

## Het gerationaliseerde Giorgistelsel in de electriciteitsleer

door P. Cornelius

Voordracht gehouden voor het Nederl. Radiogenootschap op 1 Oct. 1948

Laboratorium voor Wetenschappelijk Onderzoek der N.V. Philips'  
Gloeilampenfabrieken Eindhoven — Nederland

### SUMMARY

In the theory of electricity besides the practical units three electrical cgs-systems are in common use. This is unsatisfactory on account of the constant use of conversion factors necessary for passing from one system to another. Moreover it is confusing, because the definitions and the dimensions of the electrical quantities in the various systems are different. The right way to avoid this unpleasant situation is the persistent and exclusive use of the rationalized Giorgi system with absolute volt and ampere. The usual cgs-systems must be considered as obsolete, as they define the field quantities by considering radial fields instead of by more simple homogeneous fields. In the rationalized Giorgi system the field quantities can be defined in a particularly elegant way by reasoning from simple experiments on the phenomena of conduction, capacity and self-induction, which are based on the concepts of current and voltage. Giorgi has chosen the m as unit of length and the kg as unit of mass, whereby, if the absolute volt and ampere are used, it is attained that the unit of electrical energy becomes equal to the unit of mechanical energy. The relations between electrical quantities and mechanical forces can consequently be expressed in a particularly simple form. With a presentation of Maxwell's laws in rationalized Giorgi units and a few remarks about dimensional reasoning this paper is concluded.

### *Inleiding.*

Friedrich Nietzsche heeft in zijn jeugd een „Unzeitgemässe Betrachtung" geschreven: „Vom Nutzen und Nachteil der Historie für das Leben", die ook nog vandaag zeer lezenswaardig is. Hij betoogt daarin, dat er drie beschouwingswijzen zijn om het historisch geworden te bekijken: de heroische, de antiquarische en de critische.

De heroïsche geschiedschrijving laat zien, hoe het geworden is ontstaan door het werk van grote, misschien geniale individuen; de antiquarische verzamelt met liefde en eerbied al de details die het heden hebben beïnvloed en opgebouwd; de critische wijst op de gebreken en fouten van het overgeleverde. Elk van deze beschouwingswijzen kan volgens Nietzsche zijn voor- en zijn nadelen voor de levende mens hebben. Voor ons thema, het stelsel der elektrische eenheden, zullen wij alleen op de nadelen van de heroïsche en de antiquarische, en op het voordeel van de critische geschiedschrijving wijzen.

De heroïsche zienswijze kan een verlamrende invloed op het initiatief hebben: „Waar zoveel knappe en kundige mannen het er niet over eens zijn geworden, wat het beste stelsel voor de electriciteitsleer is, behoeft men zich niet te verbeelden, deze strijd te kunnen beslissen”.

De antiquarische mentaliteit laat met liefdevolle vlijt en begrijpende eerbied alles opzoeken, wat ooit over elektrische eenhedenstelsels, dimensies, afgeleide en grondeenheden en „Grössen-gleichungen” is geschreven, en verstikt in de oneindige berg van argumenten, voorstellen en opmerkingen het eigen denken.

De critische beschouwingswijze daarentegen brengt de fouten aan het licht van hetgeen om historische redenen gebruikelijk is. Ze toont aan, hoe het gebruikelijke is ontstaan uit voorwaarden en voorstellingen, die vandaag gedeeltelijk verouderd zijn. De critische beschouwingswijze geeft de aandrift en de moed, het opnieuw en beter te doen.

## 2. *De chaos der elektrische eenheden.*

Laten wij beginnen om het gebruikelijke in zijn verwarring en gecompliceerdheid kort te kenschetsen en te critiseren.

Het was tot nu toe gewoonte om, in navolging van de historische ontwikkeling, de electriciteitsleer te laten aansluiten aan de mechanica uitgaande van de wet van Coulomb. Achtereenvolgens beschreef men dan de electrostatica in electrostatiche cgs-eenheden, het magnetisme in electromagnetische cgs-eenheden, de leer van de elektrische stroom in practische eenheden en de theorie van Maxwell in eenheden van Gauss.

Het nadeel van deze handelwijze is tweeledig. Ten eerste moet men bij de overgang van een stelsel naar een ander de getallenwaarden omrekenen. Iets dergelijks is algemeen bekend bij de overgang van metrieke tot Engelse maten en uit de

Hollandse huishouding, waar men het kookpunt van water in Celsius, de kamertemperatuur in Fahrenheit en het vriespunt weer in Celsius bepaalt.

Ten tweede — en dit is veel erger — veranderen bij de overgang van een electricisch stelsel naar een ander de definities en de dimensies van de electricische grootheden.

Zo wordt bijvoorbeeld de spanning  $V$  in het electromagnetische cgs-stelsel gedefinieerd met behulp van de inductiewet  $V = d\Phi/dt$ ;  $\Phi$  is de magnetische flux of wel het aantal krachtlijnen, dat door een winding wordt omvat; van een magnetische eenheidspool gaan  $4\pi$  krachtlijnen uit, terwijl deze pool met behulp van de magnetische wet van Coulomb door middel van een kracht wordt gedefinieerd. Als gevolg van deze gedachtengang wordt de spanning gemeten niet in volt, maar in  $\sqrt{\text{dyne} \cdot \text{cm}/\text{sec}}$  of wel  $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sec}^{-2}$ . In het electrostatische cgs-stelsel daarentegen wordt de spanning als potentiaalverschil gedefinieerd, waarbij de potentiaal van een punt de arbeid is, nodig om één eenheidslading uit het oneindige er naar toe te brengen, dus arbeid per ladingseenheid; deze arbeid wordt berekend onder gebruikmaking van de electrostatische wet van Coulomb, bij welke wet ook de eenheidslading door middel van een kracht wordt gedefinieerd. Als gevolg van deze gedachtengang wordt de spanning eveneens niet in volt gemeten, maar nu in  $\text{erg} \sqrt{\text{dyne} \cdot \text{cm}} = \sqrt{\text{dyne}}$  ofwel  $\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sec}^{-1}$ .

Als men deze uitkomsten nader onderzoekt, komt men tot de verbazingwekkende ontdekking, dat men voor een en hetzelfde begrip spanning, van een en eenzelfde stel eenheden (cm, g, sec) uitgaande, twee verschillende waarden voor de eenheid verkrijgt, die van elkaar niet alleen door de getallenfactor maar ook door de dimensie van de lichtsnelheid zijn onderscheiden. Sommerfeld heeft in 1935 opgemerkt, dat het zeer ondidactisch is, zijn studenten de schrik op het lijf te jagen door de mededeling, dat de electricische lading (waarvoor hetzelfde geldt als voor de spanning) een grootheid is die tot zichzelf in de verhouding van de lichtsnelheid staat.

Door de wijziging van de definities en dimensies is het aan de ene kant moeilijk een en dezelfde electricische grootheid, bijvoorbeeld de spanning, in de verschillende stelsels als dezelfde te herkennen omdat ze in eenheden van verschillende dimensie wordt gemeten; aan de andere kant is men nooit zeker, of dezelfde naam, bijvoorbeeld verplaatsing, in deze stelsels op hetzelfde electricische begrip doelt. Tenslotte worden, om de verwarring volledig te maken, in deze stelsels electricische grootheden van principieel verschillende aard soms weer in dezelfde

eenheid gemeten, bijvoorbeeld de zelfinductie in het magnetische cgs-stelsel en de capaciteit in het statische cgs-stelsel beide in cm. Deze feiten worden bij het gebruiken van de drie cgs-stelsels dikwijls niet voldoende beseft, doordat in deze stelsels de elektrische grootheden volgens een eenvoudig en logisch lijkende gedachtengang in dezelfde mechanische eenheden worden uitgedrukt. Het zal nu duidelijk zijn, waarom het door elkaar gebruiken van elektrische stelsels veel ongemakkelijker is dan het door elkaar gebruiken van bijvoorbeeld cm en duim. Er ontstaat niet alleen verwarring in de getallenwaarden maar bovendien nog in de begrippen. Het is dus aan te raden maar één electrisch stelsel te gebruiken. Dat hiervoor in de huidige situatie het gerationaliseerde Giorgi-stelsel met absolute volt en ampère het aangewezen is, zal hier getracht worden aan te tonen.

### 3. *Waarom het gerationaliseerde Giorgistelsel?*

- Dit is vrij eenvoudig. Men behoeft alleen drie vragen te formuleren, waarop wel iedereen hetzelfde antwoord zal geven:
- 1e. Is het aanbevelenswaardig spanningen en stromen in volt en ampère te meten? Het antwoord zal unaniem bevestigend zijn. Welnu, alleen het praktische en het Giorgistelsel meten spanningen en stromen in volt en ampère, de cgs-stelsels vallen dus buiten beschouwing.
  - 2e. Is het aanbevelenswaardig met veldgrootheden te rekenen? Het antwoord zal unaniem bevestigend zijn. Niemand wil de door Faraday en Maxwell gebrachte vooruitgang missen. Welnu, het praktische maatstelsel had tot nu toe geen eigen veldeenheden, maar gebruikte die uit de cgs-stelsels. Het Giorgistelsel vult deze leemte aan.
  - 3e. Is een homogeen veld eenvoudiger dan een bolveld? Het antwoord zal weer unaniem bevestigend zijn. Welnu, het gerationaliseerde Giorgistelsel haalt de definities van zijn veldgrootheden uit homogene velden; niet gerationaliseerde stelsels, zoals de drie gebruikelijke cgs-stelsels (electrostatisch, electromagnetisch, Gauss) daarentegen uit bolvelden.

De op het eerste gezicht onbegrijpelijke hebbelijkheid om de definities van de veldgrootheden uit de vrij gecompliceerde bolvelden en niet uit de eenvoudige homogene velden te halen, is voor de critisch-historische kijk gemakkelijk verklaarbaar. De gravitatie-wet van Newton maakte op de tijdgenoten een fascinerende indruk, omdat men hierdoor een inzicht kreeg

in de beweging der hemellichamen, hetgeen men te voren beschouwd had als te liggen buiten het bevattingsvermogen van het menselijk verstand. Iedere behoorlijke wet moest in die tijd dus op de wet van Newton lijken. De wet van Coulomb voldoet aan deze eis en heeft bovendien bij de cgs-stelsels een zeer elegante vorm zonder getallen- of dimensiefactor.

Evenwel is deze wet van Coulomb alleen een bijzonder mooie wet, zolang men het begrip electromagnetisch veld nog niet kent. Met de invoering en aanvaarding van dit begrip als het beste en eenvoudigste fundament voor de electriciteitsleer dient uiteraard het homogene veld de grondslag voor de definities van de veldgrootheden te leveren en niet het dubbele bolveld van de wet van Coulomb.

Niet-gerationaliseerde elektrische stelsels zijn dus atavismen uit de tijd voor Faraday en Maxwell. Dat men zulk een atavisme bestendigen en bovendien nog de oorspronkelijke elegantie van de wet van Coulomb bederven kan, als men een niet-gerationaliseerd stelsel van Giorgi construeert, dit feit zij zonder commentaar vermeld.

#### 4. *De bepalende grootheden van het electromagnetische veld in het gerationaliseerde stelsel van Giorgi.*

Wij zullen nu het critische gedeelte afsluiten en tot het constructieve gedeelte overgaan. Daar stroom en spanning oorzaak of gevolg van de in de electrotechniek gebruikte electromagnetische velden zijn, ligt het volgens Giorgi voor de hand om ze dan ook met behulp van de voor stroom en spanning gebruikelijke eenheden ampère en volt te meten. Hoe dat op de eenvoudigste manier kan, zullen wij nu bespreken<sup>1)</sup>. Er zij echter uitdrukkelijk op gewezen, dat iedereen vrij is het gerationaliseerde Giorgi-stelsel ook op andere wijze in te voeren, als hem de hier gegeven wijze niet aanstaat. Het gerationaliseerde Giorgi-stelsel staat en valt niet met deze wijze van voorstellen; het is onder alle omstandigheden bruikbaar dan de elektrische cgs-stelsels.

Bij eenvoudige gelijkstroomverschijnselen hebben wij te maken met stroom, spanning en weerstand. Gaan wij tot wisselstroom over, dan krijgen wij bovendien te maken met capaciteit en zelfinductie, dat wil zeggen met het elektrische en het magnetische veld. Laten wij met het eenvoudigste geval beginnen, met gelijkstroom in een geleider, hetgeen wij het stroomveld mogen noemen. Hierbij namelijk is nooit enige kwestie geweest over

<sup>1)</sup> De hier gevolgde methode is in hoofdzaak voor het eerst in 1927 toegepast door R. W. Pohl in zijn boek „Elektrizitätslehre“. Giorgi heeft zijn stelsel al in 1901 gegeven.

eenheden, dimensies, begrippen, definities en meetmethodes; iedereen behandelt dit geval op dezelfde manier.

#### 4.1. *Het stroomveld.*

Leggen wij aan een geleider van homogeen materiaal van gegeven lengte en doorsnede een spanning  $V \dots (V)$ <sup>1)</sup> dan loopt er een stroom  $I \dots (A)$  doorheen. Dit feit beschrijven wij door te zeggen, dat de geleider een geleiding  $G$  heeft, waarbij dus

$$I = G V. \quad (1)$$

Zonder diepgaande dimensiebeschouwingen, zonder een theorie der maatstelsels op te stellen, zonder „zugeschnittene Grössengleichungen mit dimensioneller Kohärenz“ te hulp te roepen, kan iedereen wel constateren, dat  $G$  in  $A/V$  of wel siemens (S) gemeten moet worden.

Als wij de geleider bij gelijkblijvende doorsnede dubbel zo lang maken, moeten wij de dubbele spanning er aan leggen om dezelfde stroom er doorheen te laten vloeien. Geven wij aan de geleider daarentegen de dubbele doorsnede bij behoud van de oorspronkelijke lengte, dan loopt er een dubbele stroom doorheen, als wij de oorspronkelijke spanning aanhouden. In een willekeurig punt van de geleider zal echter de elektrische stroomingstoestand in al de drie gevallen dezelfde zijn. Om dit feit tot uitdrukking te kunnen brengen, betrekken wij in deze homogene gevallen de spanning op de lengte in de stroomrichting en de stroomsterkte op de doorsnede dwars er op, en verkrijgen

$$S = \gamma E. \quad (2)$$

Hierin is  $S$  de stroomdichtheid, uiteraard in  $A/m^2$ <sup>2)</sup>,  $E$  de veldsterkte uiteraard in  $V/m$ , en  $\gamma$  de soortelijke geleiding in  $A/m^2$  per  $V/m$  of wel  $S/m$ .

Wij zien dat wij het gemeenschappelijke in de genoemde drie gevallen zo kunnen uitdrukken: hoewel de stroom, respectievelijk de spanning, en de geleiding zich wijzigden, zijn toch de soortelijke geleiding, de stroomdichtheid en de veldsterkte gelijk gebleven.

*De getalwaarde van  $\gamma$  heeft een eenvoudige fysische betekenis; zij*

<sup>1)</sup> Wij geven achter het symbool voor een grootheid de eenheid tussen haakjes achter drie punten aan.

<sup>2)</sup> Waarom Giorgi de m inplaats van de cm als lengteenheid kiest, wordt verderop toegelicht.

is gelijk aan de geleiding van de „eenheidsgeleider” (met afmetingen: lengte = 1 m; doorsnede = 1 m<sup>2</sup>) van het betrokken materiaal, bij homogene stroomverdeling.

De gedachtengang, door ons toegepast om van vergelijking (1) tot (2) te geraken, bevat de essentiële principes van de differentiaal-, de integraal- en de vectorrekening. Door in een homogeen geval van de gewone grootheden stroom en spanning tot de specifieke<sup>1)</sup> en gerichte grootheden, d.w.z. vectoren, stroomdichtheid en veldsterkte over te gaan, hebben wij ons de mogelijkheid verschaft om de elektrische stromingstoestand in een bepaald punt van de geleider aan te geven. Maar dan kunnen wij met deze vectoren ook inhomogene gevallen punt voor punt beschrijven, waaruit de bepalende grootheden voor de gehele geleider, geleiding, stroom en spanning, in principe door integreren kunnen worden gevonden.

De gedachtengang die van (1) naar (2) leidt, is voor iedereen voor de hand liggend. Nooit zal men in twijfel verkeren, welke de eenvoudigste en bruikbaarste definities van stroomdichtheid, veldsterkte en soortelijke geleiding zijn, noch in welke eenheden zij dienen te worden gemeten. In het bijzonder zal wel niemand op het zonderlinge idee komen de stroomdichtheid  $S$  zo te definiëren, dat  $SA = 4\pi I$  is ( $A$  is het oppervlak, waar de stroom  $I$  gelijkmatig verdeeld loodrecht doorheen vloeit) en ook niet op het even zonderlinge idee om de veldsterkte  $E$  zo te definiëren, dat  $Es = 4\pi V$  is ( $s$  is de lengte, waarlangs de spanning  $V$  gelijkmatig is verdeeld), manipulaties waardoor eveneens de eenvoudige samenhang tussen de begrippen geleiding en soortelijke geleiding zou zijn verbroken. Deze opmerking slaat op niet-gerationaliseerde stelsels, welker voorstanders deze zonderlinge ideeën althans voor het elektrische en magnetische veld door hun overdreven antiquarisch-geschiedkundige zienswijze niet willen opgeven.

Sinds het invoeren van de veldbegrippen door Faraday en Maxwell is het mogelijk geworden, de verschijnselen van de electrostatica en van het magnetisme formeel op dezelfde manier te behandelen als het stroomveld. Als wij dit doen, komen wij even vanzelfsprekend tot de eenvoudigste en bruikbaarste definities van de bepalende grootheden van het elektrische en het magnetische veld, terwijl eveneens geen twijfel rijst, in welke eenheden wij deze grootheden moeten meten.

---

<sup>1)</sup> „specifiek” wordt hier in de betekenis gebruikt van: betrokken op de eenheid van lengte, oppervlak of volume.

4.2. *Het elektrische veld.*

Verhogen wij de spanning aan een condensator met 1 V dan wordt steeds dezelfde stroomimpuls  $\int I dt \dots$  (A. sec) of ladinghoeveelheid  $Q \dots$  (coulomb (C) = A. sec) opgenomen, onafhankelijk van het tempo, waarin wij de spanning verhogen (fig. 1).

De capaciteit  $C$  van een condensator geeft aan, hoe groot deze stroomimpuls of deze ladinghoeveelheid is; eenheid farad (F) = A. sec/V = C/V. In de ruimte tussen de platen van een geladen condensator worden op geladen lichaampjes krachten uitgeoefend.

Ter beschrijving van dit feit tekende Faraday ruim 100

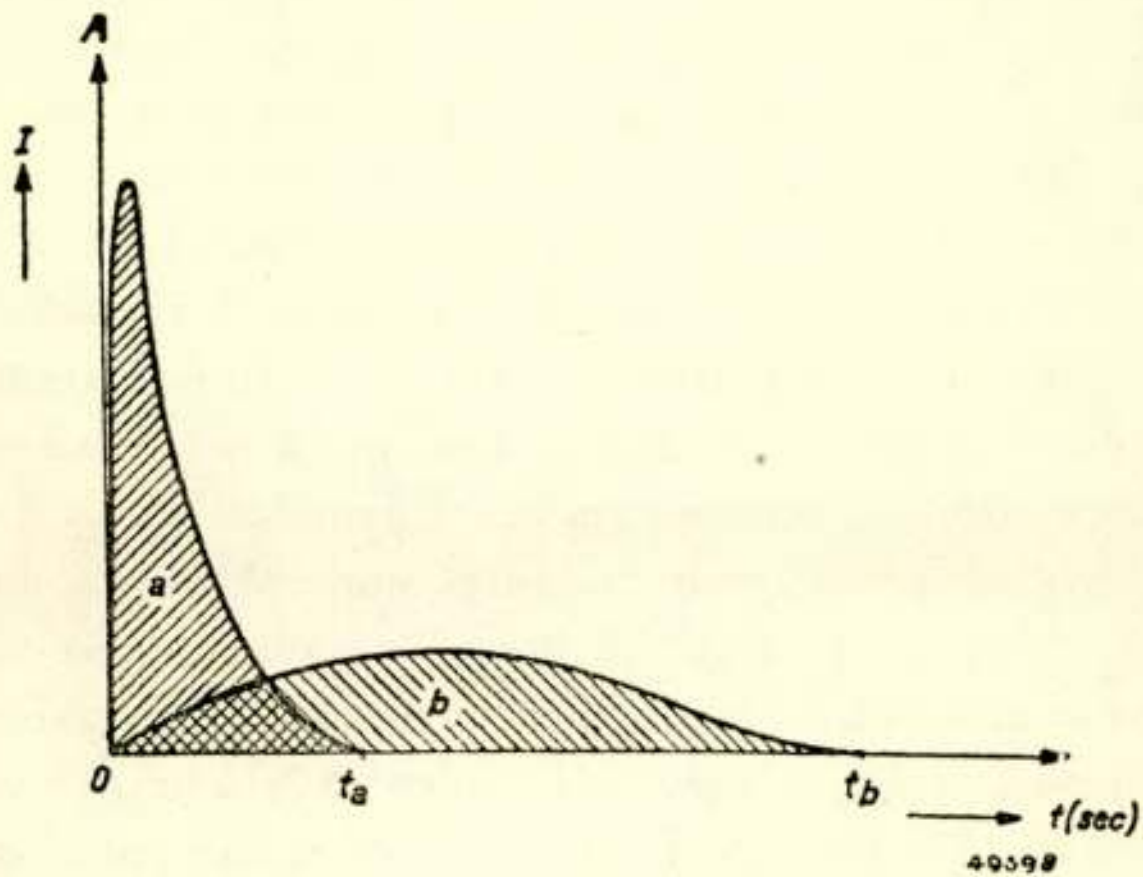


Fig. 1.

Verloop van de stroom  $I$  als functie van de tijd  $t$ , bij het laden van een condensator. In het geval  $a$  wordt de condensator snel (in  $t_a$  sec), in het geval  $b$  langzaam (in  $t_b$  sec) tot dezelfde spanning geladen. De oppervlakken  $a$  en  $b$  zijn gelijk.

jaar geleden krachtlijnen, die van de ladingen op de ene plaat naar de ladingen op de andere plaat gaan. Ik mag U misschien uitdrukkelijk er op wijzen, dat deze krachtlijnen geenzins door Giorgi, Pohl of mij zijn uitgevonden, maar door Faraday, en we kunnen het met behulp van deze krachtlijnen door Faraday en Maxwell ontwikkelde begrip elektrisch veld het eenvoudigst als volgt kenschetsen.

In een geladen condensator bestaat tussen de platen een elektrisch veld. Dit elektrische veld bevat de energie  $\dots$  (V.A. sec), die voor het laden gebruikt werd, en wel veroorzaakt de spanning  $V \dots$  (V) tussen de platen een elektrische flux  $\Psi \dots$  (A. sec),



die van de positieve lading  $Q \dots$  (A. sec) op de ene plaat naar de negatieve lading  $Q$  op de andere plaat gaat, waarbij algemeen geldt

$$\Psi = Q = C V. \quad (3)$$

De elektrische flux  $\Psi$  is dus het geheel der elektrische krachtlijnen, die de positieve met de negatieve ladingen verbinden. Terwijl men oorspronkelijk zei, dat de energie  $\dots$  (V. A. sec) van een geladen condensator wordt bepaald door de spanning  $V \dots$  (V) tussen de platen en de lading  $Q \dots$  (A. sec) op de platen, kan men in navolging van de opvattingen van Faraday en Maxwell zeggen, dat deze energie bepaald wordt door de spanning  $V \dots$  (V) en de flux  $\Psi \dots$  (A. sec) tussen de platen.

Een vlakke condensator, waarbij de plaatafstand klein is ten opzichte van het plaatoppervlak, heeft in geladen toestand, afgezien van het gebied aan de randen, een homogene ladings- en veldverdeling. Verdubbelen wij de afstand der platen bij gelijkblijvend oppervlak, dan moeten wij de dubbele spanning aan de condensator leggen om dezelfde lading er op ofwel dezelfde elektrische flux er in te verkrijgen. Verdubbelen wij daarentegen het plaatoppervlak bij behoud van de oorspronkelijke plaatafstand, dan wordt de dubbele lading opgenomen of, anders gezegd, de dubbele elektrische flux ontstaat, als wij de oorspronkelijke spanning aanleggen. In een willekeurig punt in de ruimte tussen de platen is echter de elektrische toestand in al de drie gevallen dezelfde, waarvan men zich door een influentieproef of een krachtmeting aan een geladen lichaampje kan overtuigen. Om dit feit tot uitdrukking te kunnen brengen, betrekken wij in deze homogene gevallen, evenals vroeger bij het stroomveld, de spanning op de lengte der krachtlijnen en de elektrische flux op de doorsnede dwars er op. Wij komen zo tot de vectorvergelijking van het elektrische veld

$$D = \varepsilon E. \quad (4)$$

$D$  is de verplaatsing (een betere naam is „electrische inductie”), d.i. elektrische krachtlijnendichtheid of fluxdichtheid,  $\dots$  (C/m<sup>2</sup>);  $E$  de elektrische veldsterkte  $\dots$  (V/m);  $\varepsilon$  de „(absolute) dielectrische constante” in A. sec/V. m = F/m. Wij zien, dat wij het gemeenschappelijke in de genoemde drie gevallen zo kunnen uitdrukken: hoewel de lading (electrische flux), respectievelijk de spanning en de capaciteit zich wijzigden, zijn toch de specifieke capaciteit, d.i. de absolute dielectrische constante, de ladings-

dichtheid (electrische fluxdichtheid) en de electrische veldsterkte gelijk gebleven.

De betrekking (4), hoewel afgeleid voor een homogeen geval kan, zoals bij het stroomveld kort is uiteengezet, eveneens dienen ter beschrijving van inhomogene gevallen. *De getalwaarde van  $\epsilon$  heeft een eenvoudige physische betekenis, zij is gelijk aan de capaciteit van de „eenheidscondensator” (met afmetingen: plaatsafstand = 1 m; plaatoppervlakte = 1 m<sup>2</sup>) bij homogene veldverdeling<sup>1)</sup>.  $\epsilon \dots$  (F/m) is formeel voor de electrische flux hetgeen de soortelijke geleiding  $\gamma \dots$  (S/m) is voor de electrische stroom.*

Er zij op gewezen, dat  $D$  in de onmiddellijke nabijheid van een geleidende oppervlakte, waarop zich ladingen bevinden, uiteraard gelijk is aan de oppervlakte-ladingsdichtheid.

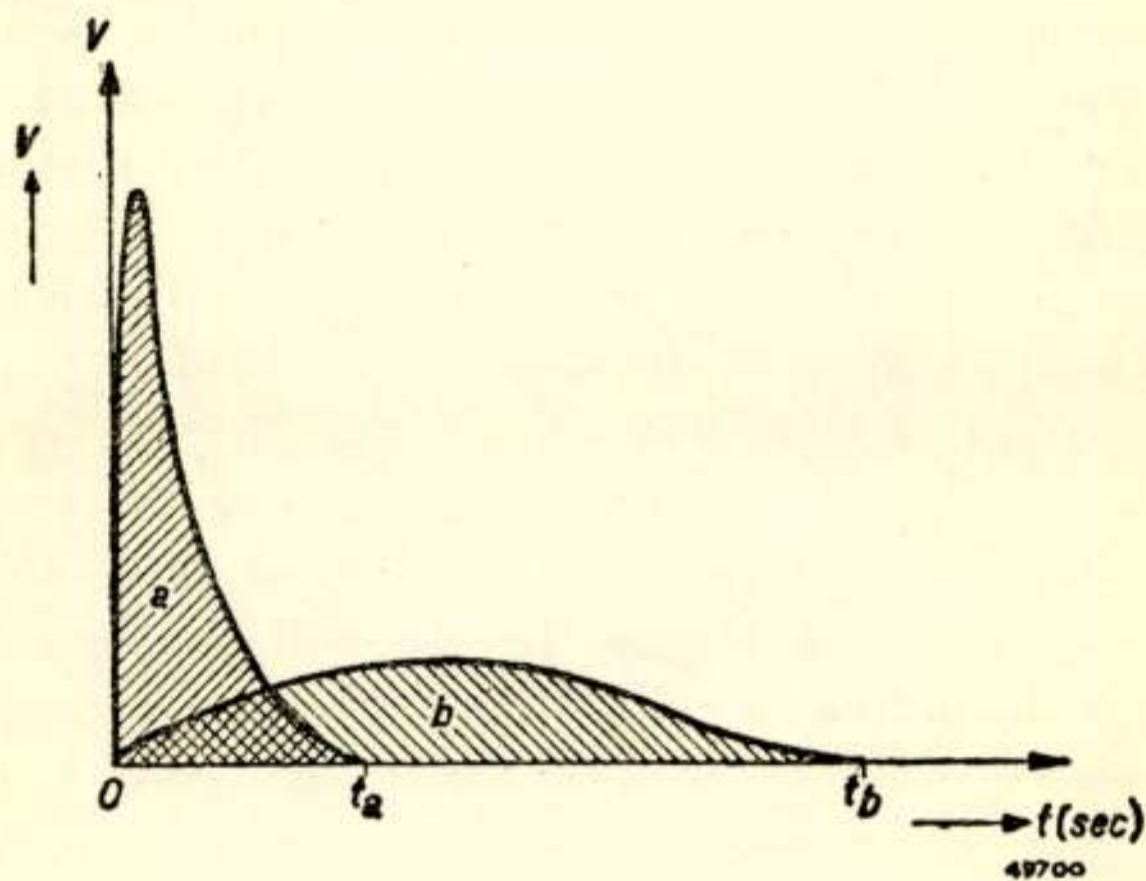


Fig. 2.

Verloop van de spanning  $V$  als functie van de tijd  $t$  bij het op gang brengen van een stroom in een verliesvrije luchtspoel. In het geval  $a$  wordt de stroom snel (in  $t_a$  sec), in het geval  $b$  langzaam (in  $t_b$  sec) op dezelfde waarde gebracht. De oppervlakken  $a$  en  $b$  zijn gelijk.

#### 4.3. Het magnetische veld.

Neemt de stroom door een verliesvrije spoel toe met 1 A, dan ontstaat steeds dezelfde spanningsimpuls  $\int V dt \dots$  (V. sec) tussen de einden der spoel, onafhankelijk van het tempo waarin de stroom toeneemt (fig. 2). De zelfinductie  $L$  van een spoel geeft aan hoe groot deze spanningsimpuls is; eenheid henry

<sup>1)</sup> De homogene veldverdeling kan worden bereikt door een schermring aan te brengen.

$(H) = V \cdot \text{sec}/A$ . In de ruimte in en om een door een stroom doorlopen spoel treden magnetische krachten op, hetgeen men bijvoorbeeld met een magneetnaald kan aantonen. Ter beschrijving van dit feit tekende Faraday krachtlijnen, die in zichzelf gesloten zijn en de deze veroorzakende stroom omgeven. We kunnen het met behulp van deze krachtlijnen van Faraday en Maxwell ontwikkelde begrip magnetisch veld het eenvoudigst als volgt kenschetsen.

Een stroom is omgeven door een magnetisch veld. Een magnetisch veld bevat de energie ...  $(V \cdot A \cdot \text{sec})$ , die voor het opgangbrengen van de stroom gebruikt werd. Daarbij veroorzaakt de stroom  $I$  ...  $(A)$ , lopend in een spoel van een enkele winding, een zich om de geleider heensluitende magnetische flux  $\Phi$  ...  $(V \cdot \text{sec} = \text{weber (Wb)})$ , waarbij algemeen voor één winding geldt:

$$\Phi = L I. \quad (5)$$

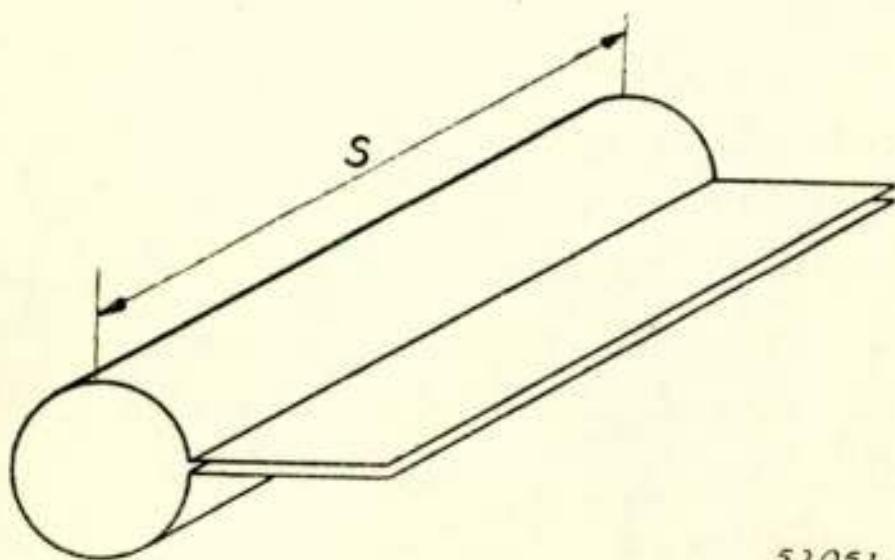


Fig. 3.

Spoel van één winding gemaakt van een brede metalen strook. De breedte van de strook is de lengte  $s$  van de spoel.

Wij beschouwen een lange spoel van een enkele winding, die bijvoorbeeld bestaat uit een brede strook metaal. De breedte van de strook is de lengte van de spoel (fig. 3.) Laten wij door deze spoel een gelijkmatig over de lengte verdeelde stroom lopen, dan is het veld in deze spoel, afgezien van het gebied aan de einden, homogeen, terwijl zijn sterkte in de ruimte buiten de spoel verwaarloosbaar klein is. Vrijwel de gehele „magnetomotorische kracht” ...  $(A)$  van de omsloten stroom wordt gebruikt om de magnetische flux door de lengte van de spoel te drijven. Verdubbelen wij de lengte van de spoel bij gelijkblijvende doorsnede, dan moeten wij de dubbele stroom er doorheen sturen, als wij bij het inschakelen dezelfde spanningsimpuls aan of dezelfde magnetische flux door de spoel

willen verkrijgen. Verdubbelen wij daarentegen de doorsnede van de spoel bij behoud van de oorspronkelijke lengte, dan verkrijgen wij bij het inschakelen van de oorspronkelijke stroom de dubbele spanningsimpuls of anders gezegd de dubbele flux door de spoel. In een willekeurig punt binnen in de spoel is echter de magnetische toestand in al de drie gevallen dezelfde, waarvan men zich met een magneetnaald of door een proef met een inductielus kan overtuigen. Om dit feit tot uitdrukking te kunnen brengen betrekken wij in deze homogene gevallen, evenals vroeger bij het stroomveld en het elektrische veld, de stroomsterkte op de lengte der spoel en de magnetische flux op de doorsnede dwars er op. Wij komen zo tot de vectorvergelijking van het magnetische veld:

$$B = \mu H. \quad (6)$$

$B$  is de magnetische inductie, d.i. magnetische krachtlijndichtheid of fluxdichtheid, in  $\text{Wb/m}^2$ ;  $H$  de magnetische veldsterkte in  $\text{A/m}$ ;  $\mu$  de „(absolute) permeabiliteit” in  $\text{V. sec/A. m} = \text{F/m}$ .

Wij zien dat wij het gemeenschappelijke in de genoemde drie gevallen zo kunnen uitdrukken: hoewel de spanningsimpuls (magnetische flux) respectievelijk de stroom, en de zelfinductie zich wijzigden, zijn toch de specifieke zelfinductie, d.i. de absolute permeabiliteit, de magnetische fluxdichtheid en de magnetische veldsterkte gelijk gebleven.

De betrekking (6), hoewel afgeleid voor een homogeen geval, kan eveneens dienen ter beschrijving van inhomogene gevallen. *De getalwaarde van  $\mu$  heeft een eenvoudige fysische betekenis, zij is gelijk aan de zelfinductie van de „eenheidspoel” (1 winding ter lengte van 1 m en met een windingsoppervlakte van  $1 \text{ m}^2$ ) bij homogene veldverdeling, als de invloed van het teruglopen van de krachtlijnen buiten om de spoel op de zelfinductie is geëlimineerd<sup>1)</sup>.  $\mu \dots (\text{H/m})$  is formeel voor de magnetische flux, wat  $\epsilon \dots (\text{F/m})$  is voor de elektrische flux en wat  $\gamma \dots (\text{S/m})$  is voor de stroom.*

Het is gebruikelijk, de diëlectrische constante van een materieel diëlectricum aan te geven als product van zijn „relatieve diëlectrische constante”  $\epsilon_r$  en de diëlectrische constante van het vacuum, de zogenaamde „influentieconstante”  $\epsilon_0 \dots (\text{F/m})$ :

<sup>1)</sup> Deze twee voorwaarden kunnen bijvoorbeeld worden vervuld door gebruik te maken van verlengspoelen (fig. 4).

$$\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 \dots \text{ (F/m) .} \quad (7)$$

$\varepsilon_r$  is een onbenoemd getal en wel de vanouds bekende materiaalgrootheid.

Eveneens is het gebruikelijk de permeabiliteit van een materieel magneticum aan te geven als product van zijn „relatieve permeabiliteit”  $\mu_r$  en de permeabiliteit van het vacuum, de zogenaamde „inductieconstante”  $\mu_0 \dots \text{ (H/m) :}$

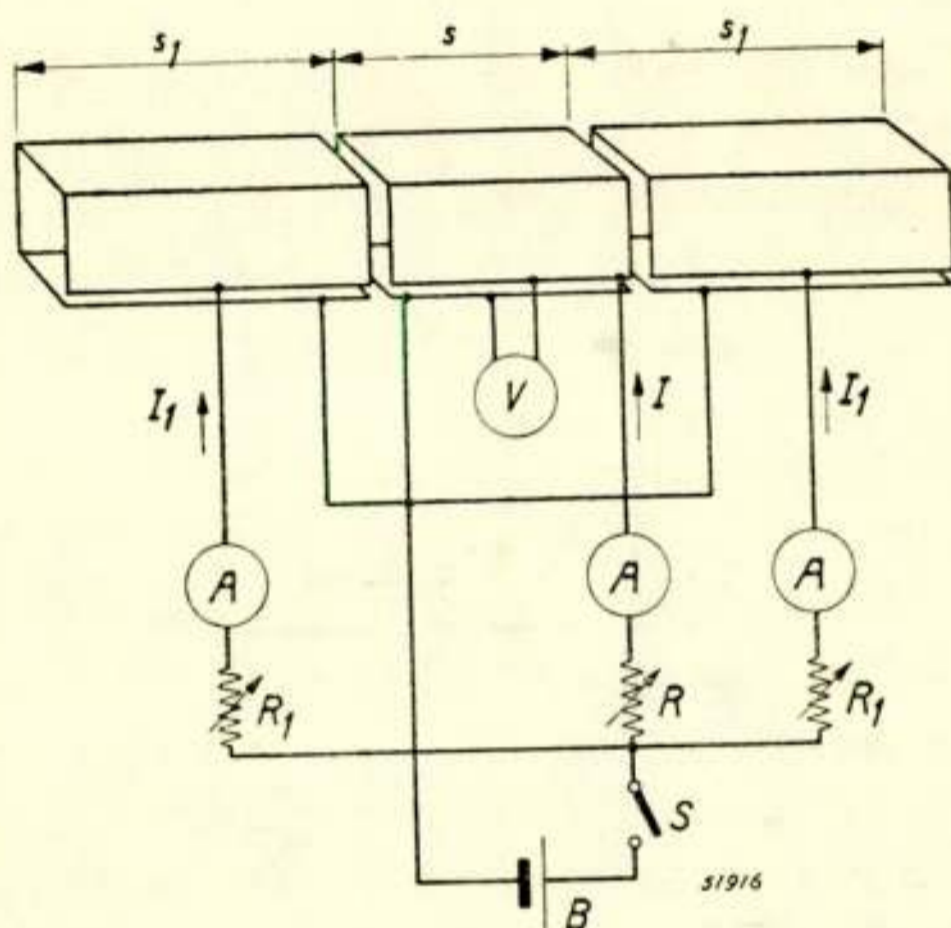


Fig. 4.

Spoel bestaande uit een middenstuk met verlengspoelen. Inhomogeniteit van het veld treedt aan de uiteinden op. Gemeten wordt alleen de spanningsimpuls van het middenstuk, waarvoor het veld homogeen en de veldsterkte  $= I/s$  is.  $A$  ampèremeter;  $B$  batterij;  $R$  en  $R_1$  regelweerstand om  $I_1/s_1$  gelijk te maken aan  $I/s$ ;  $S$  schakelaar voor het in- en uitschakelen van de stromen  $I$  en  $I_1$ ;  $V$  ballistische voltmeter zonder stroomverbruik. De invloed van de terugweg der krachtlijnen op het veld in de spoel wordt kleiner, naarmate deze langer is vergeleken met haar dwarsafmetingen.

$$\mu = \mu_r \mu_0 \dots \text{ (H/m) .} \quad (8)$$

$\mu_r$  is een onbenoemd getal en wel de vanouds bekende materiaalgrootheid.

Uit de aangegeven betekenis van  $\gamma$ ,  $\varepsilon$  en  $\mu$  blijkt dat de geleiding, de capaciteit en de zelfinductie van respectievelijk een geleider, een vlakke condensator en een lange spoel met 1 winding zijn :

$$G = \gamma A/s \dots (\text{S}) , \quad (9)$$

$$C = \varepsilon A/s \dots (\text{F}) , \quad (10)$$

$$L = \mu A/s \dots (\text{H}) , \quad (11)$$

als  $A \dots (\text{m}^2)$  de doorsnede respectievelijk het plaatoppervlak en  $s \dots (\text{m})$  de lengte respectievelijk de plaatafstand zijn.

5. *Het mks-stelsel; definitie van de absolute volt en ampère.*

Giorgi heeft in de mechanica de kg als massa- en de m als lengte-eenheid in ere hersteld; hij gebruikt dus het oorspronkelijke mks-stelsel in de plaats van het cgs-stelsel. De krachteenheid dyne wordt vervangen door de newton (N), d.i. de kracht die aan 1 kg de versnelling van  $1 \text{ m/sec}^2$  geeft. Het weer invoeren van de m en de kg is gebeurd om de mechanische energie-eenheid gelijk aan de elektrische te maken:

$$\boxed{1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{sec}} \quad (12)$$

Wij zijn nu zover gevorderd, dat wij de vastlegging van de volt en de ampère kunnen bespreken. Sinds 1 Januari 1946 worden krachtens besluit van het „Comité international des Poids et Mesures” te Parijs de „internationale” volt en ampère, die met behulp van een normaalelement en een zilvervoltmeter waren gedefinieerd, vervangen door de oorspronkelijke „absolute” volt en ampère. Het product van deze laatste is gedefinieerd door (12). Wij moeten nu nog het quotient van volt en ampère vastleggen. Het eenvoudigst zou zijn, als wij aan de  $\gamma$  van een bevoorrecht medium de waarde  $1 \text{ A/V} \cdot \text{m}$  zouden toekennen. Het enige bevoorrechte „medium” over welks bevoorrechte plaats nooit verschil van mening ontstaat, is het vacuum. Nu zijn jammer genoeg bij de schepping van het heelal de gezichtspunten van electrotechnische didactiek niet in acht genomen, daar het vacuum geen eindige geleiding gekregen heeft. Wij zijn dus gedwongen  $\varepsilon_0$  of  $\mu_0$  voor ons doel te benutten, en als wij vrij waren zouden wij dus  $\varepsilon_0 = 1 \text{ A} \cdot \text{sec/V} \cdot \text{m}$  of nog beter, daar magnetische velden in de techniek meer gebruikt worden dan elektrische,  $\mu_0 = 1 \text{ V} \cdot \text{sec/A} \cdot \text{m}$  stellen. De volt en ampère werden echter al vroeger vastgelegd en wel, voordat men de betekenis van  $\mu_0$  kende. Wij moeten dus genoegen nemen met het feit, dat om historische redenen het quotient van V en A is bepaald door:

$$\boxed{\mu_0 = 4\pi/10^7 \dots (\text{V. sec/A. m} = \text{H/m})} \quad (13)$$

Maar dat is dan ook de enige getallenfactor, die U bij toepassing van het gerationaliseerde Giorgistelsel met absolute volt en ampère speciaal voor de electriciteitsleer behoeft te onthouden.  $\epsilon_0$  is dan namelijk bekend door de betrekking:

$$\epsilon_0 \mu_0 c^2 = 1, \quad (14)$$

die uit de Maxwelltheorie volgt, en waarin  $c$  de lichtsnelheid is in m/sec.

### 6. *Krachtwetten.*

Wegens (12) hebben de algemene krachtwetten ook in het Giorgi-stelsel de eenvoudigste vorm.

Kracht op een lading in het elektrische veld:

$$K = QE, \quad (K \dots (\text{N}); Q \dots (\text{C}); E \dots (\text{V/m})). \quad (15)$$

Kracht op een rechte door een stroom doorlopen geleider, die loodrecht op de richting van de krachtlijnen staat, in het magnetische veld:

$$K = BIl, \quad (K \dots (\text{N}); B \dots (\text{Wb/m}^2); l \dots (\text{m})). \quad (16)$$

Hiermede hebben wij de hoofdschotel gehad.

Tot slot zal nog worden aangetoond, hoe eenvoudig met behulp van deze eenheden en de gedachtengangen, die eraan ten grondslag liggen, de wetten van Maxwell kunnen worden geformuleerd en begrepen. Ook zal nog iets over de dimensiecontrole bij het gerationaliseerde Giorgistelsel worden gezegd.

### 7. *Inductiewet; wetten van Maxwell.*

Leggen wij aan een verliesvrije spoel een constante gelijkspanning, dan neemt de stroom en daarmee de flux in de spoel eenparig toe. Bijvoorbeeld groeit de stroom met 1 A per sec, als wij 1 V aan een spoel van 1 H leggen. Wij kunnen dit feit als volgt verklaren. De veranderlijke magnetische flux in de spoel wekt een inductieve tegenspanning op, en wel nemen de stroom en de flux zó toe, dat de tegenspanning gelijk en tegengesteld wordt aan de aangelegde spanning. Omgekeerd kunnen wij deze zelfde tegenspanning aan de aansluitingen van

de open spoel op zichzelf verkrijgen, als wij van buitenaf dezelfde magnetische flux door de spoel sturen en met dezelfde snelheid laten toenemen. Faraday en Maxwell beschreven dit verschijnsel als volgt. Een veranderlijk magnetisch veld wordt door elektrische krachtlijnen omgeven. Een enkele draadwinding met het windingsoppervlak  $A \dots (\text{m}^2)$  geeft ons aan zijn open einden de spanning  $V \dots (\text{V})$ , die uit zijn lengte  $s \dots (\text{m})$  en de langs zijn omtrek optredende componenten  $E_s \dots (\text{V/m})$  van de elektrische veldsterkte volgt:

$$V = \oint E_s ds = - \dot{\Phi} = - A \dot{B} = - \mu_0 A \dot{H} \quad (17)$$

( $\Phi \dots (\text{Wb})$ ;  $B \dots (\text{Wb/m}^2)$ ;  $\dot{\dots}$  symbool voor  $d \dots /dt$ ).

Het onderstreepte gedeelte geldt algemeen, de rest alleen voor een homogeen veld, waar  $A$  loodrecht staat op de richting van  $\Phi$ . Als wij beiderzijds door  $A$  delen en zo  $\oint E_s ds$  op de eenheid van het omsloten oppervlak betrekken en als wij verder  $A$  oneindig klein laten worden, dan zijn wij tot het wiskundige begrip rotatie overgegaan:

$$\text{rot } E = \lim_{A \rightarrow 0} (\oint E_s ds) / A = - \dot{B} \dots (\text{V/m}^2), \quad (18)$$

waarmede wij ook inhomogene gevallen kunnen beschrijven. Dit is de tweede wet van Maxwell.

De eerste wet van Maxwell behelst het volgende. Als er in een rechte draad een gelijkstroom  $I \dots (\text{A})$  loopt, geldt voor de componenten  $H_s \dots (\text{A/m})$  van de magnetische veldsterkte langs een gesloten lijn van de lengte  $s \dots (\text{m})$  om de draad:  $\oint H_s ds = I$ . Wij snijden uit de draad een cilindrisch stuk (grondvlak  $A \dots (\text{m}^2)$ , hoogte  $d \dots (\text{m})$ ); eenvoudigheidshalve stellen wij ons de draad zeer dik en het uitgesneden stuk heel kort voor, zodat de onderbreking een vlakke luchtcondensator met practisch homogeen elektrisch veld vormt (fig. 5). Wij dwingen nu de stroom  $I$  in de draad tot doorlopen door de spanning aan de uiteinden van de draad eenparig op te voeren. Wij verkrijgen dan een eenparig toenemende lading  $Q \dots (\text{A.sec})$  op de genoemde condensator, of, anders gezegd, een eenparig toenemende elektrische flux  $\Psi \dots (\text{A.sec})$  tussen de draadeinden aan de plaats van onderbreking. De vondst van Maxwell was, dat het in dit geval voor het magnetische veld om de draad



onverschillig is, of het wordt opgewekt door de stroom  $I$  in de draad of door de overeenkomstig veranderende elektrische flux  $\Psi$  in de onderbreking, de zogenaamde verplaatsingsstroom (eveneens =  $I \dots$  (A)). Wij verkrijgen dus :

$$\oint H_s ds = I = \dot{Q} = \dot{\Psi} = A \dot{D} = \epsilon_0 A \dot{E}. \quad (19)$$

Is de onderbrekingsplaats gevuld met een slecht isolerend dielectricum, dan zou de gehele stroom in de draad in de onderbreking gedeeltelijk een verplaatsings- en gedeeltelijk een gewone geleidingsstroom veroorzaken. Noemen wij nu deze laatste  $I$ , dan verkrijgen wij voor de combinatie :

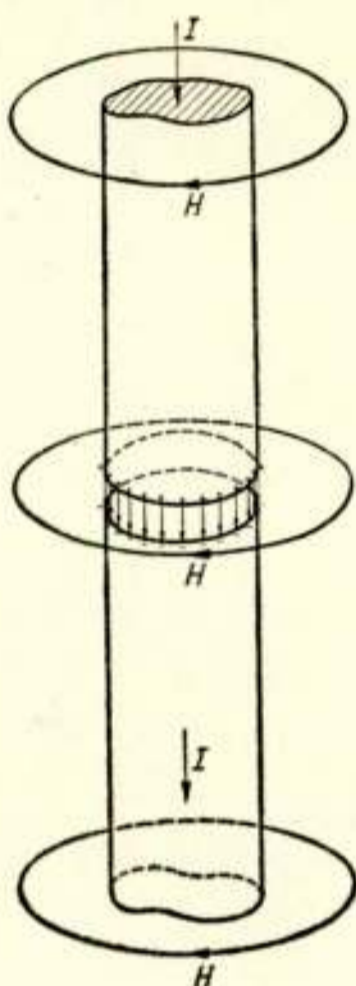


Fig. 5.

Het magneetveld om een door een gelijkstroom  $I$  doorlopen draad met een smalle onderbreking; de stroom kan in dit geval worden onderhouden, door de spanning aan de aansluitingen van de draad eenparig op te voeren. Het magneetveld blijft ongewijzigd, ongeacht of de draad wel of niet is onderbroken, doordat de stroom  $I$  in het laatste geval een oplopende lading van de door de onderbreking gevormde vlakke condensator en daarmee een aangroeiend elektrisch veld er in doet ontstaan. De gehele doorsnede van de draaduiteinden aan de plaats van onderbreking is gelijkmatig met ladingen bedekt; getekend zijn alleen die aan de voorkant met de bijbehorende elektrische krachtlijnen.

$$\oint H_s ds = \dot{\Psi} + I, \quad (20)$$

hetwelk wij volgens de bij (18) aangegeven gedachtengang ook kunnen schrijven :

$$\text{rot } H = \dot{D} + S. \quad (21)$$

(20) en (21) zijn ook voor inhomogene gevallen geldig; zij geven de eerste wet van Maxwell aan.

Men ziet, hoe eenvoudig op deze wijze de bespreking van de wetten van Maxwell loopt, wetten, die gewoonlijk niet-physici de eerbied voor het geheimzinnige inboezemen. Iets wat eveneens met behulp van het gerationaliseerde stelsel van Giorgi uit de geheimzinnige waas van het voor gewone mensen onbegrijpelijke gehaald kan worden, zijn dimensiebeschouwingen. Men kan dimensiebeschouwingen met behulp van dimensie-symbolen houden en zich in eindeloze discussies verliezen, hoeveel en welke onafhankelijke grondeenheden of dimensies men moet toepassen. Men kan ook pogen dimensiebeschouwingen met cgs-eenheden op touw te zetten en de diepzinnigheid van de gebroken machten te doorgronden, hetgeen wel niet zal lukken. Het enige verstandige echter is o.i., bij iedere grootheid de gerationaliseerde Giorgi-eenheid er bij te zetten, dan kan men zonder moeite herkennen, waarom het gaat.

Een grootheid die in  $V$  wordt gemeten, is gewoonlijk een spanning, een, die in  $Wb$  wordt gemeten, is een magnetische flux, enz. Voor de dimensiecontrole van formules dient men de samengestelde eenheden uitgedrukt in  $V$ ,  $A$ ,  $m$  en  $sec$  te kennen. Bijvoorbeeld is  $C = A \cdot sec$ ,  $\Omega = V/A$ ,  $S = A/V$ ,  $F = A \cdot sec/V$ ,  $H = V \cdot sec/A$ ,  $Wb = V \cdot sec$ .

Bij zuiver electromagnetische vergelijkingen moeten de eenheden links en rechts overeenkomen. Treden bovendien mechanische grootheden in de vergelijking op, dan moet aan de voorwaarde  $N \cdot m = V \cdot A \cdot sec$  voldaan zijn.

Als voorbeeld voor het eerste geval moge dienen (17):

$$\oint E_s ds = -\mu_0 A \dot{H},$$

waaronder wij de eenheden schrijven:

$$\frac{V}{m} \cdot m = \frac{V \cdot sec}{A \cdot m} \cdot m^2 \cdot \frac{A}{m \cdot sec}.$$

Als voorbeeld voor het tweede geval moge dienen (16):

$$K = B I l,$$

met de eenheden

$$N = \frac{V \cdot sec}{m^2} \cdot A \cdot m.$$

Is men er op gesteld om betrekkingen tussen fysische grootheden uit dimensiebeschouwingen te halen, zo kan dat weer bijzonder eenvoudig met behulp van gerationaliseerde Giorgi-eenheden gebeuren. Bijvoorbeeld kan men aan de betrekking  $1 \text{ N. m} = 1 \text{ V. A. sec} = 1 \text{ V. C}$  of wel  $1 \text{ V} = 1 \text{ N. m/C}$  zien, dat er de arbeid van 1 newtonmeter gebruikt wordt, om 1 coulomb van een punt met het potentiaal nul naar een punt met het potentiaal 1 volt te brengen.

### Literatuur

- G. Giorgi, La métrologie électrique classique et les systèmes d'unités qui en dérivent. Examen critique, *Revue Gén. d'Electr.* **40**, 459-468, 1936.
- G. Giorgi, La métrologie électrique nouvelle et la construction du système électrotechnique absolu M.K.S., *Revue Gén. d'Electr.* **42**, 99-107, 1937.
- R. W. Pohl, *Elektrizitätslehre*, uitg. Springer, Berlijn 1943 (8e en 9e druk).
- W. de Groot, Het ontstaan van het Giorgi-stelsel van elektrische eenheden, *Philips techn. T.* **10**, 55-60, 1948 (No. 2).
- P. Cornelius, Het gerationaliseerde Giorgi-stelsel met absolute volt en ampère in de electrotechniek, *Philips techn. T.* **10**, 79-86, 1948, (No. 3). Bevat vergelijkende tabellen van formules en eenheden.
- W. J. D. van Dijk, Over het nut van denken, rekenen en meten in één maatstelsel, en de voordelen van het praktische maatstelsel, uitg. Van der Laan & Co., Den Haag, 1948. Bevat gegevens ook over mechanica, warmte, enz.
- P. Cornelius, Korte samenvatting der electriciteitsleer, Meulenhoff & Co., Amsterdam 1948. Bevat uitgebreide vergelijkende tabellen van formules en eenheden uit de electriciteitsleer.
- P. Cornelius en H. C. Hamaker, The rationalized Giorgi-system and its consequences. Wordt binnenkort gepubliceerd in *Philips Res. Rep.*

## Discussie

H. de Bruyn: Zijn de proeven over het opladen van een condensator en de opbouw van het magnetisch veld in een spoel ook zo in te richten, dat deze direct voor iemand zonder vooropleiding, bijvoorbeeld H.B.S.'ers te begrijpen zijn?

Ir P. Cornelius: Zeer zeker. Ik vind, dat R. W. Pohl dat in zijn boek „Elektrizitätslehre“ al zeer goed heeft gedaan. Er is ook niets tegen om de begrippen capaciteit en zelfinductie, op welke doeltreffende manier dan ook, kwalitatief duidelijk te maken, als men uiteindelijk maar bij de genoemde proeven belandt en aantoot hoe de definities van de veldvectoren en hun eenheden zonder meer er uit volgen.

Prof. Dr Ir W. Th. Bähler: Bij deze humoristische lezing hoort eigenlijk een zondaarsbankje voor electrotechnici en physici die tot dusver andere stelsels gebruikt hebben. De Heer Cornelius kan medegedeeld worden dat verschillende docenten in Delft het gerationaliseerde Giorgistelsel toepassen. Verder meen ik dat de grote voordelen van het mks-stelsel niet alleen tot hun recht komen in de electriciteitsleer, maar vooral ook in de mechanica doordat eenheid kan ontstaan in de eenheden voor massa, kracht en energie, en de verwarring die op dit gebied al op de H.B.S. ontstaat, opgeheven kan worden.

C.: Inderdaad is het van de grootste betekenis, dat het Giorgi- of mks-stelsel ook op het gebied van de mechanische maten eenheid en orde kan brengen. Uit psychologische voorzichtigheid wilde ik echter daarop voorlopig nog geen nadruk leggen. Immers, op mechanisch gebied afgezien van de electriciteitsleer, brengt het mks-stelsel eigenlijk niets wat het cgs-stelsel niet ook al gebracht heeft. Het was namelijk ook in het cgs-stelsel geoorloofd 1000 g massa een kg, en 100 cm een m te noemen. Nu hebben de technici en de Angelsaksen de argumenten voor het cgs-stelsel niet sterk genoeg gevonden om in de mechanica er toe over te gaan, en gevreesd moet worden, dat ze het voor het voordeel, dat nu  $10^5$  dyne een newton en  $10^7$  erg een joule genoemd kunnen worden en handige eenheden worden, ook niet zullen doen.

De voordelen in de electriciteitsleer daarentegen lijken mij zo frappant dat langs de omweg via de wattseconde, die iedere technicus en Engelman gebruikt, de newtonmeter ongemerkt de mechanica zal veroveren.

Ir G. P. Ittman: Is bij de keuze van het Giorgi-stelsel door de Normalisatie nu ook wel de „rationalisatie“ begrepen?

Ir J. C. Haarman antwoordt hierop, dat de H.C.N.N. binnenkort een aantal ontwerpnormen ter critiek zal publiceren, namelijk Het Practische

Maatstelsel V 1221 ... V 1224, waarin het gerationaliseerde stelsel van Giorgi, uitgebreid voor de warmte en straling, alsmede licht en geluid, wordt aanbevolen.

Bij deze ontwerpen zal als V 1220 een algemene toelichting over dit maatstelsel worden uitgegeven. In 1935 heeft de I.E.C. het stelsel van Giorgi in beginsel aanvaard maar er geen beslissing over genomen of aan het gerationaliseerde stelsel de voorkeur dient te worden gegeven. De H.C.N.N. heeft gemeend hierop met vertrouwen vooruit te kunnen lopen.

## Aanhangsel

In een informeel gesprek kwam nog de vraag naar voren, hoeveel onafhankelijke grondeenheden het Giorgi-stelsel nu eigenlijk gebruikt. Het antwoord van de spreker luidde: Als U een raad mag gegeven worden, houdt U zich dan in Uw eigenschap als technicus of als physicus nooit met de theorie der maatstelsels op. Waarschijnlijk is dat een kwestie, die bij de kennistheorie thuishoort, en het verkrijgen van kennistheoretische inzichten, die tegelijk juist en vruchtbaar zijn, is vermoedelijk zeer moeilijk. Als afschrikwekkend voorbeeld zij het volgende genoemd. Tot heden zijn alle maatstelseltheoretici het er over eens, dat het essentiële van het Giorgistelsel het toevoegen van een vierde, elektrische, onafhankelijke grondeenheid aan de drie voor lengte, massa, tijd uit de mechanica is. Om deze reden werd en wordt trouwens het Giorgi-stelsel nog door verschillende physici afgewezen, die het onwetenschappelijk vinden om meer grondeenheden te gebruiken dan strikt noodzakelijk is. Nu definieert het „Comité international des Poids et Mesures” de absolute ampère als de sterkte van die stroom, die tussen twee parallelle door hem doorlopen geleiders met een meter afstand de kracht van  $2 \cdot 10^{-7}$  N per m lengte opwekt. Met behulp van m, kg, sec en deze ampère worden alle andere elektrische eenheden gedefinieerd. Zoals men ziet, is de ampère niet onafhankelijk van de drie mechanische grondeenheden, zodat de genoemde karakterisering van het Giorgi-stelsel niet juist kan zijn. Volgens spreker is het dan ook aan te bevelen liefst helemaal geen kennistheorie te bedrijven en, als men het niet kan laten, dan bij voorkeur goed.



## Octrooien

*Openbaar gemaakt 15 November 1948.*

- O.A. 117693, kl. 95g2a. N.V. Philips. Laagfrequent transformator met een wikkeling, bestaande uit platte schijfvormige spoelen, welke geslingerd gewikkeld zijn.
- O.A. 121725, kl. 95g2a. Patelhold. Transformatorschakeling voor de overgang van een symmetrisch systeem op een onsymmetrisch en omgekeerd, waarbij maatregelen zijn genomen om de capacitieve onsymmetrie te verminderen.
- O.A. 89988, kl. 95c2. Hazeltine. Schakeling voor het opwekken van een gelijkgerichte spanning, waarvan de grootte afhangt van het verschil tussen de frequentie van een aan de schakeling toegevoerde wisselspanning en een vaste frequentie.
- O.A. 102577, kl. 21a<sup>49</sup>c. Western Electric. Electronenontladingsinrichting voor het versterken of opwekken van ultra hoogfrequente trillingen door samenwerking van een electronenstraal met een electromagnetisch veld in een buisvormige golfgeleider.
- O.A. 104432, kl. 95n2a2. Licentia. Dipoolantenne in de vorm van een aan het aansluiteinde open buis met in hoofdzaak gesloten buitenoppervlak met inrichting voor aanpassen van de voedingslijn.
- O.A. 101405, kl. 97ab4b. Hazeltine. Multiplexsysteem, waarbij aan de einden van het overdraagkanaal synchroon lopende schakelaars zijn aangesloten met middelen, welke de voortgang van de schakelaars vertragen wanneer de schakelaars een in bedrijf zijnd station ontmoeten.
- O.A. 110301, kl. 95f3. N.V. Philips. Schakeling voor het versterken van elektrische trillingen door middel van twee parallel geschakelde ontladingsbanen met verschillende regelkarakteristiek.
- O.A. 115299, kl. 95i4a. N.V. Philips. Superheterodyne ontvanger met éénknopsafstemming en maatregel om de gelijkloop tussen signaal- en generatorkring aanzienlijk te verbeteren.
- O.A. 125774, kl. 97cd2c1. Staatsbedrijf der P.T.T. Inrichting welke een alarmketen sluit bij ontvangst door een radioontvanger van een noodsignaal van een internationaal vastgestelde samenstelling.

*Openbaar gemaakt 15 December 1948.*

- O.A. 93023, kl. 96g2. Bell Telephone. Elektrisch seinstelsel voor overdracht van een zeer brede frequentieband, waarbij deze band in twee banden wordt verdeeld, één voor de hogere frequenties en één voor de lagere frequenties, welke laatste voor uitzending verschoven wordt naar hogere frequenties.
- O.A. 98048, kl. 95b1d. N.V. Philips. Werkwijze ter verkrijging van éénzijbandmodulatie, waarbij het gemoduleerde signaal bij lineaire detectie een onvervormde laagfrequente spanning levert.

- O.A. 102738. kl. 95b2a. Radio Corporation. Schakeling voor in frequentie moduleren van hoogfrequente trillingen met stabilisatie van de gemiddelde frequentie met behulp van een mechanische resonator in het fazeverschuivende netwerk.
- O.A. 113687. kl. 21a<sup>458</sup>. Lorentz A.G. Inrichting voor het afleiden van een hiaatloze reeks draagfrequenties als oneven harmonischen van een enkele grondfrequentie.
- O.A. 117552. kl. 21a<sup>520a</sup>. Sadir-Carpentier. Schakeling voor het scheiden van signalen van verschillende duur en ongeveer dezelfde amplitude, b.v. de regel- en beeldsynchroniseersignalen bij televisieontvangst.
- O.A. 95386. kl. 95f2a. Bell Telephone. Verzwakker, welke een aantal in cascade geschakelde dempingsketens bevat en waarbij de aardstroomrail een eenvoudige compacte constructie bezit.
- O.A. 111595. kl. 21e77a. N.V. Philips. Inrichting voor het verrichten van verlieshoekmetingen, waarbij in een brugschakeling een vergelijkingsimpedantie bestaat uit een serieschakeling van een weerstand en een instelbare condensator, waarvan bij het instellen van de verlieshoek, de totale impedantie niet varieert.



## Ontvangen Tijdschriften enz.

- Journal of the Franklin Institute*, December 1948.  
*Wireless Engineer*, December 1948, Januari 1949.  
*Bulletin U.R.S.I.*, October, November 1948.  
*Nat. Bureau of Standards*. Basic Radio Propagation Predictions for March 1949.  
*Nat. Bureau of Standards Techn. News Bulletin*. Vol 32, Dec. 1948, Nr 12.  
*Nat. Bureau of Standards*. New Advances in Printed Circuits. Proceedings of the First Technical Symposium on Printed Circuits. Nov. 1948.  
*Ericsson Review*, Nr 3. 1948.  
*Transactions of Chalmers University of Technology*, Gothenburg, Sweden.  
Afd. Electrotechniek Nr 74. On the Propagation of Waves in a inhomogeneous Medium by Olof E. H. Rydbeck.  
*Radio Revue*, Januari 1949.  
*De Ingenieur*, Jrg. 60, Nrs 49-52. Jrg. 61, Nrs 1-3.  
*Radio Expres*, Jrg 25, 23-  
*P.T.T. Nieuws*, Jrg 2, Nr 1.  
*Bulletin U.R.S.I.* Dec 1948.  
*Cambridge Phil. Mag.* vol 45, part 1, Jan. 1949.

## Verslag van het examen Radio-technicus en monteur gehouden in October, November en December 1948

Het schriftelijk examen Radio-technicus en Radio-monteur werd gehouden op 11 en 12 October 1948. Aangemeld hadden zich 144 kandidaten voor technicus (waarvan teruggetrokken 5) en 207 voor monteur (waarvan teruggetrokken 1). Wegens onvoldoend schriftelijk examen werden afgewezen 53 kandidaten technicus en 94 kandidaten monteur, zodat voor het mondeling gedeelte werden opgeroepen 85 kandidaten technicus en 112 kandidaten monteur, welk mondeling examen werd gehouden op 22-23-29-30 November en 7-8-13-14 en 15 December 1948.

Afgewezen werden 23 kandidaten technicus en 39 kandidaten monteur.

Geslaagd zijn in totaal 63 kandidaten technicus en 73 kandidaten monteur. Van de 16 kandidaten herexamen monteur slaagde er 15 (1 kandidaat wegens ziekte verhinderd).

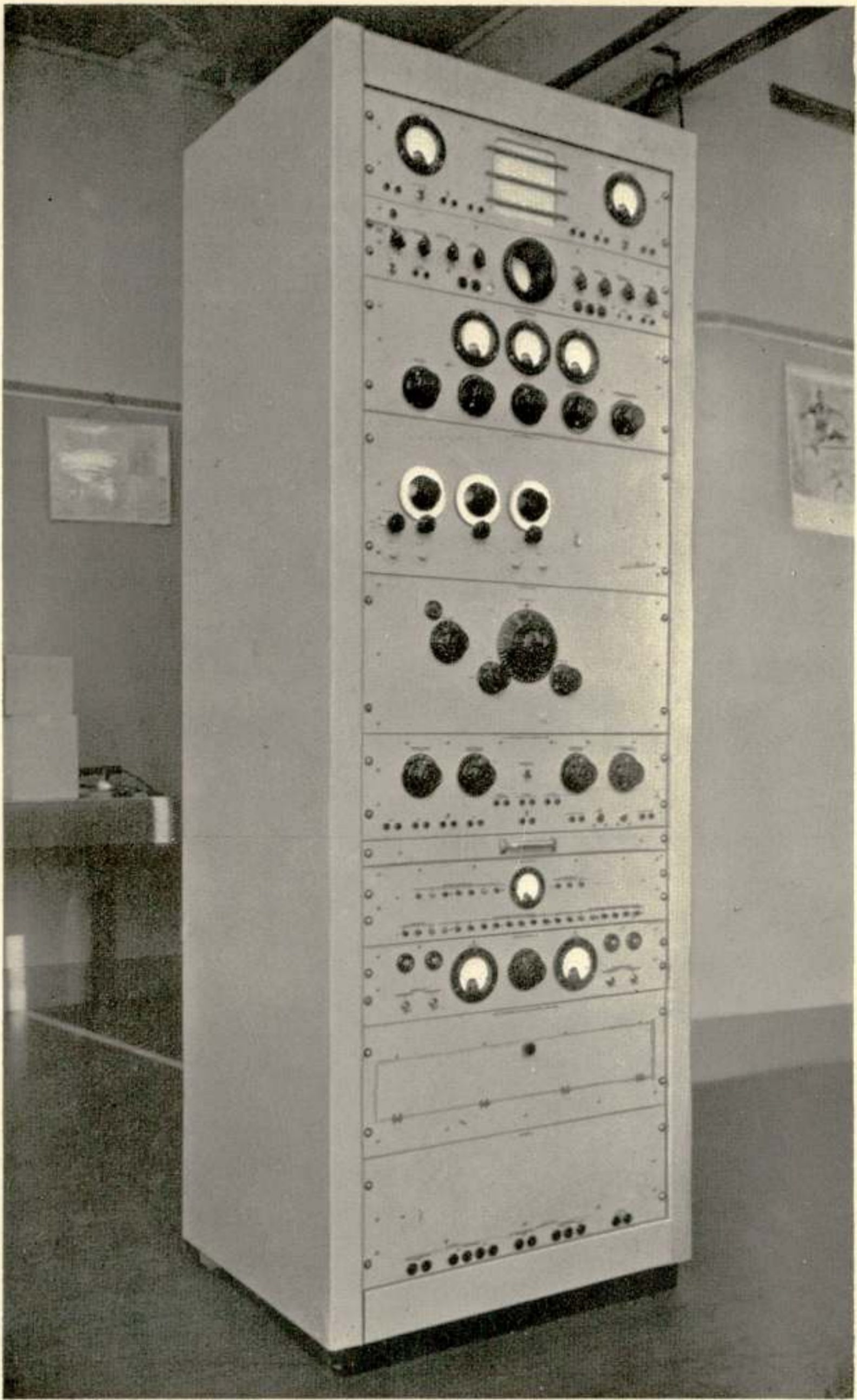
## Personalia

Prof. Dr Balth. van der Pol is benoemd tot Directeur van de C.C.I.R. (Comité Consultatif International des Radiocommunications) te Genève.

Bij Koninklijk besluit is Ir J. M. Unk benoemd tot Buitengewoon Hoogleraar aan de Technische Hoogeschool te Delft.







Afbeelding 1.  
Frontaanzicht van de ontvanger.