

Maquette van het spoorwegpostkantoor te Rotterdam

15 APRIL 195

STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

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

IN DIT NUMMER VINDT U

| | | |
|-------------------|--|---------|
| N. O. W. Mountain | Iets over telecommunicatie in het algemeen en draag- golftelefonie in het bijzonder | Blz. 98 |
| P. Bolhuis | Complexe rekenwijze | „ 105 |
| J. A. v. d. Touw | Examenantwoorden | „ 108 |
| A. R. Bos | Statistiek | „ 109 |
| — | Onderhoudsvoorschriften voor draaischakelaar met 25 uitgangen, fabriikaat Ericsson | „ 115 |
| Redactie | Beginnersrubriek | „ 124 |
| P. v. d. Leest | Nederlands | „ 128 |

BIJ DE VOORPAGINA : *Maquette van het stationspostkantoor te Rotterdam.*

Iets over telecommunicatie in het algemeen en draaggolftelefonie in het bijzonder

door N. O. W. Mountain

57-027

(Vervolg van blz. 69)

In ons eerste artikel spraken we terloops even over luchtlijnen. Op deze luchtlijnen willen we nu toch even nader ingaan. Om de demping van een luchtlijn te kunnen berekenen, kunnen we voor ons doel gebruik maken van een vereenvoudigde formule. In deze formule drukken we de demping β per km uit in dB's als een functie van de zelfinductie L, uitgedrukt in henry's per km dubbeldraad.

Capaciteit C, uitgedrukt in farads per km dubbeldraad.

Afleiding G, uitgedrukt in siemens per km dubbeldraad.

Ohmse lijnweerstand R, uitgedrukt in ohms per km dubbeldraad.

De afleiding G wordt bepaald door de isolatietoestand tussen de beide draden onderling en het geleidingsvermogen van het omringende medium.

Deze formule, welke we dus als een benaderingsformule in ons geval kunnen hanteren en die alleen opgaat als R klein is ten opzichte van ωL , ziet er als volgt uit:

$$\beta = 8,686 \left(\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} \right) \text{ dB}$$

In deze vereenvoudigde formule komt de frequentie niet meer voor. Is G zeer klein, dus goede isolatie tussen de draden, dan kunnen we de term

$\frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$ van deze formule praktisch verwaarlozen.

We kunnen de formule dan nog eenvoudiger voorstellen n.l.:

$$\beta = 8,686 \left(\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \right) \text{ dB}$$

Aan de hand van een voorbeeld zullen we een en ander verduidelijken. In dit voorbeeld gaan we de demping van een luchtlijn berekenen, waarvan de afstand van beide draden onderling 50 cm bedraagt. De draaddiameter is 3 mm, terwijl de lengte van die luchtlijn 35 km bedraagt.

Met behulp van de formule

$$C = \frac{0,012 \times 10^{-6}}{\log \frac{2a}{d}} \times l$$

kunnen we de capaciteit van de gehele luchtlijn berekenen, uitgedrukt in farads, terwijl de formule

$$L = (0,92 \log \frac{2a}{d} + 0,1) 10^{-3} \times l,$$

ons in staat stelt de zelfinductie, uitgedrukt in henry's, te berekenen.

In beide formules stelt l de lengte van de luchtlijn, uitgedrukt in km, a de onderlinge afstand tussen de beide draden en d de diameter van de draden voor, beiden uitgedrukt in cm.

De ohmse weerstand van deze luchtlijn is dus:

$$R = \frac{70.000 \times 0,0175}{1/4 \times 3,14 \times 3^2} = 173 \Omega$$

De capaciteit van de aders onderling bedraagt:

$$C = \frac{0,012 \times 10^{-6}}{\log \frac{100}{0,3}} \times 35 =$$

$$0,16625 \times 10^{-6} \text{ F,}$$

terwijl de zelfinductie L van deze luchtlijn bedraagt:

$$L = (0,92 \log \frac{100}{0,3} + 0,1) \times 35 \times 10^{-3} = 0,0847 \text{ H.}$$

We kunnen nu de demping van deze luchtlijn berekenen. Deze bedraagt dus:

$$8,686 \left(\frac{173}{2} \sqrt{\frac{0,16625 \times 10^{-6}}{0,0847}} \right) = 1,05 \text{ dB.}$$

Zouden we een kabeldubbelader met aderdiameter gelijk aan die van de berekende luchtlijn hebben, ook 35 km lang en met een adercapaciteit van 0,03 μF per km, dan zou hiervan de demping bij b.v. 2700 Hz zijn:

$$\beta = 8,686 \sqrt{\frac{2 \times 3,14 \times 2700 \times 0,03 \times 10^{-6} \times \frac{2000 \times 0,0175}{0,785 \times 32}}{2}} \times 35 = 10,8 \text{ dB}$$

Alhoewel in beide gevallen dus de ohmse weerstand gelijk is, is de demping van de kabeldubbelader 10 maal zo groot als de demping van de luchtlijn.

Ten opzichte van een luchtlijn is de kabeldubbeladercapaciteit groot en de zelfinductie klein. Dit is eenvoudig te zien. Immers de beide luchtlijndraden vormen een condensator, waarvan de capaciteit, naarmate we de aders dichter naast elkaar toe brengen, groter wordt.

Door het naar elkaar toe brengen van de aders verkleinen we echter ook het oppervlak van de draad, „lus”, welke dus minder krachtlijnen kan omvatten en dus een kleinere zelfinductie tot gevolg heeft.

Bekijken we nog eens even de benaderingsformule voor de demping van de luchtlijn, dan zien we, dat bij vergroting van de capaciteit en verkleining

van de zelfinductie de term $\frac{C}{L}$ in grootte toeneemt, dus ook de demping.

Daar bij kabeldubbeladers de onderlinge afstand van de aders vastligt, dus ook de eigen capaciteit en zelfinductie, kunnen we de demping alleen verminderen door of de ohmse aderweerstand te verkleinen of de aderszelfinductie te vergroten.

Verkleining van de weerstand R betekent dikke en dus dure aders. Blijft over vergroting van de zelfinductie.

Daar de eigenzelfinductie van de aders echter bepaald wordt door de kabelconstructie, moeten we trachten deze zelfinductie *kunstmatig* te vergroten.

Deze kunstmatige zelfinductie-vergroting kunnen we b.v. bereiken door op bepaalde gelijke afstanden spoelen (zelf-inducties) in de aders te brengen.

Dit is de methode, welke door *Pupin*

als praktische oplossing werd toegepast. Wat gebeurt er nu als we de zelfinductie L vergroten?

Om één en ander beter te kunnen zien, zullen we onze blik eens vestigen op de elektriciteitsvoorziening en wel in het bijzonder de energietransmissie.

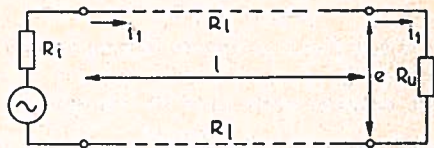


FIG 3

In fig. 3 zien we, dat op ons verbruiksapparaat R_u de geleverde energie bedraagt:

$$i_1^2 \cdot R_u$$

In onze transmissieleiding gaat verloren:

$$i_1^2 \cdot R_l$$

Willen we dit laatste energieverlies zo gering mogelijk houden, dan kunnen we dit bereiken door onze geleidingen dik te nemen, dus de ohmse weerstand R_l zo klein mogelijk te maken. Dit is echter een vrij kostbare oplossing.

Zouden we echter kans zien om de stroom door de geleiding te verkleinen, dan zou-

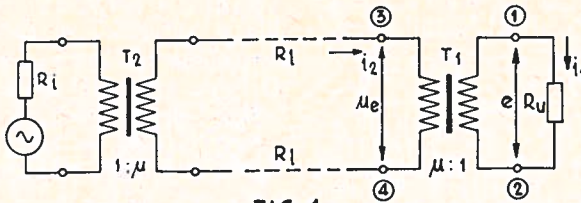


FIG 4

1a

den we ook ons doel bereikt hebben. Beschouwen we nu eens fig. 4. De geleverde energie aan ons verbruiksapparaat R_u is wederom $i_1^2 R_u$. Met behulp van een transformator gaan we nu de impedantie R_u omhoog transformeren. De transformatieverhouding is $\mu : 1$. Op de punten 3/4 zien we nu een impedantie $\mu^2 R_u$. Om op de punten 1/2 wederom een spanning e te krijgen, moeten we op de punten 3/4 een spanning μe aanleggen.

De (primaire) stroom i_2 bedraagt dus:

$$\frac{\mu e}{\mu^2 R_u} = \frac{e}{\mu R_u}$$

en is een factor μ kleiner dan de stroom i door R_u .

Het energieverlies door de transmissieleiding R_l is dus nu $\left(\frac{i_1}{\mu}\right)^2 \times 2R_l$, dus een factor μ^2 kleiner geworden dan in het geval van fig.3 is aangegeven. Het zal zonder meer wel duidelijk zijn, dat de transformator T_2 nodig is om de vereiste spanning μe op de punten 3/4 van T_1 te krijgen.

Met behulp van dit voorbeeld hebben we kunnen zien, dat we de leidingverliezen kunnen verkleinen, indien we de transmissieweg *hoogohmig* kunnen maken.

Deze wetenschap willen we nu ook gaan toepassen bij onze telefoontransmissies.

In het voorgaande artikel (zie maartnummer) zagen we, dat we een homogene telefoondubbeler konden voorstellen zoals in de bijgaande fig. 1a is aangegeven. In feite kunnen we zo elke dubbeler geven.

dus ook die voor het elektriciteitsenergetransport, voorstellen. Dit laatste transport geschiedt echter met een netfrequentie van 50 Hz, terwijl bij de (laagfrequente) telefoontransmissie frequenties tot ca. 3600 Hz voorkomen. Tevens zal de onderlinge aderafstand van elektriciteitskabels groter zijn (t.b.v. goede isolatie tegen spanningsdoorslag) dan bij telefoondubbelers. De dwarscapaciteiten van eerstgenoemde dubbelers zullen dus ook kleiner zijn dan die van laatstgenoemde telefoonaders.

Het zal wel duidelijk zijn, dat als gevolg van deze twee genoemde verschillen de dwarscapaciteiten bij elektriciteitskabels *niet*, doch bij telefoonkabels *wel* (zoals ook al reeds aangetoond is in het voorgaande nummer) een belangrijke rol spelen.

Het *hoogohmig* maken van de telefoontransmissieweg is dus niet zonder meer uit te voeren zoals in fig. 4 is aangegeven.

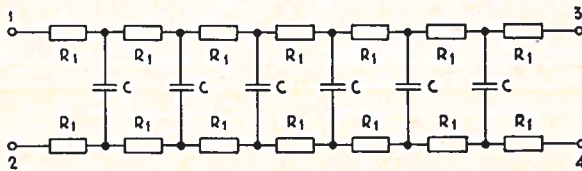


FIG. 1a

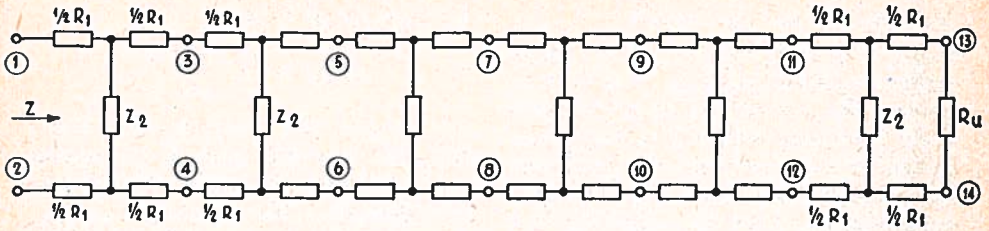


FIG. 5

Beschouwen we fig. 1a en sluiten we op de ingangspunten 1/2 een spanning aan met een dusdanige frequentie, dat de impedantie van de dwarscapaciteiten $\frac{1}{\omega C} = 1000$ ohm is, dan kunnen we fig. 1a weergeven zoals in fig. 5 wordt voorgesteld. Z_2 stelt de impedantie voor van de dwarscapaciteiten, R_1 maken we 20 ohm. Uit fig. 5 kunnen we al zonder meer zien, dat een tienvoudige vergroting van R_u geen tienvoudige vergroting van Z opleveren zal. Dit is het gevolg van de karakteristieke impedantie van de kabel. Wat is echter de karakteristieke impedantie van een kabel?

Om hier een inzicht van te krijgen bekijken we nog eens fig. 1a, waarin we het werkings-schema voorstellen van een homogene kabeldubbelader. Een kabeldubbelader waarvan de eigen weerstand en capaciteit over gelijke afstanden gelijkmatig waren verdeeld. Fig. 5 stelt ditzelfde schema voor, maar dan weergegeven voor één frequentie. We zien dat die kabelader is opgebouwd uit een groot aantal gelijke vierpooitjes.

Tussen de punten 1/2 - 3/4, 3/4 - 5/6, 5/6 - 7/8 enz. bevinden zich dan de bedoelde vierpooitjes. We nemen nu vierpooitjes 1/2 - 3/4 even geheel los van de overige vierpooitjes en zien, dat de impedantie Z , welke we op de punten 1/2 zien, 1020 ohm bedraagt, n.l. 10 ohm + 1000 ohm + 10 ohm.

Sluiten we de punten 3/4 van dit vier-

pooitje af met de punten 3/4 van het vierpooitje 3/4 - 5/6, dan zal de impedantie Z , welke we op de punten 1/2 zien, 530 ohm zijn n.l.

$$10 \text{ ohm} + \frac{1000 \times (10 + 10 + 1000 + 10 + 10)}{1000 + 10 + 10 + 1000 + 10 + 10} \text{ ohm} + 10 \text{ ohm}.$$

Naarmate we meer van deze gelijke vierpooitjes achter elkaar schakelen, zal Z in waarde afnemen, doch steeds in mindere mate. Zie fig. 6. Uiteindelijk zal een toestand worden verkregen, dat Z niet meer verandert, (ondanks het vergroten van het aantal achter elkaar geschakelde vierpooitjes).

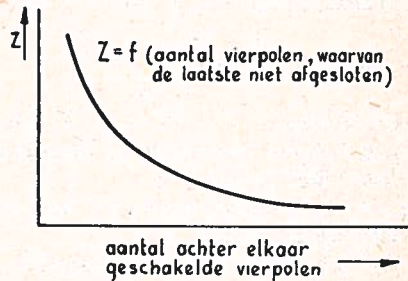


FIG. 6

Deze waarde van Z (in ons geval ca. 200 ohm) is de karakteristieke impedantie en wordt als volgt omschreven. Schakelt men een oneindig lange reeks gelijke symmetrische vierpolen achter elkaar, dan noemt men de ingangsimpedantie van die reeks de karakteristieke impedantie.

Met behulp van de formule

$Z_{\text{kar.}} = \sqrt{Z_0 Z_k}$ kunnen we de karakteristieke impedantie $Z_{\text{kar.}}$ van de vierpooitje, dus ook dat van de in ons voorbeeld genoemde dubbeladers, berekenen, indien we door metingen de grootheden Z_0 en Z_k bepaald hebben. Z_0 stelt de ingangsimpedantie van het vierpooitje voor indien de uitgang (b.v. de punten 3/4 van dien de uitgang (b.v. de punten 3/4 van vierpooitje 1/2 - 3/4) open staat en Z_k de ingangsimpedantie van dit zelfde vierpooitje, indien de uitgangspunten 3/4 zijn kortgesloten.

Hebben we een lange telefoondubbelader, opgebouwd dus uit een groot aantal symmetrische vierpolen en sluiten we deze dubbelader aan het eind wel of niet af met zijn karakteristieke impedantie, dan zal de ingangsimpedantie praktisch niet veranderen. Vergroting met R_u is dus niet de aangewezen weg om de transmissie-verbinding hoogohmig te maken.

Om de karakteristieke impedantie van een dubbelader te kunnen berekenen, kunnen we wederom gebruik maken van een benaderingsformule, welke luidt:

$$Z_{\text{kar.}} = \sqrt{\frac{\omega^2 L^2 + R^2}{\omega C}}$$

Hierin stellen L , R en C resp. de zelfinductie, ohmse weerstand en capaciteit per km dubbelader voor.

Daar de zelfinductie gering is, kunnen we deze verwaarlozen.

De formule wordt dan heel eenvoudig, n.l.:

$$Z_{\text{kar.}} = \sqrt{\frac{R}{\omega C}}$$

Hieruit zien we dus, dat vergroting van R wel vergroting van $Z_{\text{kar.}}$ tot gevolg heeft, doch dat dan de demping

$$\beta = 8,686 \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}$$

ook toeneemt.

Bekijken we de formule

$$Z_{\text{kar.}} = \frac{\omega^2 L^2 + R^2}{\omega C}$$

nog even in zijn oorspronkelijke vorm, dan zien we, dat door de vergroting van L , welke aanvankelijk verwaarloosbaar klein was, ook vergroting van $Z_{\text{kar.}}$ te verkrijgen is. In tegenstelling tot vergroting van R , zal vergroting van L geen energieverlies, dus geen grotere demping veroorzaken daar het faseverschil tussen i en 90° is, dus $e.i.\cos \varphi = 0$.

We kunnen nu de impedantie van de transmissieleiding *hoogohmig* maken door het aanbrengen van extra zelfinducties in de aders, zoals reeds eerder is aangegeven. Deze extra zelfinducties noemen we *pupinspoelen* en deze worden op onderlinge gelijke afstanden aangebracht. Door het aanbrengen van deze pupinspoelen, wordt de transmissiestroom verkleind, dus ook de demping als gevolg van de kleinere ohmse verliezen.

Aders, waarvan de zelfinductie niet kunstmatig wordt vergroot, noemen we *onbelaste aders*. Aders, waarvan we de zelfinductie wel kunstmatig hebben vergroot, noemen we *belaste aders*.

Bij belaste aders (gepupiniseerde aders) maken we onderscheid tussen licht gepupiniseerde aders en zwaar gepupiniseerde aders.

Alhoewel we reeds eerder zagen, dat de belastingimpedantie R_u de karakteristieke impedantie van een lange kabelader weinig beïnvloedt, moeten we in de telefoontransmissie-techniek de belastingimpedantie R_u toch aanpassen aan deze kabelader door b.v. transformatoren (o.a. om de zgn. reflectie tegen te gaan). Ook de *energiebron* aan het begin van geleidingen wordt aangepast om dezelfde redenen.

Schematisch kunnen we dit voorstellen zoals in fig. 6 is aangegeven. Onze eind-

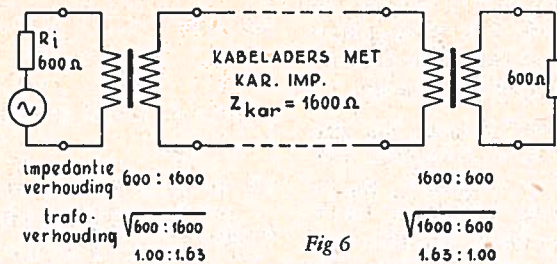


Fig 6

apparatuur heeft meestal een eigen impedantie van circa 600 ohm. Hebben we dus een kabeldubbelader met een karakteristieke impedantie van b.v. $Z_{kar.} = 1600$ ohm, dan zullen we deze eindapparatuur moeten aanpassen met transformatoren, welke een transformatie (wikkel)verhouding hebben van:

$$\sqrt{600 : 1600}$$

In dat geval is de kabelader juist afgesloten.

We zullen nu enige dempingen bepalen van een gepupiniseerde kabelader bij enige frequenties. We kiezen hiervoor een primaire districts-kabel, welke 35 km lang is en een aderdiameter heeft van 0,8 mm. De, per spoelensectie omgerekende, zelfinductie is 130 mH.

De onderlinge afstand tussen twee pupinspoelen is 1,5 km, de grensfrequentie $f_0 = 4000$ Hz, terwijl de karakteristieke impedantie $Z_{kar.} = 1600$ ohm. We maken voor deze berekeningen wederom gebruik van enige benaderingsformules voor gepupiniseerde aders, n.l.:

$$Z_{kar.} = \sqrt{\frac{L}{C}}, \text{ om de karakteristieke impedantie te bepalen,}$$

$$\omega_0 = \frac{2}{S\sqrt{LC}} \text{ om de afsnij- of grensfrequentie te bepalen,}$$

$$\beta = 8,686 \times \frac{R}{2Z} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \eta^2}} \text{ om de demping te berekenen.}$$

L en C stellen hierin de omgerekende zelfinductie en capaciteit per km voor uitgedrukt in resp. de eenheden henry en farad.

S is de onderlinge afstand in km tussen twee pupinspoelen.

β is de demping in dB per km.

R is de dubbeldraads ohmse kabelweerstand in ohm.

$Z_{kar.}$ is de karakteristieke kabeladerimpedantie in ohm.

ω de cirkelfrequentie in radialen/sec, waarbij de demping van de kabeldubbelader berekend moet worden.

η is de verhouding $\frac{\omega}{\omega_0}$

De grootheden demping en karakteristieke impedantie zijn zo langzamerhand bekend van ons geworden. Wat is echter de grensfrequentie van een dubbelader? Beschouwen we nog eens fig. 2 uit het maantnummer, dan zien we daar twee krommen.

Kromme a geeft een dempingskarakteristiek weer van een ongepupiniseerde dubbelader, zoals reeds is besproken. Kromme b geeft een dempingskarakteristiek weer van een gepupiniseerde ader.

Deze laatste kromme loopt voor een groot gedeelte vlak; tot circa $0,7\omega_0$. Dit betekent dus, dat de demping voor de frequenties tot aan $0,7\omega_0$ rad/sec praktisch gelijk is.

Een en ander is het gevolg van de pupinisering. In dit gebied is de dempingswaarde dus belangrijk lager dan de demping van de ongepupiniseerde aders.

Tussen de frequenties $0,7\omega_0$ en ω_0 zien we de demping echter belangrijk toenemen, terwijl bij de frequentie ω_0 de dempingskarakteristiek steil naar boven loopt, dus de demping in een klein frequentiegebied zeer snel toeneemt, zelfs boven die van de ongepupiniseerde ader. De frequentie, waarbij deze snelle dempingstoename plaatsvindt, noemen we de *afsnij- of grensfrequentie* ω_0 .

Nu we dus met alle grootheden bekend zijn, gaan we over tot de dempingsberekeningen.

Alhoewel dus $Z_{kar.}$ uit de gegevens bekend is, kunnen we hem nog eens berekenen.

$$Z_{kar.} = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{130 \times 10^{-3} \times 10^9}{1,5 \times 34}} = 1600 \text{ ohm}$$

Ook de eigen frequentie was gegeven, n.l. $f_0 = 4000$ Hz dus $\omega_0 = 6,28 \times 4000$ hetgeen $\approx 25 \times 10^3$ rad/sec is.

$$\omega_0 = \frac{2}{S\sqrt{LC}} = \frac{2}{1,5 \sqrt{\frac{130 \times 10^{-3} \times 34 \times 10^{-9}}{1,5}}} = 24618 \text{ rad/sec.}$$

De demping bij 300 Hz:

$$\beta_{300} = 8,686 \frac{R}{2Z} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \eta^2}}$$

$$\eta = \frac{\omega}{\omega_0}$$

$$\eta = \frac{300}{4000} \approx \frac{1}{13}$$

De term $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{169}}}$ kunnen we ver-

waarlozen, daar deze praktisch gelijk aan 1 zal zijn.

$$\text{De demping } \beta \text{ wordt dus: } \beta = \frac{8,686 \times \frac{2000 \times 0,0175}{\frac{1}{4} \times 3 \times 14 \times 0,8^2}}{3200} =$$

0,19 dB/km.

Voor de gehele kabel is de demping dus:

$$\beta_{300} = 0,19 \times 35 = 6,65 \text{ dB.}$$

De demping bij 1800 Hz.

$$\eta = \frac{1800}{4000} = 0,45,$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - 0,45^2}} = \frac{1}{0,9}$$

$$\beta_{1800} = \frac{0,19 \times 35}{0,9} = 7,4 \text{ dB}$$

De demping bij 3000 Hz:

$$\eta = \frac{3000}{4000} = 0,75,$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - 0,75^2}} = \frac{1}{0,66}$$

$$\beta_{3000} = \frac{0,19}{0,66} \times 35 = 10 \text{ dB.}$$

Vergelijken we deze dempingswaarden met die van onze voorbeelden, welke zijn besproken in het maartnummer, dan zien we een belangrijk voordeel van gepupiniseerde aders t.o.v. ongepupiniseerde aders.

Alhoewel we dus door pupinisering de demping belangrijk kunnen reduceren, blijven we toch demping houden. We zijn dus aan bepaalde lengten van onze kabels gebonden daar we een zekere demping niet mogen overschrijden. Door de toepassing van de telefoonversterker zijn we van deze gebondenheid bevrijd.

(wordt vervolgd)

De complexe rekenwijze

door P. BOLHUIS

57-028

(Vervolg van blz. 12, januari '57)

In de beide laatste artikelen van de serie over de complexe rekenwijze zullen we nog een aantal uitgewerkte voorbeelden geven. Wanneer u zich deze rekenmethode eigen wil maken, zult u goed doen de voorbeelden mee te rekenen en u bij elke handeling het hoe en waarom af te vragen.

In de praktijk hebben we vaak te maken met het begrip resonantie. Zo spreken we van serieresonantie, wanneer in de schakeling van fig. 19 de stroom zo groot mogelijk is. We weten, dat dit het geval zal zijn, indien ωL gelijk

is aan $\frac{1}{\omega C}$.

In dat geval zal immers de totale impedantie van de schakeling gelijk zijn aan R en dat is de kleinste waarde, die mogelijk is. Dit blijkt ook zonder meer uit de bekende formule:

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$$

Bekijken we deze formule met behulp van de complexe rekenwijze dan vinden we:

$$Z = R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C}$$

Resonantie treedt op, indien $Z = R$, waaruit volgt, dat $j\omega L$ gelijk moet zijn

aan $j\frac{1}{\omega C}$ of $\omega L = \frac{1}{\omega C}$, zodat

$$\omega_{\text{res}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

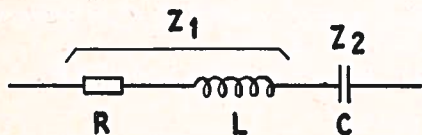


FIG. 19

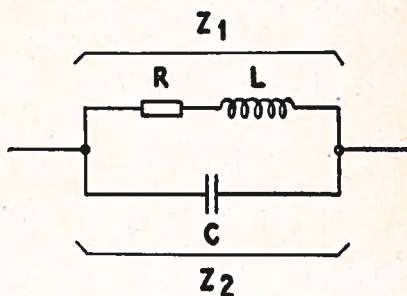


FIG. 20

Ditselfde hadden we ook kunnen vinden zonder toepassing van de complexe rekenwijze.

Gaan we echter de parallelschakeling bekijken, dan wordt de zaak wel wat lastiger. Consequente toepassing van de regels voert echter onverbiddeijk tot resultaten.

Bij de parallelschakeling spreken we van resonantie, indien de impedantie *maximaal* is. De spanning is dan eveneens maximaal. We noemen deze resonantie dan ook de *spanningsresonantie*, terwijl in het geval van de serieschakeling van *stroomresonantie* sprake is.

Bekijken we nu fig. 20 eens, waarin de parallelschakeling van een spoel en een condensator gegeven is.

We weten dat:

$$Z = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

Vervangen we Z_1 door $R + j\omega L$ en Z_2 door $-j\frac{1}{\omega C}$, dan ontstaat:

$$Z = \frac{(R + j\omega L) (-j\frac{1}{\omega C})}{R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C}}$$

Het is noodzakelijk deze uitdrukking te

splitsen in een reëel deel en een imaginair deel. We zullen dit bij wijze van oefening uitwerken.

$$\frac{(R + j\omega L) \left(-j \frac{1}{\omega C}\right)}{R + j\omega L - j \frac{1}{\omega C}} = \frac{-j \frac{R}{\omega C} + \frac{L}{C}}{R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}$$

We moeten nu, zoals bekend, de j uit de noemer laten verdwijnen. We doen dit op de bekende manier:

$$\frac{-j \frac{R}{\omega C} + \frac{L}{C}}{R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} \times \frac{R - j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}{R - j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}$$

Dit geeft:

$$\frac{-j \frac{R^2}{\omega C} + j^2 \frac{R\omega L}{\omega C} - j^2 \frac{R}{\omega^2 C^2} + \frac{LR}{C} - j \frac{\omega L^2}{C} + j \frac{L}{\omega C^2}}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

De noemer is nu niet meer van belang en we beperken ons dus tot de teller. Hierin wordt j^2 vervangen door -1 en daarna worden de reële termen gescheiden van de imaginaire. Het resultaat is:

$$-\frac{RL}{C} + \frac{R}{\omega^2 C^2} + \frac{RL}{C} + j\left(\frac{L}{\omega C^2} - \frac{L^2}{C} - \frac{R^2}{\omega C}\right)$$

Bij resonantie moet nu het imaginaire deel nul zijn, zodat:

$$\frac{L}{\omega C^2} = \frac{\omega L^2}{C} + \frac{R^2}{\omega C}$$

Dit verder uitgewerkt geeft:

$$L = \omega^2 L^2 C + R^2 C$$

$$\text{of: } L = C (\omega^2 L^2 + R^2)$$

Hieruit volgt tenslotte:

$$C = \frac{L}{\omega^2 L^2 + R^2}$$

De betekenis van deze formule is dus, dat bij een gegeven L , ω en R bepaald kan worden hoe groot C moet zijn ten einde resonantie te verkrijgen.

Willen we weten *bij welke frequentie* in een gegeven schakeling resonantie optreedt, dan herleiden we de laatste uitdrukking nog tot:

$$\omega_{\text{res.}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{L - R^2 C}{L}}$$

Deze herleiding mag u zelf eens proberen te vinden.

Tenslotte is bij resonantie nog een zeer eenvoudige formule te vinden voor de impedantie Z .

Deze is dan n.l.:

$$Z = \frac{L}{RC}$$

Deze formule mag u desgewenst ook trachten af te leiden, doch dit is niet zo eenvoudig.

Nu een vraagstuk.

Men schakelt parallel: een condensator, $C = 0,8 \mu\text{F}$
een spoel, $R = 200\Omega$, $L = 0,1 \text{ H}$

Gevraagd:

a. Wat is de impedantie als $\omega = 5000?$

b. Bij welke frequentie treedt resonantie op en wat is *dan* de impedantie?

Oplossing:

$$Z = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$Z_1 = -j \frac{1}{5000 \times 0,8 \times 10^{-6}} = -250j$$

$$Z_2 = 200 + j \times 5000 \times 0,1 = 200 + 500j$$

$$Z = \frac{-250j(200 + 500j)}{-250j + 200 + 500j} =$$

$$\frac{-50000j - 125000j^2}{200 + 250j} =$$

$$\frac{125000 - 50000j}{200 + 250j}$$

Teller en noemer delen we door 50, hetgeen de zaak iets vereenvoudigt. Er ontstaat nu:

$$\frac{2500 - 1000j}{4 + 5j}$$

Dit vermenigvuldigen we met $\frac{4 - 5j}{4 - 5j}$

$$\frac{2500 - 1000j}{4 - 5j} \times \frac{4 - 5j}{4 - 5j} =$$

$$\frac{10000 - 4000j - 12500j - 5000}{16 + 25} =$$

$$\frac{5000 - 16500j}{41}$$

Dit geeft uiteindelijk voor Z de waarde:

$$Z = \approx 122 - 400j.$$

Bereken nu zelf eens de absolute waarde van Z en de faseverschuiving.

Is deze schakeling bij deze frequentie inductief of capaciteef?

b. Nu de resonantiefrequentie. We weten

$$\omega_{\text{res.}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{L - R^2 C}{L}}$$

Vullen we de gegevens in, dan ontstaat.

$$\omega_{\text{res.}} = \frac{1}{\sqrt{0,1 \times 0,8 \times 10^{-6}}} \times$$

$$\sqrt{\frac{0,1 - 200^2 \times 0,8 \times 10^{-6}}{0,1}}$$

Na berekening volgt:

$$\omega_{\text{res.}} = \approx 3500 \sqrt{9,68} = \approx 10900$$

Voor $f_{\text{res.}}$ vinden we dus:

$$\frac{10900}{2\pi} = 1730 \text{ Hz.}$$

Tenslotte vinden we voor de impedantie:

$$Z = \frac{L}{RC} = \frac{0,1}{200 \times 0,8 \times 10^{-6}} =$$

$$625 \Omega$$

Gaat u vooral deze berekening na.

Uit de wisselstroomtheorie weten we, dat indien de ohmse weerstand van een spoel klein is ten opzichte van de inductieve weerstand, de resonantiefrequentie volgt uit:

$$f_{\text{res.}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

(Dezelfde formule dus als voor de serie-resonantie).

Dit moet nu kloppen met wat we voor $\omega_{\text{res.}}$ vonden.

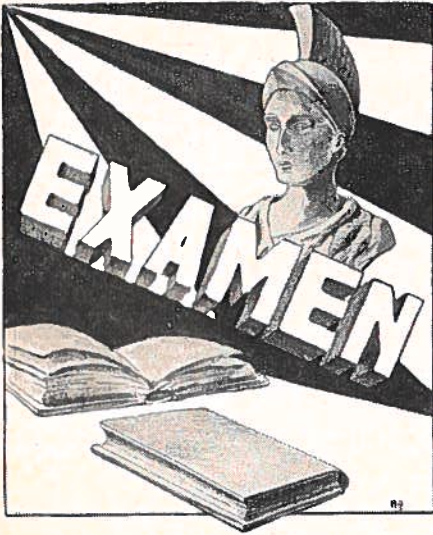
Als we in de formule voor $\omega_{\text{res.}}$, R op nul stellen ontstaat:

$$\omega_{\text{res.}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{L-0}{L}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\text{of } f_{\text{res.}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Hiermede is de zaak rond.

(slot volgt)



Examenantwoorden

57-029

$$\begin{aligned}
 1. \quad W_p : W_s &= 1 : 10 \\
 200 : W_s &= 1 : 10 \\
 W_s &= 200 \times 10 = 2000 \text{ windingen.} \\
 E_p : E_s &= 1 : 10 \\
 125 : E_s &= 1 : 10 \\
 E_s &= 125 \times 10 = 1250 \text{ V.} \\
 I &= \frac{E}{R} = \frac{1250}{100} = 12,5 \text{ A.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad I &= \frac{G}{Q \times t} = \\
 &= \frac{50.000}{1,118 \times 2 \times 3600} = \approx 6,2 \text{ A.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad R &= \frac{E}{I} = \frac{24}{6} = 4 \ \Omega \\
 R &= \frac{\text{lengte} \times \text{soortelijke weerstand}}{\text{doorsnede}} = \\
 \frac{l \times \rho}{q} &= 4 \ \Omega
 \end{aligned}$$

$$q = \frac{l \times \rho}{r} = \frac{200 \times 0,0175}{4} = 0,875 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 4. \quad \cos \varphi &= \frac{\text{werkelijk vermogen}}{\text{schijnbaar vermogen}} \\
 &\text{of} \quad \frac{P}{P_s} \\
 0,3 &= \frac{P}{60}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Het werkelijk vermogen } P &= \\
 60 \times 0,3 &= 18 \text{ W.}
 \end{aligned}$$

In de opgave van som 5, welke in het maartnr. is geplaatst, dient U voor 1,225 km te lezen 1,225 m.

De uitwerking wordt dan als volgt:

$$\begin{aligned}
 5. \quad \text{a. } h &= \frac{1}{2} g \times t^2 \\
 1,225 &= \frac{1}{2} \times 9,8 \times t^2 \\
 1,225 &= 4,9t^2 \\
 t^2 &= \frac{1,225}{4,9} = 0,25 \\
 t &= \sqrt{0,25} = 0,5 \text{ sec.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } V &= g \times t = \\
 9,8 \times 0,5 &= 4,9 \text{ m/sec.}
 \end{aligned}$$

* * *

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

door A. R. BOS

57-030

I. In de experimentele wetenschappen, maar ook bij onderzoekingen, heeft men dikwijls te maken met verschijnselen, die een massaal karakter dragen. Zo interesseert men zich in het bedrijfsleven bijv. voor de kwaliteit van partijen goederen, die soms uit honderdduizenden stuks bestaan. Bij onderzoek van de betrouwbaarheid van telefoonverbindingen varieert het aantal van enige tientallen tot ettelijke honderdtallen of duizendtallen.

Dit aantal nu noemt men de *massa*. Het werken met dergelijke massa's verdist een speciale techniek.

Reeds het verzamelen van gegevens (waarnemingen) over de elementen van de massa scheidt vele problemen, terwijl deze gegevens dikwijls nog speciale bewerkingen moeten ondergaan voor zij bruikbaar zijn voor het rekenwerk. De resultaten moeten daarna worden geanalyseerd om tenslotte daaruit de conclusie te kunnen trekken aangaande de problemen waarin men is geïnteresseerd.

II. *Wanneer men spreekt van „een” statistiek, dan bedoelt men een verzameling van uitkomsten van statistische onderzoeken.*

De statistiek is nu het geheel der methoden, die bij het verzamelen en bewerken der massale gegevens als ook bij de analyse der daaruit voortvloeiende resultaten worden gebezigd, m.a.w. het waarnemen, vastleggen, groeperen, en in overzichtelijke vorm brengen van de verschijnselen. Dit geschiedt veelal in de vorm van tabellen en grafieken. Hieruit kan men n.l. met behulp van eenvoudige bewerkingen deze verschijnselen verklaren en eventuele conclusies trekken. Het is echter wel zaak de juiste soort grafieken te kiezen.

In het voorgaande is gesproken over massa en over elementen van de massa. Om deze begrippen duidelijker te maken enkele voorbeelden.

Bij onderzoek van een bevolking vormt deze de *massa* en elk lid van de bevolking is een eenheid van de massa, m.a.w. *één element*.

Bij onderzoek naar de kwaliteit van de produkten, die gedurende een zekere periode door de fabriek worden afgeleverd, vormen deze produkten tezamen de *massa* en elk produkt afzonderlijk is een *element* van de massa.

Bij onderzoek van de storingen op M.T.-verbindingen zijn er twee mogelijkheden, *a.* het totaal van de te beschouwen verbindingen vormt de massa en iedere lijn afzonderlijk een element of, *b.* wanneer men het gedrag van één verbinding bestudeert, dan vormt het totaal aantal onderbrekingen per maand de massa en elke serie onderbrekingen is één element.

Indien de massa niet precies kan worden aangegeven, gaat men dikwijls over op het onderzoek van slechts een deel dier massa, de z.g. steekproef. De omvang van zo'n steekproef is van geval tot geval verschillend. Bij bovengenoemd onderzoek (*a.*) worden bijv. slechts de storingen van 33 van de 160 M.T. verbindingen geanalyseerd.

Men kan het statistisch onderzoek dus indelen in drie fasen:

- a. verzameling der gegevens,
- b. bewerking van de verkregen gegevens,
- c. de analyse der resultaten.

Elk dezer drie fasen zullen wij hier in het kort behandelen.

ad. a. De verzameling van de gegevens. Strikt genomen behoort de keuze, de

verzameling en de waarneming van de gegevens tot het gebied van de technicus, fysicus, landbouwkundige enz. Zij beslissen ieder op hun terrein wat er gemeten zal worden en welke techniek daarbij gebezigd zal worden.

Men kan niet van de statisticus verlangen, dat hij zich daarmee bezig houdt, want hij mist daartoe de deskundigheid, een enkele uitzondering daargelaten.

Wel bestaat er een nauw verband tussen de statisticus enerzijds en de fysicus, technicus etc. anderzijds en is een hechte samenwerking een eerste vereiste voor het welslagen.

De statisticus moet er volkomen op kunnen vertrouwen, dat de waarnemingen van het onderzoek, welke hem ter hand worden gesteld, betrouwbaar zijn.

Nu gaat men als volgt te werk. Men bepaalt wat de eenheid van telling zal zijn, welke kenmerken van deze eenheden zullen worden onderzocht en wat de omvang van de massa zal zijn.

Om een praktisch voorbeeld te geven, het volgende:

Gesteld, men wil de lengte van binnelandse telegrammen onderzoeken.

Elk telegram is dan de eenheid met als kenmerk het aantal woorden.

De telegrammen, aangeboden in een bepaalde periode, vormen de massa.

ad. b. Bewerking van de verzamelde gegevens.

(De beschrijvende statistiek).

Hierin zullen wij behandelen de hulpmiddelen, die gebezigd worden om massa's op beknopte en toch doeltreffende wijze te beschrijven.

Wij zullen ons daarbij beperken tot het geval, dat we geïnteresseerd zijn in één bepaald kenmerk van de elementen van de massa. Verder veronderstellen wij, dat de waarnemingen reeds verricht en de uitkomsten daarvan gecontroleerd en zo nodig verbeterd zijn.

De vraag is nu wat er met de gegevens

moet gebeuren om een inzicht in de beschouwde massa te verkrijgen.

Allereerst moeten wij onderscheid maken tussen twee gevallen:

- a. het kenmerk bezit een kwalitatief karakter,
- b. het kenmerk bezit een kwantitatief karakter.

In geval *a* zijn er slechts een beperkt aantal mogelijkheden voor het kenmerk. Alle waarnemingen nu worden naar deze mogelijkheden gesorteerd.

Iedere mogelijkheid vormt dan een *klasse* en vervolgens telt men hoeveel waarnemingen er in iedere klasse vallen. Deze aantallen noemt men de *frequenties* der klassen.

Tezamen vormen zij de z.g. *frequentieverdeling* van de massa.

Voorbeeld: Elke verkiezing levert voor de hierbesproken frequentieverdeling een praktisch voorbeeld. De massa bestaat uit de kiezers.

Elke kiezer is een *element*. De partij, waarop hij stemt, „*het kenmerk*”.

Dus het aantal klassen is gelijk aan dat der partijen, die aan de verkiezing deelnemen. (Blanco en ongeldige stemmen, indien ook als zelfstandige klassen beschouwd, geven dan twee klassen meer). Hieronder zijn de verkiezingen voor de tweede kamer in 1946 in getal gebracht.

| Partij | Aantal uitgebrachte stemmen in duizendtallen |
|-------------|--|
| A.R. partij | 614 |
| Ch. U. | 373 |
| C.P.N. | 503 |
| K.V.P. | 1467 |
| P. v. d. A. | 1348 |
| Prot. U. | 32 |
| V.V.D. | 305 |
| S.G.P. | 102 |
| Overige | 17 |
| Totaal | 4761 |

Moelijker wordt de classificatie als het kenmerk een *kwantitatief* karakter bezit, (ad, b, b) dat dus in een getalwaarde is uit te drukken. Het kenmerk kan dan vaak oneindig veel waarden aannemen. Uitkomst brengt dan het aangeven van grenzen en het registreren in welk van de zo ontstane *intervallen* (klassen) de waarde valt.

Beschouwen wij bijvoorbeeld de lengte als kenmerk van een aantal volwassen mannen, dan blijkt dat in het normale geval deze lengte kan variëren van 1,4 tot en met 1,95 m., maar dat daar tussen alle mogelijke waarden voorkomen. Gaat het om de lengten of de aantallen van de storingen, die op M.T. -verbindingen voorkomen, dan blijkt, dat deze kunnen variëren van 1 tot ettelijke duizenden impulsen per waarnemingsperiode.

In dergelijke gevallen gaan wij dan over op een klasse-indeling, die uiteraard een enigszins willekeurig karakter draagt. We kiezen daartoe een aantal aaneensluitende (liefst gelijke) intervallen, waarin alle waarnemingen een plaats kunnen vinden.

In het voorbeeld van de telegrammen worden de grenzen gevormd door de indeling 1 t/m 10 woorden, 11 t/m 20 woorden enz).

Bij onderzoek naar de lengte van de mannen b.v. kunnen wij als intervallen nemen: 1,4 t/m 1,45 m., 1,46 t/m 1,50 m., 1,51 t/m 1,55 m. etc.

Bij de M.T. verbindingen als intervallen, 1 t/m 20, 21 t/m 40, 41 t/m 60, >60 impulsen voor storingen op binnenlandse geleidingen 1 t/m 60, 61 t/m 200, 201 t/m 400, 401 t/m 600, > 600. Een scherpe begrenzing van de klassen is absoluut gewenst, om dubbelzinnigheden te voorkomen.

Ligt de klasse-indeling vast, dan volgt de frequentieverdeling de normale weg. Ter illustratie het volgende voorbeeld:

33 M.T.-verbindingen werden onderzocht. De gegevens, verkregen over een maand, zijn weergegeven in de tabel.

| Voor Dag + Nacht | |
|------------------|------------|
| Klasse | Aantal = N |
| 0 | 1 |
| 1—20 | 9 |
| 21—40 | 13 |
| 41—60 | 7 |
| >60 | 3 |

0 betekent, dat er voor een bepaalde verbinding geen onderbreking is vastgesteld gedurende die maand.

1—20 de som van de onderbrekingen per maand kan variëren van 1 tot en met 20 impulsen.
etc.

N = aantal verbindingen vallende in die klasse.

Wij kunnen de klasse-indeling natuurlijk oneindig voortzetten; dit is echter niet nodig, daar de verbindingen met meer dan 60 impulsen per maand reeds als zeer slecht worden beschouwd.

Beter dan uit de cijfers in een tabel kunnen wij ons 'n beeld van de frequentieverdeling vormen door deze grafisch voor te stellen. (Zie fig. 1 bovenaan blz. 112).

In een rechthoekig assenstelsel zetten we op de horizontale as het kenmerk (hier dus de lengte = aantal impulsen) in de klasse indeling af en op de verticale as de frequentie (aantal keren voorgekomen).

In ons geval geeft dit een voorstelling zoals door de stippellijn is aangegeven. (zie fig. 2).

In 't algemeen echter kunnen de krommen zeer uiteenlopende gedaanten aannemen.

Om er enkele te noemen:

- a. ééntoppige symmetrische verdeling
- b. ééntoppige scheve verdeling
- c. éézijdige scheve verdeling
- d. meertoppige verdelingen
etc.

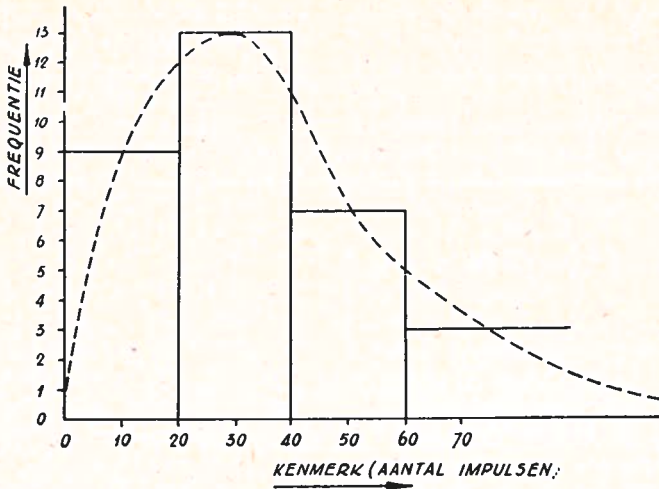


Fig. 1

Een bekend voorbeeld is de kromme van Gauss, ook wel normale verdeling genoemd. Het is een ééntoppige symmetrische verdeling. De vorm van de figuur wordt mede bepaald door de basis. Wanneer men de intervallen breder uitzet zal de kromme stomper lijken.

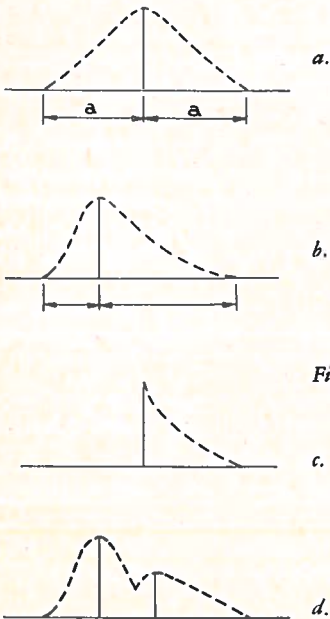


Fig. 2

Bij vergelijking van verschillende krommen moet men daar wel op letten.

Bovendien is de kromme slechts een benadering. De stippellijn is hier getekend door de middens van elk interval. Het is echter geenszins zeker, dat de verdeling binnen elk interval dit wettigt. B.v. de 13 verbindingen in de klasse 21 t/m 40 onderbrekingen per maand, worden door deze tekeningen geacht gemiddeld 30 onderbrekingen per maand te vertonen, terwijl de werkelijkheid elke waarde binnen dat interval kan belopen. Men mag daarom niet te veel aandacht schenken aan kleine details in de kromme.

Aan dit bezwaar kan tegemoet gekomen worden door kleinere intervallen te kiezen. Daaraan is echter ook een grens gesteld, althans bij een geringe massa. Dan ontstaat nl. de moeilijkheid, dat men voor enkele intervallen geen enkel element vindt. Die kans is aan de zij-kanten uiteraard het grootst. Daarom kiest men de intervallen aan de zij-kanten wel groter dan die in 't midden. Bij het indelen van de basis moet men daar goed rekening mee houden. *Als men het juist doet, stemt het oppervlak onder de kromme overeen met het totaal van N.*

De frequentieverdeling is te beschouwen als het resultaat van een condensatieproces toegepast op de waarnemingen.

Bij de ééntoppige verdelingen zijn de waarnemingen gerangschikt rond een bepaald centrum. Er is een plaats aan te wijzen, waarheen de waarnemingen a.h.w. *tenderen* en men spreekt daarom wel van de *centrale tendentie*. Hiervoor zijn diverse maten op te geven, o.a.

- a. de modus of modale waarde (Eng. mode)
- b. het rekenkundig gemiddelde (Eng. mean)
- c. de mediaan (Eng. median).

Ad. a. De *modus* is de waarde van het kenmerk, waarbij de grootste frequentie optreedt of indien er een klasse-indeling is gemaakt, de klasse met de grootste frequentie. In het voorbeeld van de M.T.-verbindingen dus de klasse van 21 t/m 40 impulsen.

De modus is alleen geschikt voor ruw werk.

Ad. b. In de meeste gevallen gebruikt men als maatstaf het *rekenkundig gemiddelde*. Dit wordt verkregen door de som te bepalen van de waarden van het kenmerk voor alle elementen en deze som te delen door het aantal elementen in de massa. Hier hoeft men dus niet de elementen één voor één te beschouwen. De *som* en het *aantal* is al voldoende om het gemiddelde te kunnen berekenen.

Is de massa in klassen ingedeeld, dan verkrijgt men de som van de waarden door het gemiddelde van elke klasse te vermenigvuldigen met het aantal in diezelfde klasse.

Voor het voorbeeld van de M.T.-verbindingen verkrijgen wij aldus een rekenkundig gemiddelde van:

$$\frac{1 \times 0 + 9 \times 10,5 + 13 \times 30,5 + 7 \times 50,5 + 3 \times 75}{33} = \frac{1063}{33} = 32,21$$

(75 als gemiddelde voor de waarden > 60).

Het rekenkundig gemiddelde wordt in de statistiek veel toegepast.

Het bezit vele voordelen t.o.v. de andere maten, o.a. dat het gemakkelijk te berekenen is en zich goed leent voor de wiskundige berekeningen, die toegepast moeten worden bij de analyse der resultaten.

Jammer genoeg is aan het rekenkundig gemiddelde één nadeel verbonden, n.l. bij het rekenkundig gemiddelde tellen alle waarnemingen even zwaar. De in de massa „toevallige” aanwezigheid van één enkele, zeer grote of zeer kleine, waarneming kan het gemiddelde sterk beïnvloeden.

In gevallen, waar de kans bestaat dat één of meer waarnemingen zijn gedaan (bijv. bij steekproeven), die niet representatief zijn voor het gehele materiaal, is het verstandig om niet te rekenen met het rekenkundig gemiddelde, maar met de „mediaan”.

Ad. c. De *mediaan* is de waarde van het kenmerk van het middelste element.

Om de mediaan te bepalen is het dus nodig om alle waarnemingen in volgorde van grootte op een rijtje te plaatsen en de middelste aan te wijzen

3 6 9 10 11 13 14 17 20

↑
mediaan

Hier is dan de mediaan 11 en het rekenkundig gemiddelde

$$\frac{3 + 6 + 9 + 10 + 11 + 13 + 14 + 17 + 20}{9} =$$

$$\frac{103}{9} = 11,4$$

Zoals te verwachten was, is er slechts

een klein verschil in uitkomst. Dat wordt echter anders, wanneer we een reekt bekijken, waarin een enkele sterk afwijkende waarde voorkomt.

Stel men wil iets meer weten over de leeftijd van de kandidaten, die aan het monteursexamen deelnemen. Daartoe kan men dan b.v. de kandidaten van een bepaald jaar nader bekijken. Men ziet dan, dat b.v. 10 van de 11 deelnemers 23, 24 of 25 jaar oud zijn, maar dat er dat jaar toevallig ook één van 50 bij is. Terwijl er nu toch alle reden is de leeftijd op ongeveer 24 jaar te stellen, vindt men voor het rekenkundig gemiddelde 26 jaar en 5 maanden (zie het laatste voorbeeld) en als mediaan 24 jaar en 7 maanden. Hier geeft de mediaan dus een duidelijker beeld.

Tot slot van dit eerste deel een paar rekenkundige voorbeelden voor iets moeilijker gevallen.

1. Het aantal elementen is niet oneven, zoals in het eerste voorbeeld, maar even, $N = 8$

3 6 9 10 11 13 14 17

Er is nu geen middelste element aan te wijzen. Men moet een waarde kiezen tussen de 10 en 11, dus *mediaanwaarde is 10,5*.

Het rekenkundig gemiddelde levert op:

$$\frac{3+6+9+10+11+13+14+17}{8} = 10,4$$

2. Sommige waarden komen meer dan één keer voor

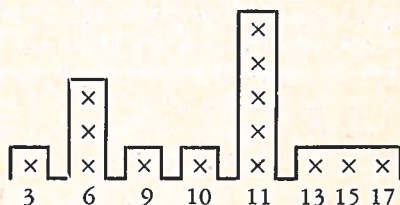
3 6 6 6 9 10 11 11 11 11 13 15 17

$$N=14, \quad \frac{N}{2} = 7.$$

We moeten dus de waarde vaststellen van het punt tussen het 7e en het 8e getal. Maar tussen 11 en 11 ligt niets. Men zal dus geneigd zijn met de waarde 11 te volstaan. Meestal zal dat ook wel kunnen.

Maar we moeten toch de methode kennen voor nauwkeurig werk.

Welnu, we schrijven het rijtje nog eens op maar nu zoals we het zouden doen als het materiaal verdeeld was in klassen.



Het aantal kruisjes geeft dan aan hoe vaak een element in die klasse is gevonden. Voor de klasse 11 is dat dus $5 \times$. Daarbij moeten we ons dus nog realiseren, waar nu de grenzen van de klasse liggen. Stelt men de getallen als de middelste waarde voor hun klasse, dan vinden we bijv. voor de 10 als grenzen 9,5 en 10,5 en voor de 11 de grenzen 10,5 en 11,5. Denkt men dan de kruisjes van 11 regelmatig verspreid binnen dat interval, dan kan men dat interval dus onderverdeeld denken in nog 5 afstandjes met de waarde 0,2. Elk kruisje ligt midden in zo'n gebiedje.

Gaande langs de kanteellijn, zien we, dat we moeten zijn *tussen* het 1e en het 2e kruisje van de 11, dat is dus de waarde $0,1 + 0,1 = 0,2$. Voor de mediaan kunnen we dus de waarde

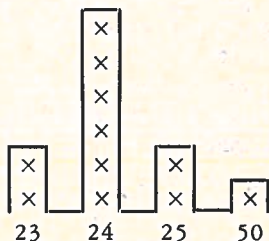
$$10,5 + 0,2 = 10,7 \text{ stellen.}$$

Het rekenkundig gemiddelde bedraagt:

$$\frac{3 + 3 \times 6 + 9 + 10 + 5 \times 11 + 13 + 15 + 17}{14} = 10$$

De modus bedraagt 11.

3. Het geval van de deelnemers aan het examen.



(vervolg op blz. 123)

ONDERHOUDSVOORSCHRIFTEN VOOR DRAAISCHAKELAARS MET 25 UITGANGEN TYPE RVE 10-39. 57-031

1. Algemeen

Deze onderhoudsvoorschriften zijn overgenomen uit het instructieboek van de firma Ericsson en hebben betrekking op draaischakelaars met 25 uitgangen, type RVE 10-39. Gedeeltelijk kan men deze voorschriften ook aanhouden voor schakelaars met 25 uitgangen van oudere uitvoering. Het onderhoud, zoals in het onderstaande is vermeld moet eens per jaar of in geval van storingen worden uitgevoerd.

Deze werkzaamheden moeten, indien mogelijk, worden uitgevoerd wanneer de centrale in rust is. Is dat niet mogelijk, dan moet de schakelaar worden afgestoppt. Let op, dat bij het afstoppen geen gesprekken worden verbroken.

Let nauwkeurig op slijtage. Vervang of repareer beschadigde of gesleten, onder-

delen, die niet meer aan de te stellen eisen voldoen.

De verwijzingsnummers in de tekst hebben betrekking op de figuren 10 en 11 op blz. 122 en 123.

2. Gereedschappen (Fig. 1)

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| 1. dopsleutel | LSB 1004 |
| 2. schroevendraaier | LSA 1001 |
| 3. verenbuiger | LSH 26551 |
| 4. spleetmeter | LMT 1001 |
| 5. verenweger 10-70 gram | LMV 1104 |
| 6. contactviltje | LFS 1002 |
| 7. polijstgereedschap | LFS 1041 |
| 8. vingertjes voor LFS 1041*) | LFS 1271 |
| 9. borstel | LFH 1021 |
| 10. klem voor rotor | LTG 2151 |
| 11. afstelmal | LTG 3011 |

*) gemaakt van gewassen geiteleer.

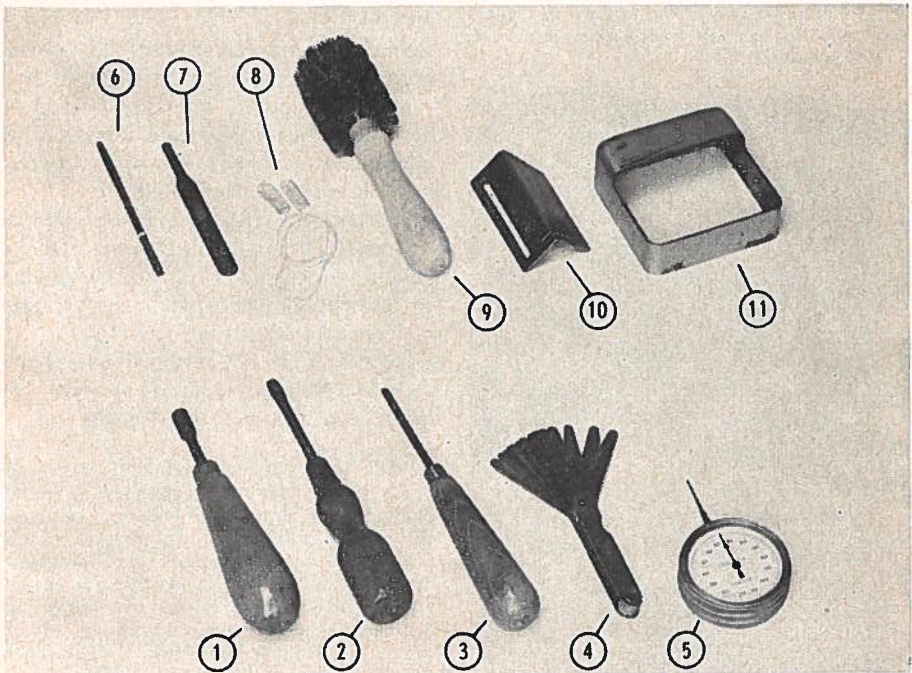


Fig. 1

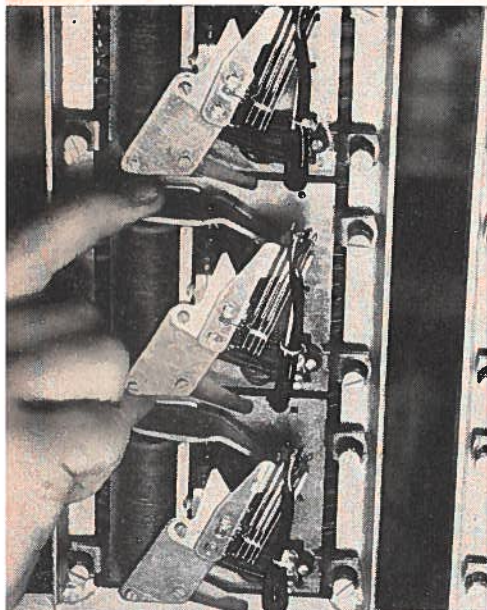
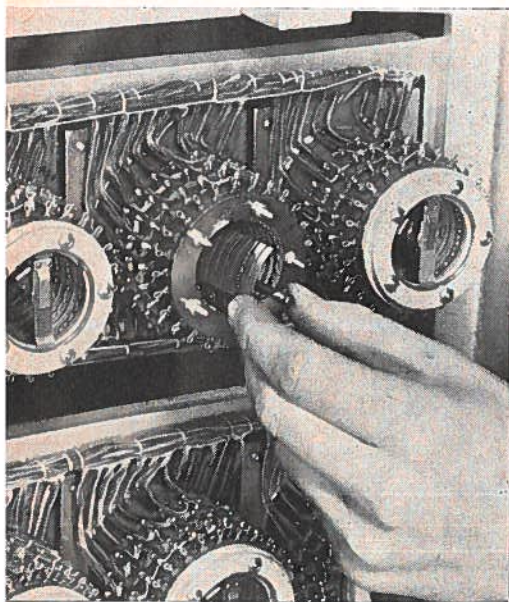


Fig. 2 Druk het anker naar beneden voor het uitlichten van de rotor.

Fig. 3 Neem de rotor voorzichtig uit de contactbank vandaan, daarbij iets draaien volgens de normale draairichting.



3. Reiniging

Teneinde stof, verdroogde olie en andere ongerechtigheden, welke zich binnen de contactbank hebben verzameld, te verwijderen, is het nodig de rotor uit de contactbank te lichten. Verwijder de vijf moeren, die het venster en de lagerplaat (19) opsluiten. Neem daarna de lagerplaat weg en trek voorzichtig de rotor naar buiten, terwijl men deze iets draait in zijn normale draairichting (fig. 3). Tijdens deze bewerking moet het anker (1) van de aandrijfmagneet naar beneden worden gehouden (met de hand zoals in fig 2 of met een wig) om geen hinder te ondervinden van de draaistootpal en de stuitpal.

Opmerking. De rotor van het oude type draaischakelaar wordt van de aandrijfkant uitgelicht. Maak vooral de moeren aan de contactbankzijde niet los.

Voorkom verwisselen van rotoren en anderen onderdelen van verschillende schakelaars aangezien zij individueel zijn afgeregeld.

Reinig de ruimten tussen de contactsegmenten met een borstel — LHF 1021 — of een andere geschikte borstel — bevochtigd met wasbenzine. (Omtrent het gebruik van wasbenzine wordt verwezen naar de voorschriften, Red.).

Contactringen en -segmenten kunnen worden gereinigd met een strookje geiteleer, gewonden om de wijsvinger en bevochtigd met wasbenzine. Afvegen met een strookje droog leer. ¹⁾

Zorg dat er na het reinigen geen haren van de borstel of pluizen van het leer in de contactbank achterblijven.

¹⁾ Al'e leer, dat voor reiniging wordt gebruikt, moet van ongerechtigheden worden ontdaan door als volgt te wassen. Gedurende een etmaal drenken in leidingwater en dan goed uitwringen. Opnieuw in leidingwater drenken maar nu gedurende één uur en vervolgens uitwringen. Daarna één uur in gedistilleerd water drenken, uitwringen, ophangen en in de lucht laten drogen. Vervolgens door wrijven het leer soepel maken.

Spoel en borstel de rotor met palwiel (18) en nokkenschijf (17) af met wasbenzine. *Voorkom verbuiging van de borstels (15) tijdens het reinigen.*

Verwijder stof en oude olie van de onderdelen aan de aandrijfszijde. Veeg de (anti) kleeftplaat op het anker en het oppervlak van de aandrijfmagneet met een stukje wit niet glanzend tekenpapier schoon, door dat enige malen met neergedrukt anker, tussenanker en magneet te halen.

Reinig de contacten van het ruststandveerpakket (12) en — indien gemonteerd — de contacten van de zelfonderbreker. Gebruik het polijstgereedschap LFS 1041 eerst met een leren vinger, bevochtigd met wasbenzine, daarna met een droge leren vinger. Bewerk daarna de contacten met het contactvijltje LFS 1002 (wanneer de contacten zijn verbrand of kraters vertonen moet men de contacten vervangen).

4. Smering

Smeer tijdens de onderhoudswerkzaamheden de diverse onderdelen als volgt:

a) Gebruik gezuiverde petroleum, LME no. MTS 10, op de contactsegmenten en -ringen in de contactbank. Breng daarop een weinig olie met behulp van een stukje metaaldraad (b.v. nikkel-zilverdraad van ± 1 mm dik, aan één einde platgeslagen), of met een fijn haren borsteltje, dat losjes op drie of vier platen langs het contactgedeelte van de lamellen gehaald wordt.

b) Gebruik olie LME No. MTK 15 voor:

palwiel nr. 18

rotoras nr. 14

draaistootpal

terugtrekveer van het anker nr. 2

draaipunten van het anker

lagers in lagerplaten nrs 9 en 19.

Bij de zelfonderbreker, indien gemonteerd:



Fig 4 Tijdens het meten van de veerspanning van de borstelveren met de verenweger houdt men de rotor vast door middel van de rotorklem LTG 2151.

draaipunt en drukstift van de onderbrekerarm en de glij-oppervlakken van de arm, evenals de slipveer. (Geef hier heel weinig olie en mors niet op de contacten).

In plaats van olie MTK 15 kan men ook een goede kwaliteit minerale olie nemen met een viscositeit van 15 tot 20° E bij 20° C, met toevoeging van 5% goede kwaliteit beenderolie. Deze laatste moet zuurvrij en zo min mogelijk onderhevig zijn aan veroudering.

c) Gebruik vet LME nr. MTV 19 (vaseline, zuur- en watervrij, farmaceutische kwaliteit) voor de tand (tanden) van de nokkenschijf.

5. Controle en afstelling

a) Kijk de rotor na en let vooral op slijtage aan het palwiel, de tappen van de as en de contactoppervlakken van de

borstels. Let eveneens op de slijtage van het raakpunt van de drukveer (20).

Zorg dat de borstels goed zijn vastgezet op de borstelarm en dat deze en de nokkenschijf goed vastzitten op de rotoras.

De contactdruk van de borstels tegen de contactlamellen moet 15 gram bedragen.

Teneinde die contactdruk te meten bevestigt men de rotor in de daartoe bestemde klem LTG 2151 en meet van elke borstel de druk met behulp van de verenweger, zoals dit te zien is in fig. 4.

Stel de borstels zonodig bij met een schroevendraaier of een ander geschikt stuk gereedschap. Raak de borstels na reiniging zo min mogelijk aan.

Wanneer er geen rotorklem LTG 2151 beschikbaar is kan men de contactdruk als volgt opmeten. Zet de rotor in de contactbank en meet de contactdruk aan het einde van de buitenste borstel. Licht dan de rotor weer uit en stel zonodig de buitenste borstel bij, zodat deze de juiste contactdruk heeft. Stel daarna de overige borstels zodanig, dat hun uiteinden in één lijn en op dezelfde afstand als de buitenste borstel van de rotoras liggen (dus evenwijdig aan de hartlijn van de rotoras).

Smeer de contactsegmenten en -ringen in de contactbank overeenkomstig 4a van het voorgaande alvorens de rotor te monteren. Controleer of de moeren, welke de contactbank tezamen houden, goed vastzitten.

Zorg bij het monteren van de rotor dat

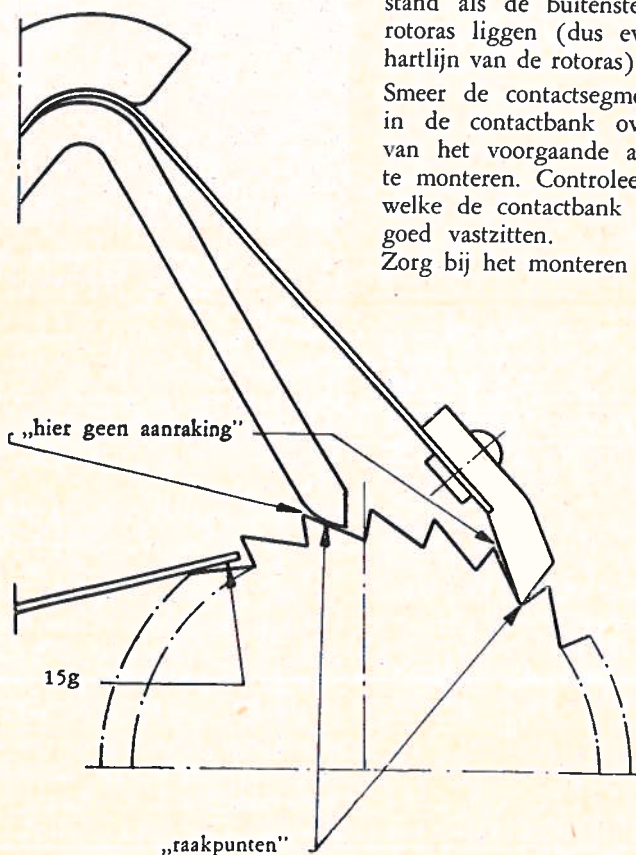


Fig. 5. Aandrijfmechanisme met gelicht anker

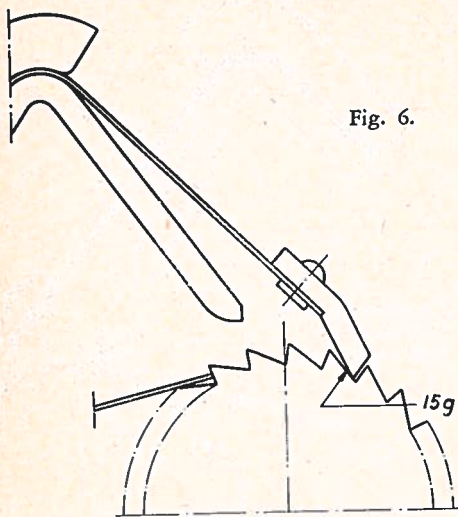


Fig. 6.

Aandrijfmechanisme tijdens de werking

de borstels niet verbuigen. Houd daarbij het anker neergedrukt en beweeg de rotor bij het inbrengen iets in zijn normale draairichting. Breng de lagerplaat (19) en het venster op hun plaats en sluit hen met hun moeren op. Zorg ervoor, dat wanneer de rotor gedraaid wordt, de drukveer (20) de rotor tegen de lagerplaat (9) aan de aandrijfszijde gedrukt houdt.

Waak echter voor een te grote druk van de drukveer. Draai nu de rotor enige slagen rond teneinde de olie gelijkmatig over de contactlamellen te verdelen. Smeer de tand (tanden) van de nokenschijf met vaseline overeenkomstig het onder 4c beschrevene.

b) Controle en afstelling van het *anker en het aandrijfmechanisme*.

Controleer de slijtage aan het anker en aan de draaipunten. Geef elk draipunt een druppel olie zoals onder 4b werd beschreven.

Verwijder de terugtrekveer (12) om het mechanisme voor inspectie en afstelling

toegankelijk te maken. Dit doet men door de schroeven aan weerszijden van het rotoraslager in lagerplaat (9) los te nemen.

Controleer of de draaistootpalveer goed op het anker vastzit en of de geklonken verbinding van de draaistootpal en de palveer in orde is. De draaistootpalveer moet goed recht zijn. De draaistootpal moet op het palwiel over zijn gehele breedte dragen.

Wanneer het anker wordt gelicht, moeten de werkzame oppervlakken van de draaistootpal, de stuitpal en de anti-terugloopveer staan als aangegeven in fig. 5. Wanneer het anker bewogen wordt — zie fig. 6 — moet de draaistootpal met een druk van 15 gram tegen het palwiel drukken.

Controleer de slijtage van het werkzame oppervlak van de stuitpal. Bij gelicht anker moet het werkzame oppervlak van deze pal over de gehele breedte van het palwiel aanliggen, en wel over een steekafstand van tenminste een halve tandflank op de vierde tand gerekend vanaf de draaistootpal (3 tanden afstands, zie fig. 5). Bij de voorwaartse slag moet de stuitpal de toppen van de tanden van het palwiel vrijlaten (zie fig. 7). De ankerslag moet zodanig zijn, dat het mechanisme nog normaal functioneert wanneer men een spleetmeter van 0,5 mm (.002") tussen de magneetkern en het (anti)kleefplaatje van het anker houdt, maar niet functioneert wanneer men een spleetmeter van 0,15 mm (.006") neemt.

Correctie van anker en stuitpal is zelden nodig. Wanneer correctie van de ankerslag of van de ingrijping van de stuitpal nodig is, buig dan de stuitpal voorzichtig met een plattang, waarbij het anker in aangedrukte stand moet worden gehouden.

De anti-terugloopveer moet tegen het palwiel drukken met een druk van 15 gram. (Zie fig. 5).

De ingrijping van de anti-terugloopveer wordt ingesteld door de schroef, welke de anti-terugloopveer op de lagerplaat vasthoudt, iets los te nemen en de veer in de verlangde stand te schuiven. Breng de terugveer van het anker weer op zijn plaats. Wat betreft de stand tussen deze veer en de tand (tanden) van de nokenschijf, zie punt d hierna volgend. Controleer de terugloopveer na het aanbrengen van de terugtrekveer.

Controleer over een hele omwenteling van de rotor, door het mechanisme met de hand voort te bewegen, of de anti-terugloopveer en de draaistootpal steeds goed van de tanden van het palwiel vallen.

c) Controleer de *stand van de borstels* met betrekking tot de lamellen van de contactbank. Indien niet anders vermeld, moeten de uiteinden van de borstels midden op de contactlamellen blijven staan. Wanneer deze instelling gecorrigeerd moet worden, verwijder dan de rotor, draai de twee schroeven, die de borstelbrug vasthouden, iets los en draai de borstelbrug in de gewenste richting. Zet na correctie de beide schroeven zorgvuldig vast.

d) Controleer en stel de *contacten van het ruststandveerpakket in*.

Controleer of het drukstiftje goed bevestigd is.

Controleer de contactdrukken en de contactopeningen met resp. de verenweiger en de spleetmeter, waarbij de volgende afstellingen gelden:

Contactdruk $25 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$.

De onderveer drukt tegen de steunveer met een druk van $10 - 20 \text{ g}$, gemeten aan de contacten.

De ruimte tussen de contacten moet minstens $0,2 \text{ mm}$ ($.008''$) bedragen.

De ruststandcontacten moeten precies op de juiste stand werken. Vlak daarvoor en vlak daarna moet er een duidelijke

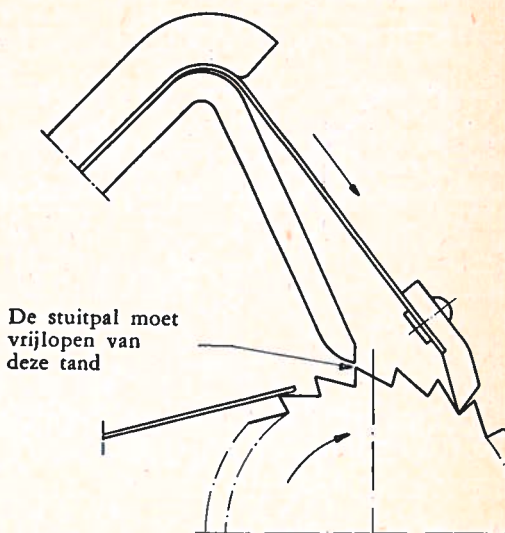


Fig. 7. Aandrijfmechanisme tijdens de voorwaartse slag

afstand tussen de tanden van de nok en de drukstift van de bewegende veer bestaan. Wanneer dit nagesteld moet worden, draai dan de twee schroeven, die de brug waarop het veerpakket is gemonteerd, iets los en draai het veerpakket in de vereiste richting.

Zorg ervoor, dat de contactveren van het ruststandcontact goed in één lijn staan. Er moet behoorlijk ruimte zijn tussen dit veerpakket en het aandrijfmechanisme.

e) Controleer en stel het *veerpakket van de zelfonderbreker af*, indien dit althans gemonteerd is (fig. 8). De slipveer, welke geklonken is op de onderbrekerarm, moet zodanig ingesteld worden dat deze genoeg afremt om een soepele werking en voldoende geleiding te geven. Wanneer de onderbrekerarm voor bijstelling moet worden losgenomen, ontspan dan de spiraalveer (2) door stelschroef (6) in anti-klokrichting te draaien.

Het anker wordt dan opgelicht van zijn draaipunten en opzij gelegd, zodat de drukstift op het anker vrijkomt van het gat in de onderbrekerarm. (fig. 9).

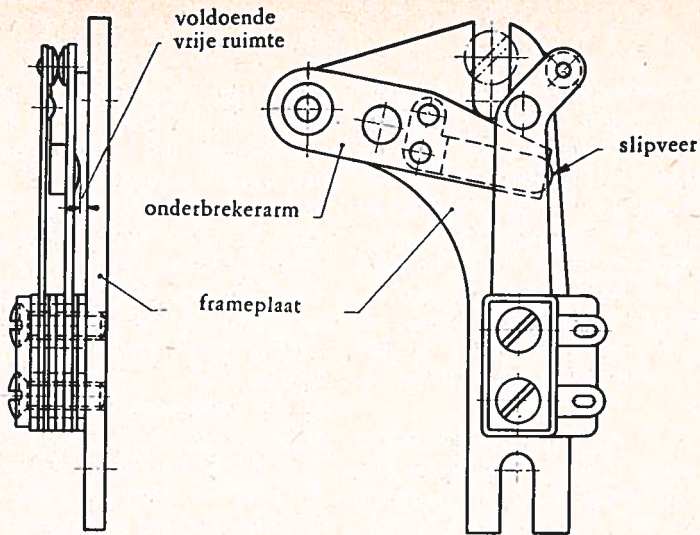


Fig. 8. Veerpakket van de zelfonderbreker

De onderbrekerarm kan nu uit het veerpakket gedraaid en verwijderd worden. Stel de slipveer zo in dat de ruimte tussen de veer en de arm 0,6 mm (.024") bedraagt. Controleer of er in alle standen ruimten is tussen de slipveer en

de plaat waarop het veerpakket gemonteerd is na montage van de onderbrekerarm.

Wanneer het anker wordt bewogen, moet het werkzame uiteinde van de onderbrekerarm het midden van de inkeping in

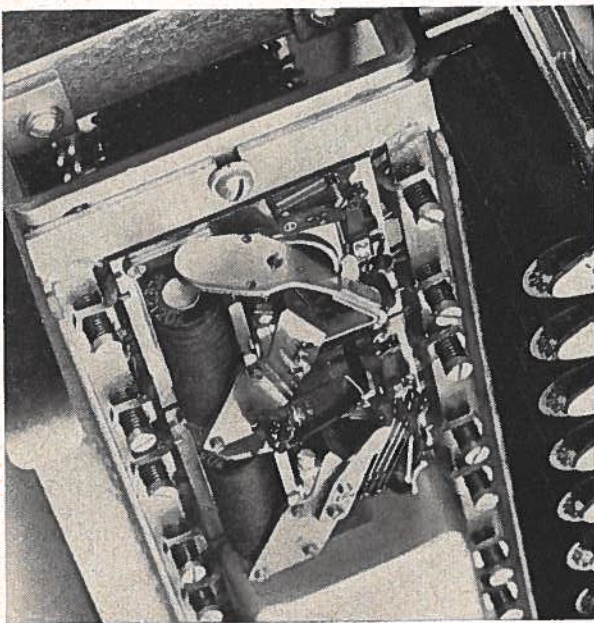


Fig. 9

Wanneer de onderbrekerarm van de zelfonderbreker voor afstelling moet worden losgenomen, licht dan het anker van zijn draaipunten en leg het iets opzij.

de bovenste contactveer iets voorbij zijn. Wanneer het anker wordt losgelaten, moet de onderbrekerarm de inkeping geheel vrijgeven. De drukstift op het anker moet steeds door het midden van de opening van de onderbrekerarm gaan. De bijstelling geschiedt door de twee schroeven die het veerpakket van de zelfonderbreker op het gestel van de kiezer houden iets los te nemen en het veerpakket in de gewenste richting te verplaatsen.

De contactdruk van de zelfonderbrekercontacten moet 30—50 gram bedragen, terwijl de contactopening bij aangetrokken stand op het anker 0,15—0,30 mm (.006"—.012") moet zijn.

Smeer de as, de drukstift, de werkzame oppervlakken van de onderbrekerarm en de slipveer, overeenkomstig punt 4b in het voorgaande. Zorg ervoor dat de olie niet uitvloeit naar de contacten.

f) Controleer de terugtrekveer van het anker (2) en smeer volgens 4b van het

voorgaande. De spanning van de veer moet zo groot zijn dat hij het aandrijfmechanisme juist voortbeweegt wanneer het anker langzaam uit de hand wordt bewogen. Draai de schakelaar stap voor stap een hele omwenteling en kijk of deze niet stopt wanneer de tand (tanden) van de nokkenschijf de ruststandcontacten in beweging brengt(en). De veerspanning neemt toe wanneer men schroef (6) in klokrichting draait.

g) Bij schakelaars die *verend zijn opgehangen* moet men nagaan of de ophanging in alle richtingen elastisch is en dat de schroeven goed bevestigd zijn.

h) Alvorens het *stofkapje te bevestigen* moet men nagaan of er geen stroomvoerende delen, zoals de soldeerlipjes van de veerpakketten, het kapje kunnen raken. Om dat na te gaan bezigt men mal LTG 3001 (opengesneden kapje). Ga ook nog na of alle moeren en bouten, die voor de werkzaamheden zijn losgeweest weer goed zijn vastgezet.

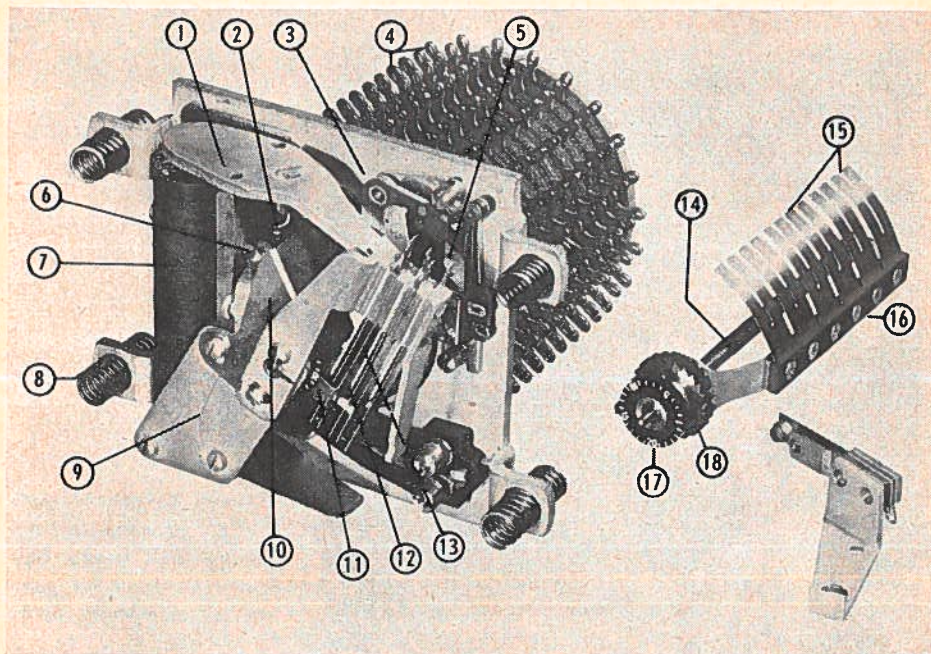


Fig. 10 De 25-delige schakelaar gezien van de aandrijfszijde.

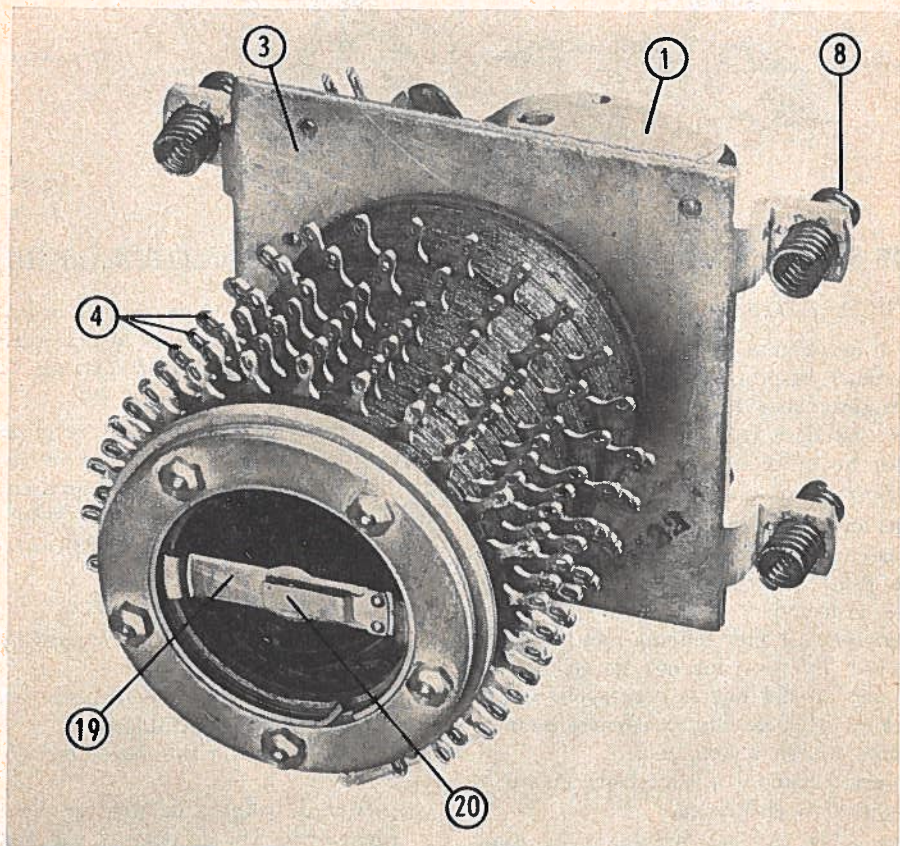


Fig. 11. De 25-delige schakelaar gezien van de zijde van de contactbank.

Aanduiding van de nummers bij fig. 10 en 11.

1. anker. 2. terugtrekveer van het anker. 3. gestelplaat. 4. soldeerlipjes. 5. veerpakket van de zelfonderbreker. 6. stelschroef voor de terugtrekveer van het anker. 7. magneetspoel. 8. ophangveer. 9. lagerplaat aandrijfszijde. 10. plaat met palveer. 11. druklipje van de aandrijvende veer. 12. veerpakket van de ruststandcontacten. 13. aandrijfmechanisme (verborgen achter het veerpakket van de ruststandcontacten). 14. rotoras. 15. borstels. 16. rotorarm. 17. nokkenschijf. 18. palwiel. 19. lagerplaat aan de contactbankzijde. 20. drukveer van de ankeras.

Vervolg van blz. 114

Er zijn 11 deelnemers. Dus van de 6e man kan gezegd worden, dat er evenveel kandidaten jonger zijn dan hij als ouder. Hoe oud is de 6e man?

M.a.w. wat is de mediaanwaarde?

Van alle 24-jarigen kan gezegd worden, dat zij meer dan 24 jaar, maar nog geen 25 jaar oud zijn. Hier geeft het getal dus de onderste grens van de klasse aan.

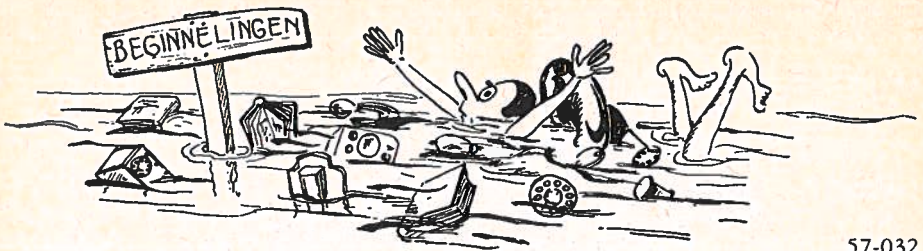
Bovendien ligt elk kruisje nu midden in een vakje van 2 maanden. De mediaanwaarde is dus 24 jaar en 7 maanden. Het rekenkundig gemiddelde is:

$$\frac{2 \times 23 + 6 \times 24 + 2 \times 25 + 1 \times 50}{11} = 26,4$$

of 26 jaar en 5 maanden.

De modus is 24 jaar.

(wordt vervolgd)



57-032

Rubriek voor studerenden

DE STROOMVOORZIENING IN EEN TELEFOONCENTRALE (III)

VII De dynamo

Van de accumulator, die we in het vorige nummer besproken hebben als de voedingsbron voor de telefooncentrale, weten we, dat deze eens uitgeput raakt, wanneer hij op zijn beurt niet gevoed (*geladen*) wordt.

Het oudste middel, dat ons ten dienste staat om elektriciteit „op te wekken” is de *gelijkstroomgenerator*, meestal *dynamo* genoemd.

Opwekken is hier feitelijk niet het juiste woord. *Energie*, dus ook de elektrische, is niet uit het niet te verkrijgen; wel is het mogelijk de ene soort energie om te zetten in een andere soort.

In een dynamo wordt mechanische arbeid omgezet in elektrische.

Het anker van een dynamo moet daarvoor worden aangedreven, hetgeen in de regel door een elektromotor geschiedt. In deze motor wordt juist elektrische energie omgezet in mechanische, waarom dan niet deze elektrische energie direct toegevoerd aan de accumulatorbatterij?

De grote elektrische centrales, waarvan wij onze elektrische energie betrekken, leveren slechts *wisselstroom* in de vorm van *draaistroom*, omdat deze zich zo gemakkelijk laat vervoeren. Hoewel we in de *gelijkrichter* een moderner apparaat hebben om van wisselstroom *gelijkstroom* te maken, kennen we in onze dienst toch nog vele *omvormers* of *laadaggregaten*, waarbij een gelijkstroomdynamo wordt aangedreven door een draaistroommotor. Daarbij komt, dat we bij de

noodstroomaggregaten ook nog te maken hebben met dynamo's, die hier worden aangedreven door een benzinemotor of een diesel.

Op het examen moet men dus zeker de werking van de dynamo kunnen verklaren; daartoe behoren ook de theoretische grondbeginselen, hoewel velen vrijstelling hebben van het vak „elektriciteitsleer”

Vandaar de volgende vragen:

a. *Hoe kan men in een gesloten winding een emk opwekken?*

Antwoord: Door verandering van het aantal omvatte krachtlijnen.

b. *Hoe is de richting van deze opgewekte emk?*

Antwoord: volgens de wet van Lenz tegengesteld aan de oorzaak van zijn ontstaan.

c. *Waarvan is de grootte van de opgewekte emk afhankelijk?*

Antwoord: van de verandering van het aantal omvatte krachtlijnen per seconde.

In fig. 1 is een permanente magneet getekend binnen een wikkeling van 6 windingen; laten we daarbij veronderstellen, dat er *in* deze magneet 10000 krachtlijnen van Z naar N lopen, die bij de noordpool uittreden om buitenom een weg terug te vinden naar de zuidpool. Zolang de magneet op zijn plaats blijft, zal er volgens definitie a in de windingen niets gebeuren; het aantal omvatte krachtlijnen blijft nl. onveranderd.

Trekken we de permanente magneet uit

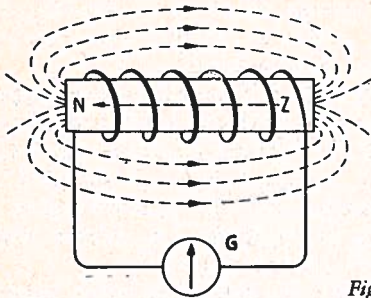


Fig 1

de spoel, dat neemt het aantal omvatte — naar links gerichte — krachtlijnen af van 10000 tot 0 en dit is de oorzaak van het opwekken van een stroom, indien de wikkeling in een gesloten stroomketen is opgenomen, hetgeen hier het geval is. Volgens definitie b — wet van Lenz — zal deze opgewekte stroom het kleiner in aantal worden van naar links gerichte krachtlijnen willen voorkomen; dit kan ten dele worden bereikt, door krachtlijnen naar links op te wekken. Kijken we deze krachtlijnen achterna, dan zullen we — volgens de kurkettrekkerregel — de stroom rechtsom zien lopen, zoals in fig. 2 aangegeven.

Let wel! In deze figuur trekken we de magneet naar links uit de spoel. Zouden we hem er aan de rechterkant uithalen, dan blijft de vorenstaande redenering precies gelijk.

De krachtlijnen zijn naar links gericht en dit bepaalt de richting van de opgewekte emk en dus niet de richting waarin ze weggenomen worden. Wordt de mag-

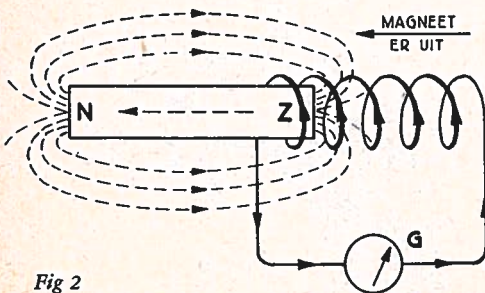


Fig 2

neet weer binnen de spoel gebracht (fig. 3), dan is de oorzaak voor het opwekken van een emk het groter in aantal — van 0 tot 10000 — worden van naar links gerichte krachtlijnen. De richting van de stroom zal zodanig zijn, dat dit sterker worden van het naar links gerichte veld wordt tegengewerkt. Daartoe moeten krachtlijnen worden opgewekt, die naar rechts gericht zijn, zodat de stroom moet lopen als in fig. 3 getekend.

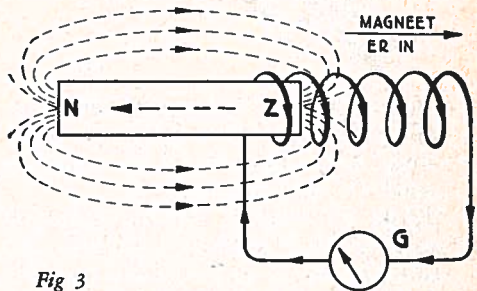


Fig 3

Zoals u ziet is de opgewekte emk in beide gevallen tegengesteld gericht. Zou men dus steeds achtereen de permanente magneet uit de spoel trekken en hem er weer binnen brengen, dan wekt men in de wikkeling stroomstoten op, afwisselend van richting.

In beide gevallen — dus toename of afname van het aantal omvatte krachtlijnen — wordt de grootte van de per winding opgewekte emk bepaald door de snelheid, waarmee de verandering plaats vindt.

Wordt het aantal van 10000 krachtlijnen in 1 sec. tot 0 gebracht of omgekeerd dan is de opgewekte emk $10 \times$ zo groot, dan wanneer het in 10 sec. gebeurt.

Dit geldt per winding. Heeft de spoel 6 windingen, zoals in ons geval, dan is de opgewekte emk gelijk aan $6 \times$ die van 1 winding.

Het is alsof 6 „elementen” in serie geschakelt zijn.

Het veranderen van het aantal door een

winding omvatte krachtlijnen kan ook worden verkregen door de magneet in rust te laten en de winding in het magnetisch veld te laten draaien, zie fig. 4.

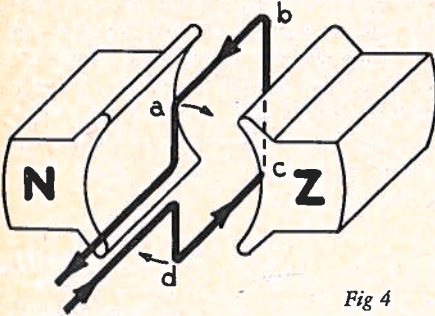


Fig 4

Hier loopt een krachtlijnenbundel van links naar rechts. In de getekende stand omvat de winding a-b-c-d het maximale aantal van deze krachtlijnen.

Wordt de winding rechtsom gedraaid, zoals de pijltjes aangeven, dan neemt dit aantal af. Er zal dus een emk opgewekt worden, welke krachtlijnen doet ontstaan, die ook naar rechts lopen, zodat er — ook weer volgens de kurketrekkerregel (en vergeet liefst alle andere!) een stroom ontstaat zoals met pijltjes in de winding getekend is.

Teneinde niet teveel in herhaling te vervallen verwijzen we naar de bladzijden 155 t/m 158 en 186 t/m 187 van het Studieblad 1956, waar u kunt lezen hoe in het geval van fig. 4 een wisselstroom wordt opgewekt; zie fig. 5.

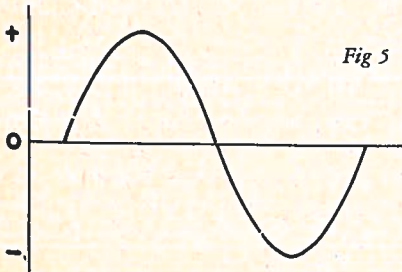


Fig 5

Voor het laden van accumulatoren hebben we echter gelijkstroom nodig, d.w.z.

een stroom die steeds in dezelfde richting loopt, de grootte laten we even buiten beschouwing.

Gedurende de eene helft van een periode van een wisselstroom loopt de stroom in de ene richting, daarbij toenemend van 0 tot maximaal en weer afnemend van maximaal tot 0. In de tweede helft gebeurt hetzelfde met de stroom lopend in omgekeerde richting.

Wanneer we echter juist op het moment, dat de stroom 0 is de aansluitklemmen van de machine op de uiteinden van de wikkeling verwisselen, dan loopt de stroom in de tweede helft van een periode ook in dezelfde richting.

We krijgen dan *pulserende gelijkstroom*, zie fig. 6.

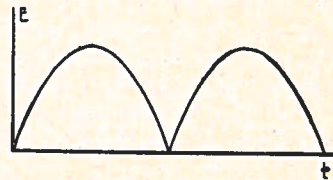


Fig 6.

In plaats van 2 massieve ringen, geïsoleerd op de as aangebracht waarbij op elke ring een koolborstel rust voor het afnemen van *wisselstroom*, heeft men voor een gelijkstroomdynamo een ring doorgezaagd en de beide helften geïsoleerd aangebracht; zie fig. 7 en 8.

De twee koolborstels staan nu tegenover elkaar op deze *collector* of *commutator*.

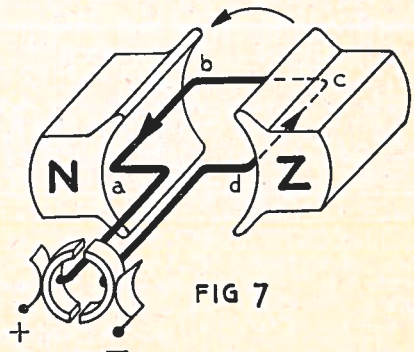


FIG 7

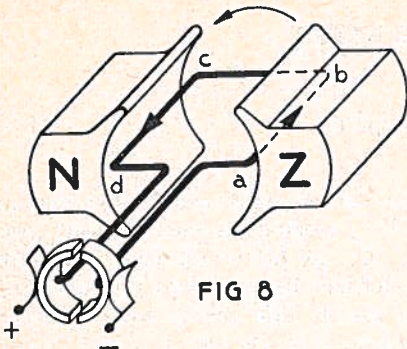


FIG 8

In fig. 8 staat de winding 180° gedraaid ten opzichte van de stand in fig. 7. Hoewel in de draden ab en cd de stroom van richting veranderd is, treedt de elektriciteit toch steeds bij de + borstel uit de machine om bij de - borstel terug te keren.

We hebben geleerd, dat de opgewekte emk 0 is, als het maximale aantal krachtlijnen wordt omvat; in de getekende stand van de wikkeling is het aantal omvatte krachtlijnen 0, dus de emk maximaal.

Na 90° draaien, als dus de emk 0 is, gaan de koolborstels van de ene collectorlamel op de andere over.

Het is gewenst over een gelijkstroom te kunnen beschikken, welke niet zo sterk pulseert als die in fig. 6. Om dit te bereiken heeft men op het anker van een dynamo, d.i. de rotor, langs de gehele

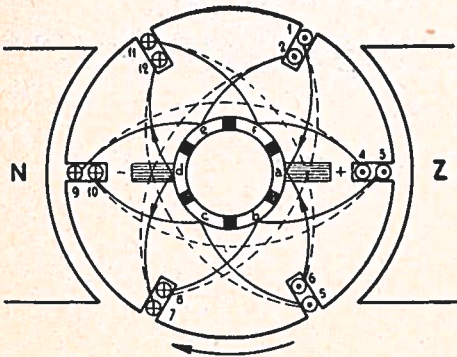


Fig. 9

omtrek windingen aangebracht, welke in gleuven in het anker zijn gelegd.

In fig. 9 is een anker getekend met slechts 6 gleuven; hierin vormen de draden 1 + 8, 2 + 7, 3 + 10, 4 + 9, 5 + 12 en 6 + 11 de windingen, waarvan de uiteinden zijn verbonden op de collectorlamellen a t/m f. Gaat men de lijnen in de figuur na, dan vindt men 6 in serie geschakelde windingen, over 360° langs de omtrek verdeeld. 180° tegenover elkaar is echter via 2 koolborstels een aftakking naar buiten gemaakt. In elke winding wordt een emk opgewekt, echter niet in alle drie met het maximum resp. het 0-punt op hetzelfde ogenblik.

De sinusvormen zijn 120° verschoven zoals in fig. 10 getekend.

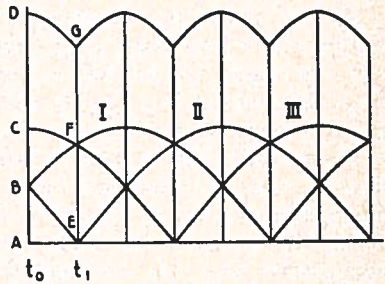


Fig. 10

Telt men de waarden van deze 3 emk'en bij elkaar, dan vindt men de gelijkstroom als boven in fig. 10 geschetst; de verschillen tussen maximale en minimale spanning zijn nu al veel kleiner.

Brengt men een veel groter aantal gleuven aan en dus ook veel meer — onderling verschoven — windingen, dan krijgt men een steeds constanter wordende gelijkspanning, hoewel een rimpel hierop zal blijven bestaan.

Voor hen, die wat dieper op de praktische uitvoering van dynamo's en motoren, zowel voor gelijk- als wisselstroom, willen ingaan, wordt verwezen naar de jaargangen 1949 t/m 1951.

(wordt vervolgd)

NEDERLANDS

door P. v. d. LEEST

57-033

Lees aandachtig.

De zwoegers op het IJ.

Om de Amsterdamse haven te zien moet men niet langs de boorden van het oude IJ drentelen, maar men moet doordringen tot het schone jagende hart van de haven, tussen de werven, kaden en loodsen van de grote maatschappijen. En men moet haar niet zien van de wal, maar hoog van de boorden van een zeekasteel, waarboven als dreigende voelsprietten van voorwereldlijke insecten de kranen zwaaien of te midden van de aken en andere rivierschepen, die er kleintjes en nederig naast liggen en de oogst ontvangen uit de zware rompen der grote schepen. En vooral te midden van het eeuwig woelende water, waarop de grotere en kleinere boten dooreen krioelen, waar motorbootjes jagen als nijldige salamanders en overal rondom de machtige veemkartelen staan, die de stapelplaatsen zijn van de grote koopstad Amsterdam.

Zie dan eens omlaag in zo'n voorluik van de *Marne*. Een wijde, vierkante, stalen grot en op de bodem daarvan wat dwaas-kleine krioelende figuurtjes, twintig meter lager.

Nu worden er kisten met lucifers geladen. Met een half dozijn tegelijk schieten ze twintig meter diep in het ruim, waar de ruimgasten gereed staan met hun haken en zware handen. Ze wenden en draaien de hijskisten in de strop tot deze staat waar hij wezen moet. Kisten, die ze vervoeren daar in de diepe onderwereld, naar de duistere plek, waar ze de grote reis naar Djakarta zullen maken. Allemaal werk, dat de machines nooit kunnen doen en dat de spieren

van de Amsterdamse bootwerker eist. „Hei”, roept de reepgast omlaag, „waar is ...” en hij vraagt naar iets onverstaanbaars, dat onderweg verloren schijnt en dat de drie ruimgasten nu vergeefs zoeken. En als ze het niet vinden, klinkt opeens uit de diepte een stem vol droge humor omhoog.

„Isterniemeer, seiker al in Djakarta!”

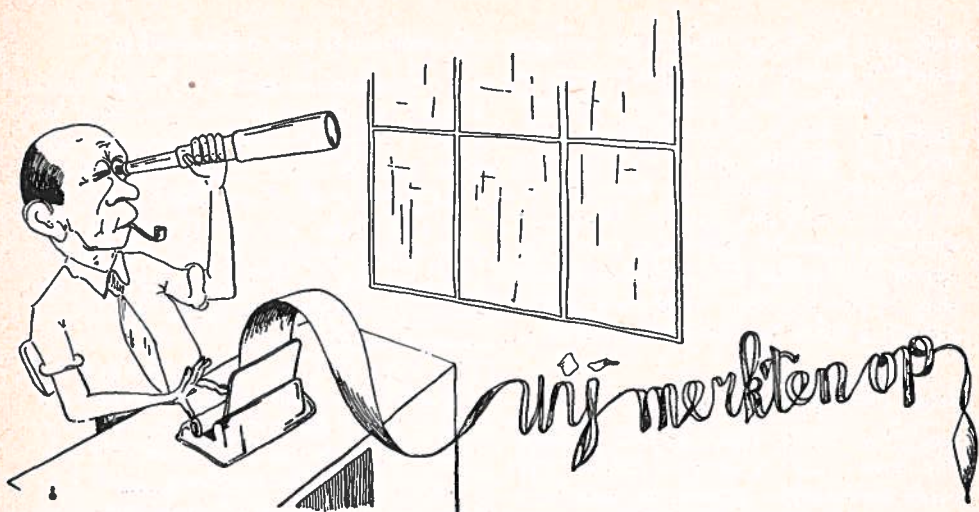
De bootwerkers van Amsterdam zijn een apart ras geworden.

Het zijn mensen met ijzeren spieren en verbrande koppen, die een baaltje van tegen de honderd kilo op hun stoere nek durven te nemen, zoals een ander een vulpen hanteert.

Geef een kort maar duidelijk antwoord op de volgende vragen.

- Wie worden bedoeld met „De zwoegers op het IJ”?
- Hoe komt het, dat het water van het IJ ook bij windstil weer in beweging is?
- Noem een lichamelijke en een geestelijke eigenschap van de bootwerker, die uit de tekst blijken.
- Naar welk land zal de „Marne” binnenkort vertrekken?

* * *



Glasbreuk per televisie.

Eén en twintig gebroken glazen of fragmenten van glazen werden door de B.B.C. ontvangen voor het Televisie programma „A question of Science”, waarin de sopraan van het Sadlers Wells Gezelschap, Victoria Elliott, in de studio zou proberen om het kunststukje te herhalen, dat zij onlangs in een Londens restaurant verrichtte. Zij brak daar namelijk, door het zingen van een hoge noot, vier glazen. Victoria Elliott slaagde er niet in om de glazen in de studio te breken maar haar stem bereikte wel resultaat bij enkele televisie kijkers; een dame klaagde bij de B.B.C. dat Mej. Elliott elektronisch haar beste stel glazen had gebroken.

Uit de één en twintig fragmenten, die men had ingezonden, bleek dat alle glazen op een ongewone manier waren gebroken; negen waren er op bijna precies dezelfde plaats, $1\frac{1}{2}$ cm. onder de rand, gebroken. Dit was eveneens het geval met de glazen die Victoria Elliott, onbewust, in het restaurant brak.

Arthur Garratt zal in de studio een verslag uitbrengen van de resultaten van het laatste programma van „A Question of

Science” en hij zal tevens de resultaten bekend maken van zijn laatste onderzoeken op het gebied van glas, speciaal op dat van voorruiten van auto's.

De verbroken schakel.

Ongeveer 150 Nederlandse jongens en meisjes, leerlingen van het Maerlant Lyceum in Den Haag, waren kort geleden in de aula van hun school bijeengekomen, om met gespannen aandacht de verrichtingen te volgen van de vier vertegenwoordigers/sters van hun school in het vragenspel van de B.B.C. „Top of the Form”. Dit programma, dat de B.B.C. reeds acht jaar uitzendt, is een strijd op het gebied van de algemene ontwikkeling tussen leerlingen van middelbare scholen.

Op zes honderd mijl afstand in Engeland volgden de meisjes leerlingen van Sutton Coldfield High School met dezelfde aandacht de verrichtingen van hun vertegenwoordigsters- toen plotseling het contact verbroken werd. Electriciens van de P.T.T. en de B.B.C. kwamen in het geweer; was de kabel tussen Holland en Engeland verbroken? De minuten verstreken..... tot één van de leraren van het Lyceum te Den

Haag met een verontschuldigende glimlach de aula binnentrad. Een chemische assistent van het laboratorium had gepoogd een daar openstaand raam te sluiten. Dit werd echter onmogelijk gemaakt door een draad die via dit raam naar buiten liep. Geen nood... de draad werd doorgeknipt en de speciale verbinding voor dit programma tussen Nederland en Engeland was verbroken. Electriciens hadden het euvel nu spoedig verholpen en de strijd kon worden voortgezet.

Films over Groot-Brittannië.

De British Travel Association en de Britse Commissie voor Transport hebben vele mooie kleurenfilms beschikbaar voor vertoning in Nederland. Bijzonderheden over het huren van deze films kunnen worden verkregen bij de Heer W. van der Berg, British Film Library, Heerengracht 268. De nieuwste aanwinst van de filmothek is een schitterende film over de kleurrijke ceremonie van „Trooping the Colour”, die jaarlijks in Londen plaats vindt ter gelegenheid van de officiële verjaardag van Hare Majesteit Koningin Elizabeth II.

Nieuwe gidsen voor de toeristen in Londen.

Aan 13 vrouwen en 11 mannen zal deze week worden medegedeeld dat zij zijn benoemd tot officiële gids voor de vele overzeese bezoekers die dit jaar Londen zullen bezoeken. Zij hebben hiervoor met goed gevolg een examen afgelegd dat werd afgenomen door de British Travel and Holidays Association. Zij zijn nu ingeschreven in het register van officiële gidsen van de British Travel and Holidays Association. Voor dit examen moesten zij o.a. een antwoord weten op vragen zoals: „In welke Londense Bar staat een boomstam?” en „Waar treedt H.M. Company of Comedians op”?

Er zijn op het ogenblik 327 Londense gidsen in het register van de British Travel and Holidays Association ingeschreven, te weten 59 vrouwelijke en 232 mannelijke.

Wereldnetwerk voor Automobilisten.

De automobielclubs van 58 landen van Griekenland tot Guatemala, en van Java tot Japan - maken nu deel uit van het netwerk van de R.A.C. Vijftig buitenlandse clubs en 48 clubs uit het Britse Koninkrijk zijn aangesloten bij deze organisatie. De leden van deze clubs genieten vele van de voordelen, die de R.A.C. aan haar leden biedt. Dit geschiedt krachtens wederzijdse overeenkomsten.

Alle leden van de buitenlandse zusterorganisaties kunnen assistentie en inlichtingen krijgen bij de kantoren van de R.A.C. in Groot-Brittannië. De R.A.C. heeft 29 kantoren in zee- en luchthavens in Groot-Brittannië, en is in 50 steden in het buitenland vertegenwoordigd. Deze samenwerking van de nationale automobielclubs heeft een tweeledige werking; zij zorgt dat leden van overzeese clubs welke naar Groot-Brittannië komen aldaar hulp en advies kunnen krijgen en dat leden van de R.A.C. op hun beurt in het buitenland gebruik kunnen maken van de diensten van de automobielclubs aldaar.

Het hoofdkantoor van de A.A. ondergaat een grote uitbreiding.

„Fanum House”, het Londense hoofdkantoor van de Automobile Association wordt op het ogenblik dusdanig uitgebreid dat het binnenkort het gehele blok zal beslaan, hetwelk wordt begrensd door New Coventry Street, Whitcomb Street, Panton Street en Leicester Square. Men hoopt dat het werk in mei 1959 zal zijn voltooid. De parterre van het gebouw zal bijna geheel bestaan uit ontvangkamers.

Een van deze ontvangkamers zal dag en nacht geopend zijn om in noodgevallen hulp te kunnen verlenen.

Eveneens zal in het gebouw zijn ondergebracht de radiocentrale, via welke centrale service-wagens van de A.A. binnen een gebied van 100.000 vierkante kilometer kunnen worden bereikt.