



Het nazien van de tuidraden van een TV-mast

15 SEPTEMBER 1957

STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

- Uitgave:** De Algemene Bond van Ambtenaren, de Ned. Chr. Bond van Overheidspersoneel en de Kath. Bond van Overheidspersoneel.
- Redactie:** Hoofdredacteur: J. A. v. d. Touw. Redacteuren: J. C. Brakel, S. J. Geerlings en C. L. Quint. Secretaris: L. Neijenhuis.
- Redactie-adres:** Marktweg 342, Den Haag, Telefoon 33 62 65.
- Administratie:** Burg. van Karnebeeklaan 10, Den Haag, Giro 4073, Tel. 635932 t/m 635936.
- Abonnement:** F 5.— per jaar. Verschijnt omstreeks de 15e van iedere maand.
- Correspondentie:** Alle correspondentie betreffende verzending en administratie uitsluitend aan het adres: Burg. van Karnebeeklaan 10, Den Haag.
Alle correspondentie, de inhoud van het blad betreffende, uitsluitend Marktweg 342, Den Haag.

IN DIT NUMMER VINDT U

P. A. de Boer	Televisie over draadomroepnetten	Blz. 258
J. A. v. d. Touw	Examenvragen	„ 262
A. R. Bos	Statistiek en enkele toepassingen daarvan bij de bewaking van de betrouwbaarheid van de telecommunicatie	„ 263
J. J. W. Heese	Het praktische eenhedenstelsel van Giorgi	„ 273
M. J. J. Geertzen	De stroomvoorziening in een telefooncentrale	„ 283
P. v. d. Leest	Nederlands	„ 287

BIJ DE VOORPAGINA: *Het nazien van de tuidraden van een TV-mast.*



TRANSFORMA transformatoren

WESTINGHOUSE metaal gelijkrichters

TRANSFORMA
Transformatoren- en Apparatenfabriek, Karperweg 37-41 - Tel. 793933 (3 lijnen) - Amsterdam-Z.

Televisie

over Draadomroepnetten

door P. A. de Boer

57-062

Van verschillende zijden zijn vragen gesteld over dit onderwerp, waarover in de dagbladen enkele mededelingen zijn verschenen. Uit de strekking van de — overigens nogal schaarse — berichten is wel één ding duidelijk naar voren gekomen: namelijk dat slechts de mogelijkheden worden onderzocht en nog niets definitief vaststaat.

Het is dan ook niet de bedoeling op deze plaats hierover veel *meer* te zeggen dan de lezer reeds zelf heeft kunnen vernemen. Wel is het mogelijk de achtergronden van dit vraagstuk uiteen te zetten, opdat de mogelijkheden, voor- en nadelen beter beoordeeld kunnen worden.

Allereerst dus de vraag: waarom bestaat er een streven naar distributie (d.w.z. verdeling langs vaste kanalen naar abonnees) van televisiesignalen?

Hiervoor zijn twee redenen te noemen, welke echter vooral gelden voor dichtbevolkte centra.

Ten eerste: de verhouding tussen signaalsterkte en storing is in de grote steden vaak ongunstig. Het is nu eenmaal een feit, dat televisie-ontvangers erg gevoelig zijn voor storing door o.a. elektrische scheerapparaten en de ontsteking van verbrandingsmotoren. Vooral bromfietsen zijn hiervoor berucht.

Het tweede bezwaar tegen de huidige stand van zaken is gericht tegen de grote aantallen antenne's, welke op de daken verschijnen. In dichtbevolkte steden als Amsterdam, Rotterdam en Den Haag, welke alle op een ruime afstand van de zender Lopik zijn gelegen, is een speciale antenne absoluut noodzakelijk. Maar waar moet het naar toe, als over enkele jaren tientallen deze bouwsels elkaar verdringen op een oppervlakte van enkele

honderden vierkante meters? Het begint nu soms al moeilijk te worden een geschikte schoorsteen te vinden!

De eenvoudigste vorm van TV-distributie kan hier de oplossing brengen, n.l. één centraal antennesysteem per woningblok, dat aan een z.g. splitsversterker het zendersignaal toevoert. De splitsversterker zorgt er dan voor, dat alle bewoners in het blok een signaal in huis krijgen, dat van voldoende sterkte is om een ontvangtoestel goed te doen functioneren.

Wil men meerdere stations op deze wijze ontvangen, dan dienen er natuurlijk even zo vele — gerichte — antenne's geplaatst te worden, met elk een splitsversterker. Het zal duidelijk zijn, dat dit systeem geen enkele besparing oplevert aan onderdelen, aanwezig in elke TV-ontvanger. Wel worden de kosten van antenne's uitgespaard, wat toch altijd ongeveer f 100 per TV-aansluiting betekent.

Wanneer we van deze meest eenvoudige vorm van distributie als volgende stap een parallel trekken met de draadomroep, dan komen onmiddellijk enkele wezenlijke verschillen naar voren.

De leek vraagt zich namelijk af — blijkens verschillende binnengekomen vragen — of het mogelijk is alleen een beeldbuis aan te sluiten op de toegevoerde energie; dit dus volkomen gelijk aan de luidsprekeraansluiting van de draadomroep. Hierbij behoeft bij de abonnee geen energiebron aanwezig te zijn, want het toegevoerde vermogen is voldoende om de luidspreker te voeden.

De frequenties die de abonnee bereiken omvatten het gehele hoorbare gebied, dus van ca. 30 tot 10 000 Hz.

Maar wat is de frequentie-band, nodig om TV-signalen over te brengen? Dit is

van 25 Hz tot 5 miljoen Hz! Zoals u ziet, een aanmerkelijk verschil. Deze frequenties worden niet direct door de TV-zender uitgezonden, maar gemoduleerd op de z.g. draaggolf. De frequentie hiervan is voor de Lopik-zender 62,25 MHz. Het frequentiespectrum van deze zender ziet er aldus uit, fig. 1.

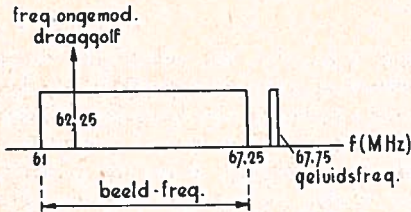


Fig. 1

Bij TV-zenders wordt semi-éénzijdmodulatie toegepast. De frequenties welke kenmerkend zijn voor het beeld liggen in de band van 61 tot 67,25 MHz, terwijl het geluid op 67,75 MHz wordt uitgezonden. De geluidsband is smal, n.l. 100 kHz. (Frequentie gemoduleerd) 1). Dat we een brede band — 5 MHz — nodig hebben voor het beeld, zullen we met een voorbeeld trachten duidelijk te maken.

Eerst moeten we het principe van TV in het kort verklaren. Mogen we hierbij de werking van de kathodestraalbuis enigszins bekend veronderstellen? U heeft hiervan dan slechts te weten, dat de elektronenstraal op een scherm dat met een fluorescerende laag is bedekt, een lichtgevend vlekje veroorzaakt. Deze elektronenstraal laten we echter niet op één punt schijnen, maar de straal wordt gelijktijdig door een verticale en een horizontale spanning afgebogen. Op deze manier wordt het „raster” op het scherm getekend, fig. 2.

Dit raster bestaat in het grootste gedeelte van Europa uit 625 horizontale lijnen. Een uitzondering maken Engeland

dat 405 en Frankrijk (met gedeeltelijk België) dat 819 lijnen heeft gekozen. De horizontale lijnen kunnen een beeld vertonen wanneer de lichtsterkte varieert. Dit is te bereiken door de elektronenstraal te besturen door het signaal van de televisie-zender.

De sterkte hiervan varieert tussen 2 waarden, n.l. het *wit* en het *zwart* niveau. Voor wit is de spanning op het stuurrooster meer positief, voor zwart negatief.

Behalve deze modulatiespanningen worden ook synchronisatie-impulsen uitgezonden. Deze zijn noodzakelijk om de generatoren, die de spanningen voor het raster opwekken, in de pas te houden. Het is van groot belang, dat de ontvanger precies gelijktijdig het raster optekent als door de zender wordt uitgezonden.

De synchronisatie-impulsen — waarvan door de zender twee soorten worden uitgezonden — hebben een frequentie van 25 tot 15 625 Hz per seconde.

De 25 Hz impulsen zijn noodzakelijk om de verticale of „beeld”generator te

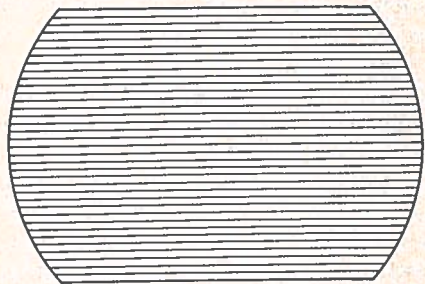


Fig. 2a

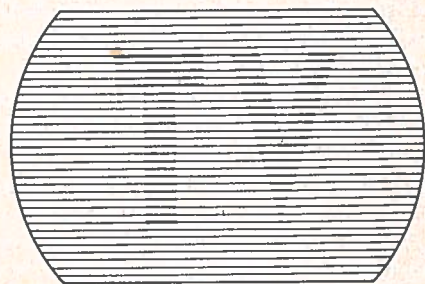


Fig. 2b

1) Over FM verscheen een artikel in jrg. 1950, blz. 329 e.v.

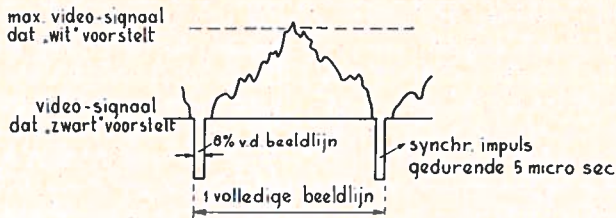


Fig. 3

sturen. U kunt dit opvatten als bij het vertonen van een film: 25 maal per seconde wordt een beeld aan ons oog vertoond en weer uitgewist. Dit gaat echter zó snel, dat door de traagheid van ons netvlies dit niet meer te volgen is en het lijkt daarom of de beelden vloeïend in elkaar overgaan. Het zal de lezer nu duidelijk zijn waarom de laagst over te brengen frequentie 25 Hz bedraagt.

Het getal van 15 625 ontstaat door het produkt van 25 „verticale“ en 625 „horizontale“ impulsen.

Per seconde stuurt de zender dus 15 625 synchronisatie-impulsen uit. Tussen deze (zeer korte) impulsen in ligt nu het in sterkte variërend signaal, dat de lichtstip op het scherm sterk doet oplichten of uitdooft, fig. 3.

Hiervoor zijn nu de hogere frequenties nodig, welke in het uitgezonden frequentie-spectrum voorkomen.

Dit willen we proberen duidelijk te maken met fig. 4. Wanneer we n.l. de letters TV op het scherm willen tekenen, moeten de horizontale lijnen op zodanige wijze plaatselijk worden „aangedikt“, dat deze letters uit het zwart als oplichtend wit naar voren komen (eigenlijk dus omgekeerd als de tekening aangeeft).

Dit houdt in, dat een horizontale lijn van b.v. 30 cm lengte over enkele millimeters „wit“ moet worden.

Maar als we een beeldlijn van 300 mm lengte voor b.v. 5 mm willen laten oplichten dient dit te geschieden met een impuls van $300 \times 15\,625 = 937\,500$ Hz. Dit is dus bijna 1 MHz.

Maar u begrijpt, dat een beeld, waarin horizontaal geen grotere variatie dan deze 5 mm voorkomt, niet mooi gedetailleerd is. Denkt u maar eens aan krantenfoto's, welke van dichtbij vaak erg onscherp zijn. Willen we dan ook een mooi getekend beeld hebben, dan zal het duidelijk zijn dat op een normaal beeldscherm van 30 cm puntjes van 1 mm lengte zichtbaar moeten zijn. Dit kan nog juist met zeer korte impulsen van 5 MHz. *)

U zou nu kunnen denken, dat de meest eenvoudige wijze van „beeldomroep“ het doorgeven is van alle frequenties tussen 25 Hz en 5 MHz (het z.g. video-signaal). Inderdaad is dit juist; maar ook de geluiden welke in de TV-studio worden gemaakt moeten dan via de draadomroep worden uitgezonden.

De consequentie hiervan is dat 2 aderen van de beschikbare vier tijdens TV-uitzendingen in beslag worden genomen. Het zal de lezer duidelijk zijn, dat beeld en geluid niet over één aderpaar kunnen worden getransporteerd, omdat in beide banden dezelfde frequenties voorkomen en deze aan de ontvangzijde niet te scheiden zijn.

Het is tegenover de draadomroep-abonnees niet verantwoord hen tijdens

*) Deze redenering is wat populair: exact is de hoogst mogelijke frequentie als volgt te berekenen: $f = 625 \times 625 \times \frac{4}{3} \times 25 \times \frac{1}{2} = 6.25$ Mega Hz. Deze factor $\frac{4}{3}$ houdt verband met het beeldformaat (verhouding 4 : 3) en de factor $\frac{1}{2}$ is nodig om twee „blokjes“ beurteilungen wit of zwart te moduleren.

TV-uitzendingen van 2 programma's te beroven, vooral niet wanneer elke avond wordt uitgezonden en in de toekomst het aantal zenduren nog wordt uitgebreid.

Het zou inderdaad voor de kijkers een goede oplossing zijn: ongeveer de helft van het aantal buizen in de TV-ontvangers zou overbodig geraken. De toestellen konden dan belangrijk goedkoper worden gefabriceerd.

Nodig blijven altijd: de zaagtandgeneratoren voor de horizontale en verticale afbuiging; het hoogspanningsgedeelte van ca. 6 000 volt en de videoversterker, welke dan 2 buizen zou bevatten.

Genoemde oplossing zal alleen mogelijk zijn, wanneer door PTT extra kabels worden gelegd. Aangezien dit een kwestie is, waarbij vele factoren een rol spelen dient dit niet als de meest voor de hand liggende oplossing te worden gezien.

Gedacht zou nog kunnen worden aan „duplex” werken over twee adersparen of tussen één ader en aarde. Dit geeft echter zoveel moeilijkheden — de draadomroepnetten zijn overal geheel vrij van aarde gehouden — dat hierin hoogstwaarschijnlijk geen oplossing ligt.

Overwogen kan verder nog worden de grote steden elk met een aparte zender te bestrijken, krachtig genoeg om antenne's overbodig te maken.

Het is echter heel moeilijk hiervoor voldoende vrije kanalen te vinden. Elke plaatselijke zender dient n.l. op een aparte frequentie te werken, omdat anders interferentie-storingen zullen optreden in de gebieden, welke juist tussen twee zenders in liggen.

Er zijn op het DNL proeven genomen in hoeverre het mogelijk is frequenties tot ong. 10 MHz over het draadomroepnet uit te zenden, met behoud van de 4 muziekprogramma's.

Het is gebleken, dat hierin goede moge-

lijkheden schuilen, want op deze wijze kan een oppervlakte met een straal van 1 km worden bediend. Dit lijkt misschien niet groot, maar we moeten wel bedenken, dat het probleem gesteld is voor dichtbevolkte centra. En in een oppervlakte van 3,14 km² kunnen heel wat mensen wonen!

Bij de keuze van deze frequenties is het de bedoeling, zowel het beeld als het geluid over te brengen.

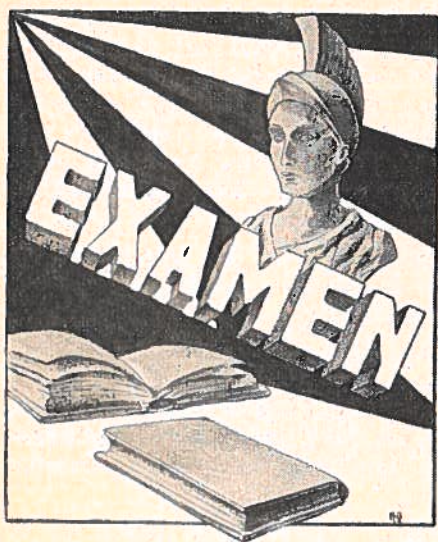
Het zendersignaal wordt op een geschikt hoog punt opgevangen en door middel van frequentietransformatie 1) gebracht in een bandzender, waarbij tegelijkertijd de geluidsband mede wordt overgedragen.

Bij de TV-ontvangers, binnen de genoemde straal van 1 km dient dit frequentiespectrum weer gebracht te worden op de oorspronkelijke waarde, n.l. van 61 tot 67,75 MHz eveneens met behulp van frequentie-transformatie. Dit kan met een schakeling waarin één buis voorkomt.

Het is eveneens mogelijk op deze wijze op een ander aderspaar een tweede zender-signaal over te brengen. Dit is natuurlijk een groot voordeel, want de TV-toestelbezitter kan dit thans alleen bereiken door 2 gerichte antenne's op zijn dak te plaatsen. Het is zelfs mogelijk met dit systeem nog meer programma's door te geven.

Hoewel dus geen kostenbesparing verkregen wordt ten opzichte van de bestaande TV-ontvangers, zal het op deze wijze wel mogelijk zijn goede ontvangst te waarborgen op plaatsen, waar met eigen antenne's het storniveau ontoelaatbaar hoog is.

Als een en ander op deze wijze economisch verantwoord kan worden opgezet, is er wellicht een mogelijkheid om vele TV-antenne's in onze steden te laten verdwijnen.



Examenvragen.

57-063

1. Een verbruikstoestel voert gedurende 3 uur een stroom van 10 A. Hoeveel bedraagt de hoeveelheid elektriciteit?
2. Een dynamo levert bij een stroom van 2 A een hoeveelheid elektriciteit gelijk aan 9600 C. Hoeveel tijd is hiervoor nodig?
3. Een dynamo stuurt in 6 uur een hoeveelheid elektriciteit van 216000 C door een draad. Welke stroom is hiervoor nodig?
4. Gevraagd wordt de weerstand te berekenen van een nikkellinedraad, lang 80 cm met een dikte van 0,1 mm en een s.w. van 0,42.
5. Een draadspoel heeft een weerstand van 32 ohm bij een temperatuur van 15 °C.

Na enige tijd van stroomdoorgang is de temperatuur gestegen tot 45 °C. Bereken de weerstand van deze spoel op dat moment; α voor koper is 0,0037.

6. Hoeveel liter water kan er in 4 uur van 10 °C op 95 °C worden gebracht in een elektrisch verwarmde ketel?
De aansluitwaarde van het verwarmingselement bedraagt 600 W.
7. Een elektrisch apparaat verbruikt in 3 uur 12 kWh.
De spanning, waarop het apparaat is aangesloten, bedraagt 220 V.
Bereken de stroom en de weerstand.
8. Een elektrisch apparaat heeft een weerstand van 50 ohm. Als dit apparaat 6 uur ingeschakeld is geweest zijn er aan warmte 4147,2 kcal ontwikkeld.
Gevraagd wordt:
 - a. de stroom door het apparaat,
 - b. de spanning tussen de aansluitklemmen van het apparaat.
9. In een elektrisch verwarmde ketel wordt 30 liter water in 15 minuten aan de kook gebracht.
De aanvangstemperatuur is 8 °C.
Gevraagd wordt de aansluitwaarde te berekenen, als het rendement 0,55 is.
Het verlies wordt aan warmteuitstraling toegeschreven.
10. Een elektromotor heeft een vermogen van 10 pk. Hiervoor wordt 8 kW aan het net onttrokken.
Bereken het rendement in procenten.

STATISTIEK en enkele toepassingen daarvan bij de bewaking van de betrouwbaarheid van de telecommunicatie

door A. R. BOS

57-064

Vervolg van blz. 242.

Het rapport.

Tabellen en grafieken.

Het gebruik van tabellen en grafieken is zo algemeen, dat de vraag rijst of het wel verantwoord is een artikel aan dit onderwerp te wijden. Wij menen van wel, want weliswaar kan er van deze hulpmiddelen niet gezegd worden, dat de man met enige jaren praktijk ze niet al eens heeft zien toepassen of ze bij voorkomende noodzaak niet zelf zou kunnen ontwikkelen, maar het is ook stellig waar, dat er in ons bedrijf massa's tijd en inspanning verloren gaan door onvolkomenheden van uitgebrachte tabellen en grafieken.

Dit zal beaamd worden door een ieder, die wel eens een nog niet voltooid werk of een functie van een collega heeft overgenomen. De gebruikelijke periode van inwerken wordt er n.l. meestal een van „opruimen” van de overgedragen bescheiden. Deze zijn n.l. meestal onbruikbaar doordat de samensteller één of ander essentieel gegeven heeft vergeten te vermelden op de stukken. Het is bijna regel, dat juist aan het stuk met belangrijke cijfers cq. krommen, de vermelding van het onderwerp, waarop die gegevens betrekking hebben, ontbreekt. Het onderwerp kan soms met enig puzzelen wel worden teruggevonden — node-loze inspanning — maar meestal blijkt het stuk van generlei waarde door dit gemis, ondanks de belangrijke inhoud, die stellig ten koste van veel inspanning is verzameld.

Slagen wij er met elkaar in om deze bron van verliezen voor het bedrijf en erger-nis voor onze collega's te verkleinen, dan zal de in de aanhef gestelde vraag door

een ieder met een volmondig ja beantwoord moeten worden.

Welke gegevens moeten er dan op een stuk vermeld worden? Bij de beantwoording van deze vraag is het goed zich een ogenblik te realiseren hoe gemakkelijk losse blaadjes wegraken, zonder dat er nog van slordigheid sprake is.

Aanvankelijk worden alle stukken netjes in mapjes opgeborgen, maar naarmate het onderzoek voortschrijdt worden de mapjes samengevoegd, of gedeeltelijk samengevoegd en de „toelichting op het eerste blad” is voor een deel van het materiaal verloren.

Daarnaast is het toch heus geen wonder, dat bij de voortvarende wijze van werken, technici eigen, er soms stukken uit een bepaald dossier terecht komen in een dossier, dat over een overeenkomstig onderwerp handelt.

Uit dit alles volgt de te stellen eis, dat elk blad, onverschillig of het een tabel, een grafiek of tekst bevat, of het tot het officiële rapport behoort of alleen maar als voorbereiding dient (zoals telstaten) voorzien moet zijn van:

- 1e. opgave tot welk rapport het blad behoort en op welke zaak het betrekking heeft;
- 2e. datum waarop het ontstond, c.q. tijdvak waarop het betrekking heeft;
- 3e. dienstonderdeel;
- 4e. naam van de samensteller of van de gene die inlichtingen kan verschaffen;
- 5e. bronvermelding (voor het geval voortgebouwd wordt op werk van anderen);
- 6e. verklaring van de gebruikte afkortingen;

7e. uitgezette grootheid, gebruikte eenheid en de schaalwaarde. *Voor beide assen;*

8e. al naar gelang het onderwerp: meet-schakeling, nrs. van de meetinstrumenten, nauwkeurigheid. Omschrijving van de wijze van berekening.

Dit zijn nog maar de opmerkingen in algemene zin. Bij de behandeling van de verschillende soorten tabellen en grafieken komen nog de daarop betrekking hebbende specifieke eisen naar voren.

Voor we beginnen aan de reeks typen tabellen en grafieken, die ons voor statistisch werk ten dienste staan, zullen we nog even aandacht schenken aan het geheel waar die tabellen en grafieken een onderdeel van zullen gaan vormen, n.l. het rapport.

Het rapport vormt de afsluiting van het onderzoek. Het is de publikatie van de bereikte resultaten. Meestal is het bestemd voor de directie, soms voor andere afdelingen of voor derden. In al die gevallen wil de samensteller gehoor vinden. Een goede uitvoering van het rapport draagt hier ten zeerste toe bij. Daarom volgen hier enige raadgevingen voor de opbouw van het rapport.

1. Begin met de doelstelling. Het probleem, dat onderzocht moest worden, zo scherp mogelijk stellen.
2. Opgave van de gebruikte bronnen en cijfers. Afbakening van het terrein. Opgave in hoeverre het verwerkte materiaal representatief geacht mag worden voor de werkelijkheid.
3. Omschrijving van de gang van zaken bij het onderzoek. Argumentering van de gebruikte methoden. De wijze van berekening.
4. Bespreking van de bereikte resultaten, waarbij gezorgd moet worden voor een logische volgorde; analyse, tabellen, grafieken. Zorg, dat bij elkaar behorende tabellen en grafieken zoveel mogelijk op één blad komen. Het is

van belang de interesse van de lezer te wekken. Het hanteren van populaire vormen van grafieken, zoals beeldstatistieken, stroomdiagrammen enz. draagt daartoe bij.

5. Ter staving van de conclusies en als bron van documentatie zal men vaak het verwerkte statistische materiaal of een deel daarvan willen weergeven. Houdt ook daarbij voor ogen, dat de interesse van de lezer niet verloren mag gaan. Zijn er veel gegevens, geef dan eerst de voornaamste, in leesbare vorm, dus afgerond, in een overzichtstabel. Het overige cijfermateriaal kan dan in afzonderlijke tabellen gedetailleerd worden. Tabellen in trappen van verfijning (piramide-opbouw). Zo mogelijk verschaffe men naast elke tabel een grafiek, een korte toelichting en de analyse.

Ordering van het materiaal, dat in de tabel zal worden verwerkt.

Het voornaamste doel, waarvoor tabellen gebruikt worden, is de verzamelde statistische gegevens te ordenen, d.w.z. de eenheden van telling worden gegroepeerd op verschillende manieren met betrekking tot de kenmerken aan die eenheden waargenomen.

Daardoor ontstaat dus ordening, en de mogelijkheid tot kwantitatieve beschrijving en analyse.

Het rangschikkingsproces kan onderverdeeld worden in vier fasen, waarvan de eerste twee eigenlijk alleen maar dienen om tot homogene groepen te komen waarop statistische bewerkingen kunnen worden toegepast.

1. Verdelen van het materiaal in enige grote groepen naar ruimtelijke kenmerken, b.v. delen van een verbinding (soms geografisch).
2. Verdelen van het materiaal in grote groepen, zodanig, dat er groepen ontstaan, die slechts elementen bevat-

ten met eigenschappen die tezamen zinvol statistisch bekeken kunnen worden.

3. Rangschikken van de waarnemingen in chronologische volgorde.
4. Turven naar de grootte van die eigenschappen.

Om even de gedachten te bepalen het volgende voorbeeld; ordening van het materiaal verkregen van de storingsdienst.

- ad 1. Verdeling in groepen, die betrekking hebben op het net van versterkte telefoonlijnen, het telegraafnet en evenzo de verdeling binnenland/buitenland.
- ad 2. Verdeling in storingen waarvan de duur gemeten kan worden (vermindering van communicatiemogelijkheden, derving van inkomsten) en de z.g.n. korte onderbrekingen (ergernis voor de gebruiker).
- ad 3. Er kunnen nu frequentieverdelingen gemaakt worden naar plaats van ontstaan, storingsoorzaak, tijdsduur enz.
- ad 4. Totaliseren per week of per maand.

Uitvoering van de tabel.

Aan een tabel (zie fig. 1) onderscheiden we:

- a. *opschrift*; ruimte waarin is aangegeven de korte inhoud (titel) van de tabel; wordt van de rest van de tabel gescheiden door een zeer vet gedrukte lijn.
- b. *kop*; ruimte waarin de omschrijvingen voor de zich daaronder bevindende kolommen wordt geplaatst. Scheidingslijn wat minder vet.
- c. *kolom*: ruimte ingenomen door een verticale rij getallen.
- d. *regel*; ruimte ingenomen door een horizontale rij getallen.
- e. *voorkolom*; ruimte waarin de inhoud van de regels is aangegeven.
- f. *veld*; ruimte ingenomen door een getal of een teken.
- g. *richtlijn*; verticale lijn, wat vetter gedrukt dan de overige, die laat uitkomen, dat enige kolommen bij elkaar behoren. Voor de regels wordt dit bereikt door tussenvoeging van een regel wit.

T.a.v. het gebruik van de tabel onderscheiden we:

- A. De tabel als werkstaat. Inrichting moet zodanig zijn, dat het turven, de berekening van gemiddelden, subtotaalen, verhoudingscijfers, percentages enz. op het blad kunnen worden uitgevoerd.
- B. Als reservoir van de waarnemingen (documentatietabel). Hier zal men streven naar volledigheid en overzichtelijke opstelling, zodat elk verlangd gegeven daaruit zonder moeite afgelezen kan worden. Dit wordt bereikt met rangschikkingen in alfabetische, chronologische en geografische volgorde. Afronding leidt tot verarming van de gegevens en kan dus beter worden nagelaten.
- C. Als hulpmiddel ten dienste van de analyse. De tabel heeft dan iets te demonstrenen, b.v. het verloop in de tijd van een bepaalde grootte of het verband tussen enige grootheden. Deze tabellen vormen meestal een onderdeel van de tekst en behoeven dus slechts enkele (afgeronde) getallen te bevatten, die zo gegroepeerd worden, dat de hoofdzaak naar voren komt (causale tabellen). Zorg in ieder geval voor een logische opbouw en vermijd cijferreeksen die niet direct nodig zijn om het gezochte verband aan te tonen.

kop								
		1	2	3	4	5	6	
regels	1	veld	veld	veld	veld	veld	veld	1
	2	veld						2
	3	veld						3
	4	veld						4
	5	veld						5
	6	veld	veld	veld	veld	richtlijnen	veld	6
	enz.	veld						enz.

voorkolom
kolommen
evt. herhaling
voorkolom

Fig. 1

In welke van de drie functies de tabel ook zal moeten dienen, steeds geldt, dat de tabel op zichzelf leesbaar moet zijn zonder raadpleging van de tekst.

Voorzie daarom *elke* tabel van een duidelijk opschrift en van duidelijke omschrijvingen in de kop, voor alle tot de tabel behorende kolommen. Worden eventueel de omschrijvingen te groot dan kunnen zij vervangen worden door een hoofdletter (eventueel aangevuld met een summier omschrijving), die verwijst naar een dicht bij de tabel geplaatste volledige omschrijving.

Nummering van de kolommen (voorkolom meenummeren) wordt aanbevolen bij een tabel met een groot aantal kolommen. Het cijfertype voor de kolomnummering moet anders zijn dan dat, gebruikt voor de invulling van de tabel. Eventueel kan de voorkolom (of alleen

de nummering van de regels) aan de rechterzijde herhaald worden.

Het invullen van de tabel.

Met betrekking tot de invulling van de tabellen kunnen nog de volgende opmerkingen worden gemaakt.

- Vermijd het gebruik van tekst in de velden van de tabel. Opmerkingen via noten onder aan de bladzijde of in een afzonderlijke kolom met opmerkingen.
- Verschil in cijfertypen kan gebruikt worden om bepaalde bijzonderheden te laten uitkomen. B.v. cursieve druk voor cijfers, die niet in het totaal moeten worden opgenomen. Vet gedrukte cijfers voor totalen of voor de juist in beschouwing zijnde periode.
- Bij afronding wordt het cijfer 5 naar boven afgerond.

d. Bij getallen met meer dan drie cijfers zoveel mogelijk vanaf de eenheden in groepjes van drie bij elkaar genomen met één spatie tussenruimte, *geen punten tussenvoegen*. Tussen eenheden en eerste decimaal een *komma*.

e. Naast cijfers worden tekens voor de invulling van de velden gebruikt.

. = gegevens ontbreken;

— = 0 (exact nul);

0 (0,0) = minder dan de helft van de gebruikte eenheid;

x (achter het cijfers) = voorlopig of geschat cijfer.

Wijze van indelen van de tabel.

Aan de hand van materiaal, verzameld in het kader kwaliteitsbewaking van het net van versterkte telefoonverbindingen, aspect C₁ „de bedrijfszekerheid” (zie voorgaande bijdrage), zal gedemonstreerd worden welke mogelijkheden de wijze van indelen van de tabel ons biedt voor de expositie en de analyse van het statistisch materiaal. Het kennen van al die mogelijkheden stelt ons in staat voor een bepaald geval dat materiaal weer te geven met een zo groot mogelijke overzichtelijkheid.

a. Als resultaat van de storigstatistiek 2e halfjaar 1956 kan worden medegedeeld, dat het t.g.v. storingsen in de versterkerstations enige malen is voorgekomen, dat een aantal lijnen, die deel uitmaken van het net van versterkte interlokale verbindingen, een zekere tijd gestagneerd werden.

a) Storigsstatistiek van de versterkte interlokale tfn-verbindingen

tijdvak	stagnatie veroorzaakt door stgn op het interlokale gedeelte van de verbindingen, in lijnminuten
1	2
1956 2e halfjaar	671 101

b. Het gegeven getal (van een tabel kan hier nog niet worden gesproken) is op zichzelf moeilijk te beoordelen. Gemakkelijker wordt dit als er ook gegevens over de omvang van dat net beschikbaar zijn en/of wanneer er vergelijkingen met voorgaande en volgende tijdvakken kunnen worden getrokken.

Dit is de eenvoudigste soort tabellen die we kennen, n.l. die met *enkele ingang*.

b₂) Storigsstatistiek van de versterkte interlokale tfn-verbindingen

tijdvak	stagnatie veroorzaakt door stgn op het interlokale gedeelte van de verbindingen, in lijnminuten
1	2
1955 2e halfjaar	905 857
1956 1e halfjaar	674 576
1956 2e halfjaar	671 101
1957 1e halfjaar	497 100

b₁) Storigsstatistiek van de versterkte interlokale telefoonverbindingen

tijdvak	stagnatie veroorzaakt door stgn op het interlokale gedeelte van de verbindingen, in lijnminuten	omvang van het net uitgedrukt in aant. lijnen	stagnatie per verbinding
1	2	3	4
1956 2e halfjaar	671 101	8 005	83,8

c. Ook de volgende tabellen zijn van het type met enkele ingang. Toch is er een groot verschil met de voorgaande. Die uit b. bevatten een weergave van enige populaties of van van elkaar onafhankelijke gegevens.

Die uit c. een onderverdeling (frequentieverdeling) van een bepaalde populatie naar één bepaald kenmerk, dus in dit geval naar de aard van de storing resp. de plaats van ontstaan.

d. Velen zullen bij het bestuderen van tabel b₁ het als een gemis voelen, dat niet de mogelijkheid van vergelijking met andere tijdvakken geboden is. Anderen zullen weer de vergelijkingsmogelijkheid, die de tabel b₂ biedt, uitgebreid willen zien met een specificatie van die stagnatiehoeveelheden. Komt men daaraan tegemoet dan

c₁) storingsstatistiek van de versterkte interlokale tfn-verbindingen

1956 2e halfjaar; storingen gesplitst naar oorzaak

storingsoorzaak	stagnatie veroorzaakt door stgn op het interlokale gedeelte van de verbinding, in lijnminuten
1	2
apparatuur	161 773
kabels	259 238
stroomvoorziening	141 071
overige delen van de vbgn.	34 991
werkzaamheden in Vss.	40 373
onb. T.O.V. (wel in Vss. gelok)	33 655
totaal	671 101

c₂) storingsstatistiek van de versterkte interlokale telefoonverbindingen

1956 2e halfjaar storingen gesplitst naar plaats (Di)

tijdvak	stagnatie in lijnminuten tengevolge van storingen in de districten:					totaal
	Asd	Rt	Gv	Ut	enz.	
1	2	3	4	5		n
1956 2e halfj.	103 833	287 460	36 062	31 107		671 101

worden de tabellen ingewikkelder maar ook instructiever. Het zo ontstane type noemen we tabellen met *dubbele ingang*.

e. Eenzelfde redenering als onder d kan gevolgd worden voor de tabellen uit c. Breidt men c₁ uit met een opsomming van de overeenkomstige gegevens van andere tijdvakken, dan ontstaat tabel e₁, die in feite dezelfde gegevens bevat als de tabel d₂. Echter bij d vinden we de onder-

d₁) Storingsstatistiek van de versterkte interlokale tfn-vbgn.

tijdvak	stagnatie veroorzaakt door storingen	omvang van het net	stagnatie per verbinding
1	2	3	4
1955 2e halfj.	905 857	7 257	124,8
1959 1e halfj.	674 576	7 474	90,6
1956 2e halfj.	671 101	8 005	83,8
1957 1e halfj.	497 100	8 652	57,6

verdeling volgens het kenmerk horizontaal en bij c verticaal. Het zal van de omstandigheden afhangen aan welke van de twee men de voorkeur dient te geven.

Bij het overeenkomstige voorbeeld c_2 is na de uitbreiding de onderverdeling in verticale richting uiteengezet. Duidelijk is nu te zien dat beide tabellen c van hetzelfde type zijn.

d₂) storingsstatistiek van de versterkte interlokale tfn-verbindingen
storingen gesplitst naar oorzaak

tijdvak	stagnatie in lijnminuten veroorzaakt door tekortkomingen in:						
	apparaat- tuur	kabels	stroom- voorzie- ning	overige delen van de vbg.	werk- zaamhe- den in Vss	onbekend t.o.v. wel in Vss ge- lokaliseerd	totaal
1	2	3	4	5	6	7	8
1955 2e halfj.	205 118	297 946	149 412	57 369	125 318	70 649	905 857
1956 1e halfj.	175 091	257 126	129 979	35 026	58 817	18 537	674 576
1956 2e halfj.	161 773	259 238	141 071	34 991	40 373	33 655	671 101
1957 1e halfj.	153 859	102 875	159 647	33 501	27 069	20 146	491 100

e₁) storingsstatistiek van de versterkte interlokale tfn-verbindingen
storingen gesplitst naar oorzaak

storingsoorzaak	stagnatie veroorzaakt door storingen op het interlokale gedeelte van de verbindingen, in lijnminuten			
	1955 2e halfj.	1956 1e halfj.	1956 2e halfj.	1957 1e halfj.
	2	3	4	5
1				
apparatuur	203 118	175 091	161 773	153 859
kabels	297 946	257 126	259 238	102 875
stroomvoorziening	149 412	129 979	141 071	159 647
overige delen van de vbg.	57 369	35 026	34 991	33 501
werkzaamheden in Vss.	125 318	58 817	40 373	27 069
onb. T.O.V. (wel in Vss gelok.)	70 694	18 537	33 655	20 149
totaal	905 857	674 576	617 101	497 100

e₂) storingsstatistiek van de versterkte interlokale tfn-verbindingen
gesplitst naar plaats, uitgedrukt in lijnminuten

tijdvak	1	1955 2e halfj.	1956 1e halfj.	1956 2e halfj.	1957 1e halfj.
Asd	2	123 098	87 838	103 833	59 899
Rt	3	153 187	84 542	287 460	41 892
Gv	4	48 478	32 894	36 062	220 126
Ut	5	266 449	57 247	31 107	33 159
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
totaal	n	905 858	674 576	671 101	497 100

Zij bevatten ook dezelfde populaties, alleen zijn deze populaties volgens verschillende kenmerken onderverdeeld.

f. De tot nu gegeven tabellen bevatten, ook al waren ze van het type met dubbele ingang, steeds hoogstens één onderverdeling.

De uitgebreidere tabellen ontstonden door combinatie van eenvoudige tabellen. In de praktijk komt het combineren van tabellen veel voor. Het voordeel daarvan is, dat men alle beschikbare gegevens op één blad kan vinden. Daar staat echter tegenover, dat de overzichtelijkheid minder wordt. Het combineren beperkt men daarom liever tot de gevallen dat nieuwe vergelijkingsmogelijkheden ontstaan. Dat is b.v. het geval wanneer de twee tabellen uit c met elkaar gecombineerd worden.

Er ontstaat dan een tabel, waarin de populatie (alleen die van 1956 2e halfjaar) volgens twee kenmerken gesplitst is, n.l. de plaats van ontstaan en de aard van de storing. We spreken nu van een *tweevoudige tabel*. Hier is nog een waarschuwing op z'n plaats, n.l. dat de in de velden ingevulde getallen kleiner zijn geworden. Hierdoor ontstaat het gevaar, dat toevalsfluctuaties een rol gaan spelen. Wenst

men de zo geboden gegevens ook nog te vergelijken met de overeenkomstige van andere tijdvakken, dan kan dat alleen door enige tabelletjes naast elkaar te plaatsen en zo te verenigen tot een grote tabel. We spreken dan van een tabel met drievoudige ingang. Het karakter is echter tweevoudig gebleven.

g. Het is denkbaar, dat men de hoeveelheid stagnatie per halfjaar nog volgens een derde kenmerk verdeeld wil zien, b.v. volgens de maanden van het jaar. Er ontstaat nu weer een tabel met drievoudige ingang, maar ook het karakter is nu drievoudig. Om een dergelijke tabel in al zijn facetten weer te geven is een ruimtelijke figuur vereist.

Gelukkig is er een hulpmiddel, dat ons in staat stelt „op de vlakke” te blijven, n.l. door herhaaldelijk toepassen van de tabelvorm met 2 kenmerken tegen elkaar. Dit proces dient dan evenveel keren herhaald te worden als overeenkomt met de onderverdeling van het derde kenmerk. De tabelletjes kunnen dan naast, onder of achter elkaar (dus meerdere bladen) in de vorm van een boek geplaatst worden.

Het bezwaar van een zo verregaande splitsing is, dat het statistisch mate-

f) Storingsstatistiek van de versterkte interlokale tfn.-verbindingen 2e halfjaar 1956, gesplitst naar storingsoorzaak en naar plaats van ontstaan

aard v/d storing	storingstijden uitgedrukt in lijnminuten					—	—	totaal
	Asd	Rt	Gv	Ut	—			
1	2	3	4	5			n	
A/D apparaatuur	34 496	37 265	15 946	12 946			161 773	
E kabels	27 765	182 784	75	2 951			259 238	
F stroomvoorziening	5 416	58 371	13 178	7 229			141 071	
G overige delen van de vbg.	7 302	2 050	701	4 174			34 991	
H wzh. in Vss	18 697	5 223	3 258	3 092			40 373	
K onbekend	10 157	1 767	3 680	715			33 655	
totaal A t/m K	103 833	287 460	36 062	31 107			671 101	

g)
 Storingstatistiek van de versterkte interlokale telefoonverbindingen. 2e halfjaar 1956,
 gesplitst naar storingsoorzaak, naar plaats van ontstaan en naar tijdvak waarin ontstaan.

code	maand	plaats van de storing			totaal
		Asd	Rt	enz.	
1	2	3	4		n
A/D	juli	11 462	7 728		31 348
	aug.	5 840	3 086		23 498
	enz.				
E	juli-dec.		34 496	37 265	161 773
	juli	105	68 760		98 116
	aug.				773
enz.					
	juli-dec.		27 765	182 784	259 238
	juli	29	3 406		17 290
F	aug.	27	45 829		51 802
	enz.				
	juli-dec.		5 416	58 371	141 071
G	juli	84	210		3 897
	aug.	1 558	780		18 050
	enz.				
H	juli-dec.		7 302	2 050	34 991
	juli	5 299	896		9 022
	aug.	1 127	1 653		6 029
enz.					
	juli-dec.		18 697	5 223	40 373
	juli	5 212	148		16 025
K	aug.	2 414	160		3 189
	enz.				
	juli-dec.		10 157	1 767	33 655
totaal					
At/mK	juli	22 191	81 148		175 698
	aug.	10 466	51 498		103 341
	enz.				
	juli-dec.		103 833	671 101	671 101

h) Storingsstatistiek van de versterkte tfn-verbindingen 2e halfjaar 1956, gesplitst naar storingsoorzaken en naar plaats van oorzaak met nadere onderverdeling van de storingen ontstaan door tekortkomingen in de apparatuur.

plaats van ontstaan	stagnatie in lijnminuten veroorzaakt door tekortkomingen in:						totaal per district
	apparaatuur	kabels	stroomvoorziening	overige delen van de vbg	werkzaamheden in Vss	onbekend	
1	2	3	4	5	6	7	8
Asd	34 496	27 765	5 416	7 302	18 697	10 157	103 333
Rt	37 265	182 784	58 971	2 050	5 223	1 767	287 460
Gv	15 161	75	13 178	710	3 258	3 680	36 062
Ut	12 946	2 951	7 229	4 174	3 092	745	31 107
totaal naar aard v/d storing	161 773	259 238	141 071	34 990	40 373	33 655	671 101

plaats van ontstaan	idem onderverdeeld in de hoofdgroepen					totaal per district
	draaggolf eind app.	draaggolf lijnapp.	laagfrequentie lijnapp.	signaleringsapparatuur		
1	2	3	4	5	6	
Asd	28 286	2 086	287	3 837		34 496
Rt	26 703	7 855	850	1 857		37 265
Gv	4 970	8 045	291	1 855		15 161
Ut	3 921	6 791	226	2 058		12 946
totaal naar soort app.	95 997	42 304	2 469	21 003		161 773

plaats van ontstaan	id. onderverd. naar type en merk van de kanaaleinden:					totaal per district
	A 4 kHz	B 4 kHz	A 6 kHz	C 6 kHz		
1	2	3	4	5	6	
Asd	—	12 802	—	15 484		28 286
Rt	—	11 476	2 882	12 345		26 703
Gv	1 169	—	3 801	—		4 970
Ut	1 550	—	2 371	—		3 921
enz.						
totaal n. soort dgg. eindapp.	7 794	34 152	26 222	27 829		95 997

HET PRAKTISCHE EENHEDENSTELSEL VAN GIORGI

(Vervolg van blz. 181).

15. De capaciteit van een vlakke condensator.

De elektrische veldsterkte tussen de platen van een geladen vlakke condensator is: $E = \frac{U}{d}$ (zie paragraaf 13)

De inductie tussen de platen van deze condensator is: $D = \frac{\psi}{A} = \frac{Q}{A} = \frac{C \times U}{A}$

Verder is: $D = \epsilon \times E$ (zie paragraaf 14).

Vult men nu de bovengenoemde waarden voor D en E in deze formule in, dan ontstaat:

(Vervolg van blz. 270).

riaal al uitzonderlijk groot moet zijn wil men nog zinvolle vergelijkingen kunnen maken.

De vraag is nu hoe ver zal men gaan met het combineren en op welke wijze. Zoals we reeds zagen, vereist de drievoudige ingang herhaling van enige overeenkomstige tabellen. Houd dit aantal zo klein mogelijk door de herhaling te laten plaatsvinden overeenkomstig de onderverdeling volgens het kenmerk met de kleinste onderverdeling. Zetten we het kenmerk met de grootste onderverdeling verticaal uit, dan vergroot dit de kans dat de tabelletjes naast elkaar geplaatst kunnen worden. Door hergroepering van de kolommen wordt het opsporen van bijzonderheden vergemakkelijkt (zie b.v. de tabel over de korte onderbrekingen in het voorgaande artikel). Uiteraard is dit proces ook mogelijk

door J. J. W. HEESE

57-065

$\frac{C \times U}{A} = \epsilon \times \frac{U}{d}$, waaruit volgt:

$$C = \epsilon \times \frac{A}{d}$$

Nu is $\epsilon = \epsilon_0 \times \epsilon_r = 8,854 \times 10^{-12} \times \epsilon_r$, zodat de formule voor de capaciteit van een vlakke condensator dus wordt:

$$C = 8,854 \times 10^{-12} \times \epsilon \times \frac{A}{d}$$

Hierin is dus:

C = de capaciteit van de condensator in farad,

ϵ = de relatieve diëlektrische constante,

A = de oppervlakte van de platen in m^2 ,

bij onder elkaar staande tabellen door de regels te hergroeperen. (zie tabel g).

Naast de onderverdeling van de populaties volgens enige kenmerken zal men graag nog meer gegevens willen vermelden, die voor de bestudering van de situatie nuttig kunnen zijn.

h. Staat men voor de noodzaak veel cijfermateriaal weer te geven, dan verdient het aanbeveling dit stapje voor stapje te doen.

B.v. in ons geval het aantal verbindingen, waarop de stagnatie betrekking heeft, de personeelsbezetting, de duur van de storing, enz. Al deze cijfers verhogen echter het gevaar van de onoverzichtelijkheid.

Dus eerst een tabel met hoofdzaken, daarna een onderverdeling van enkele kolommen, resp. regels (pyramidale opbouw).

(Wordt vervolgd).

d = de plaatafstand in m.

Wenst men de capaciteit direct in picofarad te vinden, dan wordt de formule, omdat $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$:

$$C = 8,854 \times \varepsilon \times \frac{A}{d} \text{ pF}$$

In deze vorm is de formule vrij gemakkelijk te onthouden.

Voorbeeld:

De capaciteit van een condensator, waarvan het oppervlak van elk der platen 100 cm^2 is, de diëlektrische constante 1000 en de plaatafstand 1 mm, is gelijk aan:

$$C = 8,854 \times \varepsilon \times \frac{A}{d} = 8,854 \times 1000 \times \frac{0,01}{0,001} = 8,854 \times 10^4 \text{ pF} \approx 0,09 \mu\text{F}.$$

Dit is dezelfde condensator als die uit het voorbeeld van de vorige paragraaf. Men vergelijkte de beide berekeningen ter oefening.

16. De wet van Coulomb voor twee ladingen.

Volgens de wet van Coulomb oefenen twee ladingen een kracht op elkaar uit, die als volgt kan worden gevonden:

$$K = \frac{1}{4\pi \varepsilon} \times \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Hierin is:

K = de kracht tussen de ladingen in newton,

Q_1 en Q_2 = de lading in coulomb (Asec),

r = de afstand tussen de ladingen in m,

ε = de totale diëlektrische constante van de tussenstof.

Zoals bekend, is $\varepsilon = \varepsilon_0 \times \varepsilon_r$. Voor lucht of vacuum is $\varepsilon_r = 1$ en $\varepsilon_0 = 1/36 \pi \cdot 10^9$, zodat de wet van Coulomb voor twee ladingen in de lucht dus wordt:

$$K = 9 \times 10^9 \times \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Door de keuze van de eenheden had de wet van Coulomb in het cgs-stelsel een eenvoudiger vorm. Aangezien deze wet bij berekeningen toch vrij weinig wordt toegepast, is het bezwaar van de ingewikkelder vorm in het stelsel van Giorgi niet zo ernstig te noemen.

De veldsterkte is gelijk aan de kracht op een lading van 1 coulomb (Asec). Op een afstand r meter van een lading van Q coulomb treedt een veldsterkte op van:

$$E = \frac{1}{4\pi \varepsilon} \times \frac{Q}{r^2} \text{ V/m.}$$

De wet van Coulomb kan nu als volgt worden geschreven:

$$K = \left[\frac{1}{4\pi \varepsilon} \times \frac{Q_1}{r^2} \right] Q_2 = E \times Q_2$$

of in het algemeen: $K = Q \times E$. Deze formule werd reeds in paragraaf 13 vermeld, echter zonder afleiding.

17. Het magnetische veld en zijn veldsterkte.

In een spoel, waar een stroom door gaat, wordt — zoals bekend — een magnetisch veld opgewekt. De sterkte van dit veld wordt met behulp van de volgende formule gevonden:

$$H = \frac{I \times N}{l}$$

Hierin is:

H = de magnetische veldsterkte in ampère per meter,

I = de stroom door de spoel in ampère,

N = het aantal windingen van de spoel,

l = de lengte van de spoel in meter.

Vult men in de formule voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat:

$$1 \text{ ampère per meter} = \frac{1 \text{ ampère} \times 1 \text{ winding}}{1 \text{ meter}}$$

Hiermede is de ampère per meter dus als volgt vastgelegd: *De ampère per meter is de magnetische veldsterkte van een spoel, die een lengte heeft van 1 meter, bestaat uit 1 winding en waar een stroom door gaat van 1 ampère.*

Omdat het aantal windingen een onbenoemd getal is, komt dit in de eenheid van magnetische veldsterkte niet voor. De richting van de krachtlijnen van het magnetische veld kan met de kurketrekkerregel worden gevonden („rechtsom—vooruit”).

Voorbeeld:

De magnetische veldsterkte in een spoel, die een lengte van 25 cm heeft en bestaat uit 200 windingen, waar een stroom van 3 ampère door gaat, is gelijk aan:

$$H = \frac{I \times N}{l} = \frac{3 \times 200}{0,25} = 2400 \text{ A/m.}$$

Voor de juiste definitie van de magnetische veldsterkte, die voor een goed begrip nodig is, zie men paragraaf 22.

18. *Magnetische krachtstroom en inductie.*

Zoals bekend, is een *veranderend* magnetisch veld in staat om een elektrische spanning op te wekken. Dit kan gedemonstreerd worden met een spoel, waarop een voltmeter is aangesloten. Nadert men de spoel met een permanente magneet, dan zal de voltmeter gedurende een bepaald aantal seconden een uitslag vertonen. Men spreekt daarom van een aantal *voltseconden*. In plaats van voltseconde wordt ook de naam *weber* gebruikt.

Uit verschillende proeven is gebleken, dat het in een spoel geïnduceerde aantal voltseconden bij een zelfde veldverandering steeds gelijk is. Bovendien is het aantal voltseconden onafhankelijk van het feit, of het veld snel of langzaam verandert.

De grootte van de geïnduceerde spanning op een bepaald ogenblik, dus het aantal

volt, hangt wel af van de snelheid van de veldverandering, zie paragraaf 19. De richting van de geïnduceerde spanning wordt met behulp van de wet van Lenz gevonden: het gevolg werkt zijn oorzaken tegen.

Als men een magnetisch veld, dat door een spoel van één winding omvat wordt, tot nul laat afnemen, wordt er in deze spoel een bepaald aantal voltseconden geïnduceerd. Het totale aantal krachtlijnen, dat door de spoel wordt omvat, noemt men de magnetische krachtstroom of *flux*, symbool Φ (phi).

Men stelt nu *de grootte van de flux gelijk aan het aantal voltseconden, dat deze flux bij afneming tot nul, in een spoel van één winding induceert.*

Wordt b.v. in een spoel met één winding 15 voltseconden geïnduceerd, als de flux tot nul afneemt, dan is de grootte van deze flux 15 voltseconde of weber.

De flux per vierkante meter noemt men de magnetische inductie, symbool B.

Het verband tussen de inductie en de flux wordt gegeven door de volgende formule:

$$\boxed{B = \frac{\Phi}{A}} \text{ of } \Phi = B \times A.$$

Hierin is:

Φ = de magnetische flux in voltsec (weber),

B = de magnetische inductie in Vsec/m²,

A = het oppervlak van de spoel in m².

Vult men in de formule voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat:

$$1 \text{ Vsec/m}^2 = \frac{1 \text{ Vsec}}{1 \text{ m}^2}$$

Hiermee is de voltseconde per vierkante meter dus als volgt vastgelegd: *De voltsec/m² is de magnetische inductie van een homogeen magnetisch veld, waarbij door een vlak van 1 m² een flux van 1 Vsec gaat.*

Voorbeeld:

De magnetische inductie in een vlak van 100 cm^2 , waar een flux van 50 voltsec (weber) door gaat, is gelijk aan:

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{50 \text{ Vsec}}{0,01 \text{ m}^2} = 5000 \text{ Vsec/m}^2.$$

Om het verband tussen de magnetische veldsterkte en de magnetische inductie na te gaan, wordt nu het volgende getallenvoorbeeld gegeven:

Door een spoel met 10 000 windingen, die een lengte heeft van 30 cm, gaat een stroom van 60 ampère. De magnetische veldsterkte in deze spoel is gelijk aan:

$$H = \frac{I \times N}{l} = \frac{60 \times 10.000}{0,3} = 2.000.000 \text{ A/m}.$$

In dit veld wordt een tweede spoel gebracht, die uit één winding bestaat met een oppervlakte van 20 cm^2 . Als men de stroom door de eerste spoel uitschakelt, waardoor het magnetische veld verdwijnt, wordt er in de tweede spoel $0,005 \text{ Vsec}$ geïnduceerd.

De magnetische inductie is gelijk aan:

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{0,005}{0,002} = 2,5 \text{ Vsec/m}^2.$$

Voor het magnetische veld, dat door de eerste spoel wordt opgewekt, geldt nu: magnetische veldsterkte

$$H = 2.000.000 \text{ A/m},$$

magnetische inductie

$$B = 2,5 \text{ Vsec/m}^2.$$

Het verband tussen de veldsterkte en de inductie wordt bepaald door de permeabiliteit, symbool μ (mu). De volgende formule geldt:

$$B = \mu \times H$$

Hierin is: B = de magnetische inductie in Vsec/m^2 ,

H = de magnetische veldsterkte in A/m ,

μ = de permeabiliteit in Vsec/Am .

De permeabiliteit is niet een onbepaald getal, zoals bij de oorspronkelijke theorie, maar heeft de eenheid $\frac{\text{Vsec/m}^2}{\text{A/m}} =$

Vsec/Am .

Als men binnen de beide bovengenoemde spoelen een zacht stalen kern aanbrengt, blijkt er bij uitschakeling van de stroom door de eerste spoel een veel groter aantal voltseconden in de tweede spoel geïnduceerd te worden. Door het inbrengen van zacht staal wordt de magnetische flux en dus ook de magnetische inductie groter. De magnetische veldsterkte is echter gelijk gebleven, want $H = \frac{I \times N}{l}$.

Dus moet μ groter zijn geworden. In verband hiermede splitst men de permeabiliteit μ in twee delen en wel:

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r$$

Hierin is: μ = de totale permeabiliteit in Vsec/Am ,

μ_0 = de permeabiliteit van lucht of vacuum = $1,25 \times 10^{-6} \text{ Vsec/Am}$,

μ_r = de relatieve permeabiliteit.

De relatieve permeabiliteit is een verhoudingsgetal, dat aangeeft, hoeveel maal de permeabiliteit van een bepaald materiaal zo groot is als die van lucht. Deze waarde is dezelfde als die tot nu toe gebruikt werd in de oorspronkelijke theorie.

De factor $1,25 \times 10^{-6}$ is eigenlijk $4\pi/10^7$ en wordt de absolute permeabiliteit genoemd.

Voorbeeld:

Op een spoel met een lengte van 10 cm bevinden zich 2000 windingen, waarvoor een stroom van 0,5 A gaat. In de spoel bevindt zich een zacht stalen kern met een relatieve permeabiliteit van 4000. Gevraagd de veldsterkte, de inductie en de flux als het oppervlak van de doorsnede van de spoel 3 cm^2 is.

$$H = \frac{I \times N}{l} = \frac{0,5 \times 2000}{0,1} = 10.000 \text{ Am.}$$

$$B = \mu \times H = \mu_0 \times \mu_r \times H = 1,25 \times 10^{-6} \times 4000 \times 10.000 = 50 \text{ Vsec/m}^2.$$

$$\Phi = B \times A = 50 \times 0,0003 = 0,015 \text{ Vsec (weber).}$$

De relatieve permeabiliteit μ_r is geen constant getal, maar is afhankelijk van de veldsterkte H.

In de BH-kromme of hysteresislus is het verband tussen B en H grafisch aangegeven. Deze kromme wordt hier niet behandeld, aangezien de mks-eenheden de desbetreffende theorie niet wijzigen.

19. De inductiewet van Faraday en Maxwell.

In de vorige paragraaf werd reeds vermeld, dat de in één winding geïnduceerde spanning afhangt van de snelheid, waarmee de magnetische flux, die door die winding omvat wordt, verandert. Om de snelheid, waarmee de flux op een bepaald ogenblik verandert na te gaan, bepaalt men hoe groot de fluxverandering is in een zeer klein tijdsverloop Δt (Δ = delta). De inductiewet van Faraday en Maxwell, die voor de in één winding geïnduceerde spanning geldt, luidt als volgt:

$$U = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Hierin is: U = de geïnduceerde spanning in volt op een bepaald ogenblik,

$\Delta \Phi$ = een kleine fluxverandering in Vsec (weber),

Δt = de kleine tijd in sec, nodig voor die kleine fluxverandering.

Het minteken in de formule duidt erop, dat de richting van de geïnduceerde spanning tegengesteld is aan de richting

van de veldverandering, als gevolg van de wet van Lenz.

Als de flux, die door een spoel met 1 winding wordt omvat, elke seconde verandert met 1 voltsecunde, dan wordt in die spoel een spanning van 1 volt geïnduceerd. Vult men in de wet van Faraday en Maxwell n.l. voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat, afgezien van het teken:

$$1 \text{ volt} = \frac{1 \text{ voltsecunde}}{1 \text{ seconde}}$$

Hieruit blijkt dus, dat de flux in voltsecunden moet worden uitgedrukt, hetgeen in de vorige paragraaf reeds aannemelijk werd gemaakt. Als definitie van de voltsecunde geldt nu:

De voltsec (weber) is de magnetische flux door een spoel van één winding, die bij afneming in 1 sec tot nul, in deze spoel een spanning van 1 volt induceert.

Voorbeeld:

In een spoel, die bestaat uit 5 windingen, verandert de flux in een tijd van 0,2 sec met een bedrag van 3 voltsec (weber). De geïnduceerde spanning in één winding van die spoel is:

$$U = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{3 \text{ Vsec}}{0,2 \text{ sec}} = - 15 \text{ V.}$$

In 5 windingen wordt dus geïnduceerd een spanning $- 5 \times 15 = - 75 \text{ V}$, aangezien deze 5 windingen in serie zijn geschakeld.

Als toepassing van de inductiewet van Faraday en Maxwell zal nu worden nagegaan de geïnduceerde spanning in een draad, die met een eenparige snelheid in een homogeen magnetisch veld wordt bewogen.

Gegeven is, dat de magnetische inductie B Vsec/m² is, de lengte van de draad l meter en de snelheid van de draad v m/sec. Verder is gegeven, dat de draad loodrecht op de richting van de krachtlijnen staat en dat de richting, waarin de draad bewogen wordt, loodrecht op de richting van de krachtlijnen en lood-

recht op de draad staat. Maak hiervan voor u zelf een tekening.

De draad legt in een seconde een weg af van v meter; dit komt overeen met een oppervlak van $v \times l$ m². In één seconde is het aantal door de draad gesneden krachtlijnen = fluxverandering $\Delta \Phi = B \times A = B \times v \times l$, zodat de geïnduceerde spanning dus wordt:

$$U = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{B \times v \times l}{1} \text{ of}$$

$$U = - B \times v \times l$$

Voorbeeld:

In een draad, die 35 cm lang is en met een snelheid van 25 cm/sec loodrecht op de richting van de krachtlijnen in een magnetisch veld met een inductie van 40 Vsec/m² wordt bewogen, wordt een spanning opgewekt van:

$$U = - B \times v \times l = - 40 \times 0,25 \times 0,35 = - 3,5 \text{ V.}$$

20. Zelfinductie.

Als er een stroom door een spoel gaat, wordt het magnetische veld van de spoel ook door de spoel zelf omvat. Verandert men nu de stroom in de spoel, dan verandert ook de grootte van de magnetische flux en deze veranderende flux zal in de spoel zelf ook een spanning induceren. Dit verschijnsel noemt men, zoals bekend, zelfinductie.

Voor een bepaalde spoel zal nu worden nagegaan, hoe groot de geïnduceerde zelfinductie-spanning is, als de stroom met een klein bedrag ΔI verandert in een tijd Δt . Deze kleine stroomverandering geeft een kleine verandering van de magnetische veldsterkte ΔH , waarvoor geldt:

$$\Delta H = \frac{\Delta I \times N}{l} \text{ A/m.}$$

De kleine verandering van de magnetische veldsterkte doet de magnetische

inductie met een klein bedrag ΔB veranderen volgens:

$$\Delta B = \mu \times \Delta H \text{ Vsec/m}^2.$$

Het gevolg van de kleine verandering van de magnetische inductie is een kleine verandering van de magnetische flux $\Delta \Phi$, waarvoor geldt:

$$\Delta \Phi = \Delta B \times A \text{ Vsec.}$$

Als gevolg van de kleine fluxverandering wordt in één winding van de spoel een zelfinductiespanning geïnduceerd:

$$U_z = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \text{ V.}$$

In de gehele spoel, die uit N windingen bestaat, wordt dus geïnduceerd een spanning:

$$U_z = - \frac{N \times \Delta \Phi}{\Delta t} \text{ V.}$$

In deze formule zal nu eerst $\Delta \Phi$ worden uitgedrukt in ΔB , daarna ΔB in ΔH en tenslotte ΔH in ΔI ; een en ander met behulp van de hiervoor vermelde betrekkingen.

$$\begin{aligned} U_z &= - \frac{N \times \Delta \Phi}{\Delta t} = \\ &= - \frac{N \times \Delta B \times A}{\Delta t} = \\ &= - \frac{N \times \mu \times \Delta H \times A}{\Delta t} = \\ &= - \frac{N \times \mu \Delta I \times N \times A}{\Delta t \times l} \text{ of} \\ U_z &= - \frac{\mu \times N^2 \times A}{l} \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \end{aligned}$$

Deze ingewikkelde formule geeft het verband aan tussen de zelfinductie-spanning U_z en de stroomverandering $\Delta I / \Delta t$. Ter vereenvoudiging van dit verband is de coëfficiënt van zelfinductie ingevoerd, symbool L . De formule voor de zelfinductie-spanning gaat hierdoor over in:

$$U_z = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Hierin is: U_z = de zelfinductie-spanning in volt op een bepaald ogenblik,

L = de coëfficiënt van zelfinductie in henry,

ΔI = een kleine verandering van de stroom in ampère,

Δt = de tijd in sec, nodig voor die kleine stroomverandering.

Vult men in deze formule voor alle éénheden 1 in, dan ontstaat, afgezien van het teken:

$$1 \text{ volt} = \frac{1 \text{ henry} \times 1 \text{ ampère}}{1 \text{ seconde}}$$

waaruit volgt:

$$1 \text{ henry} = \frac{1 \text{ amp/sec}}{1 \text{ volt}} = 1 \text{ voltsec/ampère.}$$

Hiermee is de henry dus als volgt vastgelegd:

De henry is de coëfficiënt van zelfinductie van een spoel, waarin een zelfinductie-spanning van 1 volt wordt opgewekt door een stroomverandering van 1 ampère per seconde.

Tevens is de volgende definitie van de coëfficiënt van zelfinductie nu duidelijk: *De coëfficiënt van zelfinductie van een spoel is de verhouding tussen de zelfinductie-spanning van die spoel in volt en de hiervoor benodigde stroomverandering in ampère per seconde.*

Het minteken in de formule duidt erop, dat de richting van de zelfinductie-spanning tegengesteld is aan de richting van de stroomverandering, als gevolg van de wet van Lenz.

Uit de beide formules

$$U_z = - \frac{\mu \times N^2 \times A}{l} \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\text{en } U_z = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

volgt onmiddellijk:

$$L = \frac{\mu \times N^2 \times A}{l}$$

Hieruit blijkt, dat de coëfficiënt van zelfinductie van een spoel onder meer afhangt van de totale permeabiliteit en van het kwadraat van het aantal windingen.

Voorbeeld:

De zelfinductie-spanning in een spoel, die een coëfficiënt van zelfinductie van 2 henry heeft en waarin de stroom regelmatig in iedere 0,1 sec toeneemt met 0,5 ampère, is gelijk aan:

$$U_z = - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = - 2 \cdot \frac{0,5}{0,1} =$$

— 10 volt.

21. *Wederkerige inductie.*

Zoals bekend, verstaat men onder wederkerige inductie het verschijnsel, dat een stroomverandering in één der spoelen van een spoelstel een spanning in de andere spoel induceert.

Op overeenkomstige wijze als voor de zelfinductie-spanning afgeleid, kunnen voor de geïnduceerde spanningen de volgende formules worden opgesteld:

$$U_1 = - M \frac{\Delta I_2}{\Delta t} \quad \text{en}$$

$$U_2 = - M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

Hierin is: U_1 = de geïnduceerde spanning in spoel 1 op een bepaald ogenblik in volt,

U_2 = de geïnduceerde spanning in spoel 2 op een bepaald ogenblik in volt,

ΔI_1 = een kleine verandering van de stroom in spoel 1 in ampère,

ΔI_2 = een kleine verandering van de stroom in spoel 2 in ampère,

Δt = de tijd in sec, nodig voor de kleine stroomveranderingen,

M = de coëfficiënt van wederkerige inductie van het spoelstel in henry.

Een spoelstel heeft een coëfficiënt van wederkerige inductie van 1 henry als een inductiespanning van 1 volt in de ene spoel wordt opgewekt door een stroomverandering van 1 ampère per seconde in de andere spoel.

Voorbeeld:

De geïnduceerde spanning in de ene spoel van een spoelstel met een coëfficiënt van wederkerige inductie van 1,5 henry, als de stroom in de andere spoel regelmatig in iedere halve seconde toeneemt met 0,1 ampère, is gelijk aan:

$$U_1 = -M \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 1,5 \cdot \frac{0,1}{0,5} = -0,3 \text{ volt.}$$

22. De wet van Coulomb voor twee magneetpolen.

Volgens de wet van Coulomb oefenen twee magneetpolen een kracht op elkaar uit, die als volgt kan worden gevonden:

$$K = \frac{1}{4 \pi \mu} \times \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Hierin is: K = de kracht tussen de polen in newton,

m_1 en m_2 = de poolsterkte in Vsec (weber),

r = de afstand tussen de polen in meter,

μ = de totale permeabiliteit van de tussenstof.

Zoals bekend is $\mu = \mu_0 \times \mu_r$. Voor lucht of vacuum is $\mu_r = 1$ en $\mu_0 = 4\pi/10^7$,

zodat de wet van Coulomb voor twee magneetpolen in lucht of vacuum dus wordt:

$$K = \frac{10^7}{16\pi^2} \times \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Door de keuze van de eenheden had de wet van Coulomb in het c.g.s.-stelsel een eenvoudiger vorm. Aangezien deze wet bij berekeningen toch vrij weinig wordt toegepast, is het bezwaar van de ingewikkelder vorm in het stelsel van Giorgi niet zo ernstig te noemen.

Eerst nu kan de definitie van de veldsterkte, waarvoor reeds in paragraaf 17 een formule werd gegeven, behandeld worden:

Onder de magnetische veldsterkte verstaat men de kracht, die in een magnetisch veld zou worden uitgeoefend op een eenheidspool van 1 Vsec (weber).

De eenheid van veldsterkte is de A/m, zie paragraaf 17. Op een afstand r meter van een pool met sterkte m Vsec (weber) treedt een veldsterkte op van:

$$H = \frac{1}{4 \pi \mu} \times \frac{m}{r^2} \text{ A/m} \quad (m_2 = 1 \text{ Vsec})$$

De wet van Coulomb kan nu als volgt worden geschreven:

$$K = \left[\frac{1}{4 \pi \mu} \times \frac{m_1}{r^2} \right] \times m_2 = H \times m_2$$

of in het algemeen $K = m \times H$.

Van een *homogeen magnetisch veld* lopen de krachtlijnen alle evenwijdig en is de veldsterkte in elk punt even groot.

De *krachtlijnendichtheid* = de flux per vierkante meter = de inductie B is eveneens overal in een homogeen veld even groot.

Van een *centraal magnetisch veld* lopen alle krachtlijnen radiaal naar één punt toe of er van af.

Soortgelijke definities gelden eveneens voor elektrische velden.

Evenals de elektrische flux ψ volgens Faraday en Maxwell gelijk is aan de lading Q , is de magnetische flux Φ gelijk aan de poolsterkte m . Evenals ψ en Q beide in Asec of coulomb worden uitgedrukt, worden Φ en m beide in Vsec of weber uitgedrukt.

De wetten van Coulomb waren in het c.g.s.-stelsel van groot belang omdat hieruit de eenheden van poolsterkte en elektrische lading bij de oorspronkelijke theorie werden gedefiniëerd. Eveneens werden de eenheden van magnetische en elektrische veldsterkte met behulp van de wetten van Coulomb vastgelegd.

23. *De kracht tussen twee stroomvoerende draden.*

De kracht tussen twee stroomvoerende draden, die zich in lucht bevinden, wordt gevonden met behulp van de volgende formule:

$$\frac{K}{l} = \frac{\mu_0}{2 \pi r} \times I_1 I_2$$

Hierin is: K = de kracht tussen de draden in newton,

μ_0 = de absolute permeabiliteit,

I_1 en I_2 = de stromen in de draden in ampère,

r = de afstand tussen de draden in meter,

l = de lengte van de draden in meter.

De draden trekken elkaar aan als de stromen gelijk gericht zijn; als de stromen tegengesteld gericht zijn stoten ze elkaar af.

Met behulp van de bovengenoemde formule is de ampère gedefiniëerd. De absolute permeabiliteit voor lucht en va-

cuum is $4\pi/10^7$, zodat voor $I_1 = I_2 = 1$ A en $r = 1$ m de kracht per meter gelijk wordt aan:

$$\frac{K}{l} = \frac{4 \pi}{10^7 \times 2 \pi \times 1} \times 1 \times 1 =$$

Deze kracht komt voor in de definitie van de ampère. De ampère is immers de sterkte van de constante stroom, die in twee rechtlijnige evenwijdige geleiders van oneindige lengte en verwaarloosbare doorsnede, in het vacuüm geplaatst op een onderlinge afstand van 1 meter, per meter lengte een kracht tussen deze geleiders opwekt van 2×10^{-7} newton.

24. *Een stroomvoerende draad in een magnetisch veld.*

Op een stroomvoerende draad, die zich loodrecht op de richting van de krachtlijnen in een magnetisch veld bevindt, werkt een kracht. Deze kracht kan met de volgende formule worden gevonden:

$$K = B \times I \times l$$

Hierin is: K = de kracht op de stroomvoerende draad in newton,

B = de magnetische inductie in Vsec/m²,

I = de stroom in de draad in A,

l = de lengte van de draad in meter.

Voorbeeld:

Op een draad met een lengte van 35 cm, die een stroom voert van 0,2 A en zich loodrecht op de richting van de krachtlijnen in een magnetisch veld met een inductie van 40 Vsec/m² bevindt, wordt een kracht uitgeoefend van:

$$K = B \times I \times l = 40 \times 0,2 \times 0,35 = 2,8 \text{ newton.}$$

25. *Vergelijking van nieuwe en oorspronkelijke magnetische eenheden.*

Om de m.k.s.- en de c.g.s.-eenheden van het magnetische veld met elkaar te vergelijken zal worden uitgegaan van een gegeven spoel, waar een bepaalde stroom door gaat. Volgens de nieuwe en volgens de oorspronkelijke theorie zullen veldsterkte, inductie en flux worden berekend. Dan vindt gelijkstelling van het aantal m.k.s.- en het aantal c.g.s.-eenheden plaats, waaruit het verband tussen deze eenheden volgt.

Gegeven is, dat de spoel een lengte heeft van 1 m en bestaat uit één winding, waar een stroom van 1 A door gaat. Het oppervlak van de spoel is 1 m².

In het stelsel van Giorgi is de veldsterkte binnen de spoel:

$$H = \frac{I \times N}{l} = \frac{1 \times 1}{1} = 1 \text{ A/m.}$$

In het c.g.s.-stelsel is de veldsterkte binnen de spoel:

$$H = \frac{0,4 \pi I w}{l} = \frac{0,4 \pi \cdot 1 \times 1}{100} =$$

$$\frac{4 \pi}{1000} \text{ öerstedt (} l \text{ werd uitgedrukt in cm).}$$

Dus is: 1 A/m = $\frac{4 \pi}{1000}$ örstedt en

$$1 \text{ öerstedt} = \frac{1000}{4 \pi} \text{ A/m}$$

In het stelsel van Giorgi is de inductie binnen de spoel:

$$B = \mu \times H = \frac{4 \pi}{10^7} \times 1 = \frac{4 \pi}{10^7} \text{ Vsec/m}^2.$$

(voor lucht is immers $\mu = \mu_0 \times \mu_r = \frac{4 \pi}{10^7} \times 1$, zie paragraaf 18)

In het c.g.s.-stelsel is de inductie binnen de spoel:

$$B = \mu \times H = 1 \times \frac{4 \pi}{1000} = \frac{4 \pi}{1000} \text{ gauss}$$

(voor lucht is $\mu = 1$; eigenlijk spraken alleen in zacht staal van inductie en in lucht van veldsterkte).

Dus is:

$$\frac{4 \pi}{10^7} \text{ Vsec/m}^2 = \frac{4 \pi}{1000} \text{ gauss of}$$

$$1 \text{ Vsec/m}^2 = 10^4 \text{ gauss en}$$

$$1 \text{ gauss} = \frac{1}{10^4} \text{ Vsec/m}^2.$$

In het stelsel van Giorgi is de flux binnen de spoel:

$$\Phi = B \times A = \frac{4 \pi}{10^7} \times 1 = \frac{4 \pi}{10^7} \text{ Vsèc.}$$

In het c.g.s.-stelsel is de flux binnen de spoel:

$$\Phi = B \times O = \frac{4 \pi}{1000} \times 10.000 = 40 \pi$$

maxwell. (O werd uitgedrukt in cm²).

Dus is:

$$\frac{4 \pi}{10^7} \text{ Vsec} = 40 \pi \text{ maxwell of}$$

$$1 \text{ Vsec} = 10^8 \text{ maxwell en}$$

$$1 \text{ maxwell} = \frac{1}{10^8} \text{ Vsec.}$$

* * *

De stroomvoorziening in een telefooncentrale

door M. J. J. Geertzen

57-066

XV. Samenwerking gelijkrichter — batterij — centrale.

Alvorens de schakeling van de gelijkrichters met vlakke karakteristiek nader te bezien is het van belang iets meer te weten omtrent de eisen, waaraan deze gelijkrichters in het algemeen moeten voldoen, resp. met welke factoren bij de samenwerking van gelijkrichter-batterij-telefooncentrale rekening moet worden gehouden.

De telefooncentrale.

a. Deze eist, afhankelijk van het systeem, een gelijkstroomvoeding van 60, resp. 48 of 24 V, welke in het algemeen *tussen nauwe grenzen* moet worden gehouden.

In het PTT-bedrijf komen voor centrales met apparatuur zoals in onderstaande tabel is aangegeven.

Bij een te hoge spanning treedt vonk-vorming op aan de contacten, terwijl een te lage spanning oorzaak kan zijn van dubbeltest (testrelais test niet snel genoeg) en van foutieve verbindingen (traag overbruggingsrelais valt af, kiezer volgt kiesimpuls niet).

b. De *gelijkstroomvoeding* mag onder geen voorwaarde *onderbroken* worden. Een storing t.g.v. het onderbreken van de gelijkspanning, waardoor een centrale geheel buiten dienst zou komen, kost geld, zowel aan de betrokken abonnees als aan het bedrijf.

Dit houdt in, dat de gehele stroomvoorziening, doch in het bijzonder de gelijkrichters en batterijen, zeer betrouwbaar moet zijn.

c. Het stroomverbruik van een telefooncentrale is gedurende een etmaal zeer variërend.

We kennen de z.g.n. *drukke uren*, die meestal in de voormiddag voorkomen en waarbij het stroomverbruik zijn *maximale waarde* bereikt, terwijl gedurende de nacht de belasting *zeer gering* is.

Het *ogenblikkelijke stroomverbruik* is o.m. afhankelijk van het karakter van het gebied, dat de centrale verzorgt, terwijl ook het toegepaste telefoonstelsel hierin een rol speelt.

De batterijen.

a. De capaciteit van de batterij(en) moet voldoende groot zijn om in *noodgevallen* de centrale gedurende een bepaalde tijd alléén (zonder gelijkrichter) te kunnen voeden.

b. Bij het *ideaal bufferbedrijf* wordt de eis gesteld, dat de batterij normaal praktisch *niet aan de stroomlevering aan de centrale* deelneemt.

De batterij eist continu een geringe stroomtoevoer (*conserveringsstroom*) ter compensering van de inwendige verliezen.

Dit houdt in dat de batterij(en) onder

Apparatuur	Spanning		
	Normaal	min. grens	max. grens
Siemens apparatuur		55 EC	65
Philips „ UR	60	57 KC	63
ATE „	60	55	62
Bell „	60	54	66
Ericsson „ (500 systeem)	48	46	52
„ „ (kruisschak.)	24	23	26
	48	42	54

deze omstandigheden steeds volledig geladen blijft, zodat de grootst mogelijke reserve aanwezig is bij een eventuele optredende storing (wegvallen van de netspanning).

- c. Tevens heeft de batterij tot taak om het „overspreken” tegen te gaan. We weten natuurlijk, dat de microfoons van alle telefoonabonnees parallel op de spanningsbron aangesloten en daardoor via de inwendige weerstand van de spanningsbron, gekoppeld zijn. Stroomvariatiën in één van de microfoons hebben daardoor soortgelijke variatiën in de andere microfoons tengevolge, tenzij men de koppelweerstand uiterst gering maakt. Dit wordt nu bereikt door de batterij met haar zeer kleine inwendige weerstand continu aan te sluiten.
- d. In gevallen waar de batterij wel kortstondig deelneemt aan de stroomlevering aan de centrale of in geval van storing, kortom wanneer ontlading in meerdere of mindere mate heeft plaats gevonden, is een spoedige lading noodzakelijk, wil men steeds over een volledig geladen batterij kunnen beschikken.

Gelijkrichter.

Voor een ideale buffergelijkrichter dienen de algemene eisen als volgt te worden gesteld:

- a. De uitwendige karakteristiek (deze geeft het verband aan tussen klemspanning en belastingsstroom) dient zo vlak mogelijk te zijn, d.w.z. de spanning moet *nagenoeg* constant worden gehouden bij een belasting van nul tot maximum.
- b. De uitwendige karakteristiek mag niet worden beïnvloed door netspannings- en frequentievariatiën, zoals die normaal in de wisselstroomnetten kunnen voorkomen.
- c. De uitwendige karakteristiek moet op

eenvoudige wijze kunnen worden ingesteld, resp. bijgeregeld.

- d. De gelijkrichter mag niet *overbelast* kunnen worden, d.w.z. er dient een automatische stroombegrenzing aanwezig te zijn.
- e. Bij een gering verbruik (nachten) mag de spanning enigszins omhoog lopen (max. $\approx 2,3$ V per cel).
- f. Wanneer de gelijkrichter gedurende enige tijd achtereen de maximumstroom heeft geleverd en de batterij daarbij eveneens aan de stroomlevering heeft deelgenomen, dient zodra de bedrijfsstroom afneemt, de batterij automatisch te worden nageladen.
- g. Indien gewenst moet de gelijkrichter de betreffende batterij in korte tijd weer kunnen laden, zo mogelijk tot een spanning van minimaal 2,4 V per cel (omschakeling op snelle lading).

Nu het e.e.a. is vermeld over de voorwaarden, die bij de schakeling; centrale-batterij-gelijkrichter in bufferbedrijf moeten worden gesteld, is het wellicht nuttig enkele andere facetten nader te belichten.

Allereerst dan de *buffer spanning*.

Er is reeds eerder vermeld, dat de rustspanning van een accucel 2,05 V bedraagt. Dit is de klemspanning van een volgeladen accucel, die *in rust* verkeerd, dus niet geladen of ontladen wordt. Zulk een accu heeft een elektromotorische kracht, die afhankelijk is van het s.g. van het elektrolyt.

Om deze accu in geladen toestand te houden is het nodig aan deze cel continu zóveel elektrische energie toe te voeren, als overeenkomst met de energie die de cel door zelfontlading verbruikt („conserveren”).

Indien we dus willen zorgen, dat deze accu zijn conserveringsstroom continu krijgt toegevoerd, dan dient de aangesloten gelijkrichter een spanning te geven die hoger is dan 2,05 V. Deze hogere

celspanning noemen we dan de *buffer-spanning*.

Voor de telefoonbatterijen wordt door PTT een bufferspanning van 2,17 V aangehouden.

Gebleden is, dat de accu bij deze spanning automatisch juist voldoende stroom opneemt om de verliezen door zelfontlading te dekken.

Hoe bepalen we het aantal cellen van een batterij?

Voor het bepalen van het aantal cellen, dat voor een batterij bij bufferbedrijf nodig is, is niet alleen de *bedrijfsspanning* van de centrale maatgevend.

Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de *maximum-* en *minimumgrenzen* van de gelijkspanning, die het systeem van de centrale toelaat, alsmede met de *bufferspanning* en de *lagere celspanning* van de accuel na ontlading.

Wanneer een batterij n.l. tijdens een storing de verbruikstroom alleen levert en dus ontladen wordt, moeten we erop rekenen, dat tegen de tijd, dat de batterij nagenoeg leeg is, de spanning daalt tot 1,83 V per cel.

Voorbeeld.

De bedrijfsspanning van de centrale is 60 V met een maximum grens van 63 V en een minimum van 57 V. Delen we de minimum spanningsgrens van 57 V door 1,83 V, dan blijken er 31 cellen nodig te zijn. Maar bij 31 cellen wordt de totale bufferspanning van de batterij $31 \times 2,17 \text{ V} = 67,17 \text{ V}$, hetwelk voor de centrale te hoog is. Door toepassing van enige tegencellen kan de totale spanning verlaagd worden.

Toepassing van een kleiner aantal cellen dan 31 zou tot gevolg hebben, dat bij een nagenoeg ontladen batterij de spanning lager zou zijn dan de minimale spanningsgrens van de centrale.

Hierbij moet echter worden opgemerkt dat er een direct verband is tussen het

aantal batterijcellen, het type centrale (EC of KC) en het toegepaste laadsysteem (omvormers resp. gelijkrichters).

Maar aangezien bij het continu-buffer-systeem de accu in principe *steeds in volledig geladen toestand* verkeert, kunnen tegen het verminderen van het aantal cellen niet zulke grote bezwaren zijn als bij het oudere laad/ontlaad-systeem.

In de onbewaakte eindcentrales b.v. stuit de toepassing van tegencellen op velerlei moeilijkheden in verband waarmede daar dan ook het aantal (29) cellen wordt toegepast, dat nodig is om bij continu bufferen op de voedingsleidingen naar de centrale de voor de telefoonapparatuur juiste spanning te verkrijgen.

In de grote bewaakte eindcentrales en knooppuntcentrales worden om redenen van andere aard meer batterijcellen toegepast in combinatie met tegencellen.

Tenslotte zullen we nog de drie situaties bezien, die bij het bufferbedrijf in principe kunnen voorkomen.

Welke situatie zich in een bepaald geval voordoet, hangt af van 3 punten, n.l.:

- 1e. de karakteristiek van de gelijkrichter die het verband aangeeft tussen klemspanning en belastingsstroom;
- 2e. de grootte van de belasting der centrale;
- 3e. de toestand van de accu (geheel of gedeeltelijk geladen of eventueel geheel ontladen).

Zie ook de schema's a, b, c in fig. 1.

In a. is weergegeven de situatie, waarin de toestand volkomen ideaal is.

De gelijkrichter is zo groot, dat deze te allen tijde het stroomverbruik van de centrale kan leveren.

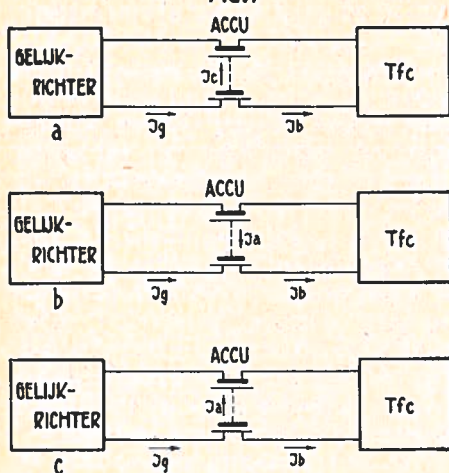
De batterij is in vol geladen toestand en krijgt continu zijn conserveringsstroom.

De accu neemt geen stroom op.

$$I_g = I_b + I_c$$

Hiervoor dient dus de gelijkrichter karakteristiek hoegenaamd vlak te zijn van nul tot vollast. Zie A van fig. 2.

FIG. 1



In b. is weergegeven de situatie, waarbij de gelijkrichter tijdelijk te klein is, d.w.z. het stroomverbruik van de centrale is groter dan de gelijkrichter kan leveren. De batterij gaat nu deelnemen aan de stroomlevering. De ideale toestand wordt dus tijdelijk verstoord.

De accu levert stroom.

$$I_g + I_a = I_b.$$

Hiervoor dient de karakteristiek van de gelijkrichter zo te zijn, dat de overbelasting van de gelijkrichter vermeden wordt. De stroombegrenzing moet hier derhalve zijn taak doen.

De grafiek krijgt een sterk dalende lijn, (zie B van fig. 2).

In c. is de situatie aangeduid, waarbij het stroomverbruik van de centrale gering is (b.v. in slappe uren) of zeer gering (b.v. in de nacht) en waarbij door het geval, als in b. omschreven, de batterij eniger mate is ontladen.

De accu neemt stroom op.

$$I_g = I_a + I_b.$$

Hiervoor dient de gelijkrichter karakteristiek te zijn aangepast en een oplopend gedeelte te hebben (zie C, D, E van fig. 2).

Langzaam opladen gedurende de nacht. Een tweede oplossing is een gedeelte van de vlakke tak van de karakteristiek automatisch op een hoger niveau te brengen (D fig. 2).

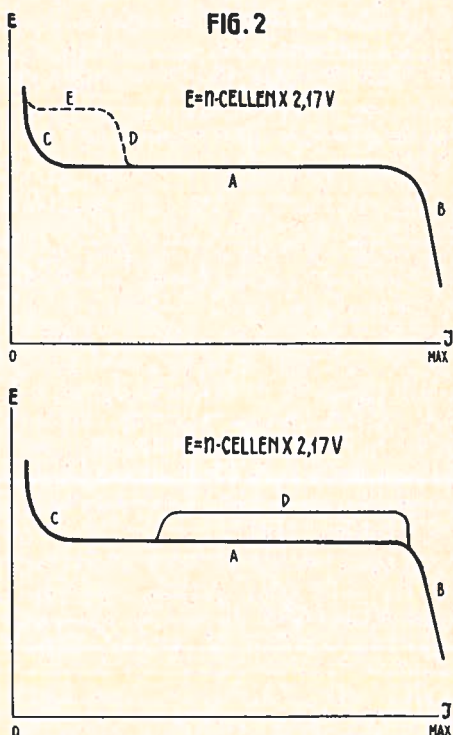
Deze methode geeft een snelle oplading van de batterij.

Het spreekt vanzelf dat e.e.a. dient te geschieden binnen de toelaatbare spanningsgrenzen.

Uit het vorenstaande moge duidelijk zijn, dat meerdere factoren een rol spelen bij het bepalen van de juiste karakteristiek, die een ideale buffergelijkrichter dient te bezitten.

Daarbij komt nog dat het compenseren van de veroudering der seleelecellen, het afstellen en bijregelen van de regelapparatuur hun eisen stellen aan de uitvoering der gelijkrichters.

FIG. 2



NEDERLANDS

door P. v. d. LEEST

57-067

m of *mm*.

Ook bij de uitspraak van woorden met één *m* na een klinker hoort men deze laatste vaak kort en twijfelt dan aan de schrijfwijze.

<i>m</i>	<i>mm</i>
amanuensis	ammoniak
amendement	ammunitie
amulet	commensaal
comité	dilemma
compromis	gecommiteerde
dromedaris	gerenommeerd
kameleon	immoreel
kamizool	immuun
omelet	immigreren
parfumeren	pommade
plamuur	sommatie
ramenas	sommeren
symptoom	symmetrisch
tamarinde	

n of *nn*.

Eén *n* na *-io*, *-jo*, *-ijo*, *eo* indien geen *e* na de *n* volgt.

-ionaat	— pensionaat
-ionage	— spionage
-ionair	— revolutionair
-jonair	— miljonair
-ionaal	— regionaal
-ionaris	— functionaris
-ioneel	— functioneel
-ioneren	— functioneren
-ionisme	— expressionist
-ionist	
-yonaïse	— mayonaïse
-eonist	— accordeonist

dubbel *n* na *io*, *-ijo*, na kort *o* als er een *e* volgt.

-onnement	— petitionnement
	— abonnement
	— kantonnement
-onnen	— spionnen

	— kartonnen
-ionnetje	— spionnetje
	— stationnetje
-onneren	— abonneren
	— kanonneren
	— kartonneren.

De n als buigingsuitgang (oude naamvals vormen).

„Geef den keizer wat des keizers en Gode wat Godes is”.

In dit bijbelwoord zijn de vormen des keizers en Godes oude tweede naamvals vormen, terwijl den keizer en Gode derde naamvallen aanduiden.

Vrijwel uitsluitend in staande uitdrukkingen worden zulke vormen nog gezegd en geschreven. Wie ze gebruiken wil, doe het goed.

Ter verklaring diene het volgende:

Vele zelfstandige naamwoorden kregen in de derde naamval een *e* (Gode, aan den lijve).

De bepalende woorden bij mannelijke en onzijdige zelfstandige naamwoorden in die naamval kregen *en* of *n* (in den beginne, in koelen bloede).

Nu moet men als volgt redeneren:

Wie *heden ten dage* nog met *voorbachten rade* vormen als: *in levenden lijve*, *in groten getale* en *van adellijken bloede* wil gebruiken, moet zich inzake het schrijven van de *n* niet van den *domme* houden. In dezen moet hij van *goeden wille* zijn en de oude naamvals vormen met den *aankleve van dien* precies schrijven of . . . in *arren moede* van het gebruik te enen male afzien.

Hier volgen nog enige zeer gangbare uitdrukkingen:

bij dezen melden wij u
in den blinde rondtasten

in genen dele overtuigd zijn
in goeden doen zijn
in den lande (overal)
den volke kond doen
om den brode
op den duur
uit den boze
van dien aard
van goeden huize
na dezen
met dien verstande
van koninklijken bloede
Let op: in groten getale.

te of ten.

Ook na het voorzetsel *te* stonden vroeger derde naamvalsvormen:
b.v. *te dien* einde, *te zijnen* behoefte.

Bij dit voorzetsel doet zich evenwel een bijzondere ontwikkeling voor. Uit oude vormen als: *te den dage van*, *te den hemel* (stijgen), *te den nutte*, *te den einde*, ontstond: *ten dage van*, *ten hemel stijgen*, *ten nutte*, *ten einde*.

Wie correct wil schrijven, gebruike wel *ten* in:

ten anker gaan
ten antwoord geven
ten langen leste
ten eeuwigen dage
ten huize van
ten platten lande
ten noorden van
ten strijde trekken
ten uitvoer brengen

doch *te* in:
te dien tijde
te dien opzichte
te allen tijde
te mijnent
te zijnen behoefte
te uwen dienste
te mijnen huize
te uwent.

Opmerking 1: Een feit is, dat een uitdrukking als, *ten allen tijde* door de *n* achter *te* in welluidendheid wint. In laatste instantie beslist het spraakgebruik, in dit geval wellicht ten gunste van de vorm met *ten*. Een vaste uitdrukking is geworden: *ten deze* = in dit opzicht. Daar heeft het spraakgebruik reeds beslist.

Opmerking 2: Ook voor infinitieven is *ten* op zijn plaats:
ten aanhoren van
ten aanschouwen van
ten genoeg van
ten aanzien van
ten overstaan van.

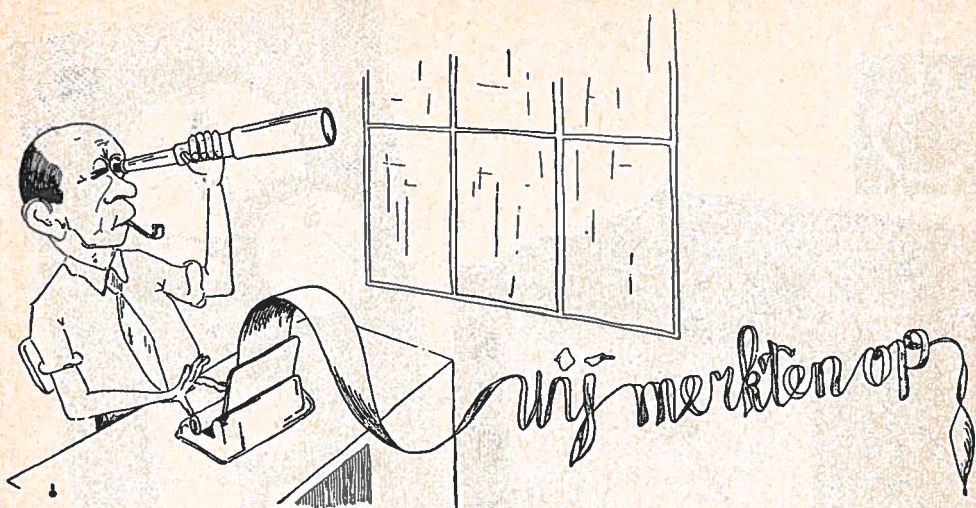
Ook handhaaft zich nog de *n*-vorm in de tweede naamval enkelvoud van de z.g.n. zwakke zelfstandige naamwoorden. (Het lot) des graven, des hertogen, des prinzen, des helden, des mensen, des vorsten.

We vinden deze buigings-*n* ook in:

's-Gravenhage, Prinsenhof, 's-Heerenberg.

Het adres van de administratie is gewijzigd in:

Burg. van Karnebecklaan 10



Nederland heeft zijn 1000ste zendamateur.

Reeds meer dan een jaar hebben we uitgekeken naar het moment dat Nederland zijn 1000ste zendamateur zou kunnen verwelkomen. Regelmatig kwamen er zendamateurs bij, maar ook werden PA's afgevoerd.

Het liet zich aanzien dat deze 1000ste PA nu uit de kandidaten van het laatst gehouden zendexamen moest voorkomen en dit is inderdaad het geval gebleken.

Van PTT-zijde vernamen wij namelijk dat per 17 juli 1957 de 1000ste zendamateur kon worden geregistreerd en dit was:

OM I. Levering, PA/ROX te Rotterdam. Wij roepen PA/ROX een hartelijk welkom toe in de familie van Nederlandse zendamateurs en elders in dit nummer wordt op het meer persoonlijke element verder ingegaan.

Per 25 juli 1957 telde ons land 1013 PA's. Vóór de oorlog waren hier rond 400 zendamateurs op ca. 9 miljoen inwoners, hetgeen wil zeggen 1 PA op 22.500 inwoners. Zoals u ziet dus nog geen sprake van overbevolking der PA's, want er zijn verschillende grotere landen met een kleiner aantal inwoners dan Nederland en die toch een groter aantal zendamateurs hebben. Zweden, Noorwegen en Denemarken zijn daar voorbeelden van.

De laatste Calendar van de IARU geeft ook interessante gegevens over de aantallen zendamateurs in de IARU-landen per 31 december 1956.

In U.S.A. 150.000; Italië 1200; Duitsland 4595; Denemarken 1890; Noorwegen 1250; Frankrijk 2200; Engeland 7500; Argentinië

7000; Brazilië 7000; Chili 1300; Beru 180; Ned. Antillen 35; Uruguay 1400; Finland 1000; Spanje 750, enz.

Uit deze cijfers blijkt dat in landen rondom ons grote aantallen zendamateurs voorkomen, die hun stempel dan ook wel op de bezetting der amateurbanden drukken.

Wij vinden het overigens prettig dat wij hier nu ruim 1000 PA's tellen, want zulks duidt toch wel op een groeiende belangstelling voor de amateurradio.

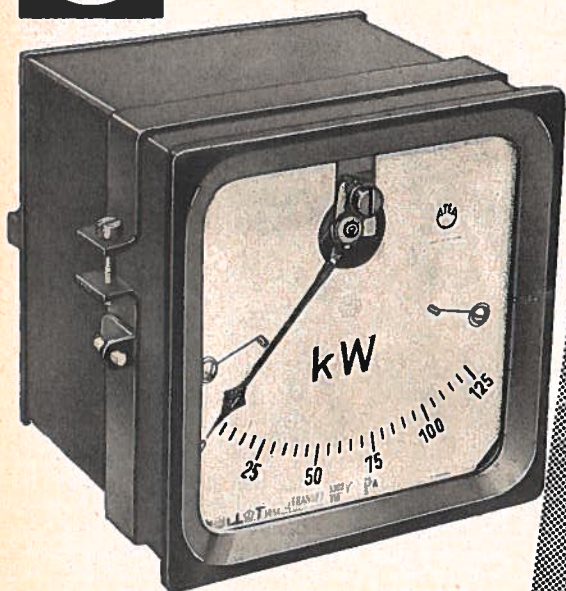
Onze Vereniging vindt het in dit verband een eer aan de opleiding tot het zendexamen veel te hebben kunnen bijdragen. Een goede, degelijke schriftelijke cursus, die nog regelmatig wordt bijgewerkt, een cursusleider met een staf van correctoren, een verenigingszender en operator met een goede soundercursus en vele afdelingen met eigen gezellige opleidingscursussen.

Bij het laatst gehouden examen zijn 30 kandidaten geslaagd, waarvan 25 nieuwe PA's (82 pct.) reeds lid van onze Vereniging waren en zeker van nog twee te verwachten is dat zij dit binnenkort zullen worden, waarbij we dus kunnen spreken van 27 leden (90 pct.) van de 30 geslaagden. Wij zijn er, hoewel in bescheidenheid, een beetje trots op dat de resultaten zo liggen en brengen hulde aan al diegenen die, op welke wijze ook, hun bijdrage hiertoe hebben geleverd.

Zulk een rustig groeiende eenheid is van enorm belang, vooral nu, hetgeen steeds duidelijker zal worden.

Het hoofdbestuur.

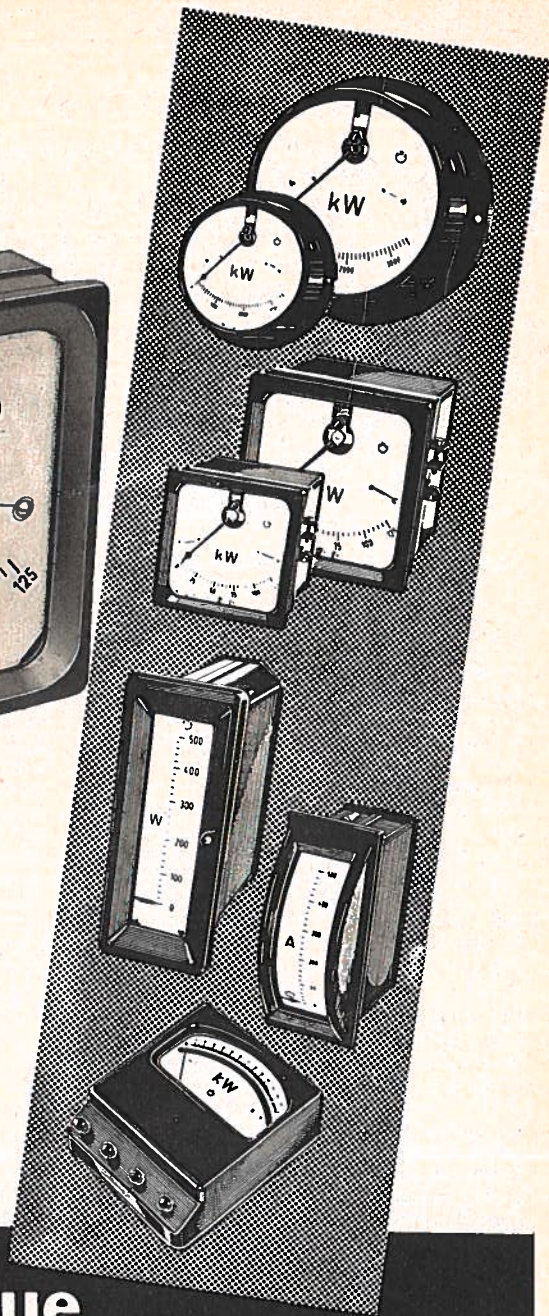
(Overgenomen uit het septemnummer van „Electron” 1957).



Wattmeters overeenkomstig de voorschriften voor meetinstrumenten in de nauwkeurigheidsklasse 0,5 of 1, of 1,5, volgens normen N.B.N. 133 van het Belgisch Electrotechnisch Comité.

Bij elke Wattmeter van de klasse 0,5 of 1 bevindt zich een proces-verbaal van ijking uitgereikt door genoemd comité.

Dokumentatie op aanvraag.



Automatique Electrique n.v.

HUYGENSSTRAAT 6 . DEN HAAG . TEL. 111918