme als de golven die de stroom opwekken. Het is ongetwijfeld daarom, dat wij, zoals u dat uitdrukt, afgestemde antennes gebruiken.

W.: Inderdaad heb ik dat bedoeld toen ik die uitdrukking bezigde. Wanneer de elektronen in onze staaf aan zichzelf worden overgelaten, zouden zij met dezelfde frequentie uittrillen, nadat een beginimpuls hun gelijkmatige verdeling langs de geleider zou hebben verstoord... Wel moet ik opmerken dat mijn redenering een beetje theoretisch is, want zij geldt alleen voor een staaf die in het luchtledige, ver van andere geleidende lichamen, is opgehangen. In werkelijkheid zal de nabijheid van de ondersteuningsmast, van het dak en de aard, capaciteiten doen ontstaan, die de eigentrillingstijd van de staaf vergroten. Om deze precies op de ontvangen golf af te stemmen, moet men hem een weinig korter maken. In de regel maakt men hem 6 % korter dan de halve golflengte.

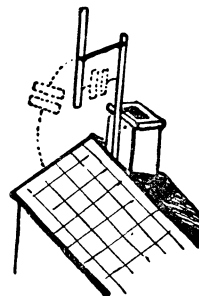
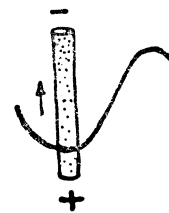
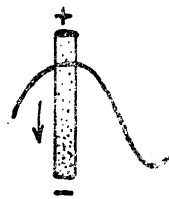
Vr.: Dat wil dus zeggen, dat als ik een golflengte van 6,52 m wil ontvangen, wat overeenkomt met een frequentie van 46 MHz, ik een staaf moet nemen van 3,26 m min 6 %, wat neerkomt op ongeveer 3,07 m.

W.: Dat is juist. Maar daar we met dezelfde antenne ook het geluid moeten ontvangen dat bv. wordt uitgezonden op 7,14 m (wat overeenkomt met 42 MHz), moet je een gemiddelde lengte kiezen die iets hoger ligt.

Vr.: De antenne moet dus een behoorlijk brede doorlaatband hebben. Waar hangt die van af?

W.: Van de dikte van de staaf, of om het juister uit te drukken, van de verhouding tussen zijn lengte en zijn diameter. Om voldoende bandbreedte te verkrijgen, moet de diameter van de staaf groter zijn dan 0,02 van zijn lengte. In de praktijk gebruikt men buizen van 12 à 20 mm diameter, want het is niet nodig een massieve staaf te gebruiken.

Vr.: Ik herinner me dat de H.F.-stromen zich voortplanten aan de oppervlakte van de geleiders. Dit heet „huideffect”. Ik vraag me zelfs af, of men de antenne niet



* Wanneer de antenne horizontaal is opgesteld, moet voor „boven” en „beneden” respectievelijk „rechts” en „links” worden gelezen.

zou kunnen samenstellen uit een aantal parallel-gespannen draden, die een soort cilinder vormen.

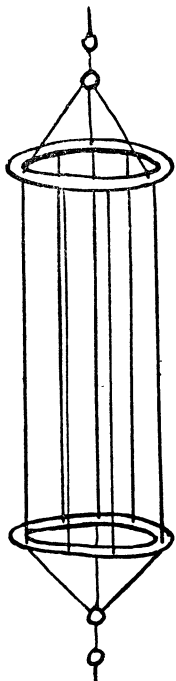
W.: Dat doet men inderdaad met veel succes. Door een twaalftal draden te spannen tussen twee hoepels met een diameter van ongeveer 30 cm, krijg je een zeer goede halve-golfantenne, die ruimschoots voldoende bandbreedte heeft.

Vr.: Een andere vraag is of men de antenne verticaal of horizontaal moet opstellen.

W.: Dat hangt er van af of het elektromagnetische veld van de te ontvangen golf horizontaal of verticaal is gepolariseerd. Een verticale zendantenne straalt verticaal gepolariseerde golven uit en men moet deze met een verticaal opgestelde ontvangantenne opvangen. Deze verticale polarisatie wordt voor vele Europese televisiezenders, o.a. in Frankrijk, toegepast. In Amerika en Nederland heeft men de horizontale polarisatie gekozen. Ten gevolge hiervan zijn ook de golven horizontaal gepolariseerd en wordt in de regel ook de ontvangantenne horizontaal opgesteld.

Vr.: Toch was ik laatst in Amerika en zag daar ook verschillende verticaal opgestelde televisie-antennes. Daar woonden toch niet allemaal Fransen? . . .

W.: Dat is omdat in bepaalde, moeilijk vast te stellen gevallen, het polarisatievlak van de golven min of meer draait. Ten gevolge hiervan blijken antennes die onder een hoek zijn geplaatst of zelfs verticaal opgesteld antennes een beter rendement te geven. Alleen de ondervinding kan ons hierin de weg wijzen.



EEN HUIS UIT HET ATOOMTIJDPERK

Vr.: Ik veronderstel dat de invoer van de antenne, die dient om het opgevangen signaal naar de ontvanger te leiden, aan het einde van de staaf wordt vastgemaakt.

W.: Geloof je werkelijk dat er aan dat uiteinde stroom loopt?

Vr.: Dat is nogal glad! Omdat aan de uiteinden de grootste spanningsverschillen voorkomen.

W.: Heb je wel eens opgemerkt, waar de loper van de trap het meest is versleten?

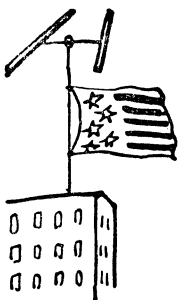
Vr.: Wat heeft dat er nu mee te maken?

W.: Ik wil je er duidelijk mee aantonen, hoe de spanningen en stromen zijn verdeeld in onze afgestemde staaf. Neem eens aan dat wij een gebouw hebben neergezet, dat rekening houdt met het gebruik van atoombommen en dat 7 etages boven de grond, en 8 onder de grond bevat. De 15 etages zijn bewoond door een precies gelijk aantal huurders. Geloof je dat de traploper over zijn gehele lengte evenveel versleten zou zijn?

Vr.: Neen. Op de bovenste en onderste etage passeren alleen de eigen bewoners: dat zijn dus zij die het liefst zo dicht mogelijk bij de hemel willen wonen en zij die het meeste angst hebben voor de bombardementen. Maar over de loper, die gelijk met de begane grond ligt en die naar de uitgang leidt, passeren alle bewoners, zowel diegene die van het licht van de dag genieten, als de holbewoners die zijn aangewezen op elektrische verlichting. De traploper is *daar* het meest gesleten.

W.: Zie je niet de overeenkomst tussen de bewoners van ons gebouw uit het atoomtijdperk en de elektronen in de staaf?

Vr.: Ik heb het begrepen! Aan de uiteinden van de staaf lopen alleen de weinige elektronen, die de uiteinden van de staaf bereiken. Maar naar mate men meer het midden van de staaf nadert, zal het aantal elektronen dat aan de stroom deelneemt, toenemen, want gaandeweg voegen zich hierbij alle elektronen van de tussen-



liggende delen van de staaf. En in het midden is de stroom het grootst, het is er een reuze gedrang van elektronen!

W.: Je ziet, dat het door dit voorbeeld veel gemakkelijker is geworden dit belangrijke vraagstuk te bekijken. Nu je weet, waar de stroom het grootst is, begrijp je ook dat deze stroom in het midden van de staaf moet worden afgenomen, om deze naar de ontvanger te leiden.

Vr.: Maar mijn waarde Weetal, hoe wilt u dat voor elkaar krijgen? Het is nodig om op de een of andere manier de ingangskring van onze ontvanger op te nemen in het midden van onze afgestemde staaf en dat is niet mogelijk!

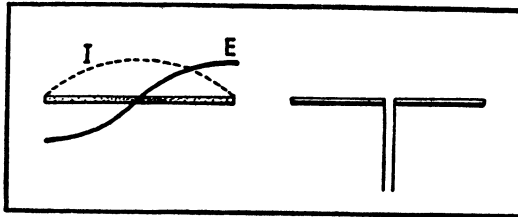


Fig. 2. De sterkte van de stroom I is maximaal in het midden van een staaf die een halve golflengte lang is, het spanningsverschil E is daarentegen maximaal aan de uiteinden. Om de grootste stroom af te tappen, snijdt men de staaf doormidden en maakt daar de twee invoerdraden vast.

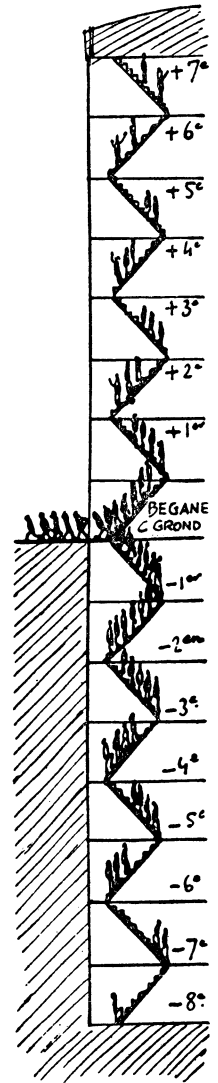
W.: Waarom niet? Snij onze staaf doormidden en leid de stroom door middel van twee parallelle geleiders naar de ingangskring van onze ontvanger. Je maakt hier kennis met de oudste en meest verspreide uitvoering van de televisieantenne: de *dipool*, samengesteld uit twee helften van een kwart golflengte. Deze twee helften zijn in werkelijkheid ieder 6 % korter dan een kwart golflengte. Door middel van een manchet van isolerend materiaal worden zij op enige centimeters afstand van elkaar vastgehouden en bevestigd aan een mast. Men noemt dit geheel ook wel een *doublet*.

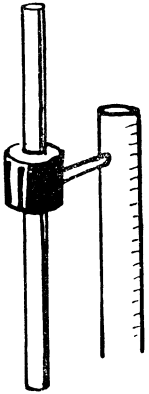
OVERPEINZINGEN OVER DE REFLECTIES

Vr.: Ik heb dergelijke antennes wel eens gezien. En ik heb opgemerkt dat de bijbehorende invoerleiding begint met een horizontaal gedeelte, dat waarschijnlijk dient om de dipool van de mast verwijderd te houden.

W.: Dat is juist. Overigens is de rol van deze invoerleiding zeer belangrijk. Hij moet de door de antenne opgevangen energie met zo weinig mogelijk verliezen naar de ontvanger geleiden. Bij de hoge frequenties die bij televisie worden toegepast, is dit een delicate taak en het is nodig dat reflecties in de invoerleiding zoveel mogelijk worden vermeden.

Vr.: Wat zijn eigenlijk reflecties?





W.: Als de invoerleiding slecht is aangepast, óf aan de antenne, óf aan de ingangskring van de ontvanger, bestaat de mogelijkheid dat een gedeelte van de antennenergie, die er door loopt, niet door de ingangskring van de ontvanger wordt opgenomen. Het overblijvende deel wordt teruggekaatst naar de antenne, die het weer gedeeltelijk terugkaatst naar de ontvanger, deze ontvangt er weer een gedeelte van en zo gaat het maar door.

Vr.: Het gevolg is een slechte energieoverdracht die wordt tot stand gebracht in verscheidene gedeelten, in plaats van in een enkele overdracht. Wat is hiervan het gevolg?

W.: Zij veroorzaken soms op het scherm meervoudige beelden. Ook zal het beeld dat het eerst wordt beschreven, de grootste hoeveelheid energie ter beschikking hebben; en de beelden die met zeer kleine tussenpauzen op het eerste volgen, geven een aantal zwakkere beelden, die bovendien enigszins verschoven zijn ten opzichte van het eerste. Deze verplaatsing wordt veroorzaakt door het tijdsverschil tussen de beelden, waardoor de spot intussen enigszins verschoven is. Men noemt deze verschoven beelden „geestbeelden” of ook wel „echobeelden”.*

Vr.: Wat mij betreft heb ik zonder het te willen wel geesten van deze soort gezien toen ik afdrucken van foto's maakte. Het is voldoende dat het negatief een klein beetje verschuift ten opzichte van het afdruckpapier, om eenzelfde verschijnsel te voorschijn te roepen.

W.: Dit verschijnsel is zonder twijfel erg interessant, maar het moet tot iedere prijs worden vermeden. Hiertoe moet de karakteristieke impedantie van de invoerleiding, zowel gelijk zijn aan de impedantie op de aansluitklemmen van de antenne, als aan de ingangsimpedantie van de ontvanger.

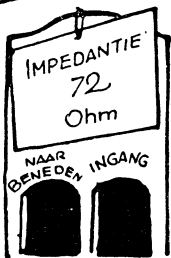
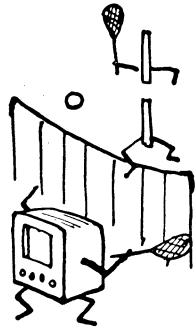
Vr.: Alle mensen nog aan toe? Wat een wirwar van impedanties. Maar hoe kom je eigenlijk aan al die impedanties?

W.: Ik zou je met een mooie slinger kunnen antwoorden, dat deze volgens de wet van Ohm gelijk zijn aan de spanning gedeeld door de stroomsterkte. Maar dat zou je niet veel wijzer maken. Ik zou nog beter kunnen zeggen dat iedere antenne een zekere weerstand, capaciteit en zelfinductie bezit, welke drie factoren tezamen een zekere impedantie opleveren. Bij een gevouwen dipool is de impedantie bij het midden in de grootte-orde van 300 ohm. Ook de invoerleiding bezit een zekere weerstand, capaciteit en zelfinductie, die gelijkmatig over zijn gehele lengte zijn verdeeld. De resulterende impedantie wordt de karakteristieke impedantie genoemd. En tenslotte heeft ook de ingang van de ontvanger een zekere impedantie.

Vr.: Als ik het goed heb begrepen, moet om alles op zijn pootjes terecht te doen komen, dat wil zeggen om alle energie van de antenne in zijn geheel en zonder reflecties naar de ontvanger over te brengen, de karakteristieke impedantie van de invoerleiding ook 300 ohm worden gemaakt en met de ingangsimpedantie van de ontvanger moet hetzelfde gebeuren.

W.: Daarin vergis je je niet. Overigens bestaan verschillende soorten invoerlijnen die deze karakteristieke impedantie bezitten: tweedraadlijnen, die zijn samengesteld uit twee parallelle draden die in een kunstharzomhulsel zijn ingegoten; twee-draadslijnen zijn omgeven door een beschermend metalen omhulsel; gevlochten draden

* Deze echobeelden doen zich in verband met de looptijd in een normale kabel van ongeveer 20 m lengte, voor als een verplaatsing van ca. 1 mm.



die er uit zien als een gewoon gevlochten netsnoer; en ten slotte coaxiale kabels bestaande uit een binnendraad en een metalen omhulsel, dat als tweede geleider dienst doet en zelf weer is omgeven door een mantel van isolatiemateriaal. Voor

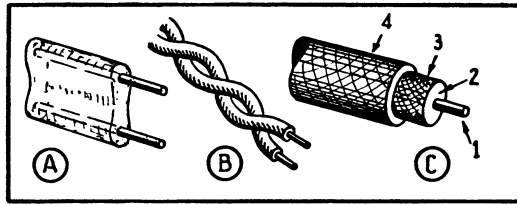


Fig. 3. Verschillende soorten invoerleidingen voor antennes: A, twee parallelle draden ingeperst in een polytheenlint; B, gevlochten draden; C, coaxiale kabel (1. ader; 2. isolatie; 3. metalen mantel; 4. beschermende isolatielaag).

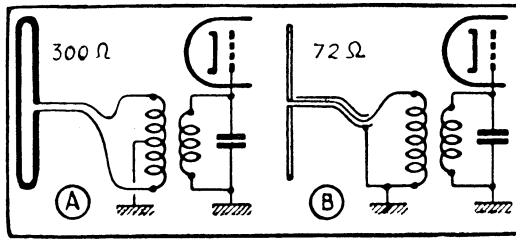


Fig. 4. A. aansluiting van een symmetrische voedingslijn; B. invoer met coaxiale kabel.

de tweedraads-invoerleidingen gebruikt men een symmetrische ingangskring bij de ontvanger. Deze kring bezit op de primaire wikkeling een middenaftakking, die aan het chassis is verbonden. Wanneer een coaxiale kabel als invoerleiding wordt gebruikt, wordt in de regel de metalen mantel verbonden met het chassis.

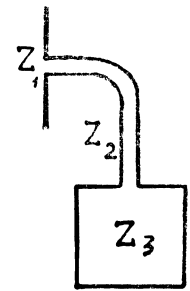
EEN OVERVLOED VAN IMPEDANTIES

Vr.: Is het absoluut noodzakelijk een antenne op het dak te installeren?

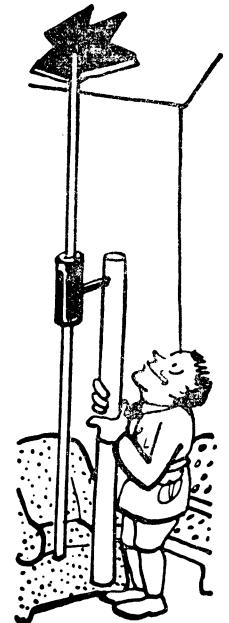
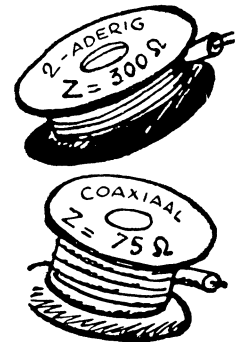
W.: Ja, uitgezonderd wanneer de ontvangercondities buitengewoon gunstig zijn, dat wil zeggen wanneer men betrekkelijk dicht bij de zender woont. In dat geval kan men zich tevreden stellen met een binnenshuisantenne.

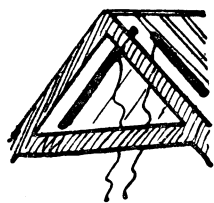
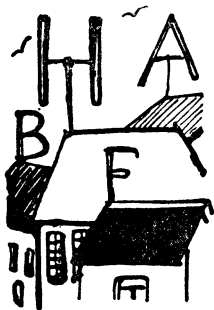
Vr.: Een dipool in de salon lijkt me ook niet erg prettig. Mijn moeder zou daar wel een en ander op aan te merken hebben.

W.: Men kan de lengte behoorlijk veel kleiner kiezen, door in het midden een tweetal spoeltjes aan te brengen, waardoor de zelfinductie wordt vergroot. Het geheel kan hiermee worden afgestemd op de te ontvangen golf. Het nuttig effect van een dergelijke antenne zal echter veel slechter zijn dan van een gewone dipool. Men kan ook voor een binnenantenne, de ene helft verticaal plaatsen. Ook maak ik je opmerkzaam op twee andere antennemodellen van kleinere afmeting: de T-antenne



$$Z_1 = Z_2 = Z_3$$





en de omgekeerde V-antenne, de laatste is zeer geschikt om in de nok van de zolder te worden opgesteld.

Vr.: En wat moeten we doen, als de ingangsimpedantie van de ontvanger groter is dan 72 ohm? Kan men een impedantietransformator gebruiken?

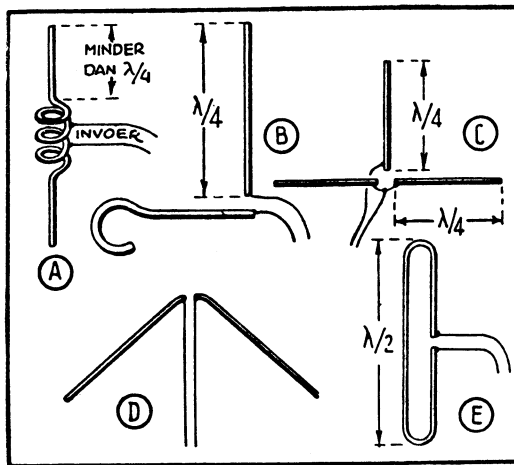


Fig. 5. Enige verschillende soorten dipolen van een kwart golflengte; A. een type met extrazelfinductie; B. een dipool in „L”-vorm; C. een „omgekeerde-T-antenne”; D. „omgekeerde-V-antenne”; E. „gevouwen-dipool-antenne”.

W.: Ja, dat doet men wel eens. Maar er zijn andere antenntypen, die een hogere impedantie hebben. Door een staaf van een halfve golflengte parallel te schakelen met de dipool krijgt men een antenne van het „gevouwen-dipool”-type. In het Engels wordt deze een „folded-dipole” genoemd. Deze wordt gemaakt door een staaf van één golflengte te buigen als bij E in de tekening. In het midden is de impedantie 300 ohm. En wat zeer belangrijk is, men kan deze impedantie veranderen door de verhouding van de materiaaldikten van de staven van de dipool en van de parallel geschakelde staaf te wijzigen.

Vr.: Ik ben bang, dat het met de televisieantennes net zo gaat als met de geneesmiddelen voor reumatiek: het feit dat er zoveel verschillende soorten bestaan, bewijst dat geen van alle werkelijk afdoend is. En bij televisie is de ideale antenne beslist nog niet gevonden.

W.: Net als op ieder ander gebied, blijft het ideoaal altijd onbereikbaar. Maar de antennes die ik voor je heb beschreven, geven in het algemeen goede ontvangst wanneer het elektromagnetische veld, op de plaats waar de antenne is opgesteld, voldoende sterk is. Ook veranderen wij dat de opstelling zo is, dat we geen „geesten” behoeven te vrezen.



SPOOKVERHALEN

Vr.: Worden dan de schermen van de televisieontvanger behekt door dezelfde geestesverschijnselen, die vroeger in middeleeuwse kastelen rondspookten? Ik geloof dat u misbruik maakt van mijn goedgegelovigheid.

W.: Dat is absoluut niet mijn bedoeling. Het gaat hier in 't geheel niet om spookverhalen. En je kunt een en ander best begrijpen, als je er een beetje over nadenkt... Je weet dat geleiders die enige malen langer zijn dan de golflengte, in staat zijn de golven terug te kaatsen.

Vr.: Dat weet ik, want de radar berust op hetzelfde principe; ook daar gebruikt men golven van een zo korte golflengte, dat zij reeds teruggekaatst worden door de betrekkelijk kleine oppervlakte van een vliegtuig. Zouden we middengolven nemen (200—500 m), dan worden deze wel in de geïoniseerde hogere luchtlagen teruggekaatst, maar iets ter grootte van een vliegtuig zou onmogelijk voor deze golven als spiegel dienst kunnen doen.

W.: Je begrijpt hiermee ook dat de metergolven, die bij televisie worden toegepast, gereflecteerd kunnen worden door een heleboel geleidende oppervlakten: een metalen brug, een gashouder, een stalen fabrieksschoorsteen, of zelfs een gebouw van gewapend beton. Ten gevolge van deze reflecties, die vooral gevaarlijk zijn in een dicht bebouwde omgeving, bestaat de mogelijkheid dat de ontvangantenne, buiten de golven die direct van de zender komen, ook gereflecteerde golven ontvangt (of zelfs meer dan één gereflecteerde golf). En daar de weg van deze gereflecteerde golf langer is dan die van de rechtstreekse golf...

Vr.: ...Laat mij de redenering afmaken, want die weet ik nog van toen we laatst het verschijnsel van de fading hebben onderzocht: daar de beide wegen niet gelijk zijn, zullen de golven waarschijnlijk niet in dezelfde fase aankomen. Indien zij aankomen in tegenfase, is een verzwakking hiervan het gevolg. Als zij in de juiste fase aankomen, zullen ze elkaar versterken en dan is alles in orde!

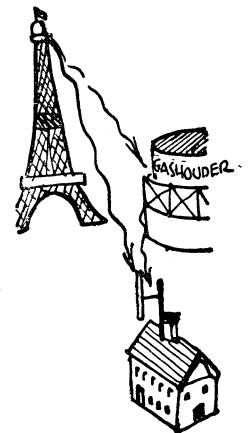
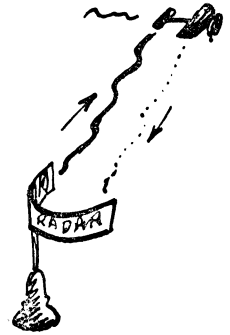
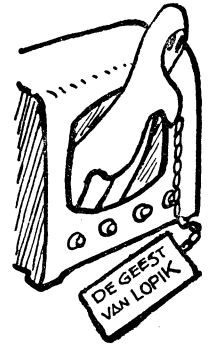
W.: Neen, Vraagal, zelfs in dat geval is de zaak niet in orde. Want de tijdsverschillen die optreden door het langer of korter zijn van het project, zijn er oorzaak van dat op het scherm een tweede beeld verschijnt, dat we een geestbeeld of echobeeld noemen. Dit is ten opzichte van het oorspronkelijke beeld naar rechts verschoven, over een afstand die evenredig is met dit wegverschil.

Vr.: Ik veronderstel dat door op het scherm de afstand te meten tussen het beeld en zijn geest, het mogelijk is het wegverschil tussen de twee golven te berekenen.

W.: Niets is gemakkelijker. Op een scherm van ca. 40 cm breedte, dat wordt afgetast met 625 lijnen, doorloopt de lichtvlek ca. 8000 m/sec. Deze snelheid, hoe indrukwekkend dan ook, is toch altijd nog ongeveer 100 000 maal kleiner dan die van de elektromagnetische golven. Ten gevolge hiervan hebben, wanneer de lichtvlek op het scherm 1 mm heeft afgelegd (en dat speelt zich af in $\frac{1}{8\ 000\ 000}$ seconde), de golven 40 m afgelegd. Als het echobeeld op je televisieontvanger 3 mm verschoven is, is het wegverschil ruim 100 m, wat ons soms met grote zekerheid in staat stelt vast te stellen, welk geleidend oppervlak de oorzaak is van de fout.

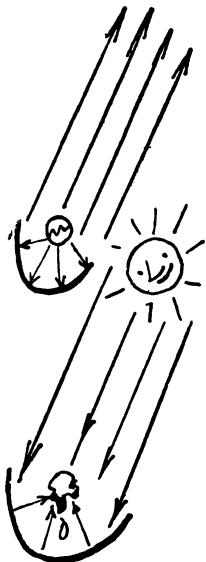
Vr.: En als het een gashouder is of een metalen toren, rest me dan niets anders dan ze op te blazen?

W.: Gelukkig is het, om het echtbeeld te doen verdwijnen, niet nodig tot dergelijke barbaarse maatregelen over te gaan. Meestal is het voldoende een gerichte antenne



te gebruiken, die alleen de directe golf goed ontvangt en zodoende een voldoende verzwakking geeft van het echobeeld, als door deze maatregel dit al niet geheel en al is verdwenen.

EEN H OP HET DAK



Vr.: Ik weet dat men bij de uitzending gerichte antennes gebruikt, om de voortplanting van de golven in een bepaalde richting te bevoorstellen. Ik weet ook dat men, door middel van reflectoren, de zeer korte golven in een smalle bundel kan concentreren met bv. een parabolische spiegel, op dezelfde wijze als de lichtbundel van een vuurtoren. Maar ik wist niet dat een ontvangantenne gericht kon zijn, om zodoende de golven die uit een bepaalde richting komen beter te kunnen opvangen.

W.: Een groot aantal natuurverschijnselen is omkeerbaar. Je noemde zo juist het voorbeeld van de vuurtoren met een parabolische spiegel, die het uitgestraalde licht in de vorm van een parallelle bundel uitzendt; dit licht wordt voortgebracht in het optische brandpunt van de parabool. Omgekeerd, als je met een dergelijke spiegel de zonnestralen opvangt, zullen deze worden geconcentreerd in zijn brandpunt, waar de ontwikkelde warmte voldoende kan zijn om een stukje metaal te smelten.

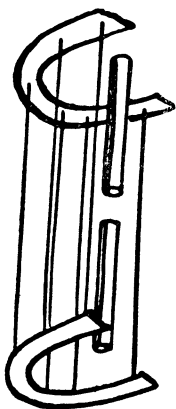
Vr.: Dat houdt dus in, dat een gerichte zendantenne ook voor gerichte ontvangst dienst kan doen. En we behoeven, om alle geesten af te schrikken, alleen maar een antenne te maken die omringd is door een volledig rooster van draden, die geplaatst zijn in de vorm van een cilindrische parabool, en dienst doen als parabolische spiegel.

W.: De oplossing zou uitstekend zijn, maar ook een beetje kostbaar. Intussen kan men, door van het volledige dradennet slechts 3 of 5 draden over te houden, voldoende richteffect bereiken, terwijl je bovendien meer energie opvangt. Dit kan zeer nuttig zijn, als men ver van de zender woont. In het algemeen zal een enkele draad of staaf, die als reflector dienst doet, reeds een aardige extraversterking geven en een voldoende lichteffect verzekeren. Deze staaf, die een beetje langer moet zijn dan de dipool, is geïsoleerd opgesteld op een afstand van een kwart golflengte er achter.

Vr.: Ik kan u waarachtig niet meer volgen, Weetal. Ik kan wel aannemen dat 3 draden ons nog enigszins aan de parabolische reflector doen denken, maar een enkele...!

W.: Kom kom, denk eens even na, Vraagal... Geef je er eens rekenschap van dat de reflector zelf de golf opvangt en er een stroom in doet ontstaan. En deze stroom op zijn beurt doet weer ethergolven ontstaan, die de dipool treffen en de rechtstreeks opgevangen golf versterken.

Vr.: U heeft misschien gelijk, maar ik heb mijn eigen methode om deze verschijnselen te verklaren en ik kan het niet nalaten deze ook nu toe te passen. Ik veronderstel, dat op een gegeven ogenblik, wanneer de golf een verticale dipool treft, hierin de elektronen van boven naar beneden worden bewogen. Dezelfde golf bereikt de reflector een kwart periode later, daar de afstand tussen deze twee juist een kwart golflengte groot is. Ook in de reflector veroorzaakt deze eenzelfde elektronenbeweging van boven naar beneden. Volgens de inductiewet (die zoals we weten zegt dat ieder verschijnsel een reactie te voorschijn roept, die het oorspronkelijke ver-



schijnsel tegenwerkt), zal deze verplaatsing van de elektronen trachten de elektronen in de staaf in tegengestelde richting te bewegen, dat wil zeggen van beneden naar boven. Deze golf bereikt op zijn beurt een kwart golflengte later de dipool. En zij zal in deze dipool de elektronen van beneden naar boven trachten te drijven, dus in tegengestelde richting als de oorspronkelijke stroom! Hoe kunt u zeggen dat er versterking optreedt?

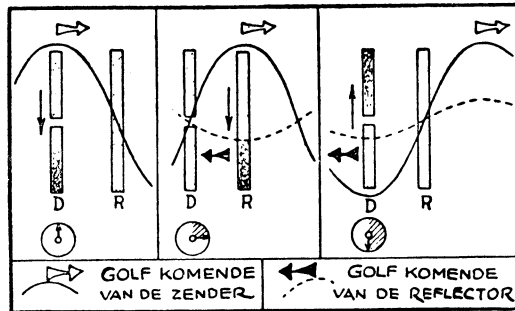
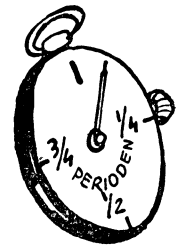
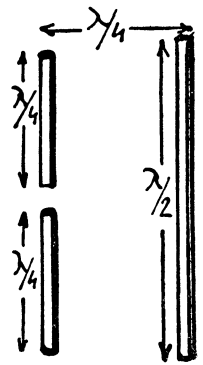


Fig. 6. Van de zender en van de reflector komende golven, en beweging van de elektronen in de dipool D en de reflector R. Deze zijn aangegeven op drie opeenvolgende ogenblikken die een kwart periode uiteenliggen.

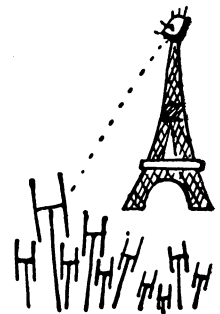


W.: Mijn arme vriend! Je redenering, hoe uitstekend ook begonnen, heeft volkomen gefaald, eenvoudig omdat je hebt vergeten dat tussen het ogenblik waarop de oorspronkelijke golf de dipool treft en het moment dat deze bij de reflector aankomt, er een bepaalde tijd verlopen is, die gelijk is aan een halve periode. Het gevolg hiervan is, dat op het ogenblik, dat de golf die van de reflector komt de elektronen van de dipool in beweging brengt van beneden naar boven, de golf die rechtstreeks van de zender komt intussen in fase is omgedraaid, omdat er dan immers een halve periode is verlopen. En ook deze...

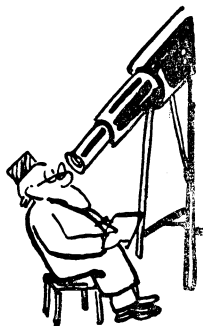
Vr.: ...drijft de elektronen van beneden naar boven. U heeft gelijk! Nu begrijp ik dat de reflector het opvangend vermogen van de antenne verwerkt. En ik begrijp ook, dat dit effect sterker is voor de golven, komende uit de ontvangrichting van de dipool. Voor de golven komende van opzij of van achteren, zal dit effect veel zwakker zijn.

W.: Houd er rekening mee, dat de antenne met reflector verreweg de meest toegepaste is. Met de horizontale geïsoleerde staaf die beide op afstand houdt, vormt de dipool en de reflector tezamen de letter H. En de daken in de steden waar veel televisie-ontvangers worden gebruikt, zijn bedekt met een heel bos van H-antennes.

Vr.: Het is jammer dat men niet, net als in de optica, naast de reflector voor het opvangen en concentreren van de golven ook nog een objectief kan gebruiken.



DE REFLECTOR EN DE DIRECTOR



Hierdoor zou de overeenkomst met de telescopen en de kijkers van de astronomen volledig worden.

W.: Laten we ons hoeden voor een te ver doorgevoerde analogie. Intussen bestaat er een inrichting die we enigszins kunnen vergelijken met een objectief: en dat is de „director”.

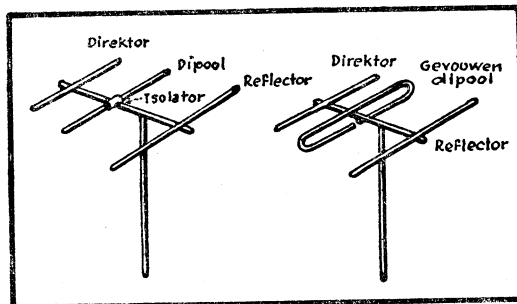
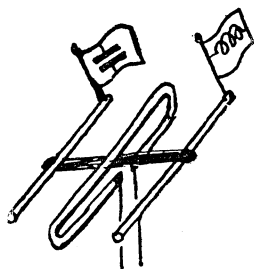


Fig. 7. Dipoolantenne voorzien van een reflector.



Vr.: Als u het heeft over de „broadcast director”, die de uitzendingen regelt,...

W.: Houd in vredesnaam op met die afschuwelijke woordspelingen. Een director is een staaf die een weinig korter is dan de dipool en die vóór de dipool is opgesteld (in de richting van de zender). De reflector is (in tegenstelling tot de director) een beetje langer dan de dipool en is achter de dipool opgesteld. De director wordt slechts zelden alleen gebruikt met de dipool, hij wordt echter regelmatig gebruikt in combinatie met de reflector. Het richteffect en het opvangend vermogen van de H-antenne worden door het aanbrengen van een director nog verbeterd.

Vr.: Maar afgezien van de kleine verschillen in afmetingen, lijkt de director als een tweeling op de reflector. Hoe komt het dat de werking precies tegengesteld is?

W.: Dat ligt juist in het „kleine verschil”, waarover je het had. De reflector, die langer is dan de dipool, is „inductief”. Daarentegen is de director, die korter is „capacitief”. Dit betekent dat zij de heruitgestraalde golven zeer verschillend beïnvloeden. Wij zullen ons niet begeven op het gebied van de exacte analyse van deze verschijnselen. Onthoud alleen dat de afmetingen van beide zeer kritisch zijn en dat hun aanwezigheid de impedantie in het midden van de dipool verkleint en wel des te meer naarmate zij er dichterbij zijn geplaatst. Want de afstand van een kwart golflengte is niet absoluut voorgeschreven. En om de impedantie niet te klein te maken, gebruikt men dikwijls een gevouwen dipool in plaats van een enkelvoudige dipool.



Vr.: Ik geloof mijn waarde Weetal, dat u vandaag een beetje misbruik hebt gemaakt van het opvangend vermogen van mijn arme hersens.

BIJ WIJZE VAN ACHTTIENDE PRAATJE

TWEE COMPLETE TELEVISIEONTVANGERS

Na methodisch de verschillende delen van de televisieontvanger, wat betreft hun opbouw en werking te hebben onderzocht, maken Vraagal en Weetal gebruik van de opgedane kennis, door het onderzoek te beginnen van complete schakelingen. Op deze wijze komt de betekenis en de plaats van ieder van de onderdelen van het geheel, met de grootst mogelijke duidelijkheid naar voren.

Overigens kunnen we het onderzoek van de complete schakeling als een uitstekende herhalingsoefening beschouwen, omdat deze schema's voor een groot gedeelte kunnen worden afgeleid van wat we vroeger hebben bestudeerd.

Voor dit praatje is bij uitzondering de briefvorm gekozen, in plaats van de gebruikelijke samenspraak; het volgende praatje zal ons echter weer vergasten op het gebabbel van onze twee vrienden. De brief van Weetal beschrijft een rechtuittelevisieontvanger en een super in hun meest algemene vorm; een goed begrip van de beschreven schema's stelt de lezer in staat de werking van ieder willekeurig televisieschema te doorgronden.

VRAAGAL IS ZIEK

Mijn waarde Weetal,

In verband met onze vaste afspraak voor ons volgende praatje, moet ik u mededelen, dat ik tot mijn spijt verstek moet laten gaan en wel vanwege mijn gezondheids-toestand.

Nadat ik jl. zaterdagmiddag bij u vandaan kwam, verkeerde ik nog in blakende welstand. Tegen de avond werd ik plotseling zo naar, dat ik dacht „nu is het met mij gedaan” en ik kroop rillend van de koorts onder de wol.

De uitspraak van de dokter luidde: „buikgriep”, met als gevolg een dieet van slappe thee en droge beschuit. Ofschoon ik nu al aardig begin op te knappen, kan ik a.s. zaterdagmiddag echter niet verschijnen. Het spijt mij ontzettend dit praatje te moeten missen, temeer daar wij er net aan toe zijn om de aparte bouwstenen te gaan samenvoegen tot een complete televisieontvanger; u weet hoe verlangend ik naar dit praatje heb uitgezien.

Het ergste is nog dat ik mij erg verveel; u begrijpt zeker wel dat ik reikhalzend uitzie naar een berichtje van u, zo mogelijk vergezeld van een televisieschema.

Uw toegenegen
Vraagal.

WEETAL SCHRIJFT AAN VRAAGAL

Mijn waarde Vraagal,

Je brief, die ik in goede gezondheid ontving, heeft me zeer bedroefd. Die griep van jou komt echter net van pas! Het ogenblik is inderdaad gekomen, waarop we

onze studie van de verschillende onderdelen, waaruit de televisieontvanger is samengesteld, hebben beëindigd en waarop we, zoals je het in je brief zeer juist uitdrukt, de aparte stenen kunnen gaan samenvoegen om een complete televisieontvanger op te bouwen.

Als een aspirientje voldoende zou zijn om de koorts ten gevolge van je griep te bestrijden, dan zou de koorts van het ongeduld dat je verteert alleen maar gekalmeerd kunnen worden door een behoorlijke dosis televisieschema's. Je hebt me gevraagd het schema van een televisieontvanger voor je te tekenen. Ik zal meer doen, ik zal er twee voor je klaar maken.

Het eerste is een ontvanger met een middelmatige gevoeligheid, voor directe versterking. Hij kan uitstekend worden gebruikt wanneer de plaats waar de ontvanger is opgesteld, niet te ver van de zender is verwijderd. Het tweede schema bevat 22 buizen (3 meer dan het vorige), zonder de kathodestraalbuis mee te tellen. Er wordt van een hulposcillator gebruik gemaakt. De gevoeligheid is groter dan die van de eerste ontvanger, waardoor deze tweede meer geschikt is voor ontvangst op grotere afstand van de zender.

Wanneer wij de schema's nader bekijken, zul je opmerken, mijn beste Vraagal, dat deze beide schakelingen zijn samengesteld uit delen die wij tevoren hebben bestudeerd. Mijn brief zal je dan ook geen nieuwigheden brengen. Intussen is het zeer nuttig er kennis van te nemen, hoe deze verschillende delen die je al kent, ieder op hun plaats worden ingevoegd en samen een harmonisch geheel vormen.

Bovendien zal de bestudering van de complete schakeling, waartoe ik je hierbij uitnodig, je in staat stellen over te gaan tot een nuttige herhaling van de kennis, die je in de loop van de voorafgaande causerieën hebt verzameld.

Opdat een dergelijk onderzoek mogelijk nut zal afwerpen, geef ik je de raad een ogenblik stil te staan bij de delen van het schema en herhaaldelijk terug te grijpen naar de causerieën, waarin zij zijn behandeld. Wanneer je het zo doet, zul je er meer aan hebben.

Nog een enkel woord voordat we ons met onze schema's gaan bezighouden.

Ik heb het 1e schema vereenvoudigd door alle ontkoppelweerstanden, hoe groot deze ook mochten zijn, aan te geven met de letter R, zonder indexnummer. Ook de ontkoppelcondensatoren zijn alle gemerkt met de letter C, zonder indexcijfer.

Wat betreft de waarden van de overige weerstanden en condensatoren, spijt het me je deze niet te kunnen mededelen. Ze hangen af van het buistype dat wordt toegepast en van verschillende andere factoren. Om echter de werking van de televisieontvanger te begrijpen, is het niet nodig deze waarden te kennen. En voor een schakeling die je werkelijk wilt uitvoeren, kun je voor ieder concreet geval een compleet bouwschema te kust en te keur kopen, waarin alle weerstanden en condensatoren precies zijn aangegeven.

DE RECHTUITONTVANGER

Laten we, als je wilt, beginnen met de eenvoudigste van onze twee ontvangers, nl. de rechtuitontvanger.

Deze is voorzien van een symmetrische ingang; daar is gerekend met een dipoolantenne met tweedraads invoerleiding die aan de punten AA wordt verbonden. De draaggolf die gemoduleerd is met het videosignaal, wordt versterkt in drie H.F.-

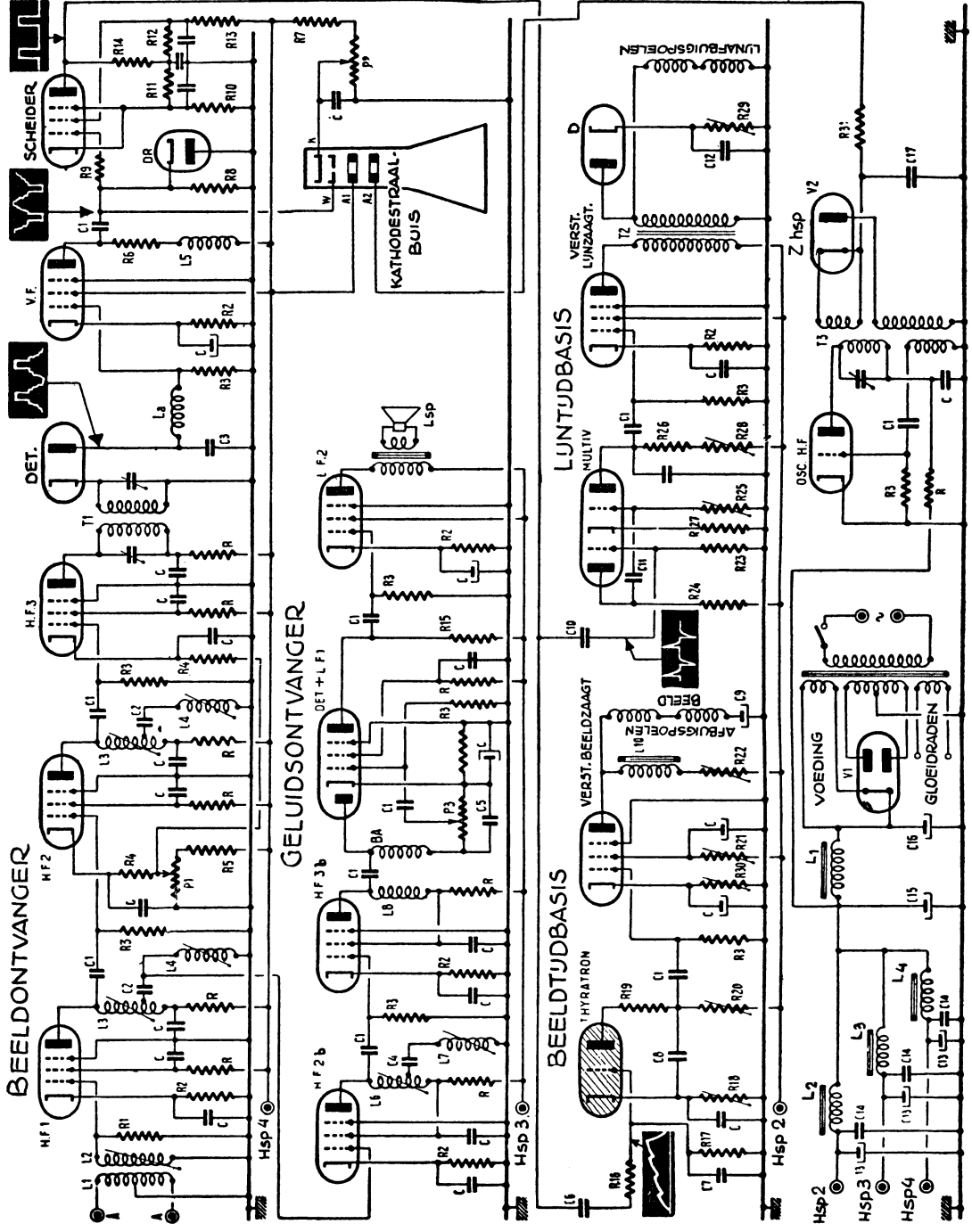


Fig. 1. Schema van een rechthoekige televisieontvanger met middelmatige gevoeligheid. Alle afvlakcondensatoren en weerstanden zijn aangegeven met dezelfde letters, ook al zijn de waarden verschillend.

trappen. Na detectie wordt het signaal versterkt in een V.F.-trap, voordat het aan de kathode van de kathodestraalbuis wordt toegevoerd.

Een scheider, voorafgegaan door een hersteldiode, maakt het mogelijk de synchronisatiesignalen toe te voeren aan de twee tijdbasisgeneratoren. Verder wordt het synchronisatiesignaal voor de lijn- en beeldtijdbasis gesplitst met behulp van een integrator en een differentiator. Van de nu verkregen twee signalen wordt het ene (beeldsynchronisatie-impuls) toegevoerd aan de tijdbasis voor de beelden. Voor deze tijdbasis wordt gebruik gemaakt van een thyatron, gevolgd door een penthodeversterker. Het andere deel van het signaal (lijnsynchronisatie-impuls) wordt toegevoerd aan de tijdbasisgenerator voor de lijnen, waarin een dubbeltriode wordt toegepast, die als multivibrator is geschakeld; ook deze wordt gevolgd door een penthodeversterker.

De hoogspanningsvoeding wordt tenslotte verzorgd door een dubbelfasige gelijkrichter; de voeding wordt afgenomen over een drietal aftakkingen, die de spanning toevoeren aan de beeldontvanger, de geluidsonvanger en de tijdbases. Voor de hoogspanning, die nodig is voor de tweede anode van de kathodestraalbuis, maakt men gebruik van een hoogfrequentoscillator, gevolgd door een enkelfasige gelijkrichter. Dit is de algemene opbouw van onze eerste televisieontvanger. Als je het goed vindt zullen we deze eens een beetje nauwkeuriger bekijken.

DE BEELDONTVANGER

De ingang bestaat uit een H.F.-transformator L_1 — L_2 , waarvan de secundaire wikkeling wordt gedempt door de weerstand L_2 ; de transformator wordt afgestemd met een beweegbare ijzerkern. Ik noem de kathodeweerstand voor de negatieve rooster spanning R_1 alleen maar om je geheugen op te frissen. Hetzelfde geldt voor de ont koppeling van het schermrooster met R en C. Laten we liever eens kijken naar de anodekring, want voor het overige lijkt deze trap als twee druppels water op die van fig. 1 uit het twaalfde praatje.

De belastingsimpedantie in de anode bestaat uit de spoel L_3 , die wordt afgestemd met een ijzerkern (waarbij gebruik wordt gemaakt van de eigencapaciteit van de spoel tezamen met de capaciteit van de bedrading).

Je zult ook opmerken dat op een aftakking van L_3 een kring is aangesloten bestaande uit de condensator C_2 en de spoel L_4 ; deze zijn in serie geschakeld.

Terwijl L_2 en L_3 zijn afgestemd op de draaggolf van het beeld, is de combinatie C_2 — L_4 afgestemd op de draaggolf van het geluid. De kring C_2 — L_4 heeft een dubbele werking. Aan de ene kant dient hij om het geluidssignaal af te leiden, waardoor het geluidssignaal zoveel mogelijk uit de volgende trappen wordt verwijderd; aan de andere kant is de spanning, die ontstaat aan de klemmen van L_4 , bestemd om te worden toegevoerd aan de eigenlijke geluidsonvanger. De twee volgende trappen H.F.2 en H.F.3 zijn op dezelfde wijze opgebouwd als de trap H.F.1. Een tweede kring C_2 — L_4 elimineert de resten van het geluidssignaal, die mogelijk nog op de spoel L_3 , die zich in de anodekring van H.F.2 bevindt, zouden zijn overgebleven.

Je zult ook opmerken dat een potentiometer P_1 ons in staat stelt de kathodespanning van de buizen H.F.2 en H.F.3 in te stellen. Deze kathodespanning varieert tussen een zeer lage spanning, welke wordt bepaald door de kathodeweerstand R_4 , en een

positieve spanning, die wordt bepaald door R_5 , die is verbonden aan de hoogspanning Hsp. 4. Op deze wijze wordt de versterking van deze twee buizen geregeld door middel van de potentiometer P_1 en je zult wel inzien dat hiermede het contrast van het beeld wordt ingesteld (contrastregeling).

Bij de uitgang van H.F.3 is een transformator T_1 aangebracht, met een afgestemde primaire en secundaire; deze voert de versterkte hoogfrequentie spanning toe aan een diodedetector, die zo is geschakeld, dat bij ontvangst van een televisiesignaal met positieve modulatie, op zijn anode een negatief videosignaal verschijnt (zie ons dertiende praatje).

Het overblijvende H.F.-signaal wordt onderdrukt door het doorlaatfilter, dat wordt gevormd door de spoel L_a en de condensator C_3 . Het gedetecteerd signaal wordt versterkt in de V.F.-buis die is geschakeld volgens het schema met parallelcorrectie (fig. 6 van het dertiende praatje); de correctiespoel L_5 is aangebracht in serie met de anodeweerstand R_6 .

Wanneer een directe koppeling wordt toegepast tussen de detector en de V.F.-trap, is het niet nodig een hersteldiode toe te passen. Daar echter de koppeling tussen de V.F.-buis en de scheider tot stand wordt gebracht door de koppelcondensator C_1 , is het gebruik van een hersteldiode DR nodig; het V.F.-signaal is, na de versterkertrap, weer positief gericht.

Dit signaal, dat nu dank zij de hersteldiode op het juiste niveau ligt, voeren wij toe aan de wehnelt W van de kathodestraalbuis. De gemiddelde helderheid van het beeld wordt geregeld door middel van de potentiometer P_2 , die de spanning op de kathode K bepaalt. Deze potentiometer P_2 is via de begrenziingsweerstand R_2 aangesloten tussen plus en min van de hoogspanning. De potentiometer P_2 maakt de kathode meer of minder positief ten opzichte van de wehnelt; de gemiddelde spanning van de wehnelt wordt bepaald door de weerstand R_3 , die is verbonden aan de negatieve pool van de Hsp. Tenslotte zul je in de schakeling van de synchronisatiescheider met zijn hersteldiode, zonder moeite het schema herkennen van fig. 8 uit het vijftiende praatje. Wij passen een penthode toe, waarvan het schermrooster op een hogere spanning wordt gebracht dan de anode. Je weet wat er dan gebeurt. Maar voordat we de synchronisatie-impulsen, die nu apart te voorschijn komen, verder zullen volgen, zullen we eerst praten over de . . .

... GELUIDSONTVANGER

Terwijl de buis H.F.1 zowel de draaggolf van het geluid als die van het beeld versterkt, wordt in de trap H.F.2 alleen de draaggolf voor het beeld versterkt.

Dit wordt zoals we zullen zien, bereikt door de kring C_2-L_4 ; de draaggolf voor het geluid komt terecht op het rooster van H.F.2b. In de anodekring van deze buis treffen wij de spoel L_6 aan, die door middel van een ijzerkern ingesteld kan worden op de draaggolf voor het geluid. De laatste resten van de draaggolf voor het beeld worden geëlimineerd door de zeefkring C_4-L_7 nauwkeurig op deze frequentie af te stemmen.

Je hebt naar ik hoop niet vergeten, dat een serieresonantiekring een lage weerstand biedt aan de stromen van de frequentie waarop hij is afgestemd (deze weerstand

wordt praktisch gelijk aan de verliesweerstand van de spoel).* Het is duidelijk dat C_4 — L_7 een kortsluiting vormt voor de draaggolf van het beeld; deze wordt dan ook meedogenloos vernietigd. De H.F.-spanning wordt na versterkt te zijn in de buis H.F.2b, toegevoerd aan een derde trap H.F.3b; vervolgens wordt het signaal gedetecteerd en laagfrequent versterkt in de diode-penthode (Det + L.F.1) om tenslotte aan de eindversterker L.F.2 te worden toegevoerd, die een luidspreker Lsp voedt.

Je zou me een plezier doen met een luidspreker te kiezen van zeer goede kwaliteit, wanneer je een televisieontvanger gaat bouwen. Want het uitgezonden geluid omvat een brede frequentieband, waardoor ook de hoogste frequenties goed worden weergegeven; hierdoor wordt een zeer natuurgetrouwe weergave verkregen. Ik kan je wel verzekeren dat in de regel bij televisieuitzendingen de kwaliteit van het geluid voor die van het beeld zeker niet onderdoet.

Overigens vestig ik je aandacht op de schakeling van de detector; deze kan alleen worden toegepast wanneer bij de geluidszender amplitudemodulatie wordt toegepast. Het modulatiesysteem dat in het geluidskanaal van de Lopik-televisiezender wordt toegepast, berust op het principe van de frequentiemodulatie (F.M.).

In de ontvanger moet dan een andere detectorschakeling worden toegepast.**

DE TIJDBASISSCHAKELINGEN

We zullen nu terugkeren naar onze beeldontvanger. De synchronisatie-impulsen worden gesplitst met behulp van een differentiator-integratorschakeling, die bijna gelijk is aan die van fig. 13 uit het vijftiende praatje. Door middel van de weerstanden en condensatoren C_6 — R_{16} — C_7 — R_{17} worden de beeldimpulsen toegevoerd aan het rooster van de thyatron. Deze is precies zo geschakeld als de beeldtijd-basisgenerator uit fig. 1 van het zesde praatje. Intussen zal het je misschien enige moeite kosten de twee schema's met elkaar te vergelijken, daar ik steeds zoveel mogelijk bij de oorspronkelijke uitleg deze schema's zo heb getekend, dat het zo makkelijk mogelijk is hun werking te begrijpen. Zoals ik je toen heb uitgelegd, kan de laadweerstand, die nu met R_{20} is aangegeven, worden aangebracht in de verbinding naar de hoogspanning (punt Z van schema 1 van het zesde praatje).

Door de weerstand R_{20} in te stellen, kunnen we de frequentie van de beeldtijdbuis naar behoefte instellen. Door de weerstand voor de kathodespanning (R_{18}) in te stellen, kan de amplitude van de opgewekte zaagtand worden ingesteld, waardoor de hoogte van het verkregen beeld wordt bepaald.

De thyatron, die de zaagtandspanning opwekt, wordt gevolgd door een penthode-versterker die tevens dient om de gebogen zaagtandkromme recht te trekken.

Om dit te bereiken wijzigt men de karakteristiek van de penthode door de kathode-

* De verliesweerstand van een spoel loopt op met de frequentie. Voor een spoel van $1 \mu\text{H}$ met een Q van 100, wordt voor 40 MHz de verliesweerstand ca. 2,5 ohm; dit komt neer op ongeveer $10 \times$ de gelijkstroomweerstand.

** Een F.M.-ontvanger waarin een detectorschakeling voor frequentiemodulatie voorkomt, is o.a. beschreven in: Radio Bulletin, dec. 1951, blz. 385, 386 en 387.

weerstand R_{30} , de schermroosterweerstand R_{21} en de anodeweerstand R_{20} in te stellen. Het moet al raar lopen als het je, met een beetje geduld, niet zou lukken het gebogen deel van de opgewekte zaagtand recht te buigen door middel van de tegengesteld gebogen buiskarakteristiek! . . .

De versterkte spanning wordt afgenomen aan de bovenzijde van spoel L_{10} , om te worden toegevoerd aan de spoelen voor de verticale afbuiging, die via de condensator C_9 zijn verbonden met de negatieve pool van de hoogspanning; deze condensator moet een grote capaciteit hebben, daar hij de zeer lage frequenties van de beeldfrequentie moet doorlaten. In verband hiermede moet dit een elektrolytische condensator zijn.

De impulsen voor de lijntijdbasis worden door middel van de differentiator C_{10} — R_{23} toegevoerd aan het rooster van de multivibratorbuis MULTIV. Je herinnert je nog het multivibratorschema waarin een dubbeltriode werd toegepast (fig. 11 van het zevende praatje)? We gebruiken hier dezelfde schakeling voor de lijntijdbasisgenerator; de frequentie van de opgewekte zaagtandspanning wordt ingesteld door middel van de variabele weerstand R_{25} . De amplitude (en daarmee de breedte van het beeld) wordt bepaald door de weerstand R_{28} in te stellen.

Ook hier wordt de zaagtandspanning weer versterkt door een penthode, alvorens deze door middel van de transformator T_2 wordt toegevoerd aan de spoelen voor de horizontale afbuiging. In de schakeling wordt een diode toegepast voor het af-dempen van ongewenste oscillaties, als aangegeven in fig. 8 van het achtste praatje; in ons schema is deze diode aangegeven met de letter D.

VOEDING

Ons rest nog slechts het vraagstuk van de voeding voor de diverse delen van onze ontvanger te behandelen.

De Hsp wordt verkregen door middel van de dubbelfasige gelijkrichter V_1 . De gelijkrichterstroom wordt eerst afgevlakt door de smoorspoel L_1 en de beide elektrolyten C_{15} en C_{16} . Vervolgens zijn drie aparte filterketens aangebracht, om respectievelijk de voeding te verzorgen van de tijdbasis, de geluidsontvanger en de beeldontvanger. Iedere tak bevat een afvlakfilter, waarin respectievelijk de smoorspoelen L_2 , L_3 en L_4 zijn opgenomen en de elektrolyten C_{13} die ieder overbrugd zijn door een papiercondensator, die nodig is om de hoogfrequentcomponenten door te laten. Deze worden in de elektrolyten slecht doorgelaten, vooral als deze enige jaren oud zijn. De zeer hoge spanning die nodig is voor de laatste anode van de kathodestraalbuis, wordt hier opgewekt met behulp van een H.F.-oscillator (OSC. HF.), gevolgd door een enkelfasige gelijkrichter V_2 . Het schema dat wordt toegepast is gelijk aan dat van fig. 9 van het zestiende praatje.

Je ziet, mijn waarde Vraagal, dat ons schema, dat er op het eerste gezicht heel ingewikkeld uitziet, in feite is samengesteld uit delen die je al door en door kent. Het is absoluut niet nodig dat je ervan terugschrikt.

EN NU EEN ANDER SCHEMA (zie bijlage: Eenvoudige T.V.-ontvanger)

W.: We gaan nu een compleet schema van een moderne maar niettemin eenvoudige super in vogelvlucht onder de loep nemen.

Vr.: Mag ik zo vrij zijn te vragen wat u onder een eenvoudige ontvanger en dan nog wel een super, verstaat?

W.: Wel, dat is een ontvanger welke prima werkt maar niet direct hypergevoelig is. Verder is deze ontvanger gespeend van allerlei snuffjes, die met de kwaliteit eigenlijk weinig te maken hebben.

Vr.: Automatische contrastregeling, automatische fijnafstemming en dergelijke dingen...

W.: Welke de ontvanger wel gecompliceerd maken, terwijl de bediening gemakkelijker wordt, maar die niet beslist nodig zijn. De hier afgebeelde ontvanger is overigens prima zonder dat er naar gestreefd is om ten koste van wat onderdelenbesparing een goedkope ontvanger te maken.

Vr.: Er zit dus precies alles in wat nodig is voor een goede welgedane ontvanger, met nog een goede sigaar als toefgift.

W.: Even ter zake, Vraagal. Met wat voor voeding hebben we hier te maken?

Vr.: Met directe voeding uit het lichtnet.

W.: Zoals te doen gebruikelijk. En deze bestaat uit twee delen...

Vr.: ... de serieschakeling van de gloeidraden en de verzorging van de Hsp.

W.: Heel goed en we zien, dat de gloeidraden uit de kanaalkiezer aan de massakant zijn geschakeld, direct achter de beeldbuis. Een kortsluiting in de kanaalkiezer is nog niet direct levensgevaarlijk voor de beeldbuis, die direct voor de kanaalkiezer is opgenomen in de serieschakeling van de gloeidraden.

Vr.: En R703 dient om de schakeling compleet te maken voor 220 volt.

W.: Deze neemt het teveel aan spanning dus weg. Overigens geloof ik dat we wel verder kunnen gaan; we zullen beginnen met de beeld-tijdbasis. Weet je misschien met wat voor schakeling we hier te maken hebben?

Vr.: Nou dan moet ik even goed kijken want zo op het eerste gezicht zie ik het niet.

W.: De veel toegepaste blokkeeroscillator ontbreekt in ieder geval.

Vr.: Dan zou je zeggen, dat één of andere vorm van multivibratorschakeling is toegepast.

W.: Er is inderdaad een multivibrator toegepast waarbij de eindpenthode niet alleen als eindbuis fungeert maar tevens deel uitmaakt van de multivibratorschakeling.

Vr.: Heel slim zou ik zeggen.

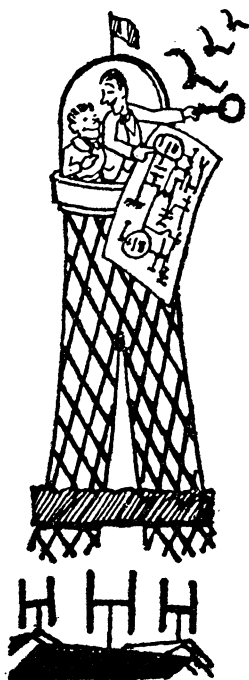
W.: Dat is het ook. En dat de schakeling er een beetje gecompliceerd uitziet komt doordat tevens de correctieschakeling voor de beeldlineariteit hierin verwerkt is, waardoor men de juiste afbuigstroom door de afbuigspoelen kan instellen.

Vr.: Maar voor de beginnende technicus lijkt deze schakeling een beetje gecompliceerder.

W.: Dat is de keerzijde van de medaille. Maar een ervaren technicus als jij komt er wel uit. Maar zie je nog een bijzonderheid aan deze schakeling?

Vr.: Bedoel je misschien de hulpwikkeling voor het onderdrukken van de terugslag.

W.: Precies. Dat bedoel ik. Want in de meeste ontvangers neemt men deze onderdrukkingsimpuls direct van de secundaire wikkeling waarmede de afbuigspoelen worden gevoed. Door middel van een filtertje geeft men dan deze impuls de juiste



gedaante, maar indien dit filtertje stuk is zal de onderdrukkingsimpuls van vorm kunnen veranderen en bijv. een gedeelte van het beeld eveneens min of meer onderdrukken. We krijgen dan de indruk, dat het beeld aan één zijde een schaduwkant heeft. De gemakkelijkste manier om deze storing op te heffen is dan de ionenval te verstellen.

Vr.: Wat natuurlijk een verkeerde remedie is...

W.: En wat bij de nieuwere modellen ook niet meer kan omdat deze geen ionenval meer hebben.

Vr.: En dan moet men wel serieus naar de oorzaak zoeken.

W.: In ieder geval ben je gewaarschuwd.

Vr.: En een gewaarschuwd man telt voor twee.

W.: Om verder te gaan, zien we daarboven de lijntijdbasis. Wat zie je hier voor bijzondere dingen?

Vr.: Dat de beeldbreedte wordt ingesteld door middel van een schakelaar en aftakkingen op de lijnuitgang.

W.: Het betreft hier dus één van de beeldbreedte-regelingen waarover we het al eerder gehad hebben. Bovendien merken we op, dat in dit toestel geen Zhs.-spanningsstabilisatie wordt toegepast. Verder merken we op, dat ook geen gebruik wordt gemaakt van de boosterspanning voor het voeden van de rastertijdbasis. En toch is dit een toestel dat bij duizenden verkocht is en zeer goed voldoet. Bovendien moet je bedenken, dat door deze eenvoudige schakeling ook minder kans op storing bestaat, juist in die delen waar nog al eens een defect op wil treden.

Vr.: Terwijl er geen storing van de rastertijdbasis op kan treden, tengevolge van fouten in de boosterspanning.

W.: Allicht. En wat weet je te vertellen van de lijnoscillator?

Vr.: Dat we hier te maken hebben met een sinusoscillator gestuurd door een reactiebuis.

W.: Je hebt je lesjes goed geleerd. Inderdaad is dit een sinusoscillator met reactiebuis, wat niet te verwonderen is omdat dit wel de meest voorkomende schakeling is. Verder zien we dat de reactiebuis gestuurd wordt door een fasevergelijkschakeling. Wat merk je tevens op?

Vr.: Dat via de fasevergelijkschakeling ook de frequentie met de hand kan worden bijgesteld.

W.: Zo is het. We hebben hier dus geen automatische lijnsynchronisatie. En door het voetpunt van de fasevergelijkschakeling aan een instelbare gelijkspanning te leggen hebben we naast de regelspanning ook nog een gelijkspanning welke met de hand ingesteld kan worden.

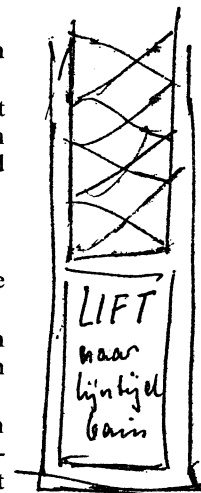
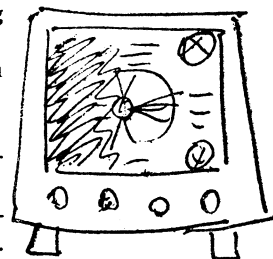
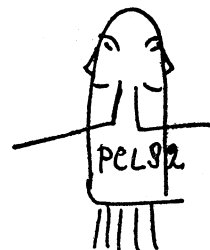
De fasevergelijkschakeling wordt natuurlijk voorafgegaan door...

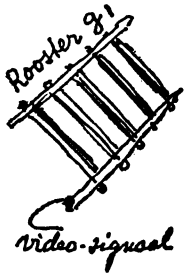
Vr.: De synchronisatiescheider.

W.: Welke in dit geval een ECH81 is. Er is echter een bijzonderheidje aan deze schakeling. Kan jij me misschien vertellen welke?

Vr.: Wel, het normale videosignaal vanaf de anode van de videoversterker wordt aan g3 toegevoerd. Maar bovendien wordt ook het videosignaal, dat aan het rooster van de videoversterker wordt toegevoerd, op g1 gezet.

W.: Juist. Het betreft hier een anti-stoorschakeling. Het is duidelijk, dat de signalen aan g1 en g3 in tegenfase zijn. Beide roosters worden door de optredende roosterstroom negatief waardoor de negatief gerichte synchronisatie-impulsen aan g1 niet





geen
100%



meer in de anode verschijnen zodat deze de synchronisatie-impuls welke op de normale manier worden verkregen, niet kunnen beïnvloeden. Treedt er echter een sterke stoorimpuls aan g_1 op, dan kan deze wel in de anode verschijnen. Bovendien zal deze stoorimpuls aan g_3 door de negatieve spanning aan g_3 sterk begrensd zijn. In het kort komt het dus hierop neer, dat de stoorimpuls welke aan g_1 en g_3 verschijnen in tegenfase zijn, zodat zij zich wederzijds opheffen.

Vr.: Je zal wel gelijk hebben, maar dat het een afdoende maatregel is, kan ik me nauwelijks voorstellen.

W.: Dat is het ook niet. Maar het zijn natuurlijk de sterke stoorsignalen die het meest storen en dan helpt de schakeling wel al is het niet voor 100%. Maar we zullen hier maar vanaf stappen. Je weet nu tenminste waar deze schakeling voor dient.

Vr.: Dan gaan we zeker nu de videoversterker nader bekijken?

W.: Akkoord, maar voor we de videoversterker aan de tand gaan voelen wil ik je eerst nog even op enkele dingen in het beeldbuis-circuit wijzen.

Vr.: Ik zie er geen speciale schakelingen in.

W.: Nee, dat niet direct. Maar ik wilde wel even opmerken, dat de terugslagonderdrukking van de beeldtijdbasis plaats vindt in de wehnelt terwijl de terugslagonderdrukking voor de lijntijdbasis plaats heeft in de eerste anode.

Vr.: Ja, dat zie ik. En als ik me goed meen te herinneren, dan gebeurt het ook wel, dat men voor beide tijdassen de terugslagonderdrukking aan de wehnelt toevoert.

W.: Juist. Dat wou ik maar even zeggen. Dan kunnen we nu naar de videoversterker gaan kijken.

Vr.: Daar is overigens niet veel bijzonders aan te zien.

W.: Nee. Het enige wat we kunnen opmerken is, dat het interdraaggolfgeluidssignaal aan de anode van de videoversterker wordt afgenomen. De videoversterker doet dan tevens dienst als versterker voor het geluidssignaal. De noodzakelijke onderdrukking van het geluidssignaal, om geluid in het beeld tegen te gaan bestaat dan aan de ene kant daaruit, dat de eerste M.F.-geluidskring tevens als zuigkring dienst doet terwijl er nog een 5,5 MHz sperkring aanwezig is in de vorm van L217 en C224. Een dergelijke filterkring voor een bepaalde frequentie is inderdaad zeer effectief en in dit geval kennelijk voldoende.

Vr.: Natuurlijk moet wel de beeldversterker goed afgeregeld zijn, denk ik.

W.: Voor een dergelijke schakeling moet dat wel want men heeft natuurlijk gauw last van beeld in het geluid bij verkeerde instellingen. Maar als deze goed is afgeregeld, en dat kan men wel verwachten, dan behoeft dit echt geen bezwaar te zijn.

Vr.: Wat natuurlijk ook geldt voor een heleboel andere schakelingen.

W.: Verder zien we dat hier een contrastregeling met gesleutelde AVC wordt toegepast die we al eens eerder hebben besproken.

Vr.: Dan krijgen we nu zeker het beeld-M.F.-versterker?

W.: Zo je ziet is dit een eenvoudige schakeling. De mengschakeling is al haast klassiek te noemen terwijl in de H.F.-trap een eenvoudige roosterschakeling voorkomt welke we al zijn tegengekomen.

Vr.: Dus is dit een kanaalkiezer, die niet is ingericht voor zéér lange afstandsontvangst.

W.: Ofschoon we dit toestel ook niet als zgn. streekontvanger mogen uitschelden.

Tevens zie je, dat hier geen uitgestelde AVC-regeling wordt toegepast voor de kanaalkiezer.

Vr.: Maar treedt er dan geen intermodulatie op bij sterke ingangssignalen.

W.: Niet zo gauw omdat in de eerste plaats de kanaalkiezer minder gevoelig is en in de tweede plaats heeft reeds de eerste M.F.-buis een vrij grote kathodeweerstand nl. 189 Ω . De eerste buis heeft dan al van tevoren een vrij grote negatieve rooster-voorspanning.

Vr.: Omdat het toch niet de bedoeling was een supergevoelig toestel te maken.

W.: Bovendien zou men het met enkele wijzigingen wel gevoeliger kunnen maken.

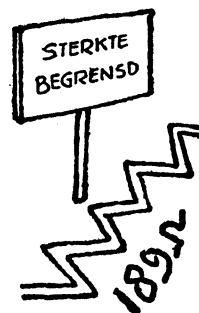
Vr.: Men zou de kanaalkiezer kunnen vervangen, uitgestelde AVC aanbrengen, wat niet zo moeilijk is en de EF80 vervangen door de EF183 of EF184 welke een steilheid hebben van respectievelijk 12,5 en 15 mA/V.

W.: Men treft dan ook in de nieuwste toestellen deze buizen aan. Wel zou er gevaar voor genereren bestaan, indien men zonder meer deze buizen zou toepassen in deze ontvanger, maar je zou ook kunnen proberen, indien genereer-neiging optreedt, slechts één of twee buizen te vervangen waarbij het aan te bevelen is om voor de geregelde buizen de regelpenthode EF183 te nemen en voor de niet geregelde buis een EF184. Reeds het verwisselen van één buis kan een zichtbaar resultaat opleveren vooral als een dergelijke ontvanger aan de grens van de ontvangstmogelijkheden ligt van een bepaalde zender.

Vr.: Op dezelfde manier zou men ook de gevoeligheid van het geluidsdeel kunnen opvoeren.

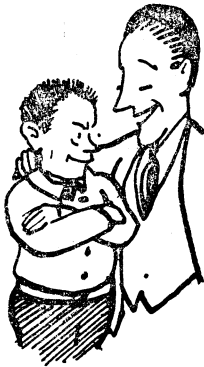
W.: Ongetwijfeld. Vooral bij deze ontvanger, die maar één buis voor M.F.-versterking heeft. Genereren zal in dit geval niet zo gauw optreden omdat men daar meer last van heeft bij M.F.-versterkers met meer buizen. Ik zou trouwens in dit geval een EF183 toepassen.

Vr.: En voor de rest is het geluid de eenvoud zelf met een triode-penthode als A.F.-versterker. En ik geloof wel dat ik nu in staat ben andere schema's van andere supers zelf uit te pluizen.



HET WEERGEVEN VAN ALLE KLEUREN

Tot nu toe hebben Vraagal en Weetal de werkwijze bestudeerd, die wordt gevolgd voor het overbrengen van zwart-wit-beelden. De televisie zal echter, vroeg of laat, het voorbeeld van de film volgen en overgaan tot het uitzenden en weergeven van beelden in hun natuurlijke kleuren. Ofschoon het vraagstuk van de kleurentelevise nogal gecompliceerd is, zal Weetal in de loop van dit praatje verschillende oplossingen bespreken; al deze oplossingen zijn echter gebaseerd op het driekleurenprincipe, d.w.z. de beelden aan de zenderzijde worden ontleed in drie beelden in de grondkleuren; deze worden aan de ontvangerzijde weer samengesteld tot een volledig kleurenbeeld. De beelden in de grondkleuren kunnen gelijktijdig of na elkaar worden uitgezonden... Interliniëring kan worden toegepast voor de rasters, lijnen of punten, waaruit het beeld is opgebouwd. Het behoeft nauwelijks te worden opgemerkt, dat een grote verscheidenheid van systemen mogelijk is...



ANALYSE EN SYNTHESE

W.: Waarom heb je zo'n slecht humeur, Vraagal?

Vr.: Ik heb net in de bioscoop een kleurenfilm gezien. De kleuren waren om te huilen zo schril. Het is maar goed dat we nog geen kleurentelevise hebben!

W.: Verheug je daar maar niet te veel op. Want reeds nu worden hier en daar uitzendingen in kleuren gegeven en het is wel zeker dat de kleurentelevise steeds meer veld zal winnen.* Om je gerust te stellen kan ik er aan toevoegen, dat de kleuren in de regel veel natuurgetrouwer zijn dan in de bioscoop.

Vr.: Omdat het nu toch al zover is, kunt u mij misschien met een paar woorden uitleggen hoe de verschillende kleuren worden overgebracht.

W.: Verscheidene systemen zijn voorgesteld en zelfs uitgeteerd. Zij zijn echter alle gebaseerd op het driekleurenprincipe.

Vr.: Ik denk dat u hiermede bedoelt, dat men iedere tint kan weergeven door uit te gaan van de drie grondkleuren: rood, blauw en geel. Door deze te mengen in de vereiste verhoudingen, kunnen alle denkbare tinten worden verkregen.

W.: Bravo, Vraagal! Ik wist niet, dat je er zoveel van af wist.

Vr.: Ik ben er achter gekomen toen ik een drukkerij bezocht, waar reproducties van schilderijen in kleurendruk werden vervaardigd. Ik heb daar gezien dat men achtereenvolgens een rood, een blauw en een geel beeld over elkaar heen drukte. Overigens is het met een vergrootglas gemakkelijk te zien, dat een driekleurendruk is samengesteld uit naast elkaar liggende rode, blauwe en gele puntjes; het oog zorgt voor de synthese (het samenvoegen en versmelten) van de grondkleuren. Dat lijkt een beetje op een impressionistisch schilderij.



* In Amerika zijn alle T.V.-zenders ingericht voor uitzending in kleuren. Het aantal ontvangers dat voor kleuren wordt verkocht is echter uiterst gering, de prijs is zeer hoog vergeleken met de zwart-wit-ontvanger.

W.: Je laat me vandaag van de ene verrassing in de andere vallen. Nu blijkt ook nog dat je thuis bent op het gebied van de schilderkunst.

Vr.: Ik geloof dat u me verslijt voor iemand die geen opvoeding heeft gehad... Maar laten we tot ons onderwerp terugkeren. Ik veronderstel, dat we om een kleurenbeeld over te brengen, hetzelfde moeten doen als in de drukkerij: we ontleiden het beeld eerst in 3 beelden, in de grondkleuren, vervolgens zenden we deze afzonderlijk uit en projecteren ze aan de ontvangzijde over elkaar heen, om de synthese verder aan ons oog over te laten.

W.: Volgens jou moet men dus om te beginnen het kleurenbeeld in drie beelden splitsen: een rood, een blauw en een groen... Hoe doe je dat?

Vr.: Met behulp van overeenkomstige kleurenfilters, wij verkrijgen bv. het rode beeld, wanneer we het kleurenbeeld door een rood glas heen projecteren; de helderheid van ieder beeldpunt van dit beeld komt overeen met de hoeveelheid rood licht, die door het overeenkomstige beeldpuntje van het uit te zenden beeld wordt uitgestraald. De rode gedeelten van het beeld zijn het helderst, terwijl daarentegen de blauwe en groene delen van het beeld die geen rood licht bevatten, door het rode filter heen als geheel zwart worden gezien.

W.: Dat is juist. Wij krijgen dus drie beelden, die wij rood, blauw en groen zullen noemen. Wat ga je er nu verder mee doen?

Vr.: Niets is eenvoudiger. Ik zend ieder van de beelden uit volgens een van de gebruikelijke televisiesystemen. Aan de ontvangzijde zal nu iedere beeld in zwart-wit op het scherm van een kathodestraalbuis worden beschreven. Maar nu plaats ik een rood glas voor het eerste beeld, dat rood moet worden, een blauw glas voor

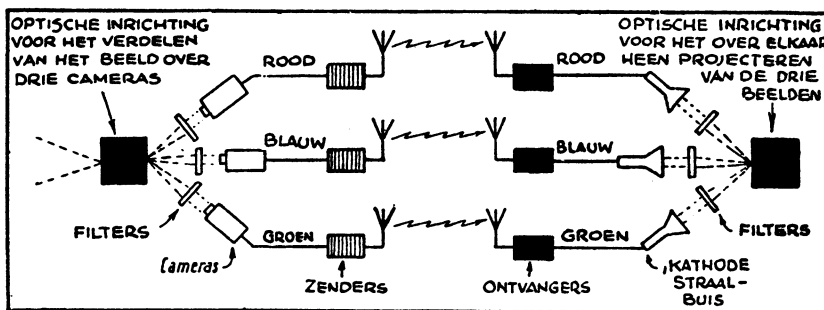
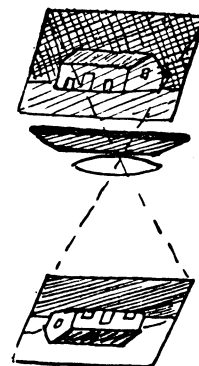


Fig. 1. Televisiezend-ontvangsysteem voor kleurentelevisie, waarbij drie volledige ketens worden toegepast, die ieder gelijktijdig het beeld in een van de grondkleuren overbrengen.

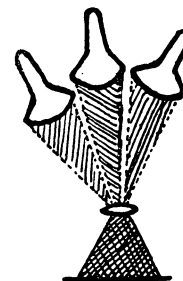


het tweede en een groen voor het derde. Door nu door middel van de een of andere speciale optiek, deze drie beelden over elkaar heen te projecteren, stel ik het oorspronkelijke beeld weer samen in zijn natuurlijke kleuren...

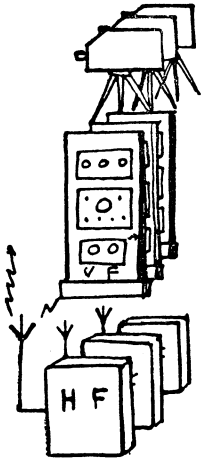
Heb ik iets doms verteld?

W.: Absoluut niet. Wat je daar zegt, is volkomen uitvoerbaar. Met een televisiesysteem dat op dit principe is gebaseerd, werd niet zonder succes geëxperimenteerd.

* Bij televisie worden meestal als grondkleuren genomen: oranje-rood, blauw-rood en groengeel. Wij noemen deze voor het gemak rood, blauw en groen.



Ondanks de moeilijkheden, die het over elkaar projecteren van de beelden met zich meebrengt, werd een behoorlijk resultaat bereikt.



GELIJKTIJDIG, OF HET ENE NA HET ANDERE

Vr.: Toch moet er, naar de klank van uw stem te oordelen, ergens een addertje onder het gras zitten.

W.: Heb je dat nog niet ontdekt? Denk je eens in, dat de gehele zend- en ontvangketen in drievoud moet worden uitgevoerd; drie opnamecamera's, drie versterkers, drie zenders, drie ontvangers, drie kathodestraalbuizen! ...

Vr.: Ik geef toe, dat het wel kostbaar is, terwijl het ook een reuze gedrang in de ether zou geven ...

Wat zouden we daar aan kunnen doen?

W.: Haal je nog eens de allereerste televisielessen voor de geest, Vraagal. Je hebt toen gezien dat men, in plaats van de verschillende beeldpunten gelijktijdig uit te zenden ...

Vr.: ... deze ook achter elkaar kunt uitzenden. Ik ben er! Dat is de oplossing, we zenden achtereenvolgens de beeldpunten van het rode beeld, daarna die van het blauwe en het groene uit in hetzelfde zenderkanaal. Als de opeenvolging van de beelden maar voldoende snel is, zorgt ons oog wel voor de noodzakelijke synthese van het beeld, daar de visuele indrukken altijd even blijven nawerken.

W.: Dat is verreweg de beste methode. Nou moet je niet geloven dat men eerst een volledig rood beeld, daarna een blauw en een groen uitzendt; hierdoor zouden we nl. last krijgen met het flikkeren van het beeld, tenzij we een zeer groot aantal beelden per seconde zouden uitzenden.

Vr.: Waarom?

W.: Neem eens aan dat een zeker deel van het beeld helemaal blauw is, dan zal dat deel maar éénmaal per drie beelden worden uitgezonden, daar voor de twee andere beelden, die alleen rood en groen weergeven, het scherm donker blijft. Het oog zal dan het overeenkomstige deel van het beeld zien flikkeren, doordat tussen twee oplichtingen een relatief lange zwarte periode ligt.

Vr.: Ik weet dat u alleen maar de moeilijkheden naar voren haalt, om ze met een abracadabra weer op te lossen. Doe mij nu een plezier en doe het ook eens voor het flikkeren.

W.: Dat laat ik aan jou over. Herinner je maar eens dat bij de zwart-wit-televisie, verbetering van het flikkeren werd bereikt door ...

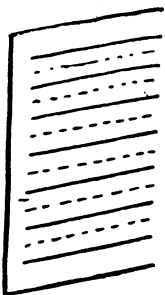
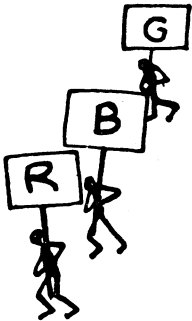
Vr.: ... het interliniëren van de beelden: men tast eerst de even lijnen af, daarna de oneven.

W.: Voor de kleuren kan hetzelfde principe worden toegepast op een heleboel verschillende manieren.

Vr.: Wilt u daarmee zeggen dat men bv. een beeld kan uitzenden door voor ieder opeenvolgend raster van kleur te verwisselen?

DE ROOD-BLAUW-GROENE SCHIJF

W.: Zeer juist. Er werd enige tijd geleden een systeem gebruikt, waarbij men filters toepaste die steeds wisselen, zowel voor de opnamecamera als voor de beeldbuis



van de ontvanger. Deze filters bestaan uit gekleurde stroken doorzichtig materiaal, die op een schijf zijn bevestigd.

Het is wel duidelijk, dat de schijven die voor de camera en de ontvanger zijn opgesteld, exact synchroon moeten lopen. Speciale synchronisatiesignalen worden hiervoor uitgezonden bij het begin van iedere omwenteling.

Vr.: Ik zie dat iedere schijf 6 filters draagt: rood - blauw - groen en dan nog eens rood blauw groen. Drie filters zouden naar mijn mening voldoende zijn.

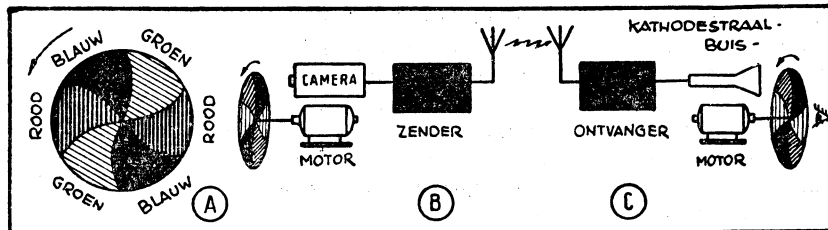


Fig. 2. Zowel aan de zend- als aan de ontvangzijde (B en C), wordt een schijf met kleurenfilters gebruikt (als aangegeven bij A), waarmee de rasters in de grondkleuren na elkaar worden overgebracht.



W.: Ongetwijfeld, maar door er 6 van te maken, wordt de omwentelingssnelheid op de helft teruggebracht; dat is overigens wel nodig, want de centrifugaalkrachten waaraan de schijf blootstaat, zijn niet gering. Het zou best mogelijk zijn dat de schijf uiteen zou spatten, als je deze krachten zou verviervoudigen door de snelheid tweemaal zo groot te maken.

Vr.: Kortom — wanneer een filter van een bepaalde kleur net voorbij de camera draait aan de zendzijde en voorbij de kathodestraalbuis aan de ontvangzijde, dan wordt geen compleet beeld in die kleur afgetast, maar slechts één raster van de even of de oneven lijnen.

W.: Juist. En met een beetje nadenken zou je nu ook kunnen zeggen hoe het complete kleurenbeeld wordt afgetast, voor een hele omwenteling van de schijf.

Vr.: Laten we aannemen dat we om te beginnen het rode segment voor de camera hebben en dat de aftasting begint met het raster van de oneven lijnen, dan krijgen we achtereenvolgens de volgende zes combinaties:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Rood, oneven lijnen. | 4. Rood, even lijnen. |
| 2. Blauw, even lijnen. | 5. Blauw, oneven lijnen. |
| 3. Groen, oneven lijnen. | 6. Groen, even lijnen. |
- en vervolgens begint alles weer van voren af aan.

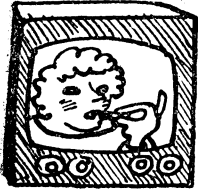
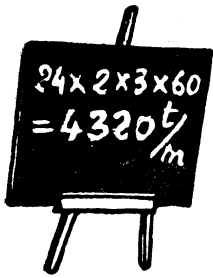
W.: Je zult opmerken dat voor dit systeem in één omwenteling een volledig beeld in iedere kleur wordt afgetast, zowel wat de even als de oneven lijnen betreft. Natuurlijk zijn deze rasters geïnterlineerd.



DUIZELINGWEKKENDE FREQUENTIES

Vr.: Wat is nu wel de beeldfrequentie bij een dergelijk systeem?

W.: Men tast per seconde 24 complete beelden af (wat overeenkomt met 48 rasters).



Daar dit voor ieder van de 3 kleuren plaatsvindt, worden 72 beelden of 144 rasters per seconde afgetast.

Vr.: Alle mensen! Onze schijf draait dus met een snelheid van 24 omwentelingen per seconde, of te wel 1440 omwentelingen per minuut?!

W.: Juist! Maar dat is nog niet het ergste. Wat ons de nek breekt met dit enorm aantal beelden dat moet worden uitgezonden, zijn de zeer hoge frequenties, die in het videosignaal optreden.

Vr.: Daaraan had ik niet gedacht. Maar het is duidelijk, dat het aantal punten dat per seconde moet worden uitgezonden, driemaal zo groot is als bij de zwart-wit-televisie (wel te verstaan bij dezelfde definitie in alle delen van het beeld).

W.: Nu vermindert men, om geen al te brede modulatiebanden te krijgen, wel eens het aantal lijnen voor dit systeem. Het oog vindt de kleuren zo prettig en het beeld wint hierdoor zoveel aan diepte, dat een kleurensysteem met minder lijnen zelfs te verkiezen is boven het zwart-wit-systeem met meer definitie.

Vr.: Ook hier weer dient de make-up om de fouten te bedekken. Nu begrijp ik ook dat bijna alle succesvolle televisieomroepers vrouwen zijn.

W.: Intussen wou ik opmerken, beste Vraagal, dat er andere fijn uitgedachte systemen zijn, die het mogelijk maken de breedte van de modulatiebanden te verkleinen, zonder de details van het beeld te veel op te offeren; zij berusten er op dat alles wat zwart-wit is in het beeld met een maximum aan detail wordt uitgezonden, terwijl betrekkelijk zwak gekleurde beelden in de drie grondkleuren worden toegevoegd; hiervoor is slechts weinig extrabandbreedte nodig.* Vooral voor de rode kleur blijkt slechts zeer weinig detail nodig te zijn. Het totale resultaat dat met een dergelijke beperkte kleurenmodulatie wordt verkregen is zeer voldoende.

Vr.: Dat is voor mij absoluut niets nieuws, dat wist ik al toen ik nog een jongen was.

W.: ???

Vr.: Ja zeker. Ik kreeg wel eens een kleurenboek met een prachtige waterverfdoos. Alle details waren in zwart-wit gedrukt en die gingen helemaal niet verloren door het inbrengen van de kleuren.

W.: Ik zie, dat de hele kleurentelevisie voor jou gesneden koek is.

Vr.: Misschien wel, maar toch moet het mij van het hart, dat het systeem dat u heeft beschreven, mij niet prettig aandoet. De draaiende schijf met filters bevat me niet.

W.: Het kan ook zonder schijf. Men vervangt deze dikwijls door een draaiende trommel, waarin de filters zijn aangebracht; de trommel omvat de kathodestraalbuis.

Vr.: Het kan me niet schelen of het een schijf of een trommel is, het zijn de bewegende delen die mij dwars zitten. Ik heb de indruk dat wij weer zijn afgedaald tot het sedert lang vergeten systeem met de nipkowschijf.

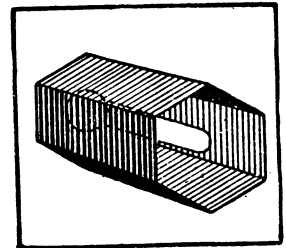


Fig. 3. In plaats van de schijf met filters wordt ook wel een zeshoekige trommel gebruikt die om de kathodestraalbuis draait; de kleurenfilters zijn aangebracht aan de omtrek van de trommel.

* Theoretisch kan worden aangetoond dat het uitzenden van zwart-wit met slechts 2 kleuren-informaties, voldoende is om iedere gewenste kleur te produceren.

W.: Ik ben het niet met je eens, Vraagal, want het beeld zelf komt langs zuiver elektronische weg tot stand. Maar omdat je een onoverwinnelijke afkeer hebt van bewegende delen, kan ik je gelukkig mededelen, dat er een behoorlijk aantal systemen voor kleurentelevisie bestaat, waarbij het kleurenbeeld langs 100 % elektronische weg wordt uitgezonden, overgebracht en weergegeven.

OVER EEN AANTAL GEDAANTEVERWISSELINGEN

Vr.: Dat bevalt me beter. Het is fascinerend dat zich in deze schijnbaar stilstaande apparatuur, miljoenen malen per seconde, de meest ingewikkelde verschijnselen voltrekken... Ik zie intussen niet hoe men, zo zonder schijven of trommels, onderscheid kan maken tussen de drie grondkleuren.

W.: Zonder te veel in details te treden, kan ik wel vertellen, dat men wel eens objectieven gebruikt, die het beeld in drie gelijke beelden splitsen. Deze worden geprojecteerd door kleurenfilters heen, op drie opnamecamera's. Dit is de oplossing waarover

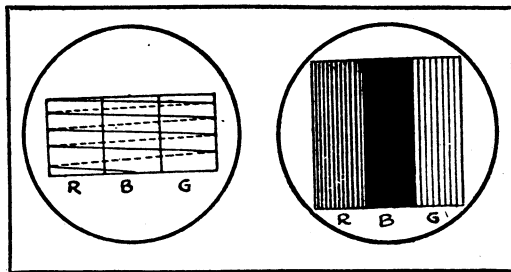


Fig. 4. Drie naast elkaar geplaatste beelden in de grondkleuren.
Fig. 5. Anamorfose van de naast elkaar geplaatste beelden.

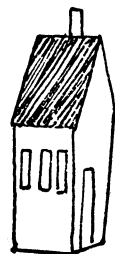
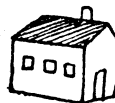
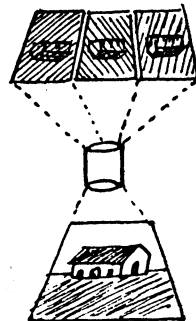
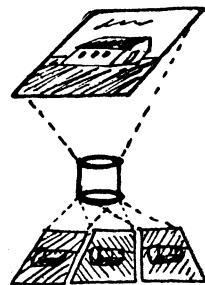
we in het begin van ons praatje al hebben gesproken. Men kan echter ook de drie beelden, die zo worden verkregen, naast elkaar projecteren op het scherm van één opnamecamera.

Vr.: Waartoe dient dat? De elektronenstraal zal dan in één heen-en-weergang, achter-eenvolgens de eerste lijn van het rode beeld aftasten, vervolgens de eerste van het blauwe beeld en daarna die van het groene beeld; hij keert vervolgens terug naar de volgende lijn en begint met de tweede lijn van het rode beeld enz.

W.: En wat voor bezwaren kun je daartegen inbrengen? Geef je je er geen rekenschap van, dat we hier een geïnterlinieerd lijnensysteem voor ons hebben, terwijl we bij het systeem met de kleurenschijf alleen maar de rasters interlinieerden?

Vr.: Ik veronderstel, dat men zich hier tevreden kan stellen met een lagere beeldfrequentie, zonder kans op flikkeren.

W.: Goed begrepen. En ik behoef je zeker niet te vertellen, dat bij de ontvangst van de drie beelden die met één raster worden beschreven, het éne naast het andere ontstaat op het scherm van de kathodestraalbuis. De beelden worden nu ieder via hun bijbehorend kleurenfilter, over elkaar heen geprojecteerd op een scherm, waardoor het complete kleurenbeeld wordt samengesteld.



Vr.: Geen gek systeem. Maar ik geloof dat het beeldvlak van de buis met dit systeem zeer slecht wordt benut, want de drie naast elkaar staande beelden beslaan maar een relatief smalle strook.

W.: Dat hebben de uitvinders van dit systeem ook wel begrepen. Zij hebben dat verbeterd, door bij de uitzending met opzet de beeldafmetingen zo te vervormen, dat het scherm grotendeels wordt benut; men maakt de beelden hoger en smaller. Aan de ontvangzijde wordt in het optische projectiesysteem een omgekeerde deformatie toegepast, waardoor alles weer op zijn plaats komt. Ik kan intussen nog mededelen, dat deze uiteenzetting van het beeld anamorfos wordt genoemd.

Vr.: Wilt u werkelijk beweren, Weetal, dat na al deze „morfoses” op het scherm van de ontvanger een beeld verschijnt, dat nog enigszins op het oorspronkelijke lijkt?

W.: Waarom niet? . . . De knapheid van onze technici kent geen grenzen. Na het interliniëren van beelden en lijnen hebben zij tenslotte de punten „geïnterlinieerd” (voor punten wordt dit geïnterpuncteerd genoemd).

Vr.: Kalm aan, Weetal, anders wordt mijn voorstellingsvermogen op een gevaarlijke manier geïnterlinieerd.

Hoe kan men de punten van het beeld interpuncteren?



OVERPEINZINGEN OVER SPIEGELS

W.: Neem eens aan dat we op de een of andere manier het beeld hebben gesplitst in zijn grondkleuren, door middel van tweekleurenspiegels.

Vr.: Neemt u mij niet kwalijk, mijn waarde vriend, maar ik weet niet wat u onder tweekleurenspiegels verstaat.

W.: Dat zijn half doorzichtige spiegels, die de eigenschap hebben het licht van één van de grondkleuren terug te kaatsen, terwijl zij dat van de twee andere kleuren volledig doorlaten. Neem bv. eens aan, dat het uit te zenden beeld wordt geprojecteerd op de eerste der tweekleurenspiegels, die wij spiegel R noemen. Deze is opgesteld onder een hoek van 45°, hij kaatst het rode licht terug en laat het blauwe en het groene gewoon door. De teruggekaatste rode stralen worden opgevangen door de eerste camera R. De blauwe en groene stralen ontmoeten op hun weg een tweede kleurenspiegel (spiegel B) die . . .

Vr.: Ik zie al hoe het verder gaat. De tweede spiegel weerkaatst het blauw beeld op de camera B en laat de nog overblijvende groene stralen op de camera G vallen.

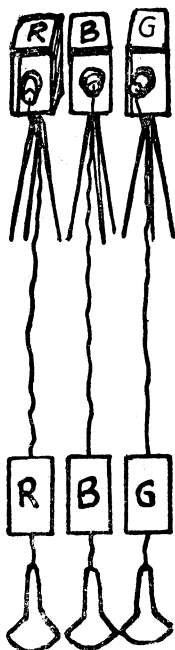
W.: Dat is uitstekend. Op deze manier wordt dus in iedere camera een van de drie beelden in de grondkleuren afgetast.

Vr.: En we behoeven alleen nog maar deze drie beelden uit te zenden en met drie ontvangers te ontvangen, waarna de bijbehorende drie kathodestraalbuizen (op dezelfde manier als de drie camera's R, B en G) ons in staat stellen, met behulp van twee nieuwe tweekleurenspiegels, het kleurenbeeld weer samen te stellen.

W.: Denk er aan, dat iedere kathodestraalbuis moet oplichten in de verlangde kleur. Men bereikt dit, door bv. voor iedere buis een filter van de verlangde kleur te plaatsen, of nog beter, door de chemische samenstelling van het fluorescerende scherm van de buis zodanig te kiezen, dat dit oplicht in de verlangde kleur.

Vr.: Maar hebben we hier niet weer opnieuw drie transmissiekanalen?

W.: Dat zou natuurlijk erg jammer zijn, men heeft dan ook bij het systeem waarmee deze experimenten zijn gedaan, met succes een meer elegante oplossing uitgedacht.



Een elektronische schakelaar maakt het mogelijk achtereenvolgens de signalen van ieder van de drie camera's te benutten; hierdoor wordt 3 800 000 maal per seconde voor iedere kleur op een andere camera overgeschakeld.

Vr.: U houdt me zeker voor de gek, Weetal. U wilt toch niet beweren dat een omschakelaar ronddraait met een snelheid van 3 800 000 omwentelingen per seconde en dan telkens contact maakt met de uitgang van een van de drie camera's?

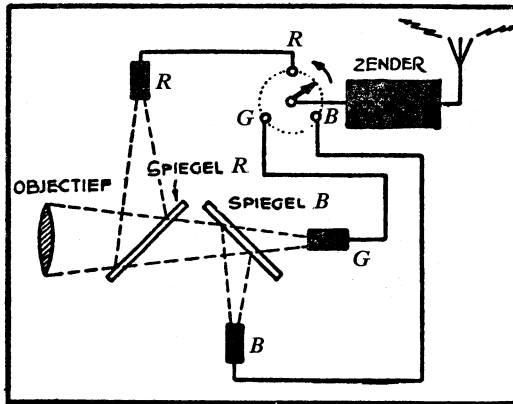
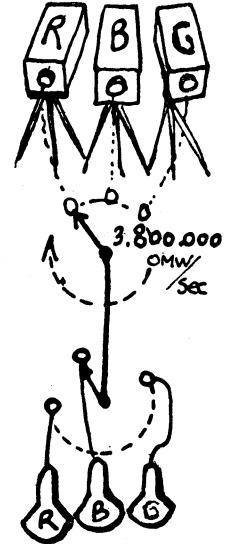


Fig. 6. Splitsing van het beeld in de grondkleuren, door middel van twee kleurenspiegels. De elektronische omschakelaar is aangegeven, waarmee de punten worden geïnterpunteeerd. De ontvanger ziet er net zo uit, echter stellen R, B en G dan de kathodestraalbuizen voor i.p.v. de camera's.



W.: Ik heb helemaal niet over een mechanische omschakelaar gesproken; je begrijpt toch zeker wel, dat voor een dergelijke snelheid een elektronische omschakelaar moet worden gebruikt? Maar met deze snelheid worden inderdaad de signalen van de drie camera's benut, met slechts 0,0877 microseconde* tussenruimte. Je hebt zeker al wel begrepen dat we hier de beeldpunten hebben geïnterpunteeerd om ze tot een enkel signaal te verenigen. Daarbij moet natuurlijk ook aan de ontvangzijde een elektronische schakelaar worden gebruikt, die volkomen synchroon loopt met die aan de zenzijde en die dient om de signalen over de drie bijbehorende buizen te verdelen.

DE GROTE UITVINDING VAN VRAAGAL

Vr.: Dat is allemaal erg ingewikkeld. Ik krijg daarnet een idee (ik mag dat wel in alle bescheidenheid even opmerken) in één klap het vraagstuk van de kleuren-televisie op eenvoudige wijze definitief tot oplossing zal brengen.

Ik ben wel bereid, natuurlijk sub rosa, u een en ander er over te vertellen.

W.: Ik moet je zeggen, dat ik nieuwsgierig begin te worden. Wat behelst dat pracht-idee van jou?

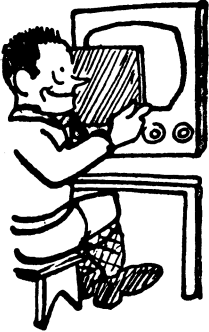


* 1 microseconde = 1 miljoenste seconde.

Vr.: Het is geïnspireerd door de oude glasramen in onze kathedralen, die zijn samengesteld als een veelkleurig mozaïek. Ik denk me nu een fijn verdeeld mozaïekfilter dat zo is ingericht, dat iedere lijn bestaat uit een opeenvolging van zeer kleine rode, blauwe en groene filtertjes; deze zijn zo klein, dat zij met zijn drieën niet groter zijn dan één beeldpunt. Wat de onder elkaar liggende lijnen betreft liggen de filtertjes verschoven ten opzichte van elkaar en wel zo dat onder het rode filtertje van de eerste lijn, een blauw ligt in de tweede lijn enz.

W.: Alles goed en wel, maar waar wil je naar toe?

Vr.: Let op. Neem aan dat je over een dergelijk filter beschikt, terwijl het filter is opgesteld vóór de lichtgevoelige laag van de camera van een gewone televisiezender; wanneer nu ook een dergelijke filter wordt geplaatst vóór het scherm van de kathode-



R	B	G	R	B	G	R	B	G	R
B	G	R	B	G	R	B	G	R	B
G	R	B	G	R	B	G	R	B	G
R	B	G	R	B	G	R	B	G	R
B	G	R	B	G	R	B	G	R	B

Fig. 7. Volgorde, waarin de punten in een kleurentelevisiesysteem met interpunctering worden afgetast, nl. achtereenvolgens rood, blauw, groen; rood, blauw, groen, enz.

straalbuis van de ontvanger, is daarmee de allereenvoudigste televisiezender voor gekleurde beelden tot stand gebracht.

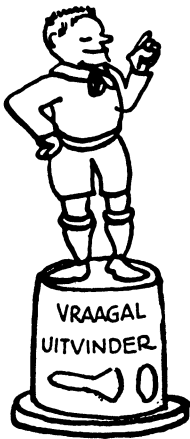
W.: Je hebt verdorie gelijk. Op hetzelfde ogenblik waarop aan de zenzijde de af-tastende straal passeert door een rood filterelementje en het videosignaal de daarmee overeenkomende waarde van de helderheid zal overbrengen, zal ook op het ont-vangerscherm een overeenkomstige helderheid van de lichtvlek worden bereikt, terwijl deze wordt gezien door het rode gedeelte van het filter . . . Wel gefeliciteerd, Vraagal! Je hebt een uitvinding gedaan die sensationeel is in zijn eenvoud.

Vr.: Ik wou nog duidelijk even naar voren brengen, dat met dit systeem, zonder moeilijkheden, alle zwart-wit-ontvangers kunnen worden veranderd voor gekleurde beelden.

W.: Even geduld, Vraagal. Zet maar geen al te hoge borst op, want je hebt te vroeg gejuicht.

Vr.: Is er dan weer een „maar“?

W.: Helaas wel, en niet zuinig ook. Om goed te werken, moet bij jouw systeem een uitstekende gelijkloop van de aftastende stralen aan de zend- en aan de ontvangzijde zijn gewaarborgd. De minste verschuiving zou ernstige gevolgen hebben, want de overeenkomst van de kleuren zou verloren gaan. De zaagtandspanningen die in de gewone televisieontvangers worden toegepast, zijn niet voldoende lineair om een zo nauwkeurige aftasting te verzekeren. Ook met de middelen die ons bij de tegenwoordige stand van de techniek ter beschikking staan, is je idee niet uitvoerbaar.



Maar wie weet of we niet op een goede dag horen spreken over het „systeem-Vraagal”.

Vr.: En ik dacht nog wel dat ik . . .

EEN BATTERIJ VAN DRIE KANONNEN

W.: Overigens heeft jouw idee me een ander systeem in de gedachte gebracht, dat veel gemakkelijker is uit te voeren en waarmee inderdaad is geëxperimenteerd. In de systemen met interpunctering van de beeldpunten, kan men aan de ontvangzijde een kathodestraalbuis toepassen, waarbij op het scherm zelf de drie kleuren kunnen worden weergegeven. Tot dat doel is het scherm van deze buizen samengesteld als

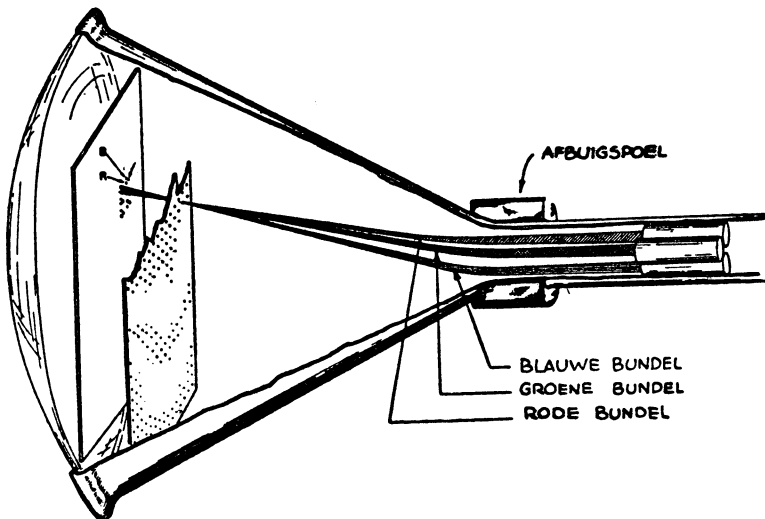
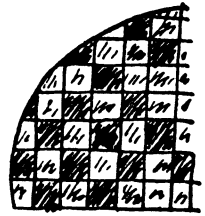


Fig. 8. Principe van de kathodestraalbuis met drie elektronenkanonnen; ieder van de elektronenbundels treft op het scherm, na door het raster te zijn gepasseerd, slechts elementjes van een van de drie grondkleuren.

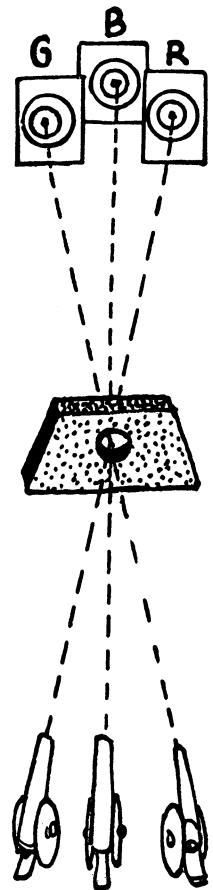
een mozaïek, net zoals bij jouw uitvinding. Ieder van de oppervlakte-elementjes kan oplichten in een van de drie grondkleuren, dank zij de chemische samenstelling van het fluorescerende materiaal.

Vr.: Tot nog toe is alles gelijk aan mijn idee.

W.: Wel is de kathodestraalbuis geheel anders, want deze is voorzien van drie elektronenkanonnen, waarvan ieder wordt bediend voor een van de drie grondkleuren.

Vr.: Maar wat moet er dan gebeuren, opdat de elektronenstraal van ieder kanon alleen maar die punten van het scherm raakt, die met zijn kleur overeenkomen.

W.: Daar zit nou net de kneep van de zaak. Tussen de kanonnen en het scherm is



een „masker” opgesteld. Dit masker bestaat uit een vlakke wand, die is doorboord door een zeer groot aantal fijne gaatjes. De straal van een bepaald kanon die door deze gaatjes passeert, kan alleen maar die gedeelten van het scherm raken, die in een enkele kleur oplichten.

Vr.: Dat is werkelijk zeer fijn bedacht.

W.: De uitvoering is nogal kritisch, tenminste wanneer het om seriefabricage gaat.

Vr.: Samenvattende heb ik wel begrepen dat er een groot aantal systemen voor kleuren-televisie bestaat. Volgens mij blijkt uit die veelheid wel, dat er geen systeem bij is, dat werkelijk aan alle eisen voldoet.

W.: Je zou geen betere conclusie kunnen vinden om ons praatje te besluiten, waarde vriend.

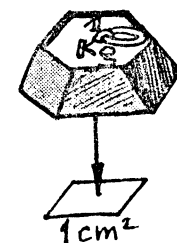
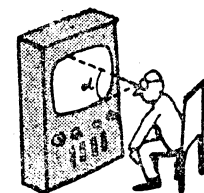
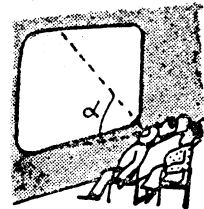


HET GROOTBEELD

Nu onze twee vrienden bij elkaar zijn voor hun laatste praatje, hebben zij als slot-probleem een interessant onderwerp gekozen en wel de televisieprojectieontvanger voor grootbeeld.

Voor de gewone huiskamer is het directe beeld, dat op het scherm van de kathodestraalbuis ontstaat, van zodanige kwaliteit, dat aan alle eisen van de kijkers in de huiskamer behoorlijk wordt voldaan. Wanneer echter in een zaal een groter aantal personen de uitzending wil volgen, is het nodig een geprojecteerd beeld op een scherm van grotere afmetingen toe te passen.

Vraagal en Weetal zullen nu tot slot de verschillende gezichtspunten bespreken, die zich voordoen bij het moeilijke vraagstuk van de televisie-grootbeeld-projector.



MATEN EN GEWICHTEN

Vr.: Ik zou u willen vragen om de technische vraagstukken een ogenblik te laten rusten. Ik wou nl. graag uw mening horen over een psychologisch probleem.

Mijn ouders hebben gisteren de avond doorgebracht bij een paar vrienden, die in het bezit zijn van een televisieontvanger. Toen ik hen vroeg wat zij er van dachten, kreeg ik ten antwoord dat zij het beeld te klein vonden.

W.: Dat is inderdaad de indruk van mensen die voor het eerst met televisie in contact komen. Het moet worden toegeschreven aan het feit, dat de toeschouwer onwillekeurig de afmetingen van het scherm van de kathodestraalbuis vergelijkt met die van het scherm in de bioscoop.

Vr.: Het is wel duidelijk dat het televisiebeeld dan in het niet zinkt.

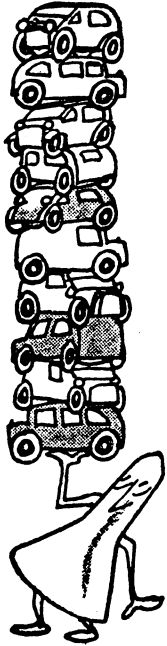
W.: Nou, dat zou je maar denken, in werkelijkheid is alleen maar de *hoek* van betekenis, waaronder het beeld wordt gezien. In beide gevallen kan deze zeker gelijk zijn. Zelfs kan hij bij televisie groter worden, als men dicht bij het scherm gaat zitten. Wanneer men echter te dicht bij komt, ziet men de lijnen van het raster, wat in ieder geval moet worden vermeden... Ik wil daarom duidelijk vaststellen, dat het vergroten van de afmetingen van het televisiebeeld op de juiste wijze moet worden beoordeeld.

Vr.: Waarom maakt men eigenlijk geen kathodestraalbuizen van grote afmetingen?

W.: Ben je nou al vergeten wat we een poosje geleden hebben gezegd over de atmosferische druk die werd uitgeoefend op de wanden van de buis?

Vr.: Dat is waar ook, ik herinner me nog uitstekend, dat ten gevolge van het luchtledig zijn van de buis, op iedere vierkante centimeter oppervlak een druk worden uitgeoefend van één kilogram. Wij hebben zelfs de druk uitgerekend die staat op een buis met een beeldvlak van veertig centimeter diameter; deze was ongeveer drie ton.

W.: Overigens moet je weten, dat het, door de conische wand en de hals van de



buis van staal te maken, gelukt is buizen te maken met een beeldvlak van vijf en zeventig centimeter diameter.

Vr.: Als ik me niet vergis, is de druk die een dergelijke buis moet doorstaan, in de grootte-orde van tien ton; hiervan drukt ongeveer de helft op het beeldvlak.

W.: Dat betekent dat een dergelijke buis een druk moet doorstaan die overeenkomt met het gewicht van een tiental auto's.

Vr.: Dat is inderdaad geweldig, maar ik veronderstel dat men niet verder op dezelfde weg zou kunnen doorgaan.

W.: Het is inderdaad vrijwel onmogelijk buizen te maken, die nog grotere druk zouden verdragen. Maar er is ook nog een andere factor in het spel, waardoor de diameter van het beeldvlak wordt begrensd. Kun je je voorstellen, wat dat zou kunnen zijn?

Vr.: De prijs?

W.: Die zou zonder twijfel erg hoog worden. Maar heb je er aan gedacht dat een normale kamerdeur niet breder is dan 75 cm? Het zou niet mogelijk zijn om buizen van grotere diameter dan 75 cm van de ene kamer naar de andere te brengen; ze zouden zelfs niet eens in huis kunnen worden gebracht.

Vr.: Ik moet toegeven, dat ik daaraan niet had gedacht. Wat moeten we dan gaan beginnen, als we beelden willen maken die groot genoeg zijn om in de een of andere zaal te worden bekeken?

OVERPEINZINGEN OVER GEPROJECTEERDE BEELDEN

W.: Men zou dezelfde weg moeten inslaan als bij de fotografie: men verkleint in de fototechniek de afmetingen van het negatief, terwijl men onbegrensde eisen stelt aan de afmetingen van de afdrukken.

Vr.: Dus we gaan vergroting toepassen?

W.: Dat is de oplossing.

Vr.: Daar had ik verdorie wel aan kunnen denken! Een geprojecteerde vergroting is tenslotte niets anders dan de toverlantaarn, waarmee mijn vader in zijn jeugd al speelde. Je hoeft maar een objectief voor het scherm van de kathodestraalbuis te plaatsen, om op een projectiescherm een geprojecteerd beeld te krijgen zo groot als je maar zelf wilt. Dat is nogal eenvoudig.

W.: Te eenvoudig! Je beeld zou niet helder genoeg zijn. Als je uitgaat van een kathodestraalbuis met een beeld van $20 \times 25 = 500 \text{ cm}^2$ en je projecteert dit beeld op een scherm van $160 \times 200 = 32\,000 \text{ cm}^2$, dan wordt dezelfde hoeveelheid licht op een 64 maal grotere oppervlakte uitgespreid.

Vr.: Allemachtig! Dat zal een erg donker beeld worden!

W.: Ik kan je verzekeren dat het nog donkerder wordt dan je denkt. Een objectief brengt nl. slechts een deel van de beschikbare hoeveelheid licht over. Zijn optisch rendement is in de grootte-orde van 1 : 16. Dat wil zeggen, dat in werkelijkheid de helderheid van het geprojecteerde beeld ongeveer 1000 maal zwakker zal zijn, dan die van het directe beeld op de kathodestraalbuis.

Vr.: Is het niet mogelijk de buis feller te doen oplichten?

W.: Dat is wat men inderdaad doet bij de kathodestraalbuizen, die speciaal voor projectiedoeleinden zijn ontworpen. Men verkrijgt een veel grotere helderheid door de snelheid van de elektronen op te voeren door het toepassen van hoge anodespanningen. Deze spanningen zijn meestal enige tienduizenden volts. Deze snelle



elektronen treffen het scherm en doen een lichtvlek ontstaan van grote intensiteit. Daar deze snelle elektronen zich niet gemakkelijk laten afbuigen, is de maximale afbuigingshoek klein. Ten gevolge hiervan hebben de projectiebuisen in de regel een scherm van kleine diameter. Hun levensduur is niet erg groot, maar zij maken het zelfs mogelijk televisiebeelden te projecteren ter grootte van het normale bioscoopbeeld.

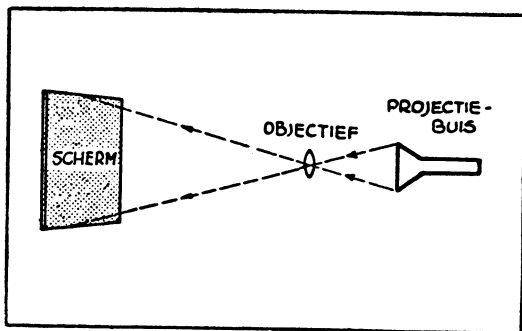


Fig. 1. Projectie met behulp van een objectief.

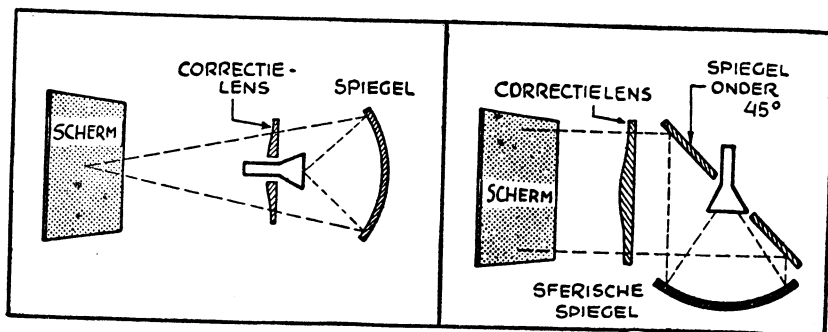
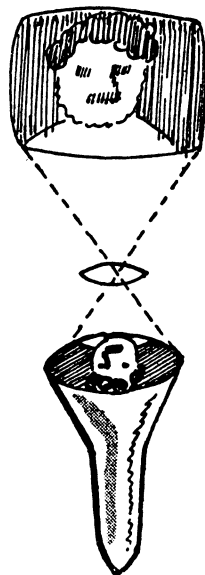
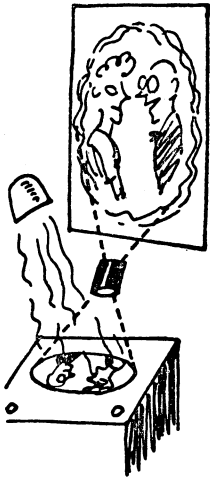


Fig. 2. Projectie met behulp van een holle spiegel. Links: het lineaire systeem, waarbij men veel licht verliest, doordat de buis gedeeltelijk het scherm afdekt. Rechts: met gebruik van een spiegel onder 45° om dit nadeel te vermijden.



Vr.: Ik ga misschien iets heel doms zeggen, maar zou het projectiesysteem met objectief niet kunnen worden ingericht als een astronomische kijker? Ook zou men misschien een systeem kunnen maken, dat evenals de telescoop gebruik maakt van reflectie van de lichtstralen door een of meer spiegels, in plaats van hiervoor één of meer lenzen toe te passen.

W.: Je idee is helemaal niet belachelijk. Inderdaad bestaan deze projectoren, voorzien van een of meer spiegels en zij hebben zelfs bepaalde voordelen boven de systemen met objectieflenzen. Het rendement van een projector, waarin een sferische spiegel



wordt toegepast, met correctielens, is ongeveer 4 maal beter dan van een gewoon objectief. De spiegel en de correctielens zijn bovendien veel gemakkelijker en goedkoper te fabriceren dan een objectief van dezelfde kwaliteit.

Door bovendien gebruik te maken van een of meer spiegels onder een hoek van 45° , is het mogelijk de weg van de geprojecteerde lichtbundel te verlengen, terwijl toch het gehele projectiesysteem in een kleine ruimte kan worden ondergebracht.

Vr.: Kunnen we hieruit concluderen, dat de toekomst behoort aan de projectie door middel van spiegels?

W.: Dat is nog niet met zekerheid te zeggen, daar de techniek op dit gebied nog belangrijke vorderingen zal doormaken. Er is zelfs sprake van, dat hiervoor skiatronbuizen zullen worden gebruikt . . .

EEN SPEL VAN LICHT EN SCHADUW

Vr.: Die naam heeft vast en zeker iets uit te staan met de een of andere Griekse wijsgeer.

W.: In de taal van Homerus, wil „skia” hetzelfde zeggen als „schaduw”. Het skiatron is een kathodestraalbuis, waarvan het scherm bestaat uit een stof met zeer eigenaardige eigenschappen. Daar waar het scherm oplicht onder invloed van de elektronenstraal, wordt het licht dat van buitenaf komt geabsorbeerd en wel te meer naarmate de elektronenstraal sterker is.

Vr.: Nu u er over spreekt, herinner ik me over dergelijke buizen te hebben gelezen, zij worden gebruikt in bepaalde radarinstallaties bij het projecteren van het radarbeeld.

W.: Inderdaad zijn deze buizen gemaakt, om hun toepassing te vinden bij de radar. Men werpt op hun scherm een lichtbundel van de verlangde sterkte. Dit licht wordt geabsorbeerd op die delen van het scherm, waar de elektronenstraal het scherm treft. Op deze wijze wordt een beeld gevormd, waarvan de helderheid slechts afhangt van het licht dat van buitenaf er op wordt geworpen; de elektronenstraal dient alleen maar voor het tot stand brengen van een meer of minder sterke lichtabsorptie. Een dergelijk beeld kan op een groot scherm worden geprojecteerd met behulp van een objectief of een sferische spiegel. Een nadeel van de skiatronbuizen, die bij radar worden gebruikt is het „nalichten”; het zou ons te ver voeren hier verder op in te gaan.

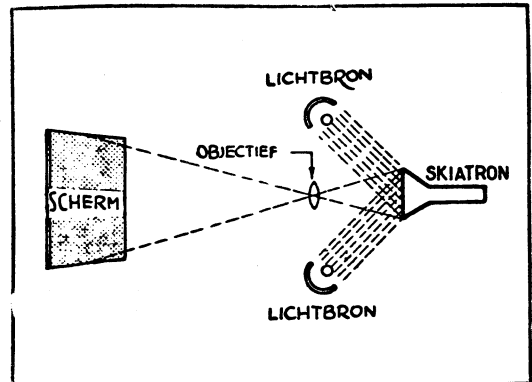


Fig. 3. Projectiemethode met gebruikmaking van een skiatronbuis.

WEETAL SPREEKT HET SLOTWOORD

Vr.: Ik heb het gevoel dat we hier een tip hebben opgelicht van de sluier, die een techniek omvat welke nog in volle ontwikkeling is.

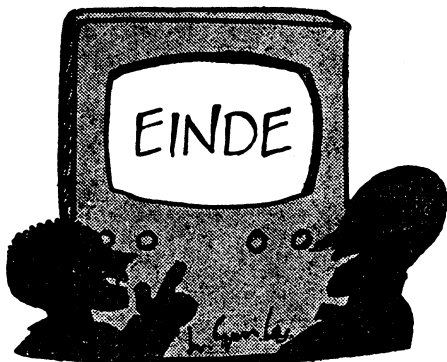
W.: Inderdaad, de televisietechniek is nog niet geheel gestabiliseerd en zoekt nog zijn definitieve vorm. Daarin zit juist de grote aantrekkingskracht. Wat tot nog toe is bereikt, is reeds prachtig. De resultaten van het televisiebeeld zijn zo uitstekend, dat deze volkomen vergelijkbaar zijn met het filmbeeld. Evenals het filmbeeld wordt het begeleid door het bijbehorend geluid, terwijl ook beeldweergave in kleuren mogelijk is. Ook kan, evenals voor het filmbeeld, de derde dimensie worden ingevoerd, want iedere oplossing van dit probleem die in de filmtechniek kan worden toegepast, kan ook voor televisie worden gebruikt. Er is echter nog veel te doen en indien deze nieuwe techniek je liefde heeft, kunnen vooral jullie jongeren en alle radio-enthousiasten er nog heel wat in bereiken.

Vr.: Denkt u dat ik er op het moment genoeg van af weet om met vrucht onderzoeken op dit gebied te kunnen doen?

W.: Bescheidenheid is nooit je grootste deugd geweest!... Nee, Vraagal, wat je met onze praatjes hebt geleerd, maakt nog geen laboratoriumingenieur van je. Er blijft nog veel te bestuderen over. We hebben het er nog niet over gehad hoe je een televisieontvanger moet bouwen en ook heb ik je nog geen overzicht gegeven van de bestaande televisieschakelingen. Ik heb me in hoofdzaak ingespannen om je het doel en de werking van de samenstellende delen van een ontvanger uit te leggen. Vanaf vandaag zal geen enkel schema, hoe ingewikkeld het op het eerste gezicht ook lijkt, je nog schrik kunnen inboezemen.

Vr.: Ik weet wat u gaat zeggen. U raadt me aan dat schema in een bepaald aantal hoofddelen te splitsen, net zoals wij die hebben bestudeerd. Is dat niet wat men de analytische methode zou kunnen noemen?

W.: Zeer juist. En als je daar een gewoonte van maakt en voortgaat met de voorde- ringen van de televisie te volgen door het lezen van goede boeken en tijdschriften, zul je nog dikwijls opmerken dat televisie toch vrij eenvoudig is.



Nog meer boeken van Kluwer die uw belangstelling waard zijn!



D. J. WASSENAAR

Wat is wisselstroom (88 blz.)

Wat is gelijkstroom (104 blz.)

Een tweetal boeken voor de jonge knutselaar die hem de noodzakelijke theorie van gelijk- en wisselstroom bijbrengen. Deze boeken zijn geen leerboeken, maar vormen tezamen wel een cursus om vergeten kennis op te frissen.



ING. HEINZ RICHTER

Servicegids radiotechniek

Dit uitzonderlijk praktische boek voor radio-monteurs (en voor ongetelde amateurs en doe-het-zelvers!) bespaart onnoemelijk veel tijd en dus geld. Het bevat alles wat men van radioservice moet weten. Geheel nieuw is de *supersnelle storingzoeker*, die in een minimum van tijd elke fout doet vinden.

132 blz., 83 afb., waarvan vele in 2 kleuren en 1 uitsl. plaat, geb.



ING. HEINZ RICHTER

Servicegids televisietechniek

Dit gloednieuwe, handige en helder geschreven boek is geheel op spoed ingesteld. Vakman en amateur zullen het met vreugde begroeten als de nieuwe servicegids, die aan alle eisen voldoet. De *supersnelle storingzoeker* is geheel nieuw in de vakliteratuur; hij bespaart de gebruiker zeeën van tijd.

160 blz., 89 afb., waarvan vele in 2 kleuren en 1 uitsl. plaat, geb.

Æ. E. KLUWER - TECHNISCHE BOEKEN - DEVENTER, ANTWERPEN

Deventer: Postbus 23 - Telefoon (05700) 1 07 22 - Postgiro 86 39 24

Ook verkrijgbaar via de boekhandel

C.A. BIKKER
BOEKHANDEL
BADHUISSTRAAT 15
VLISSINGEN

