

# DE INGENIEUR.

871

Orgaan

VAN HET KON. INSTITUUT VAN INGENIEURS — VAN DE VEREENIGING VAN DELFTSCHE INGENIEURS.

Weekblad gewijd aan de techniek en de economie van Openbare Werken en Nijverheid.

Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs stellen zich in geen deele verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld of toegelicht.

Commissie van Toezicht: W. F. LEMANS, hoofdinspecteur-generaal van den Rijks-Waterstaat, te 's-Gravenhage, *president*; E. H. STIELTJES, lid van den Raad van Toezicht op de Spoorwegdiensten, te 's-Gravenhage, *secretaris*; J. C. DIJXHOORN, hoogleeraar in de Werktuigbouwkunde aan de Polytechnische School, te Delft.

Verantwoordelijk Hoofdredacteur: R. A. VAN SANDICK.

## Prijs per Jaargang:

*Franco per post.*

Voor Nederland . . . . . f 10.—  
 Voor het Buitenland met vooruitbetaling . . . . . 12.50  
 Men abonneert zich voor een jaargang (1 Jan.—31 Dec.).  
 Over het bedrag der abonnementen in Nederland wordt  
*halfjaarlijks* door de Administratie beschikt.  
 Afzonderlijke nummers 50 cents. — Bewijsnummers  
 10 cents.

## Verschijnt elken Zaterdag.

Stukken en mededeelingen, boeken, brochures, enz. te richten aan den Hoofdredacteur: R. A. van Sandick (Telefoon: 's-Gravenhage 2170 en Scheveningen 1581) *Diligentia*, Lange Voorhout, te 's-Gravenhage.  
 VOOR ABONNEMENTEN zich te wenden tot de ADMINISTRATIE van dit Blad, Paveljoensgracht No. 17 & 19, te 's-Gravenhage.  
 ADVERTENTIEN in te zenden aan de ADMINISTRATIE van dit Blad, Paveljoensgracht No. 17 & 19, te 's-Gravenhage.  
 VERTEGENWOORDIGER VOOR ADVERTENTIEN IN NEDERLAND: C. W. Beteke, Advertentie-Bureau, te Rotterdam.  
 Afzonderlijke Nummers worden — voor zoover de voorraad strekt — het eerst aan Abonnés geleverd.

's-Gravenhage, 19 Dec. 1903.

## Prijs der Advertentiën:

Per regel . . . . . f 0.25  
 Groote letters naar plaatsruimte.  
 Abonnementen volgens afzonderlijke overeenkomst.  
 Advertentiën van *Aanbestedingen* f 0.15 per regel.  
 Idem bij 2e en 3e plaatsing f 0.10 per regel.  
 Bij *abonnement* op Advertentiën worden bewijsnummers *gratis* toegezonden.  
 Over het bedrag der Abonnementen op advertentiën wordt driemaandelijks beschikt.

## INHOUD.

Iets over den bouw van groote draaistroom dynamo's, door X (met afbeeldingen). — Vergadering der Vakafd. voor Electrotechniek. — Statistieke mededeelingen: Opbrengst en vervoer van Spoor- en Tramwegen. October 1903. — Uit ons Parlement. — Boekbespreking: Elektrotechnische Zeitschrift aflevering 50. — Weerkundige waarnemingen. — Rivierberichten. — Binnenlandsche berichten. — Officieele berichten. — Officieele berichten uit Indië. — Personalía. — Open betrekkingen. — Gezochte betrekkingen.

Dit nummer heeft 14 bladzijden.

## Iets over den bouw van Groote Draaistroom-dynamo's.

(Met afbeeldingen.)

**N**og niet vele jaren geleden werd door machine-construeteurs met zekere minachting op dynamo's neergezien, als zijnde voor een werktuigkundige inferieure werkstukken. Zelfs werd eens de uitspraak vernomen, dat een dynamo eigenlijk het product is van een instrumentmaker en een papierbinder. Inderdaad hadden de electrotechnici in dien tijd nog zoo te worstelen met de electriche eigenaardigheden van hun machines, dat er nog geen sprake kon zijn van den bouw van groote dynamo's, en dus de constructie van ondergeschikt belang was. Men sloofde zich uit om de best mogelijke isolatie voor zijne wikkelingen en kollektor-lamellen te krijgen; de vonkontwikkeling op den kollektor baarde nog veel zorgen, de theorie van de kommutatie had men nog lang niet onder de knie; men zocht en vond talloze variaties van ankerwikkeling; kortom veel was nog op te lossen waarbij de constructie op den achtergrond bleef.

Maar naarmate de theorie van de dynamo de practijk, die haar zooveel vóór was, weer had ingehaald, vooral toen het draaistroom-systeem zijn overwinnenden gang begon, eischte men steeds grootere machines, waarbij eindelijk de constructie de beheerschende factor werd. En al ziet de pure werktuigkundige in een groote dynamo niet het levende spel der krachten, dat bij een groote stoommachine voor den constructeur zooveel genot aanbiedt, toch zal hij begrijpen, dat een werktuig waarbij zoo geheimzinnig duizenden

paardekrachten omgezet worden in een anderen vorm van arbeidsvermogen, ook constructief zware eischen stelt aan den ontwerper en bouwer van het werkstuk.

Ten einde den ontwikkelingsgang der draaistroom-dynamo's te kunnen bespreken en na te gaan hoe men langzamerhand tot een normaal-type is gekomen, verdeelen wij de dynamo's, wat hare constructie betreft, in drie groepen:

*1e groep.* De armatuur (het anker) roteert, het magneet-systeem staat stil. (fig. 2).

*2e groep.* De magneten roteeren, de armatuur staat stil. (fig. 3).

*3e groep.* Alle wikkelingen staan stil. (Fig. 4 en 5).

De eerste groep vormde het oorspronkelijke type der draaistroom-dynamo's. Men bouwde eenvoudig de gelijkstroom-machines na, en zoo lang men niet met hooge spanningen werkte, ging het ook uitstekend. Spoedig echter leerde men een goed gebruik te maken van de algemeene eigenschap van wisselstroom om gemakkelijk getransformeerd te kunnen worden in stroom van willekeurige spanning en was men dus vrij in de keuze van de klemmenspanning der dynamo. Men trachtte die dus zoo hoog mogelijk op te voeren om de goedkoopste wijze van krachtoverbrenging te krijgen, maar daarbij stuitte men bij dit type van dynamo's reeds spoedig op ernstige bezwaren. De hoofdstroom moest toch afgenomen worden door slepringen en borstels, waarbij een grens bestaat voor de spanning. Al heeft men niet die vonkenvorming als bij de kollektoren voor gelijkstroom-dynamo's, toch wordt het reeds zeer gevaarlijk stroomen van 1000 Volt en meer met borstels af te nemen. Voor kleine machines onder 500 Volt spanning heeft dit type echter eenige voordeelen. Het is goedkoper te bouwen, er zijn minder verliezen (aan hysteresis) doordat slechts een klein volume ijzer telkens ongemagnetiseerd wordt, en bovendien kan men dynamo's bouwen met grooter aantal omwentelingen. De omtreksnelheid der wikkelingen mag men wel niet zoo groot nemen, hoogstens 20 M. bij goede bandage, maar men kan met kleiner diameter uitkomen, doordat de wikkelingen betrekkelijk weinig plaats innemen. Dit laatste is misschien wel de reden waarom bijv. Brown-Boveri bij hunne snelloopende turbines dit type van dynamo's gebruiken, en men het in Amerika ook nog veelvuldig aantreft. Maar overigens zijn deze dynamo's in Europa bijna geheel verdrongen door machines van de tweede groep en was bijv. op de Parijsche tentoonstelling dit type nagenoeg niet vertegenwoordigd.

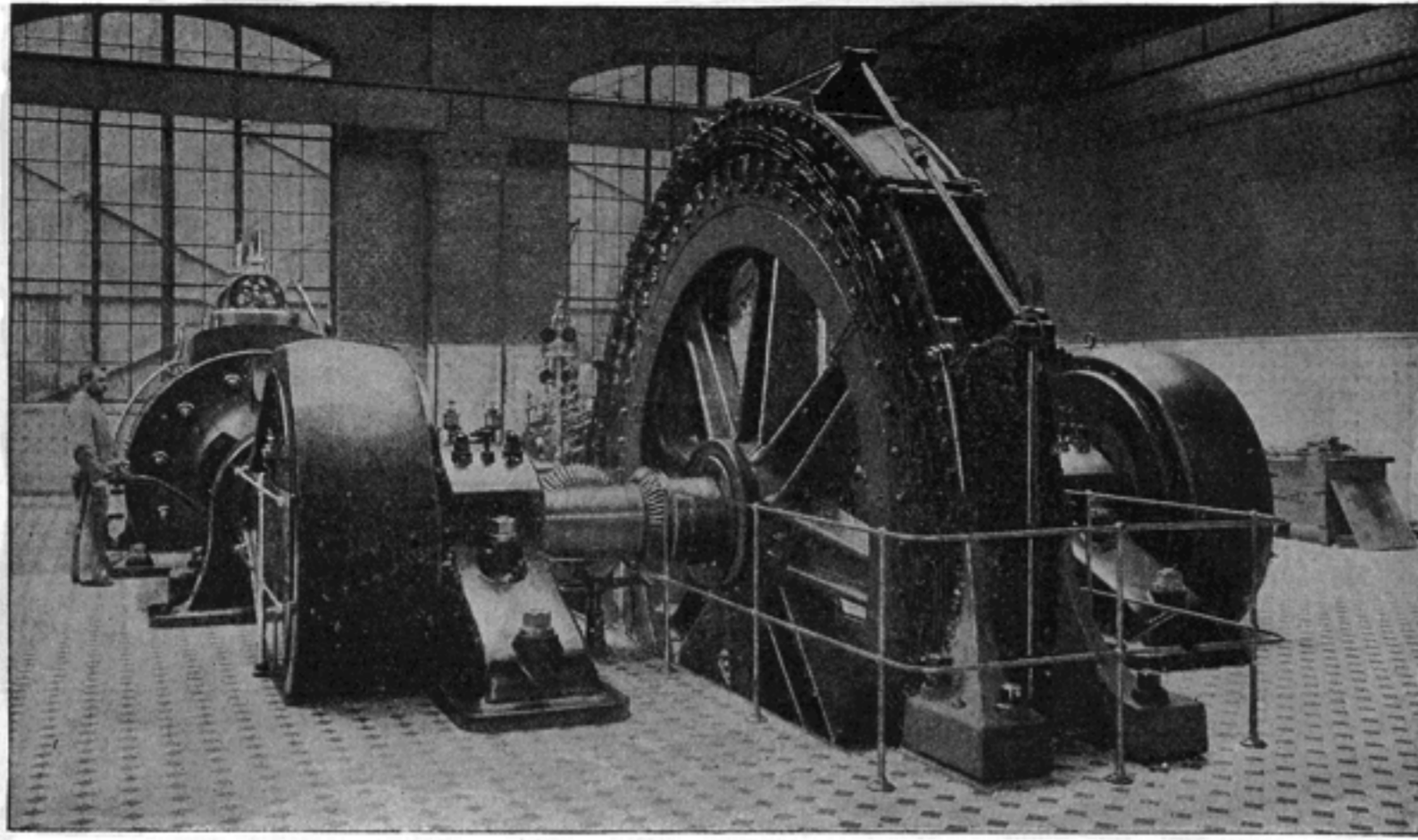


Fig. 1.

De constructeur van de draaistroom-dynamo's werd dus door de invoering van hogere spanningen alras gedwongen naar een ander type om te zien. Bij de bezwaren, die men bij de roterende ontwikkelingen ondervond, is het misschien begrijpelijk dat men nu tot het andere uiterste overging en alle roterende wikkelingen trachtte te supprimeeren. Zoo kwam men eerst tot de dynamo's van de *derde groep*, alvorens men algemeen het tweede type ging bouwen. Uit de schematische voorstellingen fig. 4 en 5 zien wij dat zoowel het anker *A* als de magneetspoelen *Sp* stil staan, en dat de fluctuaties in het magnetisch veld opgewekt worden door de rotatie van een stuk ijzer *P.*, dat de eigenlijke polen van de magneten draagt. Het magnetische veld is dus een pulseerend veld; het aantal krachtlijnen, dat door de wikkelingen gesneden wordt, varieerend van een maximum tot een minimum,

en van een minimum tot een maximum in *denzelfden* zin, en is dus nooit nul. Bij bijna alle andere typen varieert het aantal krachtlijnen van een maximum tot 0 en van 0 tot een minimum (of maximum in tegengestelden zin).

Bij hetzelfde aantal opgewekte krachtlijnen is de E. M. K. van dit type dus noodzakelijk kleiner dan bij de normale typen. Bovendien is de krachtlijnen-weg meestal zeer lang, de zogenaamde „Streuung” zoo sterk, en het verlies door Foucaultsche stroomen zoo groot, dat men van electrisch standpunt deze machines geheel verwerpen moet.

De eerste machine, die naar dit type gebouwd werd, was die van KLIMENKO, reeds dagteekenende van 1885, die de groote merkwaardigheid bezat bij *niet*-belasting *meer* kracht te verbruiken dan bij belasting. De nieuwere machines zijn natuurlijk veel beter, maar het gebeurde toch dikwijls dat

ROTEERENDE WIKKELINGEN.

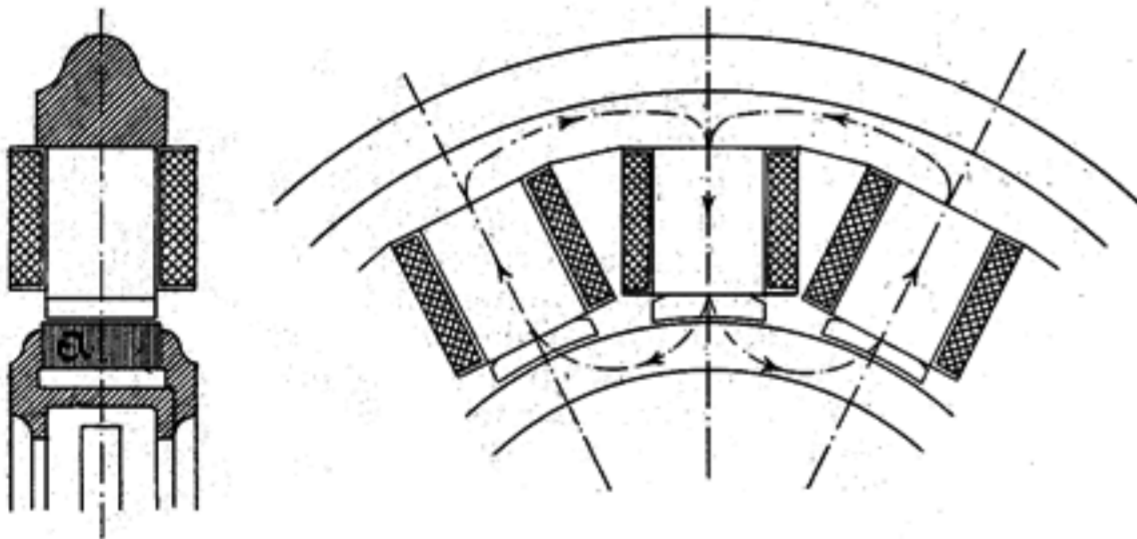


Fig. 2.

GEHEEL STILSTAANDE WIKKELINGEN.

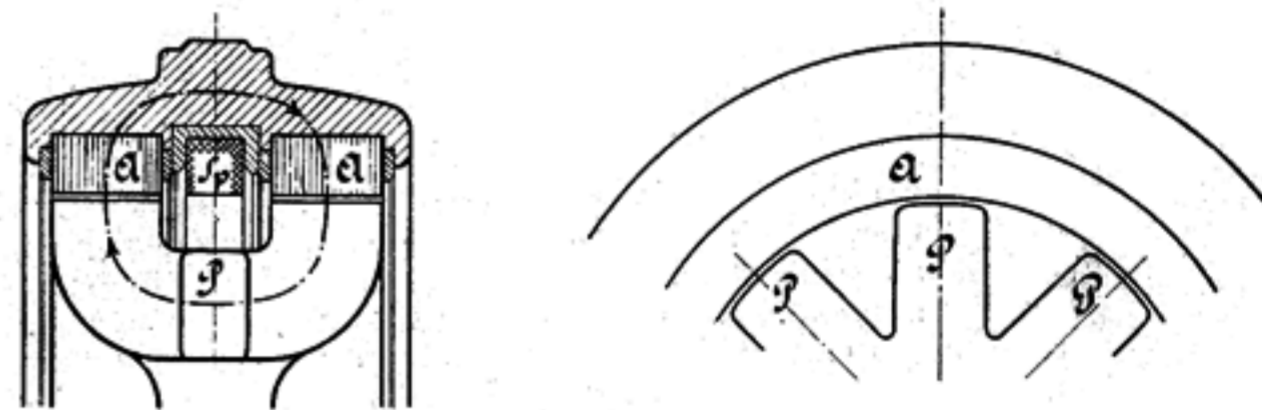


Fig. 4.

ROTEEREND MAGNEET-SYSTEEM.

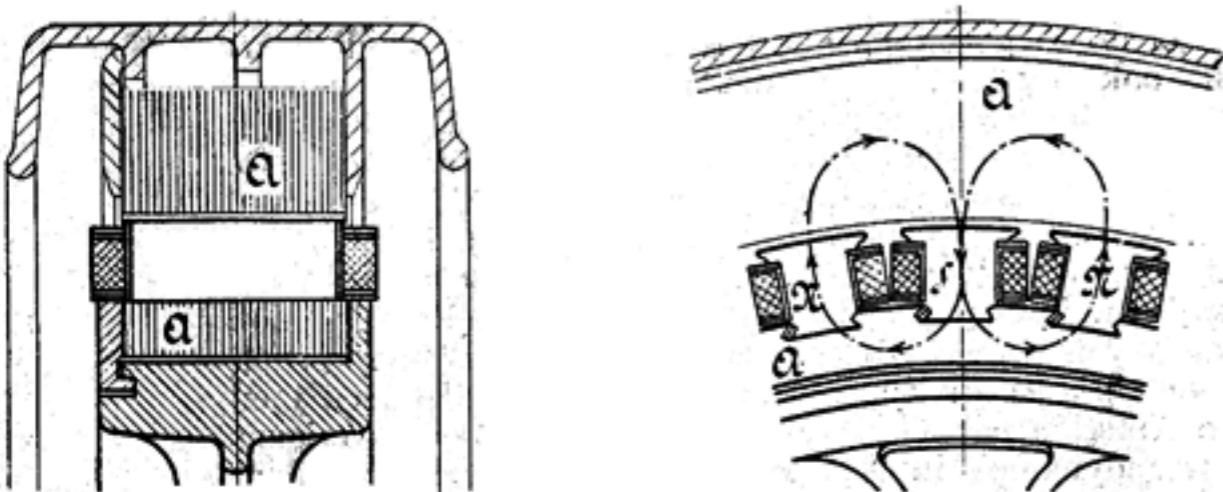


Fig. 3.

GEHEEL STILSTAANDE WIKKELINGEN.

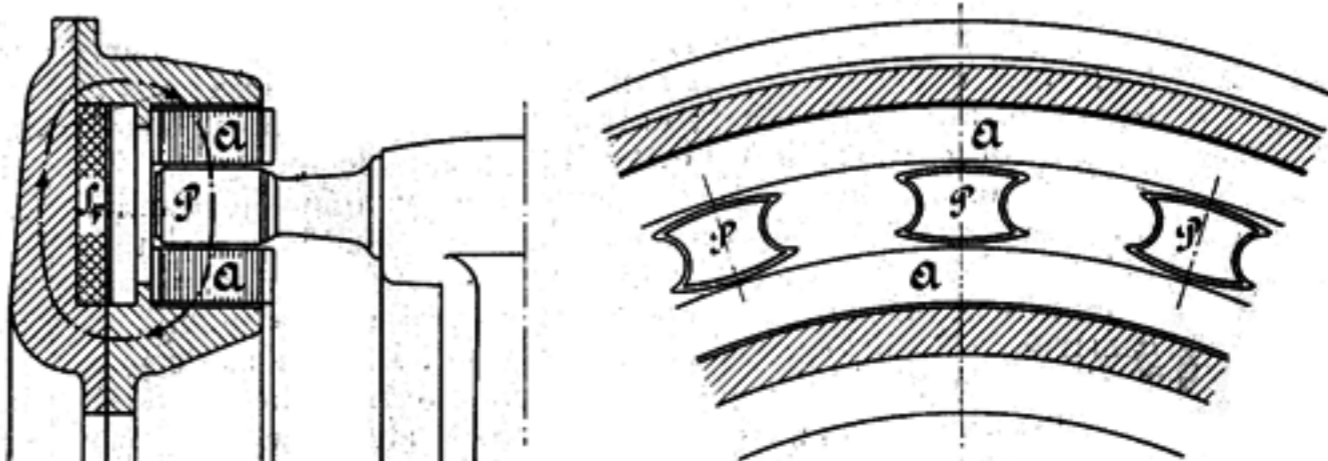


Fig. 5.

de „Streuung” zóó groot was, dat bij sterkere opwekking de spanning daalde, dus het omgekeerde van wat men beoogt.

Om deze redenen van groote „Streuung” enz., is dit type in Europa bijna geheel verlaten. Slechts in Amerika wordt het hier en daar nog gebouwd, maar het is bekend, dat men in Amerika weinig hooge eischen stelt aan goede reguleerbaarheid enz., en niet gezien wordt op wat energie-verlies van de machine, wanneer men slechts bij de vervaardiging menschelijke energie besparen kan.

Het is wel interessant de constructie van dit type nader te beschouwen. Men bouwde eerst het A-type (fig. 5). Het wisselveld wordt verkregen door rotatie van polen van ijzerblik *P*. op het vliegwiel geplaatst. Men begrijpt dat juist deze bevestiging het zwakke punt is. Een verbetering was dan ook het volgende type (fig. 4). Naar dit type zijn bijv. de eerste groote draaistroom-dynamo's van het krachtstation te Rheinfelden gebouwd. Fig. 6 geeft eene doorsnede van deze machine, terwijl fig. 8 haar in fotografie weer geeft. De magneetklos bevindt zich midden tusschen de ankerwikkelingen, welke gelegd zijn in ijzerblik, bevestigd in den zwaren gietijzeren romp van de machine. Vóór de wikkelingen, boven en be-

Zoowel de constructie van het poolrad als van het huis ondergaan nog altijd allerlei veranderingen; en is het dus wel interessant na te gaan, tot welke constructievormen men gekomen is.

*Het inductorrad.* De constructie van het inductorrad wordt bij de meeste constructeurs beheerscht door twee factoren: de rol, die men het wil laten spelen als vliegwiel van de stoommachine, en het vraagstuk der bevestiging en constructie van de polen (magneten).

Het eerste veroorzaakt dikwijls nog de meeste moeite. Langzamerhand zijn eerst de constructeurs zich er op toe gaan leggen het voor de stoommachine noodige vliegmoment te leggen in het inductorrad en zodoende een afzonderlijk vliegwiel te besparen. De koopers van de direct-gekoppelde dynamo's vonden dit meestal een groot voordeel; men had geen derde kussenblok nodig, en het aanzien der machine werd er zeer door verhoogd. Vooral dit aesthetische voordeel wordt zeer hoog geschat, maar dikwijls is het duur gekocht. De draaistroom-dynamo's vorderen een zeer kleinen graad van onregelmatigheid der stoommachine, hoogstens  $\frac{1}{250}$ , en het noodige vliegmoment wordt daardoor zeer groot. Vooral

#### NIEUWE MACHINES TE RHEINFELDEN.

OUDE MACHINES TE RHEINFELDEN.

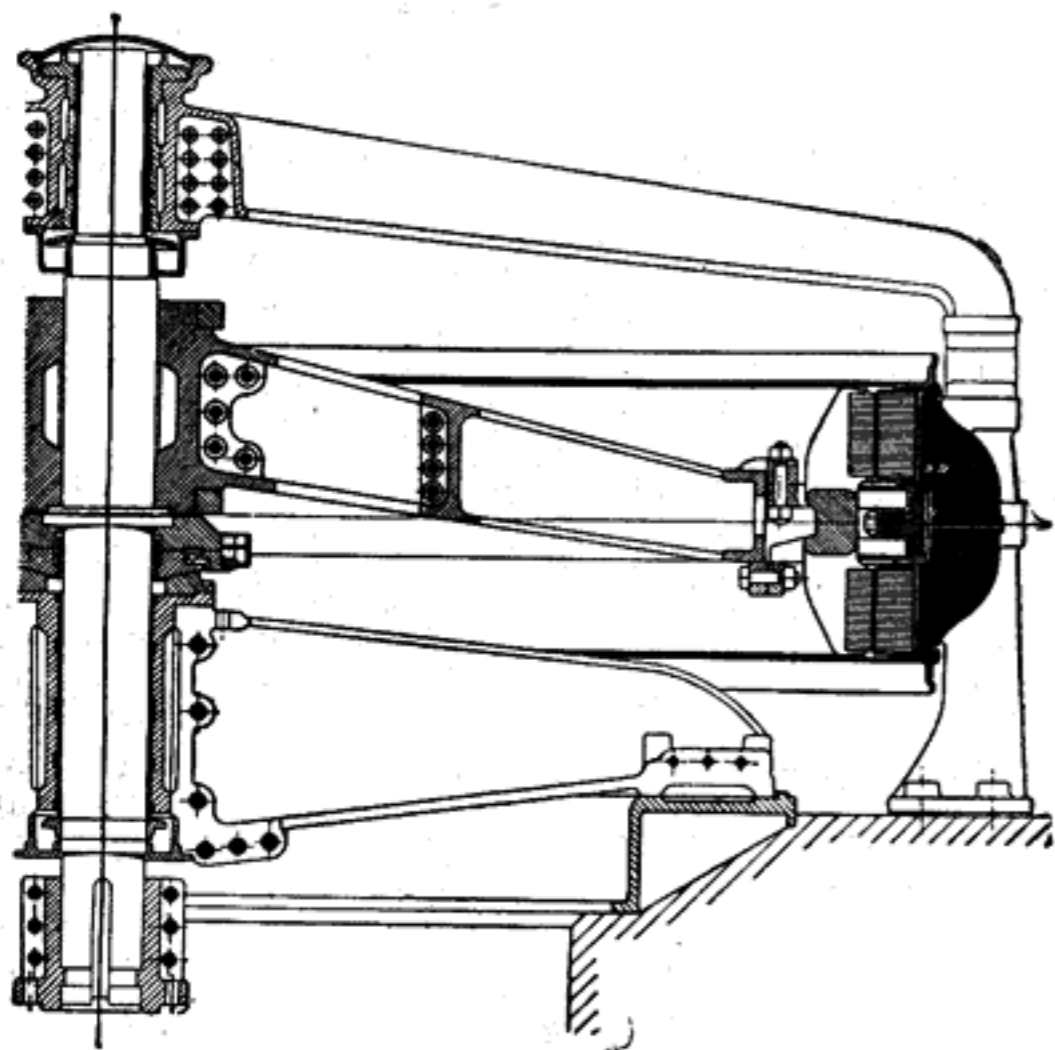


Fig. 6.

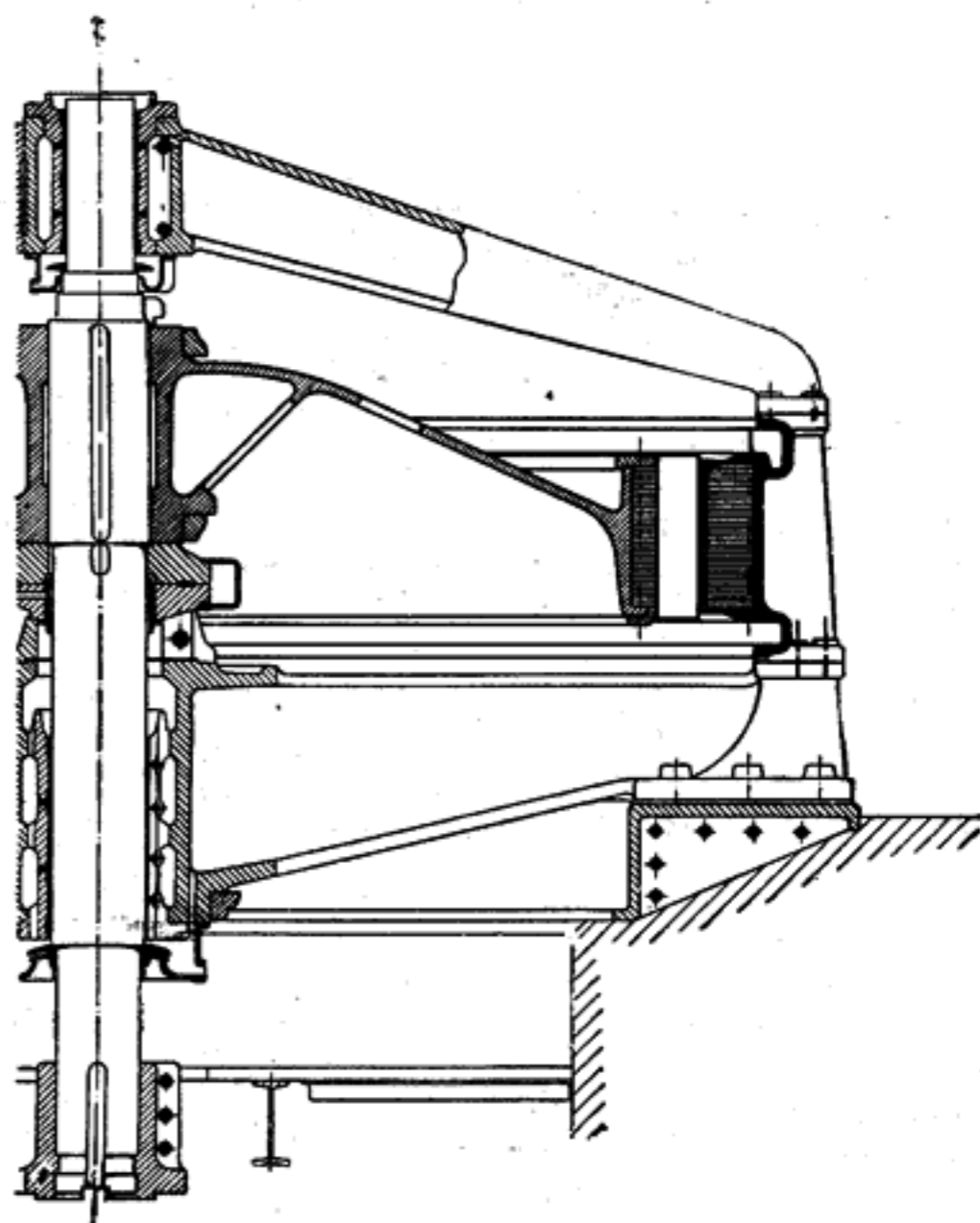


Fig. 7.

neden roteeren de polen van ijzerblik bevestigd in een soort van zwaren krans van het vliegwiel.

Hoewel deze machines zeer bevredigend loopen, is haar constructie toch zwaar en lomp. In vergelijking met haar zijn de nieuwe machines fig. 7 en 9 reeds constructief veel beter. Dit zijn de N. D. M. machines der A. E. G., die eveneens in Rheinfelden zijn opgesteld, en welke tot de *tweede groep* behooren. In beide figuren 6 en 7 is tevens te zien op welke interessante wijze het gewicht van de dynamo en voor een gedeelte dat van het looprad der waterturbine opgenomen wordt door olie onder 30 atm. druk tusschen de druk-lagers geperst.

Zoo zijn wij dus vanzelf gekomen tot het normale type van draaistroom-dynamo's, dat men tegenwoordig in allerlei variaties aantreft. Men tracht daarbij de machines tot de grootste volmaking te brengen, en streeft er naar steeds goedkoopere modellen te verkrijgen, steeds meer aan gewicht te besparen, en altijd „concurrrenz-fähig” te zijn. Daar is een wilde jacht om de lichtste machines te vervaardigen, maar gelukkig komt men daarbij meestal tot de beste constructies.

Bij de machines van dit type dus roteeren de magneten en zijn zij bevestigd op een soort van vliegwiel, dat den naam van *inductorrad* of *poolrad* draagt. Daar omheen is dan het zoogen. *huis* van de dynamo gebouwd, waarin het eigenlijke anker is geborgen.

bij de tandem-machines, die wegens betere regelbaarheid dikwijls voor het drijven van draaistroom-dynamo's gekozen worden, maar die overigens door hun onregelmatig tangentiaal-druk-diagram daarvoor geen aanbeveling verdienen.

Bij zulk een groot vliegmoment gaat men met de omtreksnelheid van het inductorrad tot de uiterste grenzen, omtreksnelheden van ca. 40 M. kwamen reeds bij machines op de Parijsche tentoonstelling voor, terwijl men in Amerika daar nog wel eens boven gaat. Dat men daarmede de grenzen der bedrijfszekerheid gepasseerd heeft, is duidelijk, maar de keuze van de omtreksnelheid, of liever van den diameter der machine bij een gegeven aantal omwentelingen, wordt ook nog beheerscht door andere factoren dan het vliegmoment, nl. door de electriche eigenschappen van de dynamo, en die moeten toch de constructie bepalen. De diameter van een dynamo van zeker vermogen wordt bepaald door het aantal poolwisselingen, en het noodige aantal polen, de „Streuungs”-verhoudingen, enz., d. w. dus zeggen: elke dynamo heeft een bepaalden diameter, die voor haar het gunstigste is en het grootste rendement oplevert. Er moet weer een compromis gesloten worden tusschen de tegenstrijdige eischen van aesthetiek en utiliteit. Neemt men een dynamo van normale, gunstige afmetingen, dan kan het gebeuren, dat het gewicht, hetwelk men in de krans van het

inductorrad moet leggen, enorm groot wordt, waardoor de wrijving in de kussens toeneemt en de geheele dynamo een onooglijk aanzien krijgt. Wil men het gewicht van het vliegwiel tot het uiterste beperken, en dus den diameter zoo groot mogelijk maken, dan lijdt de dynamo in haar elektrische eigenschappen er onder, daar gelaten nog dat de geheele bouw dikwijls onstabiel wordt. Slechts in enkele gevallen zullen beide diameters samenvallen en krijgt men een dynamo, die zoowel constructief als electrisch de gunstigste afmetingen heeft.

Toch wordt bijna nooit een afzonderlijk vliegwiel gebouwd; slechts enkele constructeurs o.a. ALEX ROTHERT verlangen het. Een feit is het, dat dynamo's met een afzonderlijk vliegwiel weinig koopers kunnen vinden.

De groote omtreksnelheden van het poolrad beheerschten ook dikwijls de constructie van de polen en hunne bevestiging op de gietijzeren krans.

Bij de polen kan men twee deelen afzonderlijk beschouwen, de kern, waar omheen de wikkelingen gelegd zijn, en waarin dus de krachtlijnen opgewekt worden, en de poolschoen, waaruit de krachtlijnen treden en verder in de wikkelingen haar weg vinden. Deze weg, dien de krachtlijnen nemen, moet gesloten zijn, d.w.z. een gedeelte van de krans van het vliegwiel vormt een stuk van de keten.

Zoo bracht LEBLANC in de massieve poolschoenen nog koperen staven, met elkaar verbonden op de manier van het kooi-anker der asynchrone motoren.

Meestal is het echter voldoende om de poolschoenen massief te houden.

De gelamelleerde poolschoenen worden dus langzamerhand verlaten, ofschoon men daardoor genoodzaakt is de wikkelingen der armatuur in gesloten gleuven te leggen. Toch treft men nog veel deze constructie aan, waarbij men zelfs overging de kernen ook te lamelleeren, ofschoon dit zeker geen zin heeft, omdat de fluctuaties in het magnetische veld, die de wervelstroomen veroorzaken, toch niet in deze sterk verzadigde kern kunnen optreden. Misschien is de reden wel dat men een steviger bevestiging op het poolrad krijgt, want deze bevestiging der gelamelleerde polen op het poolrad, door middel van zwaluwstaartvormige uitsparingen en wiggen, laat groote omtreksnelheden toe.

Maar ook met massieve polen is het mogelijk met de omtreksnelheid boven de 30 M. te gaan. Deze constructie bestaat daarin, de krans van gietijzer, en dus van tamelijk onbetrouwbaar materiaal, geheel te ontlasten van de plaatselijke belastingen der polen door de centrifugaalkracht, en verzwakkingen door hunne bevestiging tegen te gaan. Waar de zware gietijzeren krans van het inductorrad geheel be-

OUDE MACHINES TE RHEINFELDEN.

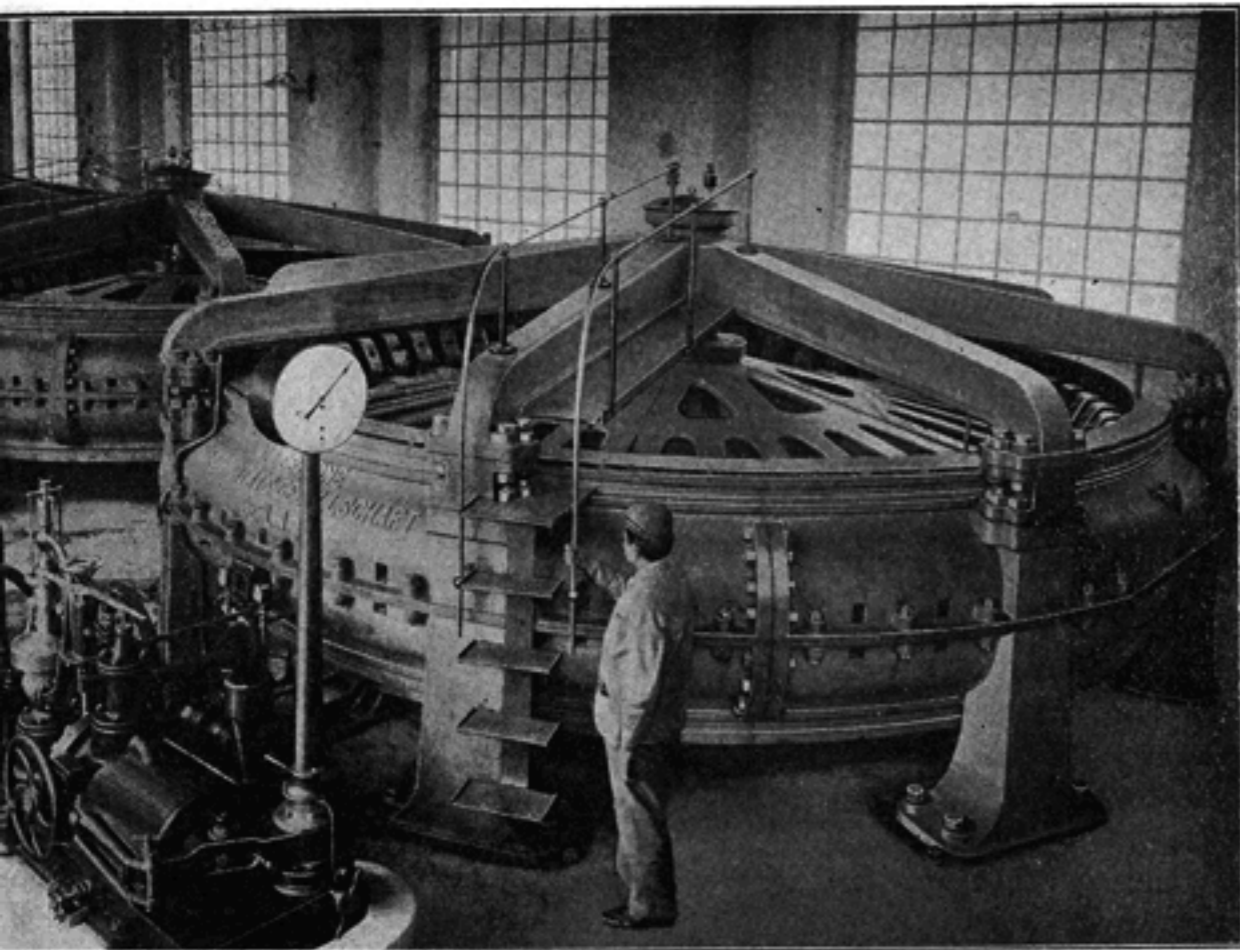


Fig. 8.

Niet alleen moet de bevestiging van de polen mechanisch goed zijn, maar ook electrisch, of magnetisch, om het zoo kort uit te drukken.

Men maakte in het begin de polen altijd massief, d.w.z. in één stuk gegoten van staal. Deze gietstalen polen hadden dan een cirkelvormig of elleptische doorsnede, al naarmate men gemakkelijker wikkelen wil of aan ruimte sparen; terwijl zij door middel van een bout op de krans van het vliegwiel bevestigd worden. (fig. 10)

Men dacht evenwel spoedig, dat deze massieve polen veel verliezen door Foucaultsche of zoogen. wervelstroomen veroorzaakten, en wilde deze bestrijden door het bekende middel, gelamelleerde polen. Inderdaad werden de verliezen kleiner, maar men kreeg door deze gelamelleerde polen spoedig moeilijkheden van geheel anderen aard, n.l. het zogenaamde „slingeren” van de dynamo's bij het parallelloopen. Dit verschijnsel, dat men in het begin als een geheimzinnig iets beschouwde, werd in de laatste jaren veel opgehelderd, en men vond, dank zij een paar uitmuntende Fransche mathematische electrotechnici, ook de middelen om het te bestrijden, n.l. de dempingsfactoren der eigen-slingeringen van de dynamo zoo groot mogelijk te maken. In plaats van de Foucaultsche stroomen te verminderen, trachtte men ze nu grooter te maken.

NIEUWE MACHINES TE RHEINFELDEN.

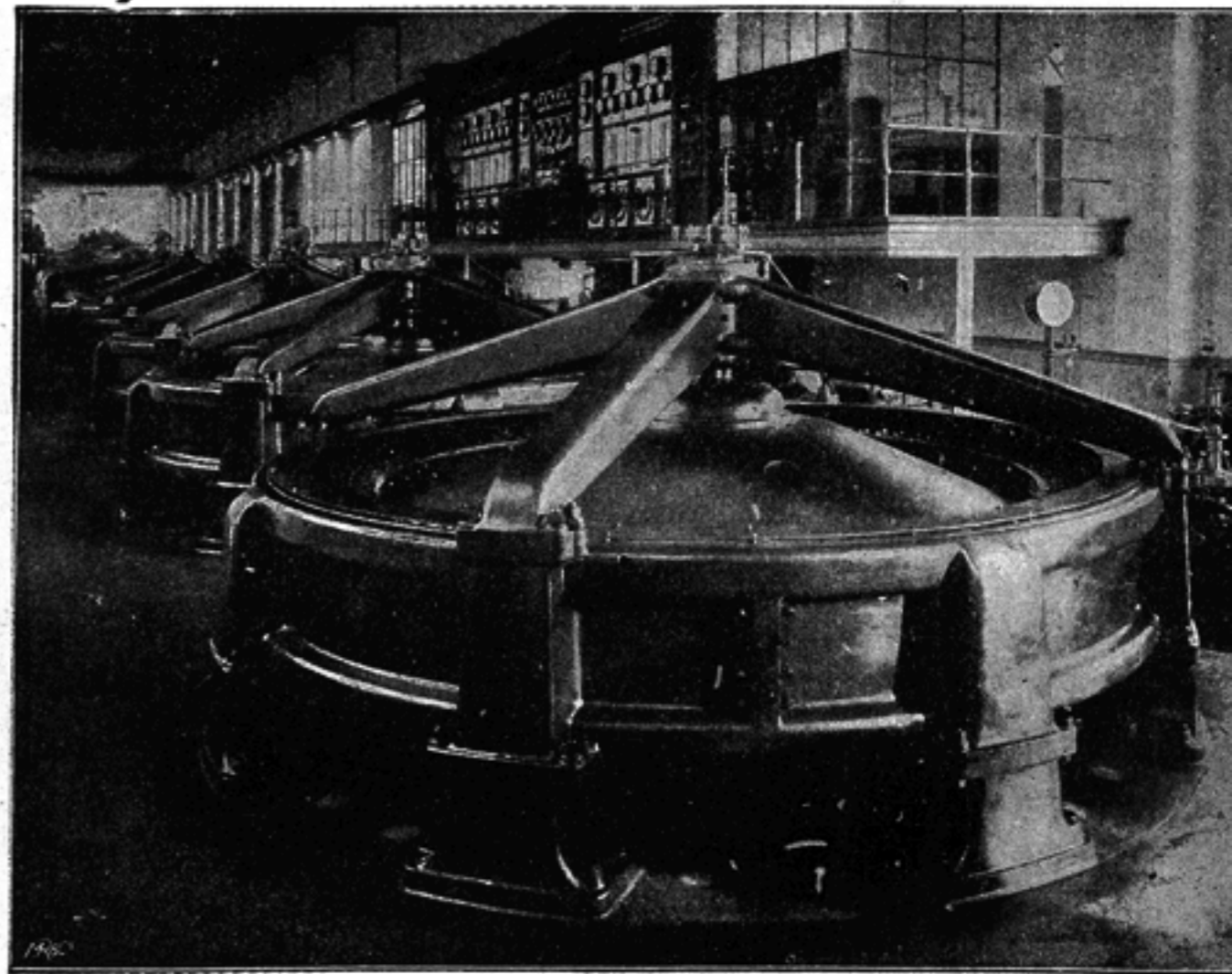


Fig. 9.

schouwd moet worden als een noodzakelijk kwaad, n.l. slechts om het noodige vliegmoment te krijgen, is elke constructie, waarbij dit deel der dynamo's niet meer als constructiemateriaal dienst doet, eene verbetering. De bekende constructeur LASCHE stelt voor om de krans van gietijzer een tweede krans van smeedijzer te leggen, een ring bestaande uit lamellen, die met verspringende voegen op elkaar zijn gelegd en door bouten vastgeklonken worden, een soort van Gall-sche ketting zouden wij bijna zeggen. (zie fig. 11.) Inderdaad is deze constructie bijzonder geschikt om alle spanningen, veroorzaakt door de centrifugaalkracht, werkende op de polen op te nemen en ongelijkmatige uitzettingen tegen te gaan. De ring wordt gevormd door het meest ideale constructiemateriaal, zij kan zich vrij naar alle richtingen uitzetten, waardoor nagenoeg alleen normale spanningen optreden, terwijl deze constructie zich volkomen door de berekening laat beheerschen. De bevestiging der polen geschiedt ook hier door zwaluwstaartvormige openingen, waarin de polen vastgespied worden. De smeedijzeren ring wordt ook door spieën aan de krans bevestigd, waardoor deze dus in het geheel geen verzwakkingen ondergaat.

Waar men een afzonderlijk vliegwiel voor de stoommachine opstellen wil, kan men de gietijzeren krans geheel ontberen en heeft LASCHE de constructie toegepast, welke in fig. 12

is voorgesteld. LASCHE wil nog verder gaan en ook de gietijzeren armen vervangen door tangentialspaken, waardoor ten slotte alleen de naaf van gietijzer wordt.

Bij de constructie van het gewone poolrad der A. E. G. zij nog opgemerkt, dat zij als doorsnede van de armen de omgekeerde H neemt, en van de krans den I-vorm, waardoor dan fraaie overgangen in het gietstuk gevormd worden.

Ondergaat dus de constructie van het inductorrad groote wijzigingen, nog meer is dit het geval met het huis of het frame van de dynamo. Dit huis dient uitsluitend tot opname van de staven of wikkelingen der armatuur, die gelegd zijn in smeedijzeren lamellen. Er wordt dus als het ware weer

bij eene stoommachine de diameters van de cylinders en de slaglengte. Er is nu in de practijk een zekere verhouding te vinden tusschen dezen diameter en de lengte, welke verhouding voorgesteld kan worden door een eenvoudige formule:

$$D^2 l = C \cdot \frac{KW}{n},$$

waarin  $D$  = diameter,  $l$  = lengte,  $KW$  = vermogen in Kilowatt, en  $n$  = het aantal omwentelingen.  $C$  is nu een constante, maar een practische constante, d.w.z. zij varieert tusschen vrij wijde grenzen, naarmate men de dynamo voor een verschillend doel construeert, naar den smaak van den

DIRECTE BEVESTIGING DER POLEN OP GIETIJZEREN KRANS.

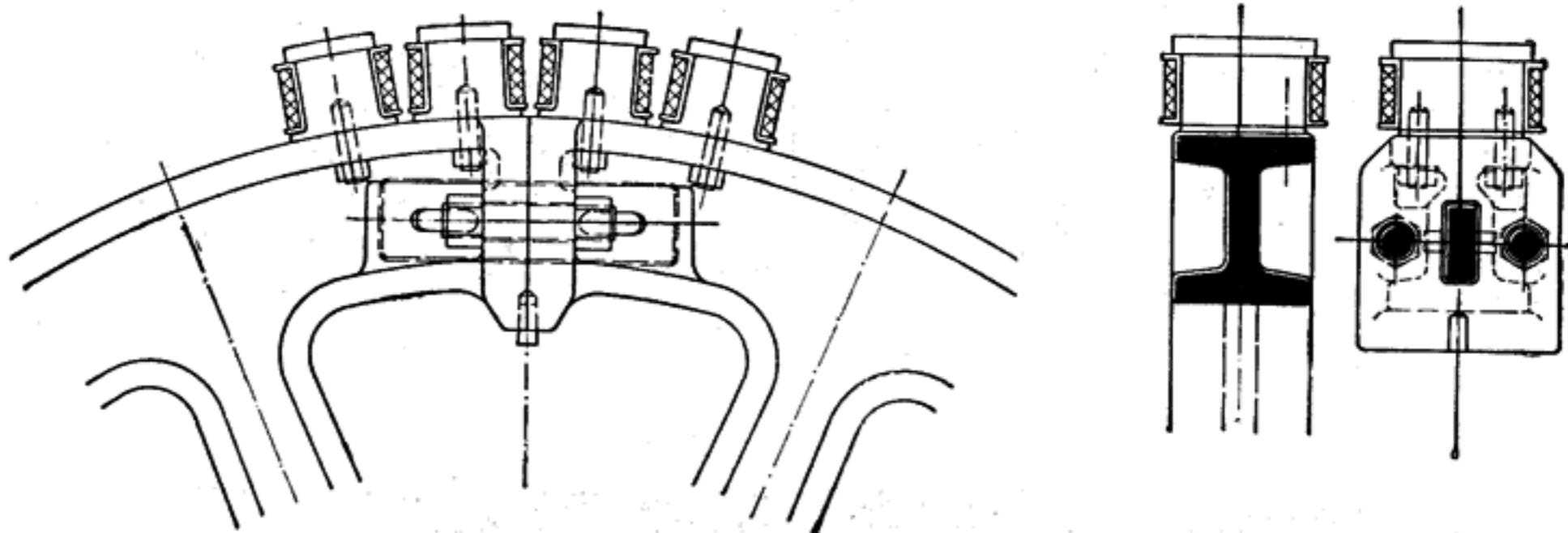


Fig. 10.

BEVESTIGING DER POLEN OP SMEEDIJZEREN RING OM GIETIJZEREN KRANS.

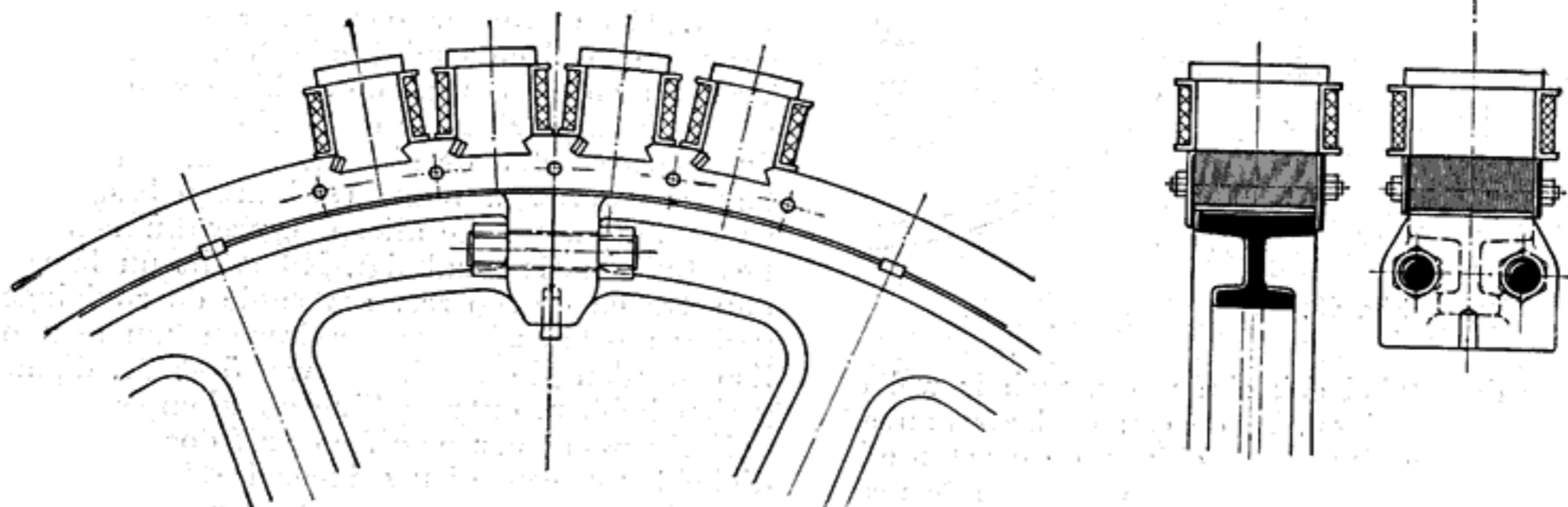


Fig. 11.

BEVESTIGING OP SMEEDIJZEREN RING. VLIEGWIEL AFZONDERLIJK OPGESTELD.

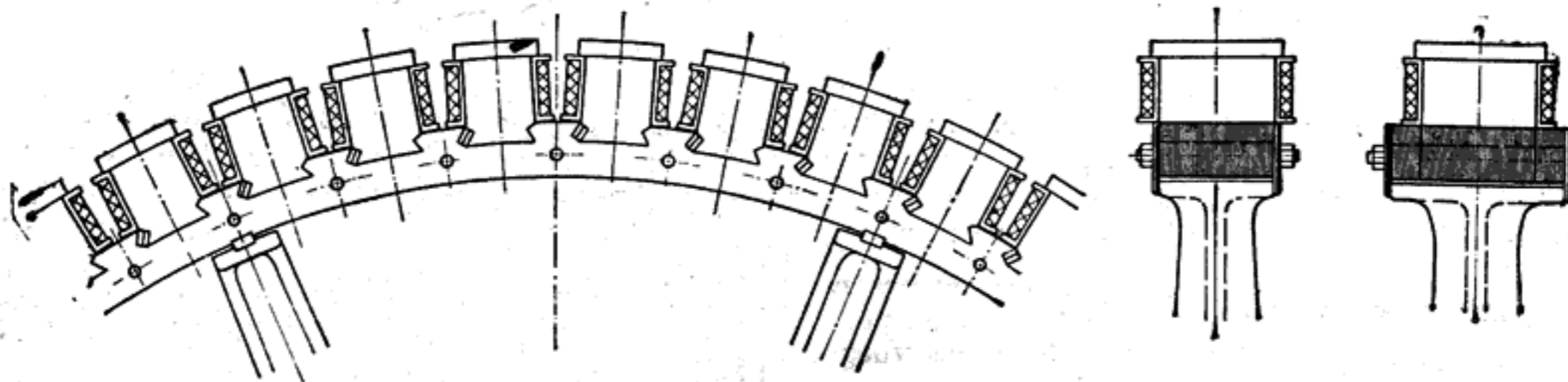


Fig. 12.

een ring van smeedijzer gebouwd, die gezet wordt in een gietijzeren huis. De afmetingen van dezen ring, dus de breedte en de hoogte bij gegeven diameter, worden weer geheel bepaald door de elektrische eigenschappen van de machine. Zij worden dus eigenlijk opgegeven door de „Berechnungs”-ingenieur der fabriek, de constructeur moet, om zoo te zeggen, het gietijzeren huis er om heen bouwen. Dit gietijzer is dus slechts constructie-materiaal.

De hoofdafmetingen van de dynamo nu, de lengte en de diameter, zijn bepaald door het vermogen der dynamo, (ook door het feit dat men een bepaald vliegmoment van het poolrad noodig heeft, zooals wij reeds bespraken), evenals

constructeur, of naar de eischen, die de electrotechnicus aan zijn materiaal en aan het elektrische rendement zijner machine stellen wil.

De factor  $\frac{KW}{n}$  vormt de basis waarop men dynamo's van verschillende grootte en verschillend aantal omwentelingen met elkaar vergelijken moet. Zij is bij de berekening gegeven, zoodat de constructeur nu alleen nog maar de keuze heeft tusschen  $D$  en  $l$ .

Wij geven in de volgende tabel eenige opgaven omtrent aantal omwentelingen, diameter en lengte van enkele draai-

stroommachines, die met elkaar vergeleken kunnen worden.

No.	Kilo-watt	n p. min.	D c.M.	l c.M.	$\frac{D}{l}$	$D^2 \cdot l$ cM <sup>3</sup> .	$\frac{KW}{n}$	C
1	800	94	600	23	26.—	828.10 <sup>4</sup>	8.5	97.10 <sup>4</sup>
2	800	80	600	23	26.—	828.10 <sup>4</sup>	10.—	83.10 <sup>4</sup>
3	800	79	600	27	22.—	972.10 <sup>4</sup>	10.1	96.10 <sup>4</sup>
4	1000	94	580	30	19.—	1020.10 <sup>4</sup>	10.6	96.10 <sup>4</sup>
5	1200	79	570	40	14.—	1300.10 <sup>4</sup>	15.2	86.10 <sup>4</sup>
6	1375	94	556	40	14.—	1235.10 <sup>4</sup>	14.6	85.10 <sup>4</sup>
7	2000	83	600	60	10.—	2166.10 <sup>4</sup>	24.1	90.10 <sup>4</sup>
8	3000	83	741	52	14.—	2850.10 <sup>4</sup>	36.2	79.10 <sup>4</sup>

DOORBUIGING VAN SMEEDIJZEREN RING.

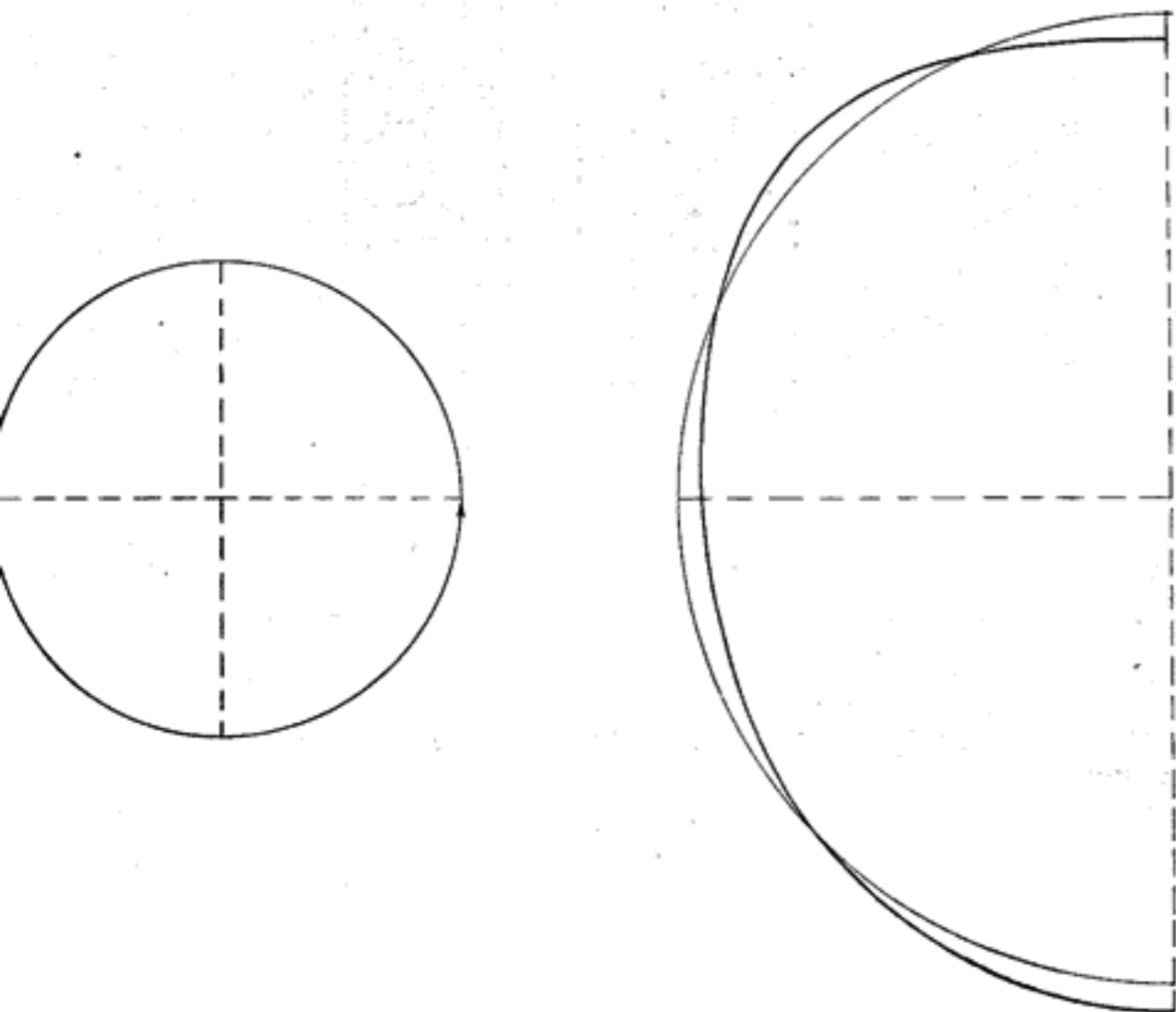


Fig. 13.

Hoe onvolledig deze tabel ook zijn moge, toch is wel een en ander er uit af te leiden. In de eerste plaats kan men zeggen, dat voor groote dynamomachines de constante ligt tusschen de grenzen 80 en 100 × 10<sup>4</sup>, wanneer alle maten in cM. zijn uitgedrukt. Sterker loopen echter de verhoudings-

getallen  $\frac{D}{l}$  uiteen. Oppervlakkig zou men zeggen dat voor

grotere dynamo's men zooveel mogelijk den diameter zou vergrooten, immers in bovenstaande formule komt deze in de tweede macht voor. Maar met het toenemen van den diameter vermindert snel de stabiliteit der machine, en het gevolg zou zijn dat wat men aan den eenen kant door kleinere lineaire afmetingen zou winnen, aan den anderen kant het gewicht snel vermeerderen zou om de gewenschte stabiliteit te verkrijgen. Groote dynamo's krijgen reeds een abnor-

maal zware constructie van het huis. Men zie eens welke lompe constructie de dynamo van 3000 Kilowatt der A.E.G.

verkrijgt, in weerwil van de kleine verhouding  $\frac{D}{l} = 14$ .

(zie fig. 16). Men kan door beteren vorm van het huis wat aan aanzien winnen, zooals de dynamo van OERLIKON (fig. 17) met haar mooie strakke lijnen aantoont, maar toch blijven groote dynamo's met gietijzeren huis door haar groot gewicht onvolkomen constructies.

Er zijn evenwel nog andere eischen dan die van gewichtsbesparing, waaraan de constructeur heeft te voldoen. Dat zijn de eischen der massa-productie. De dynamo is zoo langzamerhand een massa-artikel geworden, en de fabriek stelt aan haar constructeur den eisch, dat zijn berekeningen, teekeningen, modellen enz. zooveel mogelijk onmiddellijk gelden zullen voor machines van verschillend vermogen en verschillend aantal omwentelingen.

Men komt dan meestal tot deze oplossing: men construeert binnen bepaalde grenzen zooveel mogelijk machines met denzelfden diameter; het verschillend vermogen verkrijgt men door verschillende lengten, het verschillend aantal omwentelingen drukt men uit door verschillend aantal polen, enz.

Maar ook deze wijze van fabricatie beantwoordde nog niet genoeg aan de eischen van snel en goedkoop fabriceren. Ook hierin zocht men eene betere oplossing te vinden, en heeft men haar gevonden.

Deze nieuwe machines, die tegelijk aan de eischen van massa-productie en gewichtsbesparing beantwoorden, zijn de *spanwerkmachines*.

Het oorspronkelijk idee was dus te zoeken naar een constructie waarbij de abnormale afmetingen en het abnormale gewicht vermeden werden. Eerst trachtte men het te vinden in een goeden vorm van het huis, en een groot aantal steunpunten van de onderste helft. Maar nog altijd werd het te zwaar. Geen wonder ook, waar bij dynamo's zulke hoge eischen van slechts minimale doorbuigingen worden gesteld. Tracht men anders groote stukken steeds te bewerken in de positie, waarin zij later opgesteld moeten worden, bij de groote dynamo's moeten de gietijzeren stukken bijna geheel horizontaal afgewerkt worden. De blikken bestaan uit zuiver rond geponste platen, die alleen ingezet kunnen worden, wanneer het huis horizontaal ligt. Komt dit nu later weer overeind, dan treden de zoo zeer gevreesde doorbuigingen op, die zeer gering moeten zijn, want afdraaien kan men nu weinig meer. Zoo worden de machines van 5—7 M. diameter, zooals wij gezien hebben, ontzagelijke gietklompen.

Nu kwam men, zoo half en half door een toevallige omstandigheid tot een nieuw idee. De blikken platen (lamellen) waaruit de armatuur bestaat, werden vroeger tamelijk los in het huis gezet, en daarbij trad dan het verschijnsel op, dat deze platen door het voortdurend ommagnetiseeren, sterk begonnen te trillen en een eigenaardig brommend geluid veroorzaken. Wie de oudere groote draaistroomcentrales bezocht heeft, weet, dat men reeds van verre dat zoemende geluid kan hooren als komende uit een reusachtige bijenkorf. Men dacht vroeger dat het er zoo bij hoorde, maar later begon men om het lastige brommen tegen te gaan, de platen steviger aan elkaar te drukken door stelplaten en bouten. De geheele smeedijzeren ring werd dus zeer stijf en hard, en zoo kwamen de constructeurs op de gedachte, of de

DOORBUIGING VAN SMEEDIJZEREN RING.

VERSPANNING DOOR HET DRIEHOEKEN-SYSTEEM.

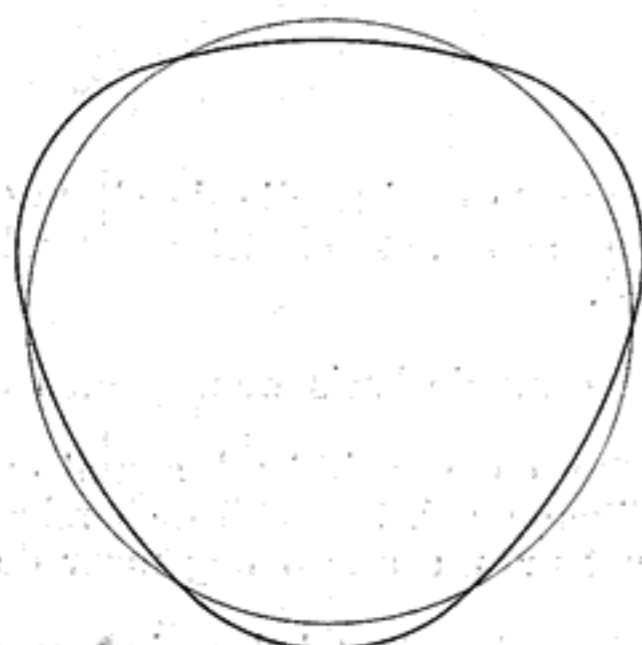


Fig. 14.



Fig. 15a.

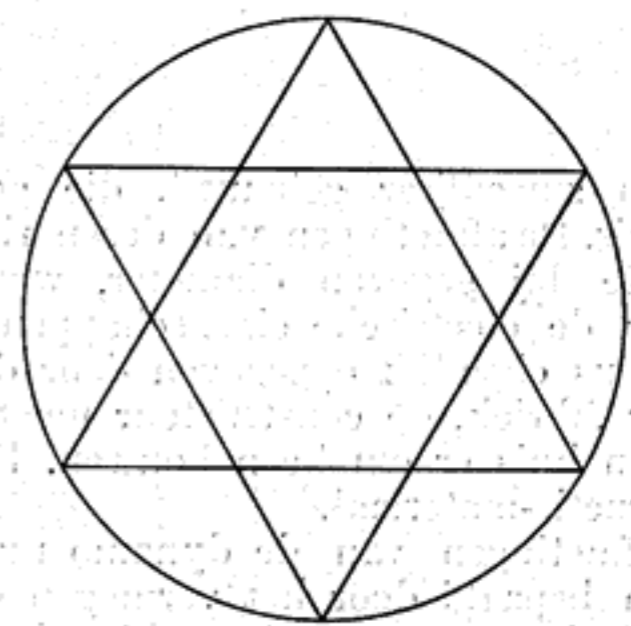


Fig. 15b.

DRAAISTROOMDYNAMO 3000 K. W. — Normale type.

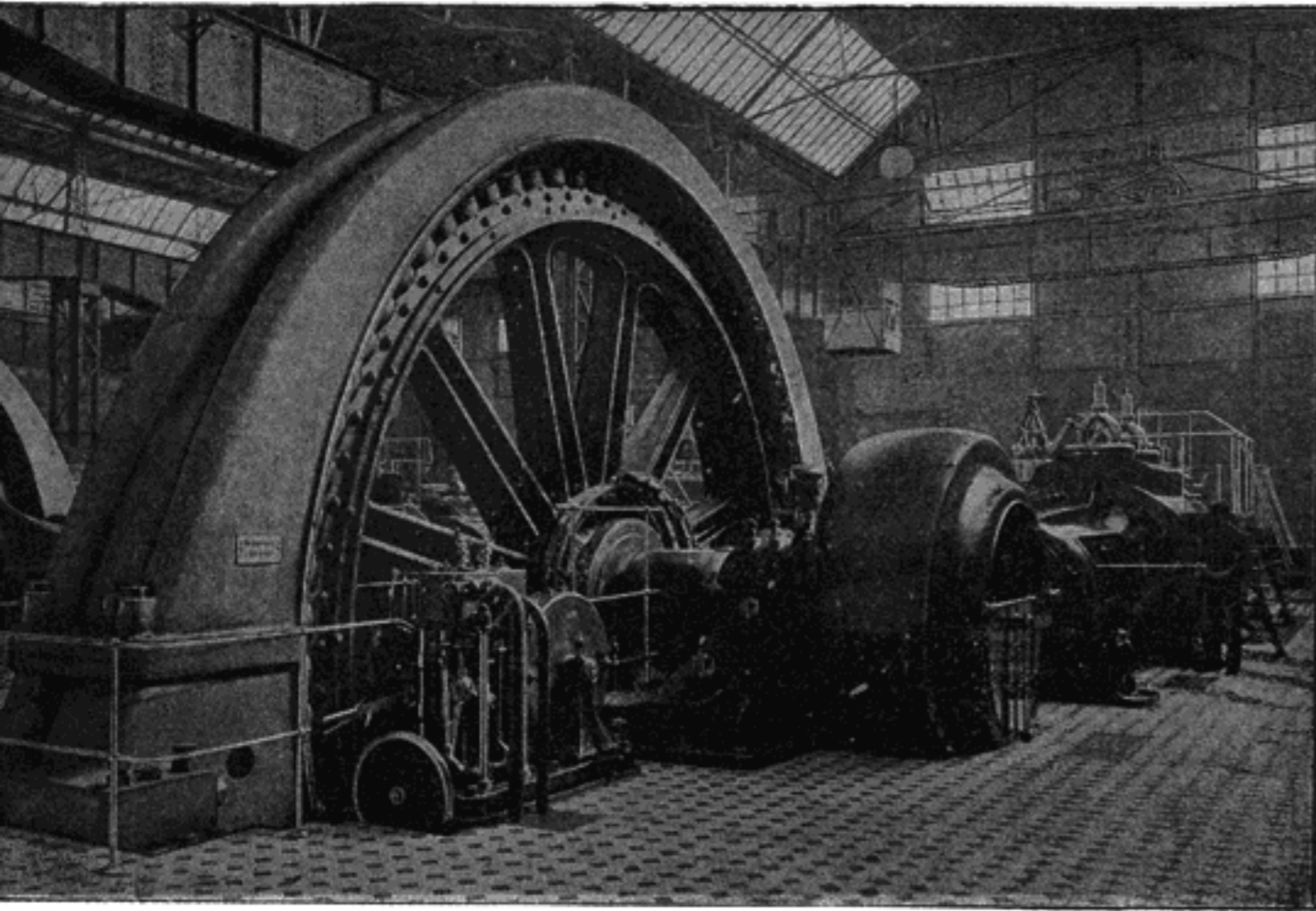


Fig. 16.

DRAAISTROOMDYNAMO VAN OERLIKON.

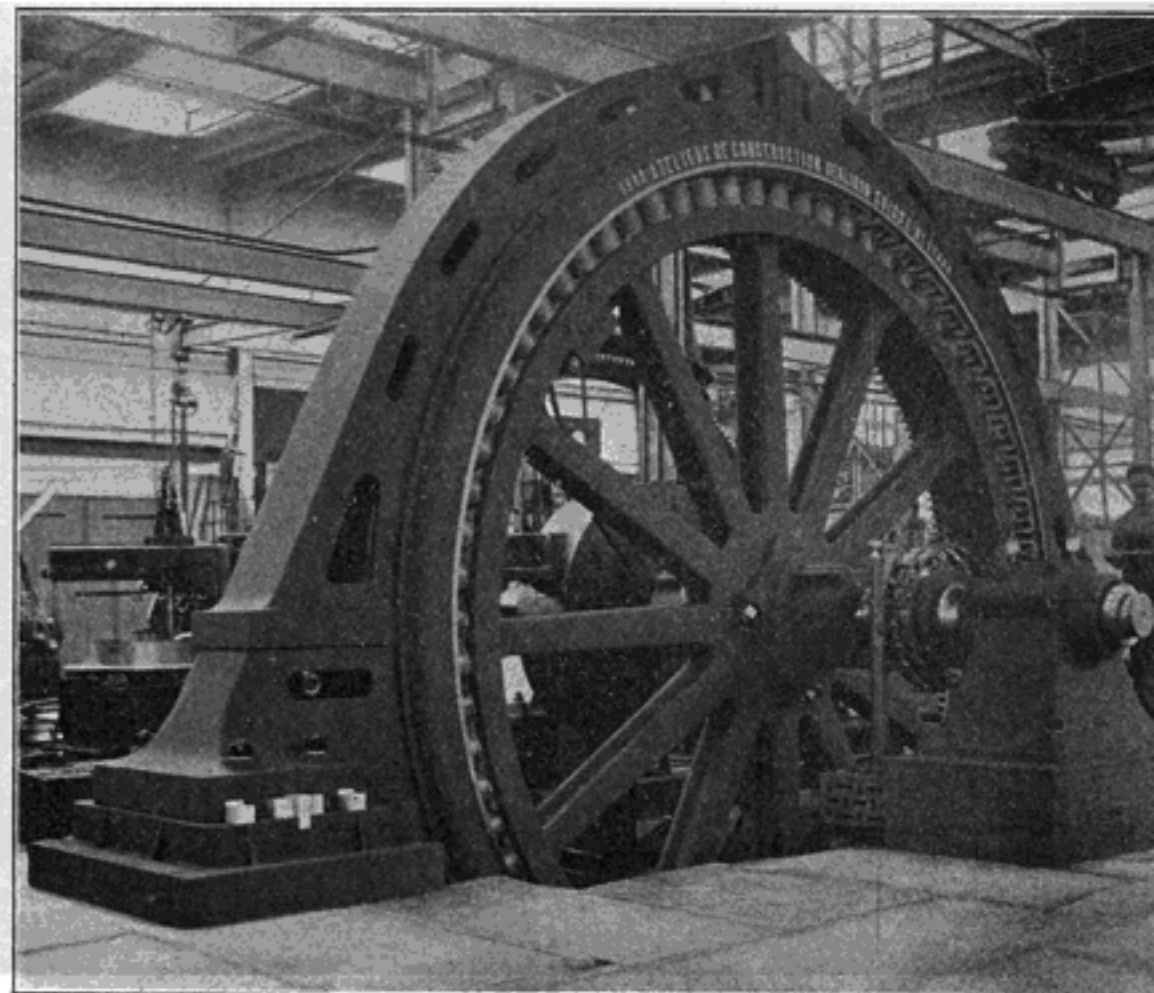


Fig. 17.

verstijfde ring ook niet de draagster kon zijn van de constructie, in plaats als tot nu toe slechts dienend voor de opname der wikkelingen en geleider van krachtlijnen. Of men m. a. w. den ring niet zóó stijf kon maken, dat men het gietijzeren huis geheel ontberen kan.

In Heft. 28 en 29 van het Z. d. V. D. I. 1901, heeft de Oberingenieur LASCHE der A.E.G. een aantal proeven beschreven, waaraan een smeedijzeren, goed gepaketeerde

ring onderworpen werd. In de eerste plaats vond men, dat men de doorsnede van zoo'n ring wat sterkte betreft als 0,8 kan nemen van eenen massieven ring van dezelfde afmetingen.

Maar toen ging men de doorbuigingen na. Eerst een ring op twee punten ondersteund, dan aan één punt opgehangen, enz.

Het bleek dat de doorbuigingen, die men daarbij vond, onbelangrijk afweken van die door de berekening gevonden.

ZIJDEN-VERSANNING.

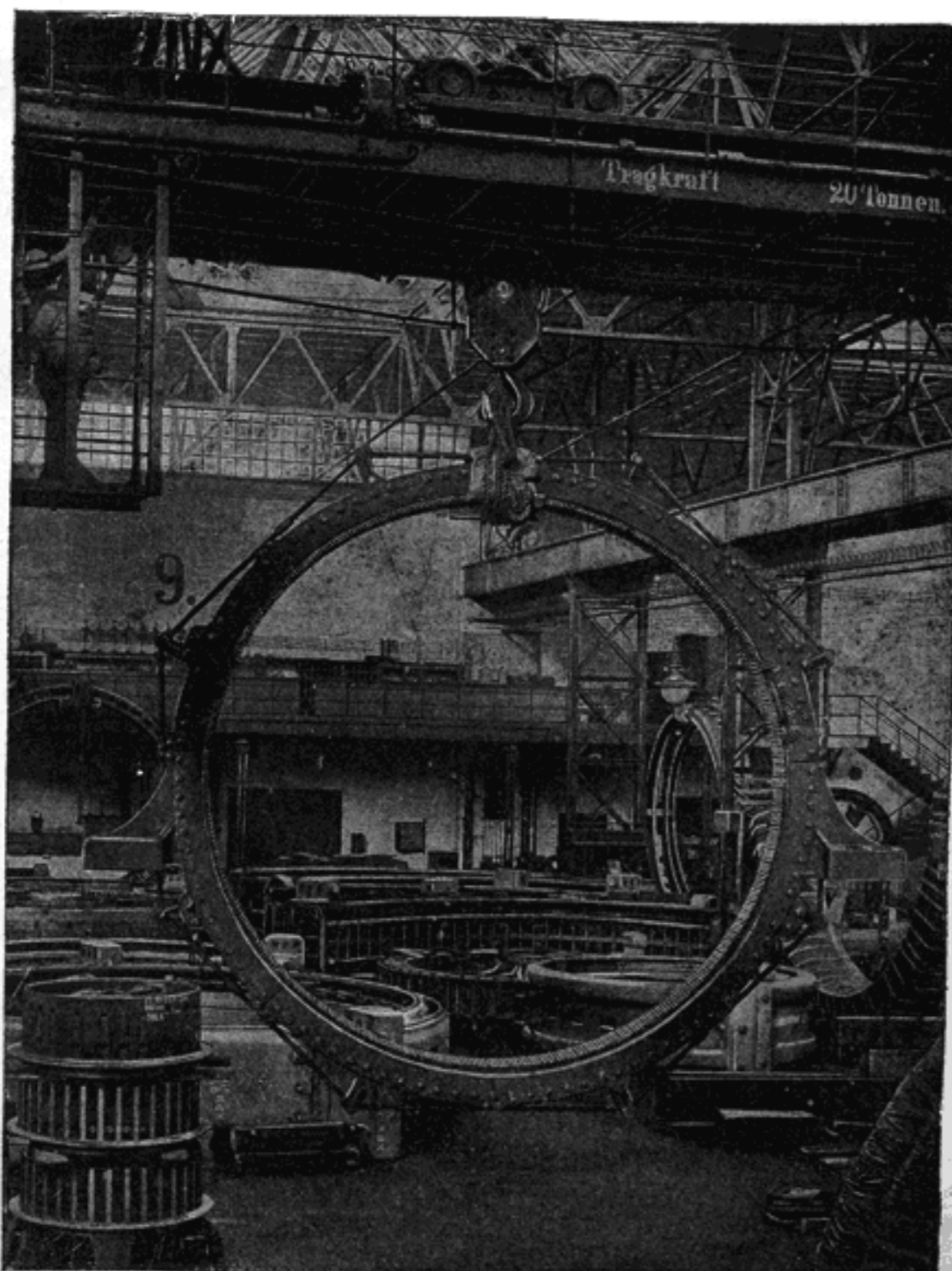


Fig. 18.

DRIEHOEK-VERSANNING.

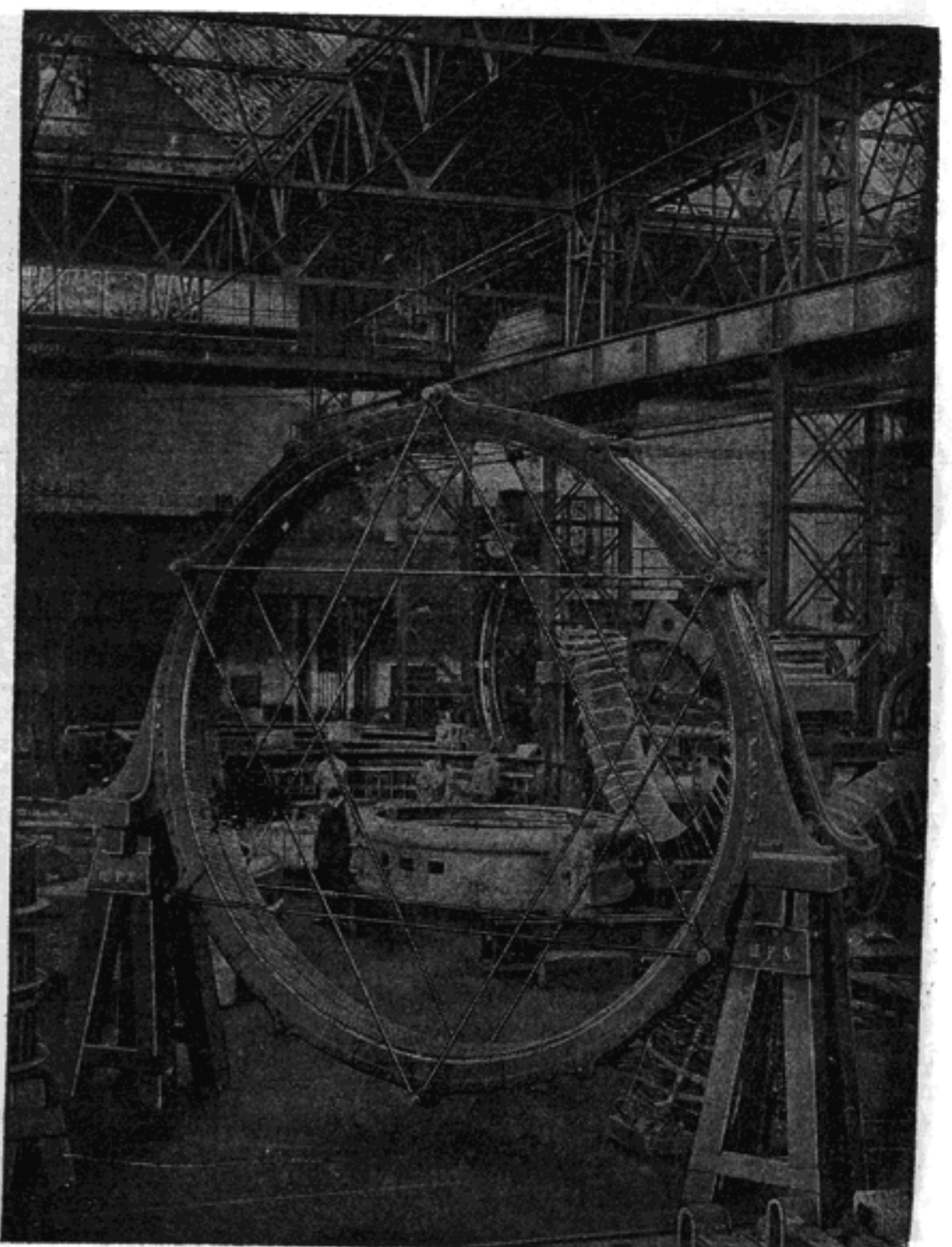


Fig. 19.

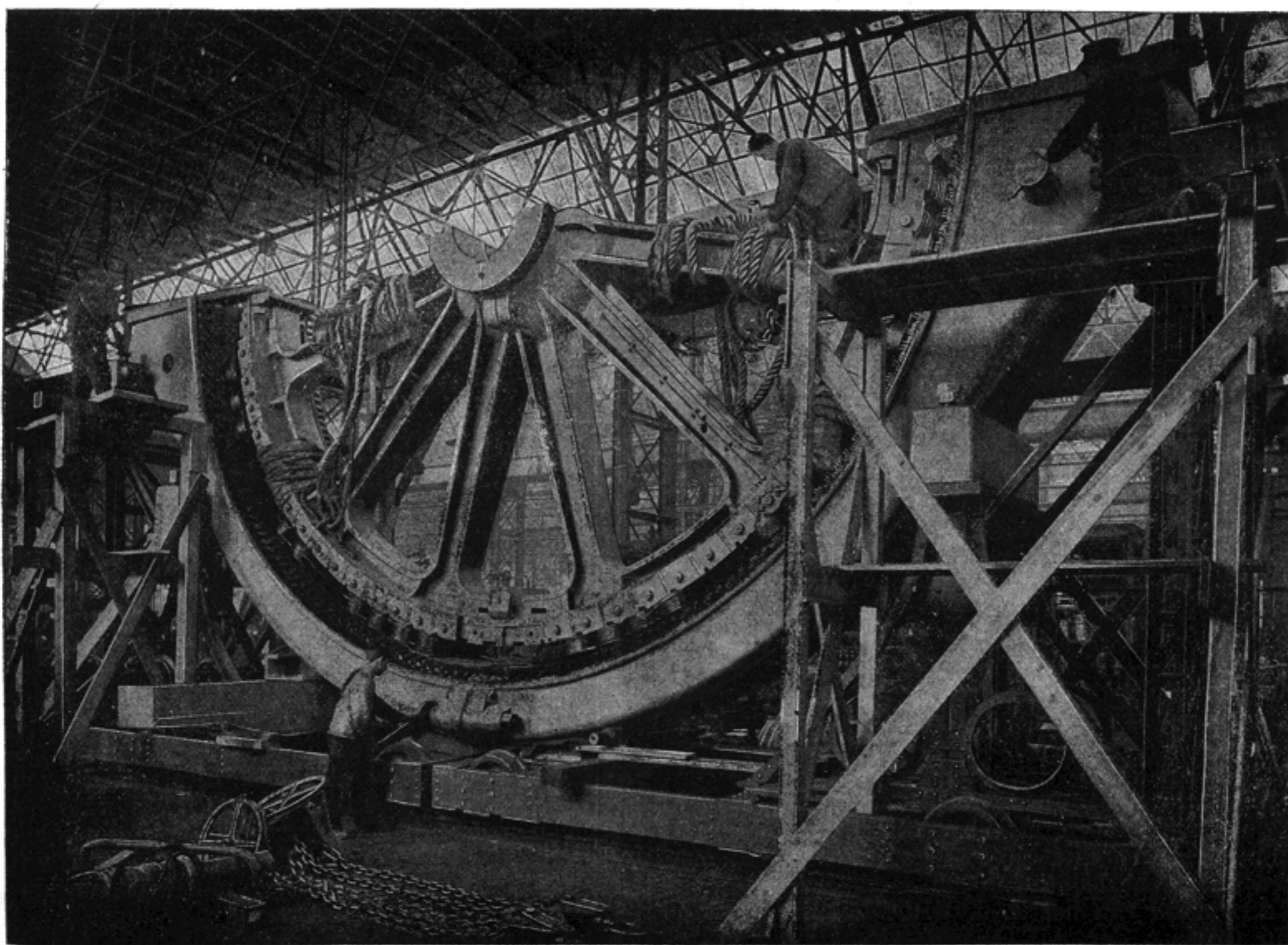


Fig. 20.

Wij geven hierbij enkele figuren uit het aangehaalde artikel. Fig. 13 en 14 stellen voor de elastische lijn van een ring, die in 2 punten van de horizontale middellijn scharnierend is opgehangen.

Daaruit is te zien, dat 1<sup>o</sup> de grootste doorbuiging optreedt onder een hoek van circa 30° van uit de horizontale middellijn, 2<sup>o</sup>. dat in het laagste punt een tweede maximum optreedt.

Nu ging LASCHE van de gezonde gedachte uit, dat het mogelijk is die doorbuigingen door een systeem van trekstangen op te heffen. De eerste doorbuiging vordert een horizontale trekstang, de 2e een verticale. Logisch komt men dus tot het driehoek-systeem van fig. 15<sup>a</sup>, terwijl voor meerdere verstijving LASCHE nog een tweeden, omgekeerden driehoek aanneemt (fig. 15<sup>b</sup>).

In plaats van het driehoeken-systeem heeft de A.E.G. ook nog een verspanning op den rug voorgesteld. Inderdaad wordt daardoor misschien wel het aanzien der machine verhoogd, maar de driehoek-verspanning is constructief juister.

Wij meenen, dat hierdoor een bijna ideale constructie gevonden is. De werking der uitwendige krachten wordt bijna geheel opgenomen door een aantal staven, die zich geheel berekenen laten. De inwendige materiaal-spanningen worden zoo klein mogelijk. De doorbuigingen kunnen, waar men met smeedijzer te doen heeft, met voldoende zekerheid worden bepaald. Van het geheele gietijzeren huis is bijna niets over gebleven dan de stelplaten, dienende tot verstijving van den ring. Het eenige bezwaar is misschien, dat de montage wat moeilijker is, maar indien dit zoo ware, zou dit nadeel niets zijn in vergelijking tot de andere voordeelen.

In fig. 18 en 19 zijn beide types van spanwerk machines in de fabriek opgesteld, in fig. 20 is nog ter vergelijking een machine van het oudere type weergegeven.

Wij hebben getracht eerst langs zuiver analytischen weg de besproken uitkomsten van LASCHE te contrôleeren. Daartoe hebben wij twee gevallen aangenomen: 1<sup>o</sup>. de ring is geheel vrij in 2 punten der horizontale middellijn opgelegd, en 2<sup>o</sup>. de oplegpunten kunnen zich bewegen in horizontalen zin, doch er bestaat een inklemming, zóódanig, dat de raaklijn in de

2 steunpunten vertikaal blijft. Het eerste geval is het meest ongunstige. De berekeningen (volgens GRASSHOF) gaven echter zulke ingewikkelde vergelijkingen, dat wij practisch daaraan geen waarde kunnen hechten. Een dergelijke zuiver analytische berekening, zij het ook volgens eenigszins andere methode, vonden wij in een artikel van H. LINSENMANN in de E. T. Z. van het vorige jaar. De lezer van dit artikel zal wel gevonden hebben, dat dergelijke berekeningen practisch weinig nut kunnen hebben.

Maar wèl hebben wij bevonden dat eene grafisch-analyti-

DRAAISTROOM-DYNAMO VAN LAHMEIJER.

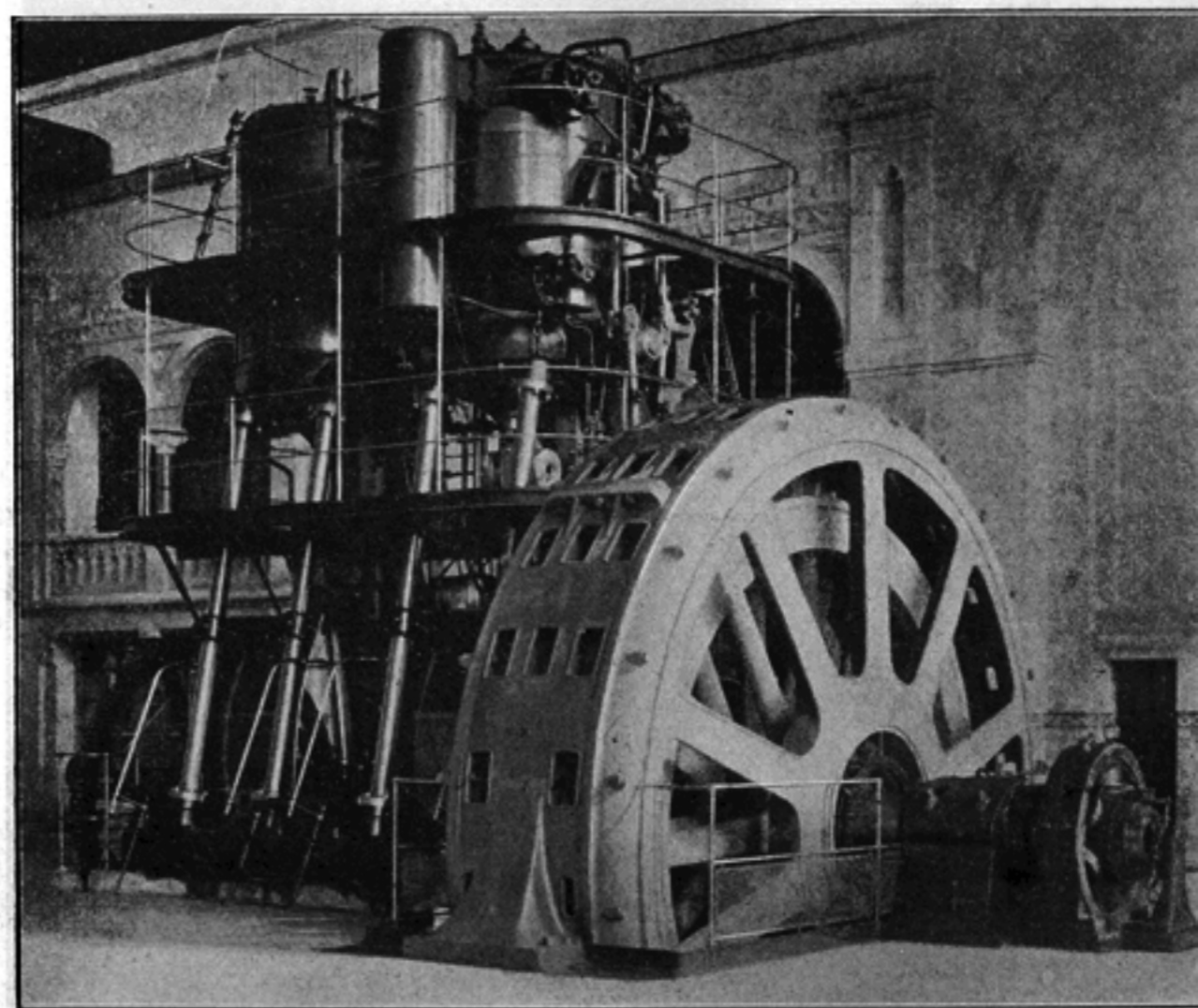


Fig. 21.



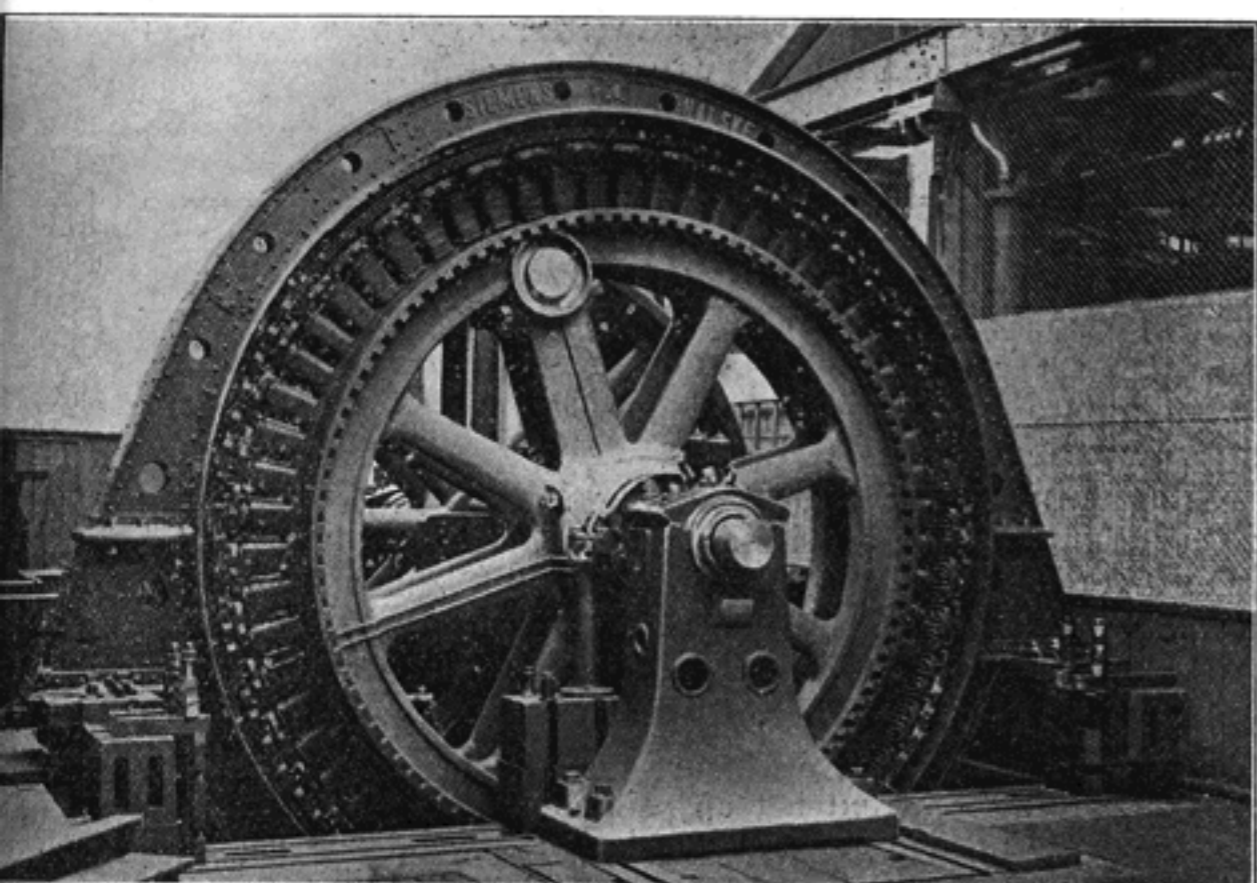


Fig. 22.

sche berekening van elk concreet geval zeer goed mogelijk is. Daartoe behoeft men den ring slechts te verdeelen in een aantal gelijke stukken, en de gelijkmatige last van het gewicht te beschouwen als een aantal geconcentreerde lasten voor welke krachten uit de teekening de evenwichts-vergelijkingen te stellen zijn, en de onbekenden opgelost kunnen worden met behulp der inklemmings-voorwaarden. Op deze manier kan men, wanneer men de berekening slechts regelmatig opzet, en het aantal stukken niet te groot neemt, vrij gemakkelijk tot een resultaat komen.

Bij het concrete geval, dat wij oplosten, vonden wij inderdaad dat op ongeveer  $\frac{2}{5}$  van de hoogte van uit de horizontale middellijn gemeten, het maximum moment optreedt. Langs dezen weg zijn nu ook de spanningen, die in de staven der driehoek-verspanningen optreden, tamelijk voldoende te berekenen.

Wij willen eindigen met aan te geven, op welke wijze sommige andere fabrieken de verstijving van het gietijzeren huis bewerken. SCHUCKERT vond een oplossing door een soort van spanwerk met radiale trekstangen, constructief leelijk en bovendien theoretisch onjuist. LAHMEIJER verergert het nog en maakt er een onaesthetisch geheel van (fig. 21). Een tweede interessante oplossing is echter die, welke SIEMENS & HALSKE in de E. T. Z. geeft, waarbij het geheel huis van smeedijzer wordt opgetrokken (fig. 22). Hoe constructief fraai deze machines ook zijn mogen toch gelooven wij niet dat zij èn wat gewichtsbesparing èn wat productiekosten aangaat, concurreeren kunnen met de spanwerkmachines.

X.

## Vergadering der Vakafdeeling voor Electrotechniek.

De Donderdag 17 December in den Foyer van den Grooten Schouwburg te Rotterdam gehouden vergadering werd door den nieuwen voorzitter, den heer L. H. N. DUFOUR, geopend met een woord van hulde aan zijn voorganger in het bestuur, den heer A. E. R. COLLETTE, onder herinnering aan diens uitgebreide ambtswerkzaamheden, tijdens zijn driejarig voorzitterschap, op het gebied der intercommunale telefonie. Onder zijn medewerking toch is in dien korten tijd verwerkt ruim een millioen gulden per jaar, het aantal kilometers draad gestegen van 8000 tot 14000 en het aantal stations toegenomen van 40 tot 70.

De heer COLLETTE dankte voor de vleiende woorden tot hem gesproken, daarbij toezeggende gevolg te zullen geven aan het tevens tot hem gerichte verzoek om over de nieuwere inrichting en nieuwere constructies op zijn gebied in een der vergaderingen van de vakafdeeling een nadere mededeeling te doen.

De vaststelling van de notulen geeft den Voorzitter aanleiding den dank der vergadering te brengen aan het bestuurslid

W. SMIT te Slikkerveer voor de toezending der fotografie genomen bij gelegenheid van de excursie na de vorige vergadering.

Medegedeeld werd vervolgens, dat de vertaling van de Duitse veiligheidsvoorschriften tot een einde is gebracht. Het Bestuur hoopt in de gelegenheid te zijn het concept dier voorschriften, geldende voor spanningen tot 500 volts, binnenkort aan de leden rond te zenden, waarna die voorschriften een onderwerp van bespreking zullen uitmaken in een volgende vergadering.

Tot leden der commissie voor de samenstelling van een electrotechnische terminologie zijn door het Bestuur benoemd de leden VOSMAER, GRITTERS, VAN DE WELL, VERKERK en VAN SWAAIJ, die allen deze benoeming hebben aangenomen.

Ten slotte ontving de vergadering de mededeeling, dat de nieuwe ledenlijst eerstdaags zal worden rondgezonden. Daarop komen thans voor 263 gewone leden en 140 buitengewone leden. Van elke wijziging in adres en kwaliteit verzoekt het Bestuur dadelijk mededeeling te willen doen aan den Secretaris.

Het lid Dr. N. G. VAN HUFFEL (Utrecht) kwam nu aan het woord met de eerste der aan de orde gestelde voordrachten: „Eenige nieuwe contacten, van belang in de zwakstroom-techniek”. Spreker behandelde verschillende door hem en den heer F. L. BERGANSIUS geconstrueerde stroomverbrekers, die alle in bepaalde gevallen van veel nut kunnen zijn. Vluchtig stipte spreker een wateronderbreker aan, dateerende uit de eerste dagen der Röntgenstralen, toen de stroomverbreking aan de inductieklossen zulk een groote beteekenis kreeg. Een andere voor inductieklossen zeer geschikte onderbreker is de schijfonderbreker, berustende op het principe een stroom te verbreken door tusschen twee op elkaar drukende metalen veeren, die in den stroomloop zijn geschakeld, een diëlectrische schijf te schuiven, hetgeen met geringe krachtaanwending geschieden kan. In den schijfonderbreker is de verbreker een ronddraaiende ebonietschijf met gaten, die telkens de veeren van elkaar scheidt en weer tegen elkaar laat gaan. De onderbreker werkt onder petroleum, en eischt letterlijk nimmer reiniging. Een stroomverbreker en commutator, bestaande uit een glazen kraanstuk gevuld met kwik, veroorlooft door het omdraaien der kraan stroomverbreking en commuteering van kwik op kwik, waarbij iedere verandering van electromotorisch vermogen uitgesloten is en waarbij de kwik volkomen rein blijft.

De door spreker behandelde volkomen vonkvrije verbreking, van belang voor secunde contacten, enz. laat zich hier niet nader omschrijven. De verbreking is werkelijk zoowel theoretisch als practisch vonkvrij, door afwezigheid van zelfinductie op het oogenblik van verbreking; spreker stelde de aanwezigen in staat het verschil tusschen de gewone en deze verbreking bij eenzelfde electromagneet te constateeren. Deze stroomverbreker, of eigenlijk commutator, heeft ook nog de goede eigenschap van bijna onverslijtbaar te zijn.

Ten slotte besprak spreker den Bergansius-sleutel, die voor telefoonschakeling en voor weerstandsbanken ter vervanging van het stopcontact werkelijk zeer belangrijk geacht kan worden. Het contact wordt hier gemaakt door een schroef-sleutel een kwartslag om te draaien, waardoor een soliede contact wordt tot stand gebracht tusschen twee boven elkaar liggende stukken. Het voordeel boven het stopcontact is ook nog dit, dat de stop altijd bij het gat blijft, waar hij in hoort.

Aan de discussie namen deel de heeren DU BOIS, VOSMAER, de VOORZITTER, MAAS GEESTERANUS en GRITTERS DOUBLET.

In de tweede plaats doet het lid FR. ERENS ('s-Gravenhage) een mededeeling over „Een verschijnsel van wederkeerige inductie.”

Bij een vorige voordracht had spreker melding gemaakt van een verschijnsel, dat zich een jaar geleden had voorgedaan bij het bekende voorval met de electriche verlichting in het Koninklijk paleis en dat toen niet geheel opgehelderd kon worden. Later onderzoek en verdere proefnemingen hebben spreker de overtuiging gegeven, dat de wederkeerige inductie de oorzaak daarvan is geweest. Spreker beschrijft en verklaart het verschijnsel en komt resumeerende tot de volgende gevolgtrekkingen. Door de wederkeerige inductie van de elementaire stroompjes in een massieven geleider worden die naar de oppervlakte gedrongen; men krijgt daardoor het door lord KENVILL ontdekte skineffect. Door de wederkeerige inductie van deze naburige stroomen krijgt men bij het ontstaan der stroomen een groote stroomdicht-