

# GRONDSLAGEN VAN DE RADIOBUIZENTECHNIEK

MET 361 FIGUREN EN EEN AANHANGSEL

Een inleiding tot de fysische grondslagen,  
eigenschappen en toepassingen van ont-  
vang- en versterkingsbuizen naar den stand  
van de techniek in Juli 1943,

door Ir. J. DEKETH

**1943**

**DE PHILIPS BOEKENREEKS  
ELECTRONENBUIZEN**

verschenen tot nu toe:

Principes en schakelingen van de radiobuizentechniek.

Principes en schakelingen van moderne ontvang- en  
versterkerbuizen.

Gegevens en schakelingen van moderne ontvang- en  
versterkerbuizen (supplement).

Verdere deelen zijn in bewerking.



Een gedeelte van de Philips' Radiobuizenfabriek te Eindhoven.

## VOORWOORD

Dit boek is ontstaan uit een oorspronkelijk in de Duitse taal uitgegeven werk, getiteld: „Grundlagen der Röhrentechnik”. Dit werk had, ook in Nederland, een bijzonder groot succes en moest ettelijke malen herdrukt worden, hetgeen tot het plan leidde, een Nederlandsche uitgave te laten verschijnen. De schrijver zou hierdoor tevens in de gelegenheid zijn, voorstellen over verbeteringen en uitbreidingen in werkelijkheid om te zetten.

De opzet van de *oorspronkelijke uitgave* was een boek te brengen, dat niet met radio op de hoogte zijnde technici en studeerenden een inzicht geeft in het wezen van de *radiobuis voor ontvangstdoeleinden* en in haar toepassingen in ontvangers en soortgelijke toestellen. Het doel was echter voor een groot deel ook, vakmensen een handig overzicht te bieden over de eigenschappen en de werkwijze van *electronenbuizen*, die voornamelijk voor radio-ontvangst ontworpen worden. Het boek moest verder een technische inleiding zijn en den grondslag vormen voor de in de volgende twee deelen van deze boekenserie „Gegevens en Schakelingen van Moderne Ontvang- en Versterkerbuizen” en het supplement hierop behandelde beschrijvingen met gegevens en karakteristieken van Philips electronenbuizen.

Van deze doelstellingen uitgaande werden eerst op zeer eenvoudige wijze de fysische grondslagen van de radiobuis behandeld en werd daarna een kort overzicht gegeven van den bouw en de fabricage van radiobuizen. Vervolgens werden de buiseigenschappen behandeld, die vastgelegd worden door gegevens en karakteristieken, en werden de voor de verschillende ontvangertrappen bestaande buistypen met hun eigenschappen en de daaraan te stellen eischen besproken. Ook werden begrippen, zooals het ruisen ten gevolge van de buizen, kortegolf-eigenschappen, laagfrequente tegenkoppeling, kruismodulatie enz., verklaard en benut. Hierbij werden uitsluitend onderwerpen behandeld, die in de practijk bewezen hebben van beteekenis te zijn.

De volgorde van de hoofdstukken werd daarbij zooveel mogelijk zóó gekozen, dat een gestadige ontwikkeling van den gedachtengang plaats heeft en dat in volgende hoofdstukken gebruik gemaakt kon worden van begrippen, die in voorgaande hoofdstukken werden verklaard. Waar de duidelijkheid dit noodzakelijk maakte, werd niet geschroomd in korte herhaling te vervallen.

Aan de bovenstaande doelstellingen zou ook de *Nederlandsche uitgave* moeten voldoen. Schrijver achtte het wenschelijk, de in het oorspronkelijke werk zeer kort gehouden beschrijving van de fysische grond-

slagen, waarop de werking van de radiobuis berust, uit te breiden, daar een goede kennis hiervan, bijv. van de potentiaalverdeling in de buis, van den invloed van de ruimtelading, van de thermische emissie, van de secundaire emissie, van de contactpotentiaal enz., zeer belangrijk is voor het juiste begrip van de werking van de radiobuis en haar eigenschappen en toepassingen, alsook van vele in de praktijk optredende verschijnselen. Dit onderwerp vereischt echter een groote zelfbeperking, daar een bewerking ervan alras tot een boekwerk op zichzelf uitgroeit. Er moest dus wel noodgedwongen een compromis gezocht worden tusschen duidelijkheid en volledigheid eenerzijds en omvang anderzijds.

Er werden nieuwe hoofdstukken toegevoegd over onderwerpen, die in het oorspronkelijke werk niet behandeld waren, o.a. een hoofdstuk over buiscapaciteiten en eenige hoofdstukken over storingsverschijnselen, die in buizen kunnen optreden. Bestaande hoofdstukken werden deels volledig omgewerkt, uitgebreid en aangepast aan voorgaande hoofdstukken, waarbij gestreefd werd het boek op het meest moderne peil te brengen. Zoo wordt in hoofdstuk IX een kort overzicht gegeven van de werking van frequentiemodulatie en van de samenstelling van ontvangers voor frequentiegemoduleerde signalen.

Aan het einde van dit boek vindt de lezer een aanhangsel, waarin een uitgebreide verzameling van definities, formules en tabellen met allerlei gegevens, die den lezer van nut kunnen zijn bij de studie en bij het berekenen en ontwerpen van toestellen met electronenbuizen.

Er wordt verder attent gemaakt op de eveneens aan het einde aanwezige lijst van door Philips auteurs gedane publicaties op het gebied van electronenbuizen, radio-ontvangst en zendwezen en toepassingen van diverse soorten electronenbuizen. Vele van deze publicaties zijn verschenen in het Philips Technisch Tijdschrift, waarin geregeld interessante artikelen over electronenbuizen en hun toepassingen verschenen zijn. Verder wordt nog verwezen naar de bij Julius Springer in Berlijn verschenen boeken van Dr. M. J. O. Strutt over buizen en toestellen met buizen (zie het overzicht van boekwerken op het gebied van electronenbuizen en hun toepassingen, eveneens aan het einde van dit boek).

Dit boek richt zich tot allen, die zich bezig houden met het ontwerpen en fabricereen van toestellen met electronenbuizen, met de reparatie en het onderhoud ervan en tot hen die experimenteren en studeeren. De inhoud berust gedeeltelijk op publicaties en geschriften van het „Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken" en van de laboratoria in de Philips Buizenfabrieken. In het bijzonder werd gebruik gemaakt van geschriften van Dr. C. F. Veenemans, Dr. M. J. O. Strutt, Dr. J. L. H. Jonker, Ir. H. van Suchtelen, Ir. B. D. H.

Tellegen, Ir. A. J. Heins van der Ven, Dr. B. G. Dammers, Ir. J. M. van Hofweegen, Ir. P. H. J. A. Kleynen en anderen. De schrijver is veel dank verschuldigd aan de heeren Dr. E. Oosterhuis, Dr. W. de Groot, Dr. C. F. Veenemans, Dr. M. J. O. Strutt, Ir. B. D. H. Tellegen, Dr. J. L. H. Jonker, Ir. H. van Suchtelen, Ir. P. H. J. A. Kleynen en vele anderen, die zich tijd noch moeite gespaard hebben, om met raad en daad bij te dragen tot den vorm waarin dit boek uiteindelijk gedrukt werd en om de tallooze drukproeven door te lezen. Aan de oorspronkelijke Deutsche uitgave werd indertijd ook nog medegewerkt door de heeren Ir. G. van Beusekom en Ir. J. M. van Hofweegen, aan wien de schrijver even grooten dank verschuldigd blijft.

Eindhoven, Augustus 1943.

J. Deketh.

# INHOUDSOPGAVE

	Blz.
VOORWOORD . . . . .	06
INHOUDSOPGAVE . . . . .	09
INLEIDING . . . . .	1
<b>HOOFDSTUK I. Grondbeginselen van de werking der radio- buis . . . . .</b>	<b>3</b>
§ 1. Electroden . . . . .	3
§ 2. De gelijkrichtwerking . . . . .	4
§ 3. De versterking door sturen van den anodestroom . . . . .	4
§ 4. De negatieve roosterspanning van versterkingsbuizen . . . . .	6
<b>HOOFDSTUK II. Eenige fysische begrippen omtrent electro- nen en elektrischen stroom . . . . .</b>	<b>7</b>
§ 1. Electronen . . . . .	7
§ 2. De bouw van het atoom . . . . .	7
§ 3. De bouw van de vaste stof . . . . .	8
§ 4. Het ontstaan van een elektrischen stroom; elektrische weerstand . . . . .	9
<b>HOOFDSTUK III. De gedragingen van de electronen in elec- trostatische en magnetische velden; het ontstaan van ruim- telading . . . . .</b>	<b>10</b>
§ 1. Electronen in een electrostatisch veld . . . . .	10
§ 2. Electronen in een magnetisch veld . . . . .	13
§ 3. Potentiaalverdeelingsdiagrammen . . . . .	14
§ 4. De ruimtelading . . . . .	17
<b>HOOFDSTUK IV. De beginselen van de electronenemissie . . . . .</b>	<b>21</b>
§ 1. De binding van de electronen in het metaal . . . . .	21
§ 2. De snelheids- of energieverdeling van de electronen en de uittreearbeid . . . . .	22
§ 3. Electronenemissie en verzadigingsstroom . . . . .	23
§ 4. Invloed van de electronenemissie op de potentiaal- verdeelingsdiagrammen . . . . .	24

	Blz.
§ 5. De aanloopstroom . . . . .	25
§ 6. De contactpotentiaal tusschen metalen of het Volta-effect . . . . .	28
§ 7. Het emissierendement . . . . .	29
§ 8. De electronenemissie van oppervlakken van zuiver metaal . . . . .	30
§ 9. De electronenemissie van oxydekathoden . . . . .	32
a) Het activeeren van de oxydekathoden . . . . .	33
b) De verzadigingsstroom van de oxydekathode . . . . .	34
c) De aanloopstroom bij oxydekathoden . . . . .	35
d) De contactpotentiaal bij oxydekathoden . . . . .	35
<b>HOOFDSTUK V. De secundaire electronenemissie</b>	<b>36</b>
§ 1. De geschiktheid van oppervlakken om secundaire electronen te emitteeren . . . . .	36
§ 2. De energieverdeeling van de secundaire electronen; elastisch teruggekaatste primaire electronen . . . . .	37
§ 3. Eenige practische waarden voor den secundaire-emissiefactor . . . . .	38
§ 4. Invloed van de hoedanigheid van het oppervlak op den secundaire-emissiefactor . . . . .	40
<b>HOOFDSTUK VI. Eenige belangrijke onderdeelen van de radiobuis</b>	<b>41</b>
§ 1. De kathode . . . . .	41
a) Direct verhitte kathoden . . . . .	41
b) Indirect verhitte kathoden . . . . .	44
§ 2. Roosters . . . . .	46
§ 3. De anode . . . . .	47
§ 4. De inwendige zwarting van den ballon . . . . .	47
§ 5. De afschermingen . . . . .	47
§ 6. Gasbinder (getter) . . . . .	48
§ 7. Metalliseering . . . . .	48
§ 8. Afschermkooi . . . . .	48
<b>HOOFDSTUK VII. Bouw van de radiobuis</b>	<b>49</b>
§ 1. Glazen buizen met kneep . . . . .	49
§ 2. Glazen buizen met bodem van geperst glas . . . . .	54
a) Beschrijving van de constructie van een buis met een bodem van geperst glas . . . . .	54
b) Voordeelen van de constructie zonder kneep . . . . .	57
§ 3. Metalen buizen . . . . .	61
§ 4. Nabeschouwing . . . . .	65



<b>HOOFDSTUK VIII. De fabricage van de radiobuis</b> . . . . .	66
§ 1. Glazen ballon en overige glazen deelen . . . . .	68
§ 2. Huls van „Philite” . . . . .	68
§ 3. De vervaardiging van kathoden en gloeidraden . . . . .	69
§ 4. De vervaardiging van roosters . . . . .	71
§ 5. De vervaardiging van anoden . . . . .	76
§ 6. De vervaardiging van verdere onderdeelen . . . . .	77
§ 7. De montage van het electrodensysteem . . . . .	79
§ 8. Het luchtledig pompen van de buizen . . . . .	80
§ 9. Het metalliseeren van de buizen . . . . .	84
§ 10. Het proefbranden of uitbranden, mechanische en electrische contrôle . . . . .	84
 <b>HOOFDSTUK IX. De verschillende taken, die de buizen moe- ten vervullen</b> . . . . .	 89
§ 1. De aard van de signalen, die door de antenne wor- den opgevangen . . . . .	89
a) Signalen, waarvan de amplitude wordt gemodu- leerd . . . . .	91
b) Signalen, waarvan de frequentie wordt gemo- duleerd . . . . .	95
§ 2. Beknopte uiteenzetting van de werking van het ont- vangtoestel . . . . .	99
§ 3. Voeding van de toestellen . . . . .	103
§ 4. Opsomming van enkele taken, die de buizen moeten vervullen . . . . .	104
 <b>HOOFDSTUK X. Schematische voorstelling van de electroden in de radiobuis</b> . . . . .	 106
 <b>HOOFDSTUK XI. Benaming van de verschillende typen buizen en beknopte aanduiding van de toepassing ervan in ont- vangtoestellen</b> . . . . .	 107
§ 1. Dioden . . . . .	107
§ 2. Trioden . . . . .	108
§ 3. Tetroden . . . . .	108
§ 4. Penthoden . . . . .	109
§ 5. Hexoden . . . . .	109
§ 6. Heptoden . . . . .	110
§ 7. Octoden . . . . .	110
§ 8. Gecombineerde buizen . . . . .	111

<b>HOOFDSTUK XII. Eigenschappen van de buizen . . . . .</b>	<b>113</b>
§ 1. Anodestroom-roosterspanningskarakteristiek . . . . .	113
§ 2. Steilheid van de buis . . . . .	114
§ 3. Anodestroom-anodespanningskarakteristieken . . . . .	115
§ 4. Inwendige weerstand . . . . .	116
§ 5. Versterkingsfactor . . . . .	118
§ 6. Verband tusschen de scharen van $I_a/V_g$ en van $I_{a_1}/V_a$ karakteristieken . . . . .	121
§ 7. Verschillende soorten koppelingen . . . . .	122
§ 8. Voorstelling van den anodeweerstand in een schaar van $I_a/V_a$ karakteristieken . . . . .	124
§ 9. Vervangingsschema voor een versterkingsbuis . . . . .	125
a) De buis als stroombron . . . . .	125
b) De buis als spanningsbron . . . . .	126
§ 10. Dynamische steilheid en dynamische karakteristieken	128
§ 11. Wisselstroomweerstand in de anodeketen . . . . .	131
§ 12. Het vermogen in de anodeketen . . . . .	133
§ 13. Keuze van het werkpunt . . . . .	134
<b>HOOFDSTUK XIII. De werking van de verschillende roosters</b>	<b>137</b>
§ 1. Het stuurrooster . . . . .	137
a) De stuurspanning . . . . .	137
b) Het eilandeffect . . . . .	139
§ 2. Het schermrooster . . . . .	141
a) Principe . . . . .	141
b) De stroomverdeeling . . . . .	142
$\alpha$ ) De stroomverdeeling in het gebied van terugkeerende electronen . . . . .	144
$\beta$ ) De stroomverdeeling in het gebied van doorlopende electronen . . . . .	146
c) De ruimtelading in de ruimte tusschen scherm- rooster en anode, de virtueele kathode . . . . .	147
d) De secundaire emissie van de anode en het schermrooster bij een tetrode . . . . .	149
§ 3. Het vangrooster . . . . .	152
§ 4. Een tweede stuurrooster achter een schermrooster .	154
§ 5. Een schermrooster achter een tweede stuurrooster .	154
<b>HOOFDSTUK XIV. De buiscapaciteiten . . . . .</b>	<b>155</b>
§ 1. De verschillende electrode-capaciteiten bij afwezig- heid van ruimtelading . . . . .	155
a) De capaciteiten van een triode . . . . .	156

	Blz
α) De roostercapaciteit . . . . .	157
β) De anodecapaciteit . . . . .	157
γ) De rooster-anodecapaciteit . . . . .	157
b) De capaciteiten van een penthode . . . . .	163
α) De roostercapaciteit . . . . .	163
β) De anodecapaciteit . . . . .	163
γ) De rooster-anodecapaciteit . . . . .	164
c) De capaciteiten van een octode . . . . .	165
d) De capaciteiten van andere meerroosterbuizen en van gecombineerde buizen . . . . .	165
§ 2. De invloed van de ruimtelading op de capaciteiten	166

## HOOFDSTUK XV. Gevolgen van de kromming der karakteristiek . . . . .

§ 1. Vervorming . . . . .	171
§ 2. Het leggen van twee signalen aan hetzelfde rooster	176
§ 3. Brommodulatie . . . . .	177
§ 4. Gevolgen van de kromming van de steilheidskarakteristiek . . . . .	179
a) Modulatievervorming en modulatieverdieping . . . . .	179
b) Kruismodulatie . . . . .	182

## HOOFDSTUK XVI. Eindversterking . . . . .

§ 1. De taak, die de eindtrap te vervullen heeft, en de daarvoor toegepaste buizen . . . . .	187
§ 2. De aanpassing van den luidspreker aan de eindbuis	188
§ 3. De gunstigste aanpassing bij trioden in enkelvoudige schakeling . . . . .	189
§ 4. De gunstigste aanpassing bij penthoden in enkelvoudige schakeling . . . . .	193
§ 5. De vervorming in eindbuizen in enkelvoudige schakeling . . . . .	195
a) Eenige beschouwingen over de toelaatbare vervorming . . . . .	195
b) Het verband tusschen het uitgangsvermogen en de vervorming . . . . .	197
c) Het uitgangsvermogen en de vervorming bij waarden van de aanpassingsimpedantie, welke van de gunstigste afwijken . . . . .	198
§ 6. De eischen, die aan eindpenthoden voor enkelvoudige schakeling moeten worden gesteld . . . . .	202

	Blz.
§ 7. Balanseindtrappen . . . . .	205
§ 8. Instelling klasse A . . . . .	208
§ 9. Instelling klasse B . . . . .	208
§ 10. Het sturen in het roosterstroomgebied . . . . .	212
§ 11. Instelling klasse A/B . . . . .	215
§ 12. Aanpassing van den luidspreker aan klasse B en klasse A/B eindtrappen . . . . .	216

## HOOFDSTUK XVII. De gelijkrichting van het H.F. of M.F.

<b>signaal</b> . . . . .	218
§ 1. De gelijkrichtende werking van een diode . . . . .	218
§ 2. Invloed van de stroom-spanningskromme van de diode . . . . .	222
§ 3. Invloed van het koppellement op de detectiewerking	225
§ 4. De door den diodedetector veroorzaakte demping . . . . .	228
a) Het ontstaan van de demping . . . . .	228
b) Vervangingsweerstand voor de gelijkrichtschake- keling . . . . .	228
$\alpha$ ) Demping bij groote signalen . . . . .	228
$\beta$ ) Demping bij kleine signalen . . . . .	229
c) Demping, indien de lekweerstand parallel aan den kring ligt . . . . .	231

## HOOFDSTUK XVIII. Netspanningsgelijkrichters . . . . .

§ 1. Inleiding . . . . .	232
§ 2. Enkelfasige gelijkrichtbuizen . . . . .	232
§ 3. Dubbelfasige gelijkrichtbuizen . . . . .	237
§ 4. Spanningsverdubbeling . . . . .	238
§ 5. Berekening van de rimpelspanning . . . . .	240
§ 6. De gemiddelde, effectieve en maximale stroom in de gelijkrichtschakeling . . . . .	241

## HOOFDSTUK XIX. Opwekking van trillingen . . . . .

§ 1. Het ontdempen door een versterkingsbuis . . . . .	244
§ 2. Automatische roostervoorspanning . . . . .	245
§ 3. Het opnemen van den trillingskring in de anodeketen	249
§ 4. De voorwaarden voor genereren . . . . .	249
§ 5. De effectieve steilheid en de gemiddelde anodege- lijkstroom van de oscillatorbuis . . . . .	252
§ 6. Speciale oscillatorschakelingen . . . . .	256
§ 7. Het benutten van de opgewekte oscillatorspanning	257

	Blz.
<b>HOOFDSTUK XX. Menging</b> . . . . .	260
§ 1. Grondbegrippen inzake de menging . . . . .	260
§ 2. Mengbuizen, waarbij de oscillatorspanning en het H.F. signaal aan dezelfde electrode worden gelegd . . . . .	265
§ 3. Mengbuizen, waarbij de oscillatorspanning en het H.F. signaal aan verschillende electroden worden gelegd . . . . .	268
a) Mengbuizen, waarbij de electronenstroom eerst door het H.F. signaal en daarna door de oscillatorspanning wordt gestuurd . . . . .	268
b) Mengbuizen, waarbij de electronenstroom eerst door de oscillatorspanning en daarna door de H.F. wisselspanning wordt gestuurd . . . . .	272
§ 4. Nevenverschijnselen bij mengbuizen . . . . .	273
a) Looptijdstroom . . . . .	273
b) Inductie-effect . . . . .	274
c) Frequentieverschuiving . . . . .	279
d) Fluittonen . . . . .	282
e) Ruisch . . . . .	285
f) Kruismodulatie, modulatievervorming en brommodulatie . . . . .	286
§ 5. Roosterstroomkrommen . . . . .	286
 <b>HOOFDSTUK XXI. Regeling van de versterking (buizen met regelbare steilheid)</b> . . . . .	 287
§ 1. Doel en verwezenlijking van de versterkingsregeling . . . . .	287
§ 2. Voorwaarden, waaraan de geregelde buizen moeten voldoen . . . . .	288
§ 3. Middelen, waarmee men den karakteristiekvorm beïnvloedt . . . . .	290
§ 4. De logarithmische steilheidskarakteristiek en de niet-lineaire vervorming . . . . .	293
§ 5. Meeloopende schermroosterspanning . . . . .	297
§ 6. Toepassing van buizen met regelbare steilheid voor L.F. versterking . . . . .	300
 <b>HOOFDSTUK XXII. Automatische volumeregeling</b> . . . . .	 302
§ 1. Doel van de automatische volumeregeling . . . . .	302
§ 2. Principieele verwezenlijking van de automatische volumeregeling . . . . .	302
§ 3. Uitgestelde automatische volumeregeling . . . . .	304

	Blz.
§ 4. Aansluiting van de diode voor de automatische volumeregeling op het voorafgaande bandfilter . . . . .	305
a) De invloed op de selectiviteit van het bandfilter . . . . .	306
b) De invloed op de scherpte van de afstemming op een zender . . . . .	307
c) De invloed op de modulatievorming . . . . .	308
§ 5. De drie-diodenschakeling . . . . .	309
§ 6. Practische verwezenlijking van drie-diodenschakelingen . . . . .	313
§ 7. De regelingskromme van de automatische volumeregeling . . . . .	315
§ 8. Versterkte automatische volumeregeling . . . . .	317
§ 9. Automatische volumeregeling, waarbij de L.F. versterking mee wordt geregeld . . . . .	319
§ 10. Korte opmerking betreffende de spanning over den lekweerstand bij afwezigheid van een draaggolf . . . . .	321
<b>HOOFDSTUK XXIII. De ruisch van versterkingsbuizen . . . . .</b>	<b>322</b>
§ 1. Algemeene beschouwingen over den ruisch en in het bijzonder over den ruisch van buizen . . . . .	322
§ 2. Invloed van de weergavekromme . . . . .	326
§ 3. Sterkte van den ruisch . . . . .	327
§ 4. Vergelijking tusschen den ruisch der buizen en dien der kringen . . . . .	329
§ 5. Verhouding tusschen de signaalsterkte en den ruisch . . . . .	330
<b>HOOFDSTUK XXIV. Kortegolfeigenschappen van versterkingsbuizen . . . . .</b>	<b>333</b>
§ 1. De demping van den trillingskring door hieraan parallel geschakelde buizen en schakelelementen . . . . .	333
§ 2. Eigenschappen van de buizen bij zeer hooge frequenties . . . . .	335
a) De invloed van den looptijd der electronen op den ingangsweerstand . . . . .	336
b) De invloed van zelfinducties van de toevoerleidingen en van inductieve en capacatieve koppelingen tusschen de leidingen onderling op den ingangs- en den uitgangsweerstand . . . . .	337
c) De invloed van den looptijd van de electronen op de steilheid . . . . .	339
d) De terugwerkingsimpedantie . . . . .	340
§ 3. In- en uitgangscapaciteiten . . . . .	341

	Blz.
§ 4. Eenige gemeten waarden voor Philips buizen . . .	344
a) De ingangsweerstand . . . . .	344
b) De uitgangsweerstand . . . . .	345
§ 5. De invloed van de kortegolfimpedanties op praktische waarden van kringimpedanties . . . . .	346
<b>HOOFDSTUK XXV. Afstemmingsindicatie . . . . .</b>	<b>348</b>
§ 1. Doel van de afstemmingsindicatie . . . . .	348
§ 2. Het principe, waarop de afstemmingsindicatie berust	349
§ 3. De verschillende systemen van afstemmingsindicatie	349
§ 4. De electronenstraal-indicatorbuis . . . . .	351
§ 5. De neon-indicatorbuis . . . . .	357
<b>HOOFDSTUK XXVI. Laagfrequente tegenkoppeling . . . . .</b>	<b>359</b>
§ 1. Beschouwingen over de weergavekwaliteit van het ontvangtoestel . . . . .	359
§ 2. Het principe van de laagfrequente tegenkoppeling .	361
§ 3. Met den uitgangswisselstroom evenredige tegenkoppeling . . . . .	362
a) Invloed van de stroomtegenkoppeling op de versterking, de vervorming en den inwendigen weerstand . . . . .	362
b) Praktische verwezenlijking van de stroomtegenkoppeling . . . . .	367
§ 4. Met de uitgangswisselspanning evenredige tegenkoppeling . . . . .	370
a) Invloed van de spanningstegenkoppeling op de versterking, de vervorming en den inwendigen weerstand . . . . .	370
b) Praktische verwezenlijking van de spannings-tegenkoppeling . . . . .	374
§ 5. De invloed van de tegenkoppeling op storingen . . .	377
§ 6. De correctie van de frequentiekaracteristiek met behulp van tegenkoppeling . . . . .	378
§ 7. Toepassing van gecombineerde buizen in den L.F. voorversterkingstrap . . . . .	383
§ 8. Faseverhoudingen en stabiliteit in tegenkoppelingsschakelingen . . . . .	385
<b>HOOFDSTUK XXVII. Door het net veroorzaakte brom . . . . .</b>	<b>387</b>
§ 1. Inleiding . . . . .	387
§ 2. Beschouwingen over de componenten van de wisselspanning van het net . . . . .	387

§ 3.	Invloed van de frequentieafhankelijkheid van de oor- gevoeligheid . . . . .	388
§ 4.	Definitie van de bromspanning . . . . .	389
§ 5.	De toelaatbare bromspanning . . . . .	389
	a) Het bepalen van de toelaatbare bromspanning bij eindbuizen . . . . .	390
	b) Het bepalen van de toelaatbare bromspanning bij L. F. voorversterkingsbuizen . . . . .	390
	c) Het bepalen van de toelaatbare bromspanning bij detectiedioden . . . . .	391
	d) Het bepalen van de toelaatbare bromspanning bij H.F. en M.F. buizen . . . . .	391
	e) Het bepalen van de toelaatbare bromspanning bij mengbuizen . . . . .	392
§ 6.	De verschillende oorzaken van brom in de buis . . . . .	392
	a) Anodebrom . . . . .	393
	b) Roosterbrom . . . . .	394
	c) Kathodebrom . . . . .	396
§ 7.	Brom ten gevolge van de wisselstroomvoeding van direct verhitte buizen . . . . .	398

#### HOOFDSTUK XXVIII. Microfonisch effect in ontvangbuizen 400

§ 1.	Inleiding . . . . .	400
§ 2.	Oorzaken voor het ontstaan van microfonisch effect . . . . .	400
§ 3.	L.F. microfonisch effect . . . . .	401
§ 4.	Invloed van de bedrijfsspanningen op L.F. micro- fonisch effect . . . . .	405
§ 5.	H.F. microfonisch effect . . . . .	405
§ 6.	Microfonisch effect bij mengbuizen . . . . .	408
§ 7.	Krakende en krassende geluiden . . . . .	409
§ 8.	Ratelende geluiden . . . . .	410
§ 9.	Slotbeschouwing over de kwaliteit van de buizen . . . . .	410

#### HOOFDSTUK XXIX. Verschijnselen, die tijdens den levens- duur van de buizen optreden . . . . . 412

§ 1.	Achteruitgang van de emissie . . . . .	412
§ 2.	Verandering van de contactpotentiaal tusschen stuurrooster en kathode . . . . .	414
§ 3.	Omgekeerde roosterstroom . . . . .	415
	a) Ionenstroom . . . . .	415
	b) Roosteremissie . . . . .	417
	c) Isolatiestroom . . . . .	418



	Blz.
§ 4. Tegenemissie . . . . .	419
§ 5. Electrolyse in den kneep . . . . .	419
<b>HOOFDSTUK XXX. Eenige mogelijke storingsverschijnselen door secundaire emissie van isoleerende deelen in de buis</b>	<b>421</b>
§ 1. Het opladen van isolatoren of geïsoleerde deelen . . . . .	421
§ 2. Invloed van de oplading van isolatoren op de werking van de buizen . . . . .	424
a) H.F. buizen, schakeleffect . . . . .	424
b) Eindbuizen, vervormingseffect . . . . .	424
§ 3. Middelen ter vermindering van het schakel- en van het vervormingseffect in de buis . . . . .	427
<b>HOOFDSTUK XXXI. Voeding van de buizen . . . . .</b>	<b>428</b>
§ 1. De verschillende voedingsbronnen en de erbij toegepaste buizen . . . . .	428
§ 2. Voeding van wisselstroomtoestellen . . . . .	431
a) Gloeispanning . . . . .	432
b) Anodespanning . . . . .	433
c) Spanningen voor de andere stroomvoerende elektroden . . . . .	434
d) Negatieve roosterspanningen . . . . .	435
§ 3. Voeding van gelijkstroom-wisselstroomtoestellen . . . . .	436
a) Gloeidraadvoeding . . . . .	436
$\alpha$ ) Volgorde van de gloeidraden . . . . .	437
$\beta$ ) Overbelasting van de gloeidraden door schommelingen van de netspanning . . . . .	438
$\gamma$ ) Stroomstooten bij het inschakelen van den gloeistroom . . . . .	440
b) Anodespanning . . . . .	441
c) Omschakeling bij verandering van netspanning . . . . .	443
§ 4. Voeding van automobielontvangers . . . . .	445
§ 5. Voeding van batterijtoestellen . . . . .	447
§ 6. Voeding van batterij-, gelijkstroom- en wisselstroomtoestellen . . . . .	450
<b>HOOFDSTUK XXXII. De gevoeligheid van een ontvanger of van een versterkingstrap . . . . .</b>	<b>454</b>
<b>AANHANGSEL (definities, formules, tabellen en grafieken)</b>	<b>457</b>
I. <b>Eenheden</b> . . . . .	<b>458</b>
A. Definitie van en het verband tusschen de verschillende eenhedenstelsels . . . . .	458

	<b>Tabel:</b> Het verband tusschen practische, electromagnetische en electrostatische eenheden . . .	458
B.	De definitie en de eenheden van capaciteit en zelf-inductie . . . . .	459
C.	De waarden van eenige natuurconstanten . . . . .	459
II.	<b>Gelijkstroomketens</b> . . . . .	460
III.	<b>Wisselstroomketens</b> . . . . .	462
IV.	<b>Trillingskringen</b> . . . . .	467
	1) Vrije trillingen . . . . .	467
	2) Gedwongen trillingen . . . . .	467
	A. Serieschakeling van C, L en R . . . . .	467
	B. Parallelschakeling van C aan L en R in serie . . . . .	468
	C. Parallelschakeling van L, C en R . . . . .	469
	3) Selectiviteit en kwaliteit van trillingskringen . . . . .	470
	A. De selectiviteit van een trillingskring . . . . .	470
	B. Parallelschakeling van een weerstand aan een trillingskring . . . . .	471
	C. Serieschakeling van een weerstand met de spoel of den condensator van een trillingskring . . . . .	471
	D. Bepaling van de grootte van den kwaliteitsfactor $R/L$ of $1/R'C$ van den kring . . . . .	471
	E. Algemeene formules voor de selectiviteit en de kwaliteit van trillingskringen . . . . .	471
	a) Definities . . . . .	471
	b) Formules . . . . .	471
	c) Bepaling van den kwaliteitsfactor $d$ . . . . .	472
	d) Invloed van de vergrooting van den serie-weerstand in of van de parallelschakeling van een weerstand aan den kring op den kwaliteitsfactor . . . . .	472
V.	<b>Bandfilters</b> . . . . .	472
	Bandfilterkrommenblad I . . . . .	474
	Bandfilterkrommenblad II . . . . .	475
VI.	<b>De frequentiekaracteristiek van RC-koppelingen in laagfrequentversterkingstrappen</b> . . . . .	476
	1) Weerstandskoppeling tusschen twee buizen . . . . .	476
	A. De frequentiekaracteristiek voor hooge frequenties . . . . .	476

	Blz.
B. De frequentiekaracteristiek voor lage frequenties.	477
2) Automatische negatieve roosterspanning . . . . .	478
3) Ontkoppeling door een RC-filter . . . . .	478
4) Koppeling door een CR-element . . . . .	479
<b>VII. De H.F. weerstand van rond draad ten gevolge van het skineffect (met 3 tabellen) . . . . .</b>	<b>479</b>
<b>VIII. Berekening van zelfinducties . . . . .</b>	<b>481</b>
1) De zelfinductie van een cirkelvormige winding van een ronden draad . . . . .	481
2) De wederzijdsche inductie tusschen twee gelijke, evenwijdige, cirkelvormige windingen van een ronden draad	481
3) De zelfinductie van een vierkante winding . . . . .	482
4) De zelfinductie van luchtspoelen . . . . .	482
<b>IX. Eigenschappen van lange leidingen . . . . .</b>	<b>486</b>
1) Rechte, ronde draad parallel aan aarde . . . . .	486
2) Twee parallele draden in lucht opgehangen . . . . .	486
3) Concentrische leiding of kabel . . . . .	486
<b>X. Berekening van capaciteiten . . . . .</b>	<b>487</b>
De capaciteit van een condensator bestaande uit twee evenwijdige vlakke platen . . . . .	487
<b>XI. Tabellen en grafieken . . . . .</b>	<b>488</b>
Decibel en neper . . . . .	488
Tabel voor het omrekenen van golflengten in frequenties en omgekeerd . . . . .	489
De doorslagveldsterkte van enkele isolatiematerialen . . . . .	490
De diëlectriciteitsconstante en de verliesfactor van isolatiematerialen bij kamertemperatuur . . . . .	490
Soortelijke weerstand, soortelijk geleidingsvermogen, soortelijk gewicht en temperatuurcoëfficiënt van materialen . . . . .	491
Weerstand van geëmailleerd zacht electrolytisch koperdraad (rond) . . . . .	492
Overzicht van Philips publicaties op het gebied van radiobuizen, radio-ontvangst en aanverwante gebieden . . . . .	493
Eenige boekwerken op het gebied van electronenbuizen en hun toepassingen . . . . .	502
Symbolen en aanduidingen . . . . .	504