TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCHRIFT,

ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: S. DE WAARD.

Redactie:

J. J. I. SPRENGER,	Civiele faculteit,	Voorstraat 101.
G. J. P. M. BOLSIUS,	Bouwkundige faculteit,	Falkstraat 122, Den Haag.
G. EKAMA,	Werktuigkundige faculteit,	Oude Delft 249.
W. P. VAN ZON,	Scheepsbouwkundige faculteit,	Nieuwe Plantage 74.
A. G. D. BRUINS,	Electrotechnische faculteit,	Phoenixstraat 37.
S. DE WAARD,	Scheikundige faculteit,	Van Leeuwenhoeksingel 12.
M. C. KORT,	Mijnbouwkundige faculteit,	Mijnbouwkundig Instituut.

Vlaamsche Sub-Redactie:

M. STEENBRUGGE,	Werktuigkunde,	St. Machariusstraat 1, Gent.
M. VAN DER HAEGHEN,	Burgerlijke Bouwkunde,	Coupure 155, Gent.

Luchtvaart: A. G. VON BAUMHAUER, Van Leeuwenhoeksingel 5.

en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleeraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 4,—.
Uitgave Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR., Delft.

4e Jaargang. No. 15 Oct. 1914.

Alle berichten en mededeelingen zijn buiten verantwoordelijkheid van de Redactie.

Inhoud.

Iets over „Wanderwellen".

(Vervolg van blz. 349).

In het voorgaande hebben wij gezien hoe bij de mathematische behandeling der vereffeningsverschijnselen, die zich bij het inschakelen van een leiding voordoen, twee oneindig lange golven worden gevonden, die zich met de snelheid $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ langs de leiding in tegengestelde richting bewegen, terwijl de stroomgolven uit de spanningsgolven gevonden worden door deeling door den golfweerstand. Slechts een zuivere mathematische behandeling stelt ons in staat den juisten vorm dier golven te leeren kennen. Kent men de golven ten tijde $t = o$ uitsluitend voor de lengte van de leiding, dan kan men den toestand op de leiding voor latere oogenblikken bepalen, door zich de golven van af $t = o$ met de snelheid v voortbewegende te denken en aan de einden der leiding op die golven de reflectie-wetten toe te passen. Wij hebben deze al kort aangestipt. Zij zijn:

1e. aan een open einde worden de spanningsgolven onder gelijk teeken —, de stroomgolven onder omkeering van teeken teruggekaatst;

2e. aan een kort gesloten einde worden de spanningsgolven onder omkeering van teeken —, de stroomgolven onder gelijk teeken teruggekaatst.

Op de wetten van terugkaatsing voor het geval er zich aan de einden andere leidingen, Ohmsche weerstanden, geconcentreerde zelf-inducties of condensatoren bevinden, kom ik nog terug.

Het is nu de vraag hoe men zich deze voortplanting en terugkaatsing van golven met het boerenverstand kan voorstellen. [6] [7])

Bij het inschakelen van een leiding, hadden wij met een oneindig lange golf te doen, wij zullen nu echter een golf van een bepaalde lengte beschouwen, die zich langs een leiding voortplant.

Wanneer een golf zich langs de eene leiding voortplant, dan beweegt zich steeds een gelijke doch tegengestelde golf langs de andere leiding, resp. leidingen (bij draaistroom bv.), of langs de aarde, wanneer de spanningstoestand niet tusschen de leidingen onderling, maar tusschen één of meer leidingen en de aarde bestaat.

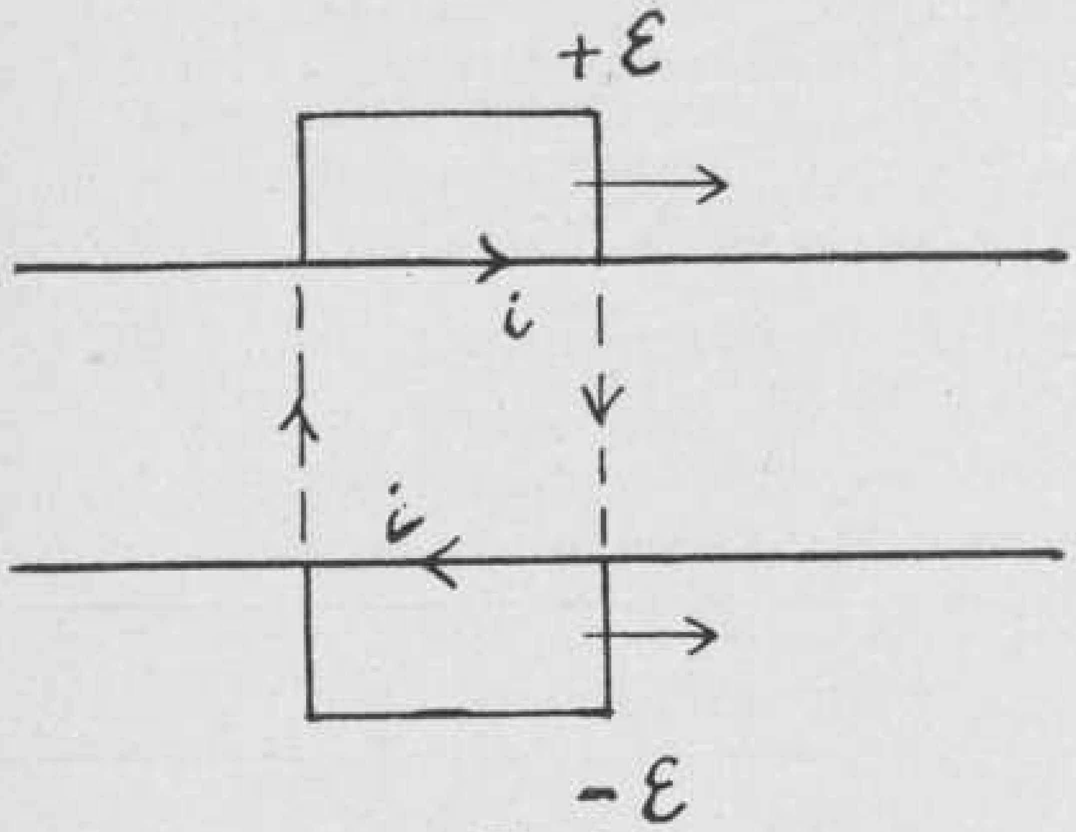

Fig. 1.

De geleidingsstroom in de leidingen vindt zijn voortzetting in een verschuivingsstroom in het diëlectricum, de stroom heeft een gesloten kringloop. Beweegt de golf zich in de richting van de pijl (fig. 1), dan zal voortdurend in den rug van de golf lading verdwijnen, de hierbij vrijkomende electriciteit stroomt naar voren, en levert de daar voor de nieuwe lading benoodigde electriciteitshoeveelheid.

Door het verdwijnen van den stroom, en het daaraan verbonden magnetische veld, aan de achterzijde, ontstaat de E. M. K. noodig voor het in stand houden der spanning. Men ziet dat dus in den rug van de golf voortdurend electrostatische en electromagnetische energie verdwijnt, terwijl aan den voorkant nieuwe electromagnetische en electrostatische energie ontstaat.

Komen nu de spannings- en de stroomgolf aan een open einde van de leiding, dan kan de stroom niet voortgaan, er kan zich geen nieuwe electromagnetische energie vormen, d. w. z. de stroom wordt nul, de stroomgolf wordt onder omkeering van teeken teruggekaatst. Alle energie, die eerst gelijkelijk over beide energiesoorten verdeeld was, zet zich nu om in electrostatische, de spanning wordt de dubbele, m. a. w. de spanningsgolf wordt onder gelijk teeken teruggekaatst.

Komen de golven daarentegen aan een kort gesloten einde, dan is verdere spanning onbestaanbaar, de spanning wordt o, de spanningsgolf wordt teruggekaatst onder omkeering van teeken. Alle energie zet zich om in electromagnetische, de stroom wordt dubbel zoo groot, m. a. w. de stroomgolf wordt onder gelijk teeken teruggekaatst.

Alle andere gevallen van terugkaatsing liggen tusschen deze beide mogelijkheden in, d. w. z. de golven worden gedeeltelijk doorgelaten, gedeeltelijk teruggekaatst.

Zijn er twee leidingen in serie, met de golfweerstanden W_1 en W_2, dan moet als wij de aankomende spanningsgolf E_1 noemen, de doorgaande E_2, de teruggekaatste E_1' en de stroomgolven met overeenkomstige indices voorzien:

$$\begin{aligned} E_2 &= E_1 + E_1' \\ i_2 &= i_1 + i_1' \end{aligned} \qquad \text{(I)}$$

en daar $E_2 = W_2 i_2$; $E_1 = W_1 i_1$; $E_1' = - W_1 i_1'$

$$\frac{E_2}{W_2} = \frac{E_1}{W_1} - \frac{E_1'}{W_1'}$$

$$W_1 E_2 = W_2 E_1 - W_2 E_1' \qquad \text{(II)}$$

uit (I) en (II) volgt

$$E_. = \frac{2\,W_2}{W_1 + W_2} E_1 = f_d\, E_1$$

$$E_1' = \frac{W_2 - W_1}{W_1 + W_2} E_1 = f_t\, E_1$$

f_d noemen wij de factor van doorlating, f_t die van terugkaatsing.

Evenzoo:

$$i_2 = \frac{2\,W_1}{W_1 + W_2} i_1$$

$$i_1' = \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} i_1.$$

Is $W_1 = W_2$, dan heeft er geen terugkaatsing plaats, de golf gaat onveranderd door. Is W_2 groot t. o. W_1, dan zal E_2 ongeveer $2 \times E_1$ worden. Komt dus een golf van een kabel (kleine W) in een luchtleiding (groote W), dan gaat ze daarin met bijna verdubbelde amplitudo verder. Stuit ze aan het einde dezer leiding op een nog grooter golfweerstand, bv. een uitschakelspoel, stroomtransformator, smoorspoel of dergelijke, dan kan de spanning zelfs bijna het viervoudige worden. [8]) Is daarentegen W_2 klein vergeleken bij W_1, dan kan E_2 zeer klein zijn t. o. van E_1. Dit zal bv. het geval zijn als de golf vanuit een luchtleiding op een kabel komt. De golfweerstanden van luchtleidingen en kabels zijn ongeveer van de orde van grootte 500, resp. 50. Is bv. E_1 komend van de luchtleiding 100,000 volt, dan is E_2 slechts 18,200 volt, komt daarentegen de 100,000 voltgolf E_1 van den kabel af, dan is $E_2 = 182{,}000$ volt, dus 10 maal zoo groot. Hieruit blijkt, welk een uitstekende bescherming een stuk aansluitkabel voor machines en transformatoren is. De golf ijlt op dit korte stuk kabel heen en weer, hem sprongsgewijze opladend, de steile spanningsgolf wordt omgevormd in een trapvormige.

De gevaarlijkste opeenvolging van leidingen zou zijn: kabel, luchtleiding, smoorspoel, transformator, indien althans de transformator een grooteren golfweerstand heeft dan de smoorspoel en de golf vanaf de kabel komt (bv. bij het inschakelen in een centrale van een leiding, met daaraan verbonden transformatorstation). Een eerste vereischte voor den smoorspoel is dus dat de golfweerstand grooter is dan die van den transformator. In dat geval zal de amplitudo van de golf achter de smoorspoel verminderen. In het algemeen moet men voorzichtig zijn met aannamen over deze golfweerstanden. Hierbij wordt mijns inziens vooral te veel uit het oog verloren, dat de toestand geheel anders is, voor golven die tusschen de phasen verloopen, als voor golven, die tusschen de leidingen en de aarde loopen (atmospherische ontladingen). Zoo is bv. de capaciteit van de windingen van een drie-phasen-transformator t. o. van aarde veel grooter dan die der phasen t. o. van elkaar. Echter moet men bij dit alles wel in het oog houden, dat bij het binnendringen der golven in spoelen, de golffronten vervormd worden, zooals ik reeds in het begin aantoonde. Het zijn dus voornamelijk de beginwindingen van transformatoren, motoren en generatoren, die gevaar loopen en die dan ook meer en meer extra-geïsoleerd worden.

Soortgelijke wetten, als die, welke de terugkaatsing en doorlating van golven beheerschen, gelden ook voor het geval leidingen met verschillende golf-weerstanden op elkaar worden geschakeld. [9]) Ik wees er reeds op, dat bij het inschakelen van leidingen er steeds een golf is die terugloopt vanaf den schakelaar. Practisch zal zich hierbij wel steeds het geval voordoen, dat de verschillende messen van den schakelaar niet precies op hetzelfde moment contact maken. Is de spanning aan de contacten, die het laatst tegen elkaar komen E en noemen wij de laadgolf E_2, de naar den generator terugloopende golf E_1, dan is

$$E_2 = \frac{W_2}{W_1 + W_2} E$$

$$E_1 = \frac{W_1}{W_1 + W_2} E$$

Is W_1 klein t. o. van W_2, dan is dus de terugloopende golf ongevaarlijk, de laadgolf is ongeveer $= E$. Is dus een generator door een aansluitkabel verbonden aan den schakelaar, dan zal de terugloopende golf weer trapsgewijze dezen kabel opladen en de kabel beschermt dus den generator tegen terugloopende golven. Schakelt men daarentegen een kabel in op een luchtleiding (verzamelrail), dan is de terugloopende golf de grootste. Bij al deze kwesties is het gedrag der stroomgolven juist tegengesteld aan dat van de spanningsgolven. Overal waar de spanningsgolven tot een ongevaarlijke hoogte worden verkleind, worden de stroomgolven juist verhoogd. Echter mogen zich de overspanningen veel meer in de algemeene oplettendheid en hoogachting verheugen dan de overstroomen. Toch zijn het juist overstroomen, die bij kortsluitingen de windingen der turbo's door mechanische krachten vernielen, of door het bewegen der windingen t. o. van elkaar de isolatie op gevaarlijke wijze beschadigen. Echter helpt hier de omstandigheid mee, dat de stroomgolven bij het binnendringen van wikkelingen, dus van leidingen met hooge golfweerstand, tot op een kleine waarde worden verminderd.

Immers:

$$i_2 = \frac{2\, W_1}{W_1 + W_2} i_1$$

is dus W_2 groot t. o. van W_1, dan is i_2 klein t. o. van i_1.

Een speciaal geval van het verloop van golven over leidingen met verschillende golfweerstanden is nog dat, waarbij deze weerstanden geleidelijk veranderen. Het is mogelijk een dergelijken overgang tusschen twee leidingen met verschillende golfweerstanden zoo te maken, dat de golven terugkaatsingsvrij van de éen op de ander loopen. De berekeningen worden echter in dit geval zeer ingewikkeld. [10])

Komt een golf E van af een leiding met de golfweerstand W aan een Ohmsche weerstand R, dan is de teruggekaatste golf:

$$\frac{R - W}{R + W} E$$

de doorloopende:

$$\frac{2\,W}{R + W} E,$$

voor $R = W$ wordt de geheele golf in den weerstand opgenomen. Is R zeer groot, dan wordt de golf geheel teruggekaatst. Hieruit volgt direct, dat de gewone aardingsweerstanden, hoe geschikt ook voor het afleiden van statische ladingen, niet voor het afleiden van golven in aanmerking kunnen komen.

Moeilijker is de behandeling der gevallen waarbij de golven op condensatoren of geconcentreerde zelf-inducties stuiten.

Door Petersen [11]) en Pfiffner [12]) is (ongeveer tegelijkertijd) de volgende stelling gegeven: Wanneer een loopende golf aan het einde van een leiding met de golfweerstand W aan een willekeurige combinatie komt van Ohmsche weerstanden, geconcentreerde zelf-inducties, capaciteiten of golfweerstanden, dan zijn de vergelijkingen van het stelsel dezelfde, alsof er inplaats van de leidingen met golfweerstanden W_1, W_2 enz. Ohmsche weerstanden waren $R_1 = W_1$, $R_2 = W_2$ enz., en op dit stelsel de dubbele spanning over den weerstand $R = W$ geschakeld werd, althans voor zoo lang niet een nieuwe golf (bv. een aan het begin teruggekaatste) aan deze combinatie komt. Een bewijs voor deze stelling heb ik bij genoemde schrijvers niet kunnen vinden. Mathematisch is het geval van een condensator of geconcentreerde zelf-inductie aan het einde van een leiding niet eenvoudig. Men volgt hierbij de door Lord Raleigh aangegeven berekeningsmethoden. Hierbij vond ik, dat de vorm der golven, die hierbij optreden, uitsluitend bepaald wordt door de verhouding van de totale leidingscapaciteit en de condensatorcapaciteit, resp. van de totale zelf-inductie der leiding en de geconcentreerde zelf-inductie. Dezelfde gevolgtrekking kan men uit de berekeningen van Wagner [13]) en Linke [14]) maken. Het lijkt mij dus niet geheel onbedenkelijk deze stelling zonder meer toe te passen.

Bovendien is het de vraag, inhoeverre men, waar het om den vorm der golffronten gaat, zelfnductie als geconcentreerd aan mag nemen. Nooit zal toch de geheele spoel tegelijkertijd door den stroom doorloopen worden en dus kan ze ook nooit met haar geheele zelf-inductie het golffront aantasten.

In het algemeen blijven alle zelf-inductiespoelen gevaarlijke punten in een leidingssysteem. Petersen vooral heeft hierop gewezen. Zij geven steeds aanleiding tot spanningsverhoogingen. Sluiten zij een daarachter gelegen railssysteem af, zonder aan de van de leidingen komende golven de gelegenheid te geven ze te passeeren, dan kunnen de aankomende golven resonantieoverspanningen verwekken in de Thomsonsche keten gevormd door de zelf-inducties en de capaciteit der verzamelrails.

Het is in het algemeen niet vooruit te berekenen bij welke afmetingen die resonantie op zal treden, daar de frequentie der golven afhangt van de lengte van het leidingsgedeelte, waarop ze ontstaan zijn, en de toestand, voor golven tusschen leidingen en aarde en voor golven tusschen de leidingen onderling, een geheel andere is.

De raad van Petersen, om deze zelf-inducties (smoor- en uitschakelingspoelen, stroomtransformatoren) voorzoover zij een leiding zouden afsluiten, zooveel mogelijk te vermijden of althans te overbruggen, komt mij zeer juist voor en is dunkt mij algemeen in goede aarde gevallen. Hij raadt voorts de leidingsnetten als ringsystemen te bouwen en wel zoodanig dat de golven de onder-stations kunnen voorbij loopen en in de leidingen langzamerhand hun energie kunnen uitputten (fig. 2).

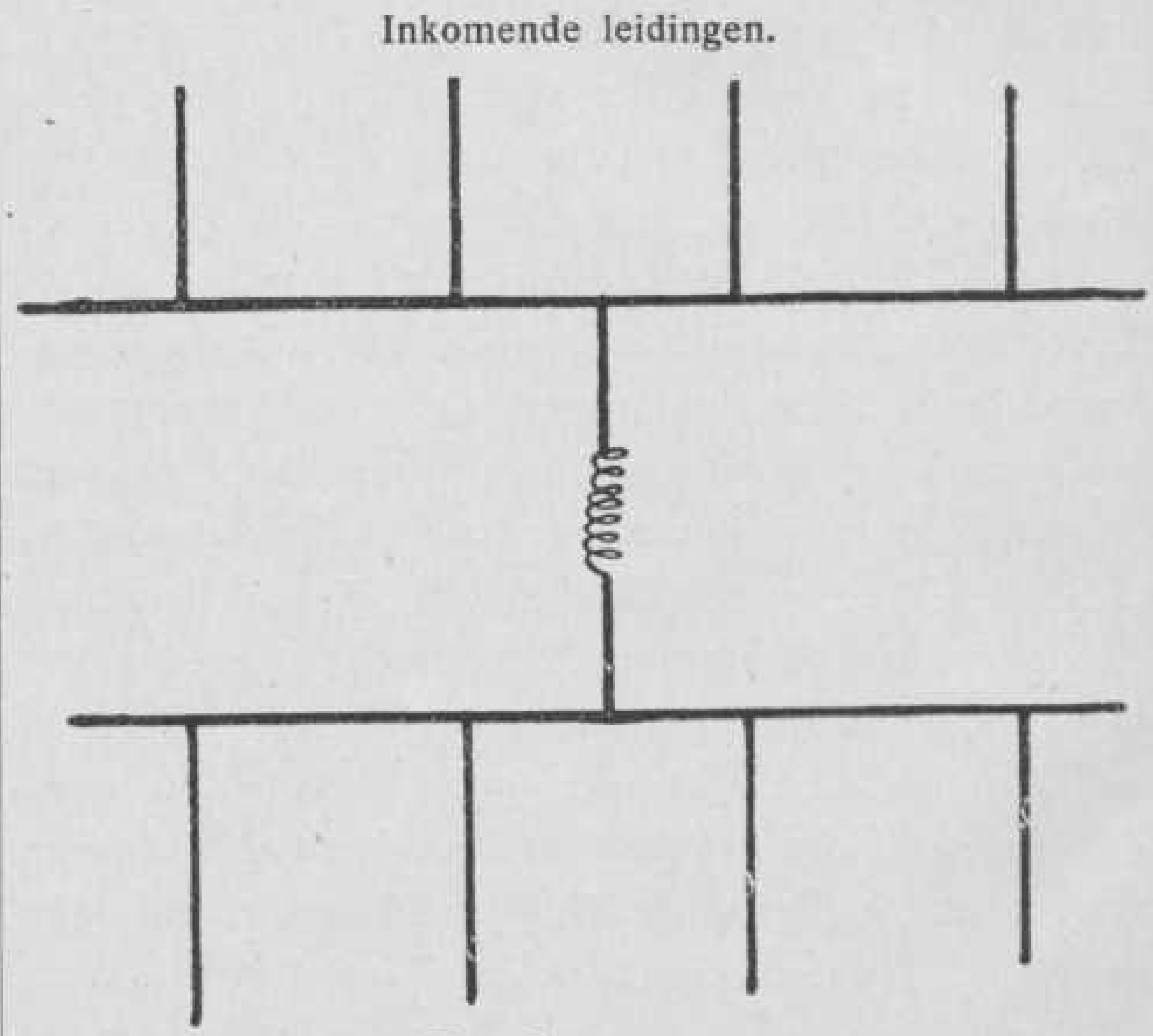

Fig. 2.

Ook in leidingen met verdeelde zelf-inductie en capaciteit kunnen resonantieverschijnselen optreden. Wordt een leiding ingeschakeld op een spanning E, dan gaat een oneindig lange golf de lijn op en wordt aan het einde teruggekaatst. Was nu juist als deze golf aan het begin terugkwam de spanning van den spanningsbron — E geworden, dan treedt er resonantie op. Bij wisselstroomleidingen zou een dergelijke resonantie met een machine-harmonische kunnen optreden. Echter wordt een 30 K.M. lange leiding bv. in $\frac{1}{500}$ sec. doorloopen (heen en terug) zoodat slechts zeer hooge harmonische in aanmerking kunnen komen. Nu kunnen twee leidingsgedeelten met verschillende golfweerstand ook onderling resonantieverschijnselen vertoonen. Wordt een leiding ingeschakeld op de spanning E en bevindt zich aan het einde een leiding met veel grooteren golfweerstand, dan wordt de golf bij het begin dezer tweede leiding teruggekaatst en de spanning wordt ongeveer $2E$. Nadat de teruggekaatste golf eens heen en weer is geloopen, wordt de spanning o, dan weer $2E$ enz., zooals wij vroeger zagen. Voor de golven, die zich op de tweede leiding begeven, welke bv. aan het einde open is, veranderen dus de reflectievoorwaarden aan het begin periodiek. Hierdoor kan de spanning op deze tweede leiding sterk stijgen. Men kan het zich ook zoo voorstellen, of bij $t = o$, de 2e leiding op de spanning $2E$ wordt geschakeld, d. w. z. een oneindig lange golf $2E$ trekt de 2e leiding op, na $\frac{1}{2}$ T echter wordt de spanning aan het begin o, dit komt daarop neer, dat nu een nieuwe oneindig lange golf de 2e leiding oploopt, van de grootte — $2E$, na $t = T$ volgt weer een golf $2E$, enz. De superpositie van al deze golven stelt niets anders voor dan de periodieke wisseling der spanning aan het begin der 2e leiding. De demping en de terugwerking der 2e leiding op de eerste verwaarloos ik nu voor het gemak. Is de tweede leiding nu even lang als de eerste, dan is de trillingstijd T voor beide gelijk. Aan het open einde der 2e leiding dus komt na $\frac{1}{4}$ T de eerste golf aan en wordt daar teruggekaatst, zoodat na $\frac{1}{2}$ T de heele 2e leiding de spanning $4E$ heeft. Men kan nu de werking van alle oneindig lange golven op de 2e lijn vervolgen en die werkingen superponeeren. Men krijgt dan voor de spanningen:

$t =$	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	T
1e golf:	0	2	4	2	0	2	4	2	0	2	4	2	0	2	4	2	0	E
2e „			0	—2	—4	—2	0	—2	—4	—2	0	—2	—4	—2	0	—2	—4	„
3e „					0	2	4	2	0	2	4	2	0	2	4	2	0	„
4e „							0	—2	—4	—2	0	—2	—4	—2	0	—2	—4	„
5e „									0	2	4	2	0	2	4	2	0	„
6e „											0	—2	—4	—2	0	—2	—4	„
7e „													0	2	4	2	0	„
8e „															0	—2	—4	„
9e „																	0	„
enz.																		
Resulteerde spanning.	0	2	4	0	—4	2	8	0	—8	2	12	0	—12	2	16	0	—16	E

Hetzelfde treedt op als tusschen de leidingen 1 en 2 zich een lange derde leiding bevindt. Dan zal weliswaar, de demping sterker zijn, echter wordt de terugwerking van de 2e leiding op de eerste, die de bovengenoemde spanningen vermindert, in dit geval pas na langeren tijd merkbaar.

Ook dit resonantiegevaar wordt veroorzaakt door de hooge golfweerstanden, die de spanningsgolven door terugkaatsing op hoogere spanning brengen.

Voor het omvormen van golffronten lijken condensatoren minder gevaarlijk dan smoorspoelen, echter zou nog moeten worden uitgemaakt of zij quantitatief de uitwerking hebben die aan hen wordt toegeschreven. Voorts moeten zij zeer zorgvuldig geconstrueerd worden, en zullen zij, willen ze een voldoende capaciteit bezitten, tot zeer groote uitgaven verplichten. Een bizonder oordeelkundige verdeeling over het net is voor hen een vereischte en wel volgens een oordeel, dat, naar ik meen, nog geenszins vaststaat. [14]) Het aanbrengen op bepaalde plaatsen van zulke groote capaciteiten heeft ook zijn nadeelen, waarop o. a. Kuhlmann wijst, [15]) slechts zou ik aan de door hem genoemde nadeelen willen toevoegen het gevaar voor overstroomen, dat door deze groote condensatoren zeker belangrijk vermeerderd wordt.

Kuhlmann resumeert zijn artikel in 32 stellingen, die ik voor een groot deel zou willen onderschrijven, en die een zeer duidelijk beeld geven van wat er op het gebied der beveiliging tegen spanningsgolven gedaan kan worden.

Ik behandelde in het voorgaande slechts eenige punten uit het zeer uitgebreide studieveld van de vereffenings- en overspanningsverschijnselen. Ook de literatuur, waarheen ik hier en daar verwees, is maar een klein deel van wat over deze onderwerpen is geschreven. Ook in vroegere jaren is zeer veel literatuur over overspanningen verschenen en behalve de hier aangehaalde Duitsche bronnen is er ook in Amerika veel over dit onderwerp geschreven. [16]) Ik sprak weinig over de oorzaken, waardoor de „wanderwellen" ontstaan, dat ik bijna uitsluitend de inschakelgolven behandelde, vindt zijn oorzaak in het feit dat deze betrekkelijk het eenvoudigst zijn, het zijn echter niet de meest belangrijke. De sterkste spanningsgolven kunnen in het algemeen ontstaan bij het verbreken van groote stroomen, zooals bij gelijkstroomschakelaars en bij smeltstukken voor komt. Maar ik heb al genoeg tijd in beslag genomen. Buurman wil nu wel weer eens een praatje met een ander maken en zal toch misschien al een volgende avond op zijn teenen mijn deur voorbij sluipen, uit vrees dat er hem weer zoo'n lijvige boom wacht.

H. G. NOLEN.

6) W. Petersen. Hochspannungstechnik, blz. 116.

7) A. Buch. Die Theorie moderner Hochspannungsanlagen, blz. 198.

8) K. W. Wagner. Electr. Ausgleichvorg. in Freil. u. Kabeln, blz. 104.

9) R. Rüdenberg. E. u. M. 1912, blz. 157, 387. W. Linke. A. f. E. Bd. I, blz. 167.

10) R. Rüdenberg. E. u. M. 1913, blz. 421.

11) W. Petersen. A. f. E. Bd. I, blz. 245.

12) Pfiffner. E. u. M. 1912, blz. 953, 1002; 1913, blz. 45, 75.

13) K. W. Wagner. E. A. im Fr. u. Kab., blz. 73.
„ „ A. f. E. Bd. I, blz. 47.
„ „ E. T. Z. 1911, blz. 949.

14) W. Prehm. E. T. Z. 1914, blz. 417 en 624.

15) K. Kuhlmann. Bulletin de l'association Suisse des électriciens 1914, n⁰. 4, blz. 176.

O. a. uit den lateren tijd:

16) Steinmetz. Theory and calculation of transient electric phenomina and oscillations.
„ Proc. of the Am. Inst. of Electr. Eng. 1908, blz. 1121.
Thomas. P. A. I. E. E. 1905, blz. 705.
Creighton and Sprong. P. A. I. E. E. 1909, blz. 867.

Iets over het vereffenen van indirecte waarnemingen, door H. J. OOSTERBEEK JR.

De strekking van dit artikel is hoofdzakelijk een beknopt overzicht te geven en een verklaring van de gewichtsgetallen, welke, — zooals bekend is — een groote rol spelen bij de vereffening van indirecte waarnemingen.

Meestal vindt men die gewichtsgetallen ten tooneele gevoerd als „onbepaalde coëfficiënten". Aangezien dan gewoonlijk tegelijkertijd de vergelijkingen worden neergeschreven, waaruit ze moeten worden opgelost, ligt de vraag voor de hand hoe men aan die „gewichtsvergelijkingen" komt.

Nemen we als uitgangspunt de bekende „foutvergelijkingen":

$$x_1 = p_1 - (a_1 A + b_1 B + c_1 C)$$

— — — — — — — — —

— — — — — — — — —

$$x_n = p_n - (a_n A + b_n B + c_n C)$$

Eenvoudigheidshalve hebben we ondersteld dat we met 3 onbekenden $A\ B\ C$ te doen hadden en de eigenlijke waarnemingen (meetresultaten) $p_1 \ldots p_n$ allen gelijk gewicht bezaten. De meest waarschijnlijke, z.g. schijnbare, fouten in die waarnemingen zijn $x_1 \ldots x_n$.

Volgens het algemeene beginsel zal $[xx]$, die een functie is van de 3 onbekenden $A\ B\ C$, tot minimum gemaakt moeten worden, teneinde voor $A\ B$ en C de meest waarschijnlijke, d.w.z. de vereffende, waarden te vinden.

Men zal hebben:

$$\frac{\partial [xx]}{\partial A} = 2\, x_1 \frac{\partial x_1}{\partial A} + \ldots + 2\, x_n \frac{\partial x_n}{\partial A} = 0 \text{ gesteld;}$$

dus $[ax] = 0$.

Evenzoo leveren:

$$\frac{\partial [xx]}{\partial B} = 0 \text{ en } \frac{\partial [xx]}{\partial C} = 0 \text{ dat } [bx] = 0 \text{ en } [cx] = 0.$$

Dit zijn de drie „normaalvergelijkingen", welke, uitgeschreven, luiden:

$$[aa]\,A + [ab]\,B + [ac]\,C = [ap]$$
$$[ba]\,A + [bb]\,B + [bc]\,C = [bp]$$
$$[ca]\,A + [cb]\,B + [cc]\,C = [cp].$$

Nu stelle men zich voor de onbekenden te willen oplossen met behulp van determinanten (regel van Cramer). In werkelijkheid geschiedt zulks niet.

Men vindt dan bijvoorbeeld:

$$A = \frac{\begin{vmatrix} [ap] & [ab] & [ac] \\ [bp] & [bb] & [bc] \\ [cp] & [cb] & [cc] \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} [aa] & [ab] & [ac] \\ [ba] & [bb] & [bc] \\ [ca] & [cb] & [cc] \end{vmatrix}} = [ap]\,Q_{11} + [bp]\,Q_{12} + [cp]\,Q_{13}.$$

De gewichtsgetallen Q_{11}, Q_{12}, Q_{13} zijn de, door den stelseldeterminant gedeelde, minoren van de dikomhaakte elementen.

Hierbij is te letten op het teeken.

De eerste index der gewichtsgetallen wijst de kolom aan, de tweede heeft betrekking op de rij van het bijbehoorende element.

Vervang daarna de dikomhaakte tellerkolom beurtelings door de drie noemerkolommen. Er komt:

$$[aa]\,Q_{11} + [ba]\,Q_{12} + [ca]\,Q_{13} = 1;$$

want de teller is nu gelijk aan den noemer.

$$[ab]\,Q_{11} + [bb]\,Q_{12} + [cb]\,Q_{13} = 0;$$

want de teller heeft nu 2 gelijke kolommen.

$$[ac]\,Q_{11} + [bc]\,Q_{12} + [cc]\,Q_{13} = 0;$$

want de teller heeft nu 2 gelijke kolommen.

Hier staan 3 gewichtsvergelijkingen, waaruit men, op een of andere manier, de gewichtsgetallen werkelijk oplost, waardoor ook de waarde van A bekend wordt.

Op dezelfde wijze denke men B opgelost. De dikomhaakte kolom komt dan een plaats verder naar rechts te staan, wordt dus nu 2[e] tellerkolom en kan men dadelijk opschrijven:

$$B = [ap]\,Q_{21} + [bp]\,Q_{22} + [cp]\,Q_{23}.$$

De opstelling der bijbehoorende 3 stuks vergelijkingen gaat precies eender.

Vervolgens wordt C op dezelfde wijze behandeld.

Als er dus k onbekenden zijn van den vorm $A\;B\;C$, behooren bij elk dezer onbekenden weer k gewichtsvergelijkingen. Men is geneigd deze methode onnoodig omslachtig te vinden, begrijpt zonder meer niet de benaming „gewichtsgetal", en vraagt zich af wat het nut of voordeel van een en ander is.

Welnu, het is uit bovenstaande afleiding dadelijk te zien — op grond van de determinantentheorie — dat $Q_{12} = Q_{21}$. Immers men heeft:

$$Q_{12} = \frac{-\begin{vmatrix} [ab] & [ac] \\ [cb] & [cc] \end{vmatrix}}{\Delta}; \qquad Q_{21} = \frac{-\begin{vmatrix} [ba] & [bc] \\ [ca] & [cc] \end{vmatrix}}{\Delta}$$

aangezien een determinant niet van waarde verandert als men de eerste rij tot eerste kolom maakt, de tweede rij tot tweede kolom enz. In het algemeen zal dus $Q_{rs} = Q_{sr}$ zijn; en dit feit vermindert in sterke mate het aantal op te lossen onbekenden.

Dat de naam „gewichtsgetal" goed gekozen is, kan als volgt blijken:

Aangenomen dat de middelbare fouten in AB en C, of in een functie van AB en C, recht evenredig zullen zijn met de differentialen dier grootheden, op dezelfde wijze als men de middelbare fout in p evenredig stelt met dp, dus stellende $(M_A)^2 \therefore (dA)^2$ en $(m_p)^2 \therefore (dp)^2$, volgt uit de voor A gevonden waarde:

$$dA = (Q_{11}\,a_1 + Q_{12}\,b_1 + Q_{13}\,c_1)\,dp_1 + \ldots.$$
$$+ (Q_{11}\,a_n + Q_{12}\,b_n + Q_{13}\,c_n)\,dp_n.$$

Kwadrateer de beide leden en laat de dubbelproducten weg omdat de fouten in $p_1 \ldots p_n$ geheel onafhankelijk van elkaar zijn, waardoor de dubbelprodukten even waarschijnlijk positief als negatief worden.

Men vindt:

$$(M_A)^2 = (m_p)^2 \Big\{\underbrace{Q_{11}^2\,[aa] + Q_{12}^2\,[bb] + Q_{13}^2\,[cc]}_{\mathrm{I}} +$$
$$\underbrace{2\,Q_{11}\,Q_{12}\,[ab] + 2\,Q_{11}\,Q_{13}\,[ac] + 2\,Q_{12}\,Q_{13}\,[bc]}_{\mathrm{II}}\Big\}$$

Het stuk I is dadelijk af te lezen uit de voor A opgeschreven gewichtsvergelijkingen:

$$\begin{aligned} [aa]\,Q_{11}^2 &= Q_{11} - [ba]\,Q_{11}\,Q_{12} - [ca]\,Q_{11}\,Q_{13} \\ [bb]\,Q_{12}^2 &= \phantom{Q_{11}} - [ab]\,Q_{12}\,Q_{11} - [cb]\,Q_{12}\,Q_{13} \\ [cc]\,Q_{13}^2 &= \phantom{Q_{11}} - [ac]\,Q_{13}\,Q_{11} - [bc]\,Q_{13}\,Q_{12} \end{aligned}$$

opgeteld en in de beide leden II bijgevoegd.

$$(M_A)^2 = (m_p)^2\,Q_{11}.$$

Waaruit blijkt dat het gewicht van A — zijnde de gewichten omgekeerd evenredig met de kwadraten der middelbare fouten — juist Q_{11} maal zoo klein is als het gewicht der waarnemingen p.

Hiermede is de naam „gewichtsgetal" verklaard en tegelijkertijd een belangrijk verband gevonden.

Op soortgelijke wijze kan men aantoonen dat

$$(M_B)^2 = (m_p)^2\, Q_{22}$$
$$(M_C)^2 = (m_p)^2\, Q_{33}.$$

$$M_A \,.\, M_B = (m_p)^2\, Q_{12};$$
$$M_A \,.\, M_C = (m_p)^2\, Q_{13};$$
$$M_B \,.\, M_C = (m_p)^2\, Q_{23};$$

Dikwijls wordt $M_A \,.\, M_B$ geschreven in den vorm $(M_{AB})^2$. Doch dit laatste is een min of meer onpractische notatie aangezien zij tot vergissingen en wanbegrippen aanleiding kan geven.

Wij vonden dus dat het noodig is van de gewichtsgetallen gebruik te maken teneinde een inzicht te krijgen in de nauwkeurigheid der vereffende waarden van indirect waargenomen grootheden. Alleen de gewichtsgetallen met 2 gelijke aanwijzers, b.v. Q_{11}, Q_{22}, Q_{33} enz. komen hierbij te pas.

De gewichtsgetallen welke twee verschillende aanwijzers dragen, moet men kennen zoodra men functies van de indirect waargenomen grootheden wil onderzoeken wat betreft de bereikte nauwkeurigheid.

Onderstel b.v. dat

$$L = A\,B\,C,$$
$$(dL)^2 = (AB\,dC + AC\,dB + BC \,.\, dA)^2.$$

Verwar weer de differentialen en middelbare fouten:

$$(M_L)^2 = m_p^2\,(A^2 B^2 \,.\, Q_{33} + A^2 C^2 \,.\, Q_{22} + B^2 C^2 \;\; Q_{11} + 2\, A^2 BC \,.\, Q_{32} + 2\, A B^2 C \,.\, Q_{31} + 2\, ABC^2 \,.\, Q_{21})$$

De dubbelprodukten mochten hier uiteraard niet geschrapt worden, aangezien M_A, M_B, M_C fouten zijn waartusschen verband bestaat. Ze zijn niet onafhankelijk van elkaar. Het schrappen van dubbelproducten is alleen geoorloofd, op grond van waarschijnlijkheid, zoodra de samenstellende fouten allen onafhankelijk zijn.

Er blijft te beantwoorden de vraag op welke wijze men m_p berekent en hoe de vereffening enz. verloopt als de waarnemingen p niet allen gelijk gewicht bezitten.

In het meer algemeene geval zal $[gxx]$ tot minimum gemaakt moeten worden; hetgeen oplevert de normaalvergelijkingen:

$$[gax] = 0.$$
$$[gbx] = 0.$$
$$[gcx] = 0.$$

De gewichtsvergelijkingen enz. worden hieruit op bovenomschreven wijze verkregen. Verder heeft men — het bewijs hiervan blijve voorloopig onbesproken — de algemeene formule:

$$\mu^2 = \frac{[gxx]}{n - \text{aantal onbekenden}} = \frac{[gxx]}{\text{aantal overtollige waarnemingen}}\,.$$

Hierin is n gelijk aan het aantal waarnemingen p, dus gelijk aan het aantal fouten x. Het woord „onbekenden" slaat op de grootheden ABC enz.

μ = de middelbare fout in een fictieve waarneming die, op dezelfde wijze uitgevoerd als de werkelijke waarnemingen, het gewicht g = de eenheid zou hebben verkregen, d.w.z. waaraan men het gewicht 1 zou hebben toegekend.

Zoodra alle waarnemingen gelijk gewicht bezitten en men dit gelijk aan de eenheid stelt, worden μ en m_p indentieke begrippen. Bij ongelijke gewichten kan men niet spreken van m_p doch alleen van μ.

Ter bepaling van $[gxx]$ vermenigvuldige men de foutvergelijkingen respectievelijk met $g_1\,x_1$, $g_2\,x_2$ enz. en telle ze samen. Er komt, omdat

$$[gax] = 0;\; [gbx] = 0;\; [gcx] = 0$$
$$[gxx] = [gpx].$$

Dit is een zeer belangrijke vergelijking.

Door de foutvergelijkingen dus respectievelijk met $g_1\,p_1$, $g_2\,p_2$, enz. te vermenigvuldigen en op te tellen, vinden we, ingeval van 3 onbekenden;

$$[gxx] = [gpx] = [gpp] -$$
$$- \{[gap]\,A + [gbp]\,B + [gcp]\,C\}\,.$$

Het laatste lid dezer gelijkheid is gemakkelijk te becijferen als men de onbekenden $A\;B\;C$ eenmaal kent.

Het is bekend dat bij „directe" waarnemingen het tot minimum maken van $[gxx]$ met zich brengt het tot nul worden van $[gx]$. Doch bij „indirecte" waarnemingen is zulks niet meer het geval. Daar worden $[gax]$, $[gbx]$, $[gcx]$, enz., allen tot nul.

Als we de waarnemingen $p_1 \ldots p_n$ uitzetten als ordinaten en de fouten $x_1 \ldots x_n$ (die bekend zijn zoodra de onbekenden A, B, C enz. zijn opgelost!)

als bijbehoorende abscissen, krijgen we een stelsel van punten, in het platte vlak gelegen. De gewichten dezer punten zijn $g_1 \ldots g_n$.

De mechanische analogie leert nu dat het traagheidsmoment van dit stelsel zware punten ten opzichte van de ordinaten-as gelijk is aan het traagheidsprodukt ten opzichte van beide assen, want $[gxx] = [gpx]$. Het traagheidsmoment t/o. van de abscissen-as is $[gpp]$.

Wanneer de normaalvergelijkingen niet lineair zijn, mislukt de vereffeningsmethode. Nu zijn de normaalvergelijkingen steeds lineair, als de foutvergelijkingen het zijn. Daarom worden niet-lineaire foutvergelijkingen eerst lineair gemaakt, door het berekenen van reeds scherp benaderde waarden A_0, B_0, C_0 enz. Zoodat men heeft $A = A_0 + \Delta_1$,

$$B = B_0 + \Delta_2,$$
$$C = C_0 + \Delta_3,$$

waarin $\Delta_1\ \Delta_2\ \Delta_3$ allen zeer klein worden ondersteld.

De afgeknotte Taylorreeks geeft dan:

$$f(ABC) = f(ABC)_{000} + \left\{\frac{\partial f}{\partial A}\Delta_1 + \frac{\partial f}{\partial B}\Delta_2 + \frac{\partial f}{\partial C}\Delta_3\right\}_{000}.$$

Het tweede lid is nu lineair in de verbeteringen Δ_1, Δ_2, Δ_3, die als nieuwe onbekenden beschouwd worden. Het gewicht van A is dan uiteraard hetzelfde als dat van Δ_1. Enzoovoorts.

In plaats van een ontwikkeling volgens Taylor kan men soms gebruik maken van kunstgrepen. Zoo kan men b.v. in $x_1 = p_1 - (a_1\, AB + b_1\, B)$ zeer goed AB en B als onbekenden beschouwen.

Teneinde zoo weinig mogelijk duisterheden over te laten, zullen we nog bewijzen de gegrondheid van de reeds vermelde formule

$$\mu^2 = \frac{[gxx]}{n - \text{aantal onbekenden}}.$$

Als A, B, C de door ons berekende vereffende waarden zijn, zullen daar nog inzitten ware fouten $M_A{}^1$, $M_B{}^1$ en $M_C{}^1$. We kennen ze niet, doch wel de middelbare waarden van die fouten, n.l. M_A, M_B en M_C. We hebben $M_A{}^1 = A - A^1$, waarin A^1 de waarheid voorstelt.

We schrijven nu reeds dadelijk, omdat we later toch niet anders kunnen: $A' = A - M_A$. Enz.

schijnbare fout $x_1 = p_1 - (a_1\, A + b_1\, B + c_1\, C)$

ware fout $x_1{}' = p_1 - \{a_1\,(A - M_A) + b_1\,(B - M_B) + c_1\,(C - M_C)\}$

$$x^1{}_1 = x_1 + (a_1\, M_A + b_1\, M_B + c_1\, M_C).$$

$$\begin{aligned}[gx^1x^1] = [gxx] &+ \\ + [gaa]\,M_A{}^2 &+ [gbb]\,M_B{}^2 + [gcc]\,M_C{}^2 \\ + 2\,[gax]\,M_A &+ 2\,[gbx]\,M_B + 2\,[gcx]\,M_C \\ + 2\,[gab]\,M_A\,M_B &+ 2\,[gac]\,M_A\,M_C + 2\,[gbc]\,M_B\,M_C.\end{aligned}$$

We hebben $[gax]$, $[gbx]$ en $[gcx]$ tot nul gemaakt, dus de 2e regel 2e lid valt weg.

Voor $2\,[gab]\,M_A\,M_B$ schrijven we $\mu^2\,[gab]\,Q_{12} + \mu^2\,[gab]\,Q_{21}$. Enzoovoorts.

Zoodat er komt, tengevolge van doelmatige rangschikking der termen:

$$[gx'x'] = [gxx] + \mu^2 \left\{\begin{array}{l}[gaa]\,Q_{11} + [gab]\,Q_{12} + [gac]\,Q_{13} + \\ [gab]\,Q_{21} + [gbb]\,Q_{22} + [gbc]\,Q_{23} + \\ [gac]\,Q_{31} + [gbc]\,Q_{32} + [gcc]\,Q_{33}.\end{array}\right\}$$

Elk der regels van den vorm tusschen accolades is juist gelijk aan het eerste lid van één der gewichtsvergelijkingen, en wel gelijk aan 1. We vinden metterdaad:

$$[gx^1x^1] = [gxx] + 3\,\mu^2.$$

Nu is volgens definitie $\mu^2 = \frac{[gx^1x^1]}{n}$. En zal dus $(n - 3)\,\mu^2 = [gxx]$.

Waarmee bewezen is de algemeene formule:

$$\mu^2 = \frac{[gxx]}{n - \text{aantal onbekenden}}.$$

TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

PRIJSVRAGEN,

uitgeschreven in Juni 1914,

te beantwoorden vóór 1 September 1915 door studeerenden aan een Nederlandsche instelling van hooger onderwijs.

(Ingevolge art. 37 der Hooger-Onderwijswet).

I.

Men vraagt:

Een zuinig, snelloopend, één- of meercylinder stoomwerktuig te construeeren, hetwelk aan hooge eischen van bedrijfszekerheid zal kunnen voldoen, dat onder uiteenloopende omstandigheden van stoomtemperatuur, stoomspanning en tegendruk te gebruiken is en waarbij naast doelmatigheid der constructie, tevens op een lagen kostprijs moet worden gelet.

Verlangd wordt de overlegging van:

1. de constructieteekeningen, zooveel mogelijk op ware grootte en een ensembleteekening op de schaal 1 : 5, voor een stoomwerktuig volgens bovenstaande omschrijving, dat normaal 50 I.P.K. bij 500 omwentelingen per minuut zal kunnen ontwikkelen;

2. de berekeningen, zoowel analytische als grafische, welke hebben geleid tot het bepalen der afmetingen van de verschillende constructiedeelen en eene kritische bespreking omtrent het te verwachten stoomverbruik;

3. eene uiteenzetting van de te volgen fabrikatiemethoden, indien het genoemde stoomwerktuig in verschillende vast te stellen grootten wordt vervaardigd, omvattende de vermogens van 30 tot en met 300 I.P.K., en indien van iedere grootte telkens 50 stuks in bewerking komen.

II.

Men vraagt:

Eene verhandeling betreffende een onderzoek naar overeenstemming of verschil tusschen de uitkomsten van sleepproeven met scheepsmodellen in zoogenaamd onbeperkt water, welke uitkomsten o.a. door de ondergenoemde auteurs gepubliceerd zijn geworden.

Verder moet getracht worden uit bedoelde vergelijking van overeenkomstige scheepstypes af te leiden welke vorm en proporties bij gegeven lengte, waterverplaatsing en snelheid den geringsten sleepweerstand leveren. Deze vormen zullen door teekeningen weergegeven moeten worden.

G. Rota, La Vasca 1898.
„ Bulletin de L'Association Technique Maritime 1900.
„ Transactions of the Institution of Naval Architects 1905.
R. E. Froude, Trans. I. N. A. 1904, 1905.
H. C. Sadler, „ Soc. N. A. & M. E. 1906, 1907, 1908, 1909.
D. W. Taylor, „ „ N. A. & M. E. 1908, 1909, 1911, 1913.
„ The Speed and Power of Ships, 1910.
G. S. Baker, Trans. I. N. A., 1913, 1914.
Sir *Philip Watts*, The Encyclopaedia Britanica 11th Ed., article: Ship etc.

III.

Men vraagt:

Eene, op experimenteel onderzoek aan minstens éene machine en éénen transformator steunende, kritiek van de eigenschappen en de betrouwbaarheid van den magnetischen spanningsmeter volgens Rogowski (zie Archiv. für Elektrotechnik 1912 en 1913).

De toelichtingen bij de beantwoording der vragen moeten, met een andere hand dan die van den inzender in duidelijk schrift of met eene schrijfmachine, in de Nederlandsche taal zijn geschreven.

De antwoorden moeten vóór of op 31 Augustus 1915 worden toegezonden aan den Secretaris van den Senaat der Technische Hoogeschool, met opgave van een correspondentie-adres van den inzender: zij moeten geteekend zijn met een spreuk of een ander kenteeken en daarbij moet gevoegd worden een verzegeld briefje, dat dezelfde spreuk of hetzelfde kenteeken tot opschrift heeft en den naam, het studievak en het eigen adres des schrijvers bevat.

Het staat den inzender vrij aan de door de Afdeeling in de opgave gestelde eischen nog uitbreidingen toe te voegen; maar hij moet in de eerste plaats aan de gestelde eischen voldoen.

Op den achtsten Januari 1916 zal door den Senaat het oordeel der Afdeeling over de ingekomen antwoorden worden bekend gemaakt en aan de schrijvers der meest voldoende antwoorden, die der bekroning zijn waardig gekeurd, de gouden eerepenning worden uitgereikt.

Een met den gouden eerepenning bekroond antwoord wordt teruggezonden aan den schrijver; niet bekroonde antwoorden worden teruggezonden aan het opgegeven correspondentie-adres.

De Senaat der Technische Hoogeschool,

W. K. BEHRENS,
Rector-Magnificus.

C. L. VAN DER BILT,
Secretaris.

Delft, Juni 1914.

Examens gehouden vóór de Zomervacantie — 1914. —

PROPAEDEUTISCHE EXAMENS.

Geslaagd voor:

Civiel-Ingenieur.

Mej. E. F. van den Ban.
M. le Cosquino de Bussy.
K. Dees.
P. Dekker.
Jhr. F. E. Ch. Everts.
B. B. C. Felix.
Jhr. A. E. Goldman.
J. W. L. Habraken.
F. J. van Haften.
H. H. ten Have.
C. H. Kleijn.
C. B. Kraayeveld.
I. J. Kranenburg.
W. P. Kruyswijk.
E. Maas Geesteranus.
O. R. Maier.
J. M. Meyer.
S. C. van der Meulen.
A. A. Mussert.
J. H. Nijland.
Jhr. M. J. Ortt.
J. A. W. Poelman.
J. Th. Rietveld.
J. G. Schilthuis.
A. P. F. van Slijpe.
H. Straatman.
A. W. A. van Velzen.
W. J. Vollewens.
J. F. R. van de Wall.
J. van Wely.
A. F. W. Wildeboer.
Ph. H. te Winkel.
J. H. van Witzenburg.

Bouwkundig Ingenieur.

J. J. J. M. Hermans.
H. J. Heuvelink.
A. J. van der Steur.
D. Tutein Nolthenius.

Werktuigkundig Ingenieur.

W. Bakker.
N. Biersteker.
A. G. Dijkerman.
J. G. Dijkstra.
F. E. Eyken.
W. J. M. Heslenfeld.
J. A. A. Hoefnagels.
L. W. Hofland.
H. van Hoorn.
E. F. den Hollander.
H. van Houten.
A. F. E. Jansen.
F. A. Klein.
P. P. Kriek.
A. A. Lagaay.
H. van Meurs.
J. Muysken.
J. G. Ouwehand.
F. Prins Visser.
A. W. van der Poel.
C. Rodenburg.
H. F. A. Roodenburg.
E. W. F. Schut.
G. W. Semmelink.
J. W. M. Stevens.
J. A. Teyinck.
B. M. Woldringh.

Scheepsbouwkundig Ingenieur.

L. W. Bast.
N. Biersteker.

Electrotechnisch Ingenieur.

H. van der Does.
H. A. J. Jansen.
J. J. A. Janssen.
P. Jongejan.
M. I. Polak.
J. M. Prins.
A. H. B. van Riemsdijk.
T. J. Tilma.
J. Valk.

Scheikundig Ingenieur.

H. J. van Oordt.
Mej. M. M. J. Posthumus.
J. Romp.
J. J. Schilthuis.
H. van der Veen.
Th. Wemmers.

Mijnbouwkundig Ingenieur.

W. A. Loke.
W. H. Oosten.

CANDIDAATS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Civiel-Ingenieur.

N. Blankevoort.
L. J. Boone.
L. Bronkhorst.
M. J. H. Hanrath.
J. A. K. van Hasselt.
J. E. v. Heemskerck v. Beest
F.E.E.A.Hollingérus Pijpers
J. J. Huisman.
F. I. J. Kanstein.
D. Kramer.
C. L. C. van Kretschmar.
C. Krijn.
A. L. van der Laaken.
W. J. H. van Limburg Stirum.
W. A. B. Meiborg.
H. W. Mouton.
B. Peiser.
J. A. Quarles van Ufford.
W. F. A. Röell.
H. H. Ruyten.
A. O. Schut.
A. Sissingh.
H. J. F. Smit.
J. J. I Sprenger.
A. H. Stam.
H. Streefkerk.
W. Terpstra.
G. H. A. Thieme.
J. C. K. van Toorenburg.
A. L. Verwoerd.

Bouwkundig Ingenieur.

J. C. van den Berg.
L. M. van den Berg.
A. Boeken.
B. J. K. Cramer.
J. P. Fokker.
C. H. Schwagermann.
P. J. W. Willekes Macdonald.

Werktuigkundig Ingenieur.

D. Bolleman Kijlstra.
G. W. Boxman.
D. J. W. van Dongen.
J. Goudriaan Jr. (met lof).
J. de Klerk.
W. Koning.
J. B. Kruimel.
F. O. Lemcke.
C. Th. Stork D.Wzn.
C. Thoms.

Scheepsbouwkundig Ingenieur.

H. M. Andrée Wiltens.

Electrotechnisch Ingenieur.

J. F. van Aalst.
C, Blankevoort.
A. G. D. Bruins.
G. A. Tuyl Schuitemaker (W. I.)
K. de Koning.
J. M. Kooy.
A. K. F. Lammerts.
N. Nobel.
F. P. van Peski.
F. D. Pigeaud.
P. Smit (W. I.)
P. F. van den Thoorn.
J. K. Wijmans.

Scheikundig Ingenieur.

Mej. S. J. Abel.
J. W. H. Adèr.
S. H. Bertram.
J. W. Döbken.
J. P. Dudok van Heel.
F. Th. Hendriksz.
H. Kalshoven.
A. H. Kerstjens.
A. Knetemann.
F. W. Lutter.
Mej. C. Rambonnet.
J. H. van Rossem.
E. van Thiel (met lof).
E. J. de Veer.
W. Wessel.

INGENIEURS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Civiel-Ingenieur.

D. J. van Aalst.
H. B. J. Aikema.
A. Baars.
H. R. Beukelman.
W. R. C. Boers.
J. G. Christiaanse.
G. F. Cool.
R. A. D. Cort v. d. Linden.
I. B. Dekker.
F. Th. H. Dresens.
F. J. Dijxhoorn.
J. B. Evers.
J. C. Flohil.
C. G. la Fontaine.
C. F. Gnirrep.
A. Grünberg.
A. C. Ingenegeeren.
A. E. G. J. Kingma.
A. Kloppert.
W. Z. Marcella.
J. P. van Noorden.
J. Oosterbaan.
M. Scheffer.
A. H. Schelling.
J. H. Schijfsma.
N. Sickenga.
E. H. Smid (met lof).
L. J. de Ven.
D. de Waard.
W. G. Witteveen.
C. Wolterbeek.

Bouwkundig Ingenieur.

S. Franco.
H. van Halewijn.

Werktuigkundig Ingenieur.

J. F. J. Atkins.
H. O. J. H. Bauduin (met lof).
R. H. Bloembergen.
E. Botje.
M. van den Broek.
J. H. Croockewit.
J. H. de Iongh.
A. de Jongh.
I. C. Kaars Sypesteijn.
H. A. E. Kollmann.
G. H. Meerburg.
J. H. Meijer.
J. W. A. Renssen.

C. F. M. Duyzings, (E.I.)	L. A. M. Riemens Az.
J. J. M. van Dijk.	L. V. Schalkwijk.
G. Ekama.	W. H. Smith.
H. J. Goudswaard (met lof).	A. J. Staring.
G. Hofstede.	J. H. Wiltson.
M. Hoolboom.	D. C. J. Ylst.

Scheepsbouwkundig Ingenieur.

G. R. Doeve.

Electrotechnisch Ingenieur.

A. W. H. Beekman.	P. H. A. van Lis (met lof).
W. L. C. Brunings (met lof)	J. F. Mouthaan (C. I.)
L. Davidson (W. I.)	P. R. Nieboer.
H. J. Herbig.	P. J. H. A. Nordlohne.
F. B. C. E. M. Jansen.	B. D. Schild.
F. R. Th. Kröner.	W. Th. H. Stibbe.
A. J. ter Linden (W. I.)	J. P. Verlooy.

Examens gehouden nà de Zomervacantie — 1914. —

PROPAEDEUTISCHE EXAMENS.

Geslaagd voor:

Civiel-Ingenieur.

J. C. Deknatel.	J. A. Prins.
F. C. van Haeften.	Raden Sarengat.
K. J. Leatémia.	Raden Soerjowinoto.
Raden Mas Notodhiningrat.	W. Valderpoort.
Jhr. C. Ortt.	M. Valkenburg.
J. J. A. Patiwael.	

Werktuigkundig Ingenieur.

Mej. J. C. E. Bal.	M. Langelaan.
W. L. C. Brunings, E. I.	H. J. Meewis.
C. J. B. Doude van Troostwijk.	R. C. A. F. J. Nessel.
H. F. Grondijs.	P. R. Nieboer.
	A. Oosthoek.

Electrotechnisch Ingenieur.

Ph. C. Brunting.	Mej. M. C. C. ter Poorten.
H. van Hoorn.	H. F. A. Roodenburg.
A. L. de Kok.	E. W. F. Schut.
A. A. Lagaay.	G. W. Semmelink.
A. D. Mesritz.	

Scheikundig Ingenieur.

P. D. van den Broek d'Obrenan, C. I.	S. L. Langedijk.
Mej. A. H. Brons.	W. Spoon.
H. W. Hofstede.	Mej. J. Weisfelt.

CANDIDAATS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Werktuigkundig Ingenieur.

Th. J. W. Barkeij.	H. P. Hijmans van Anrooy.
C. J. Bollee.	P. Landberg.
J. P. Felix Jr.	J. van Noppen.
J. A. de Graaff.	J. Niemeijer.
J. J. B. Goettsch.	H. Strang Azn.
W. A. Hattink.	D. C. Tiekink.

Scheepsbouwkundig Ingenieur.

W. van der Windt.

Electrotechnisch Ingenieur.

J. M. Bletz.	C. I. Oosterholt.
Th. Cramer, W. I.	G. Schotel.
J. C. Francken.	J. M. Verff.
W. L. J. F. Godin.	

BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

INGENIEURS-EXAMENS. JANUARI 1915.

De Voorzitter van de Afdeeling Werktuigbouwkunde, Scheepsbouwkunde en Electrotechniek der Technische Hoogeschool maakt bekend, dat zij, die wenschen deel te nemen aan een der Ingenieurs-examens, welke door genoemde afdeeling zullen worden afgenomen in den loop der maand Januari 1915, zich hiervoor schriftelijk hebben aan te melden bij den Secretaris der Afdeeling **Prof. I. P. de Vooys, W.I. (adres uitsluitend Gebouw W. en S., Nieuwe Laan 76, Delft),** vóór 10 October 1914, onder overlegging van het getuigschrift van met goed gevolg afgelegd candidaats-examen.
Formulieren voor de aanmelding zijn verkrijgbaar in den Technischen Boekhandel van J. Waltman Jr. te Delft.

—o—

Den 19en September j.l. herdacht den heer *L. J. Kokee*, Opzichter aan het Mikrobiologische Laboratorium der Technische Hoogeschool, dat hij 25 jaar in Rijksdienst was werkzaam geweest.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken is voor het tijdvak van 16 September 1914 tot en met 31 Augustus 1915, benoemd tot Assistent voor de toegepaste mechanica aan de Technische Hoogeschool te Delft, H. H. Radier, Prins Mauritslaan 78, Den Haag.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken is voor het tijdvak van 16 September 1914 tot en met 31 Augustus 1915 benoemd tot Assistent voor de Werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, H. J. Goudswaard, werktuigkundig ingenieur, Prins Mauritslaan 20, Den Haag.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken van 23 September 1914, No. 15506, Afdeeling O., zijn voor het tijdvak van 1 October 1914 tot en met 31 Augustus 1915 benoemd tot Assistenten aan de Technische Hoogeschool te Delft voor de architectuur: L. C. Kalis, W. G. Witteveen; voor de werktuigbouwkunde: M. van den Broek, w. i., C. Overweel; voor de delfstof- en aardkunde: C. Menschaar, m. i.