

studieblad

door en voor technisch personeel



STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

- Uitgave :** Unie-Groep PTT, welke gevormd wordt door de Algemene Bond van Ambtenaren, de Ned. Chr. Bond van Overheidspersoneel en de R.K. Bond van Overheidspersoneel.
- Redactie :** Hoofdredacteur: J. A. v. d. Touw. Redacteuren: J. C. Brakel, S. J. Geerlings, C. L. Quint en A. C. van Leeuwen (secretaris).
- Redactie-adres :** Apeldoornseleen 108, Den Haag, Telefoon 39 19 54.
- Administratie :** Laan Copes van Cattenburch 10, Den Haag, Giro 4073, Tel. 11 72 78.
- Abonnement :** F 4.— 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 Apeldoornseleen 108, Den Haag.

IN DIT NUMMER VINDT U

J. A. v.d. Touw	Bij de jaarwisseling	Blz 387
J. H. Michaël	Vervorming op verreschrijfverbindingen III	„ 388
J. A. v.d. Touw	Examen	„ 392
D. Wagemaker	Projectie (vervolg)	„ 393
J. B. Reinders	Theorie, bouw en eigenschappen van elektrische machines (vervolg)	„ 398
C. L. Quint	Electrotechniek XII	„ 403
S. J. Geerlings	Afwikkeling van het Telefoon-, Telegraaf-en Telexverkeer V lets over isolatielakken	„ 406 „ 410
	Klapper zesde jaargang Studieblad PTT 1951	„ 413

BIJ DE VOORPAGINA:

Het meten van onderzoekkabels te Amsterdam.

BIJ DE JAARWISSELING

Met dit Decembern timer sluiten we het jaar 1951 en tevens de zesde jaargang van ons studieblad af. Het is inmiddels een goede gewoonte geworden in het laatste nummer een blik terug te werpen op het afgelopen jaar.

De redactie stemt het tot grote voldoening, dat het contact met de abonne's, de correspondenten en de medewerkers in 1951 bewaard bleef. Het grote aantal ingezonden vragen is hiervan het duidelijkste bewijs. Deze vragen werden mondeling, schriftelijk of door het plaatsen van een artikel beantwoord. Met dit laatste bereikten we tevens, dat meerdere abonne's kennis konden nemen van datgene, wat voor anderen een probleem was.

Onze medewerkers lieten zich, zoals U heeft kunnen bemerken, ook in 1951 niet onbetuigd, zodat een woord van dank aan hen zeer zeker gerechtvaardigd is.

Ook aan het onderwerp huistelefonie zal vanaf het komende Januarinum mer aandacht besteed worden, terwijl eveneens alle moeite wordt gedaan om ook meer copy over versterkers in ons blad te kunnen plaatsen. Laten we toch vooral niet vergeten, dat ons blad „door en voor technisch personeel” moest heten.

In verband met de in het afgelopen jaar gehouden vakexamens voor mtr eerste klasse, plaatsten wij artikelen, die voor de kandidaten voor deze examens van belang waren. Uit de daarop gevolgde reactie is ons gebleken, dat ook deze soort copy op hoge prijs wordt gesteld, zodat wij, ook wat dit gedeelte betreft, op de ingeslagen weg zullen voortgaan.

Voor onze collega's, werkzaam op de tekenkamers, plaatsten wij o.a. de artikelenreeks „Projectie”. Het is ons duidelijk geworden, dat ook anderen hierin belang stelden. De moeilijkheid om steeds de verschillende groeperingen, in ons veelzijdig bedrijf werkzaam, te voldoen, bleef voor de redactie een voortdurende zorg.

Wij kunnen van 32 geen 48 pagina's maken! Laat echter ons devies: Ieder lid Td-abonné”, steeds meer doorwerken, zodat wij nog eens tot 48 pagina's kunnen komen.

Onze emigrerende collega's kunnen ook in Zuid-Afrika hun studieblad blijven lezen. Wij verwachten zelfs in de naaste toekomst copy van hen.

Gaarne besluit de redactie van het „Studieblad door en voor Technisch personeel” het jaar 1951 met aan alle abonne's in en buiten Nederland, de correspondenten en de medewerkers een prettig Oudjaar toe te wensen, gevolgd door een recht Gelukkig en Voorspoedig 1952!

TELEGRAAF III

Vervorming op verreschrijfverbindingen

J. H. Michaël

51-094

Wanneer we nu het voorgaande nog eens samenvatten, dan hebben we dus het algemene begrip vervorming naar de plaats, waar zij ontstaat, gesplitst in zendervervorming en transmissievervorming.

De transmissievervorming hebben we naar de oorzaak van haar ontstaan gesplitst in voorkeurs-, karakteristieke en onregelmatige vervorming.

Ten derde kunnen we de vervorming in verband met haar uitwerking op het ontvangende toestel onderscheiden in *rhythmische* en *arhythmische* vervorming.

Laten we aannemen, dat een verreschrijver of automatische zender zonder onderbreking een reeks tekens uitzendt, welke uit 20 msec elementen behoren te zijn opgebouwd.

Aan de ontvangkant denken we ons de hele serie als een blokjeskromme opgetekend. Zowel de aanwezige zendervervorming als de transmissievervorming hebben tot gevolg, dat de ontvangen elementgrenzen zeker niet op veelvoud van 20 msec van elkaar zijn gelegen.

Hoe lang de looptijd van de tekens is geweest, is weer van geen belang. We willen echter de onderlinge ligging van de elementgrenzen nagaan.

We vergelijken daarom de ontvangen signalen met een maat van 20 msec-eenheden. We laten een deelstreep van de maat samenvallen met een willekeurige elementgrens van de ontvangen serie tekens en gaan nu na, waar de grootste afwijkingen liggen van de elementgrenzen van

de ontvangen tekenserie t.o.v. de overeenkomstige deelstreep van de 20 msec maat. De som van de grootste afwijkingen naar voren en naar achter is hier de vervormingszône (uitgedrukt in msec), de rhythmische vervorming wordt weer gevonden als het quotiënt van de vervormingszône en de tijdseenheid (hier 20 msec). Deze aldus gemeten rhythmische vervorming stemt overeen met de definitie van vervorming, zoals deze eerder is gegeven, met dien verstande, dat we thans ook de zendervervorming hierin hebben begrepen.

In figuur 10 is het voorgaande nog eens verduidelijkt. We zien hier een kanteelstroom getekend, waarin een zeer grote onregelmatige vervorming is verondersteld. Dat we hier kanteelstroom hebben getekend inplaats van enige lettertekens is niet van belang.

Deelstreep 5 van de 20 msec-schaal hebben we laten samenvallen met een elementgrens van de ontvangen kanteelstroom. Welke elementgrenzen wijken nu het sterkst af van de overeenkomstige streep op de 20 msec-schaal? Dit zijn die bij deelstreep 2, nl 7 msec te vroeg en bij 8, nl 7,5 msec te laat. Totaal dus een zône van 14,5 msec.

De rhythmische vervorming in deze serie is dus

$$\frac{14,5}{20} \times 100\% = 72,5\%.$$

We hebben reeds eerder opgemerkt, dat men de tijd, gedurende welke men de vervorming beschouwt, nog kan kiezen en we zullen daarom

deze rhythmische vervorming nog eens nagaan voor een enkel letterteken, bijv voor een letter R.

Figuur 11 heeft hierop betrekking, fig 11a stelt een onvervormde letter R voor, fig 11 b en 11 c stellen een vervormd letterteken R voor en wel met een even grote rhythmische vervorming. Ter vereenvoudiging zijn bij alle 3 tekeningen de beginpunten van de startelementen onder elkaar getekend.

Wanneer we van de 20 msec eenhedenschaal een deelstreep laten samenvallen met de startmomenten, dan zien we, dat de vervorming in figuur 11 b bedraagt

$$\frac{7,5 + 7,5}{20} \times 100 = 75\%.$$

Voor figuur 11 c is de vervorming $\frac{15}{20} \times 100 = 75\%.$ In beide gevallen is de rhythmische vervorming 75%. Toch is het voor een ontvangend toestel niet gelijk, of het een teken als van figuur 11 b of van 11 c toegezonden krijgt. Een verreschrijver werkt immers volgens

het start-stop principe. Het ontvangende toestel wordt gestart door het ontvangen van het startelement en de aftastmomenten zijn bepaald ten opzichte van het moment, waarop het startelement is ontvangen. Daar ieder teken wordt vastgelegd in de 5 code-elementen, is het dus voor een goede aftasting van de elementen van belang, hoe de grenzen van de code-elementen zijn gelegen ten opzichte van de aftastmomenten en dus ten opzichte van het begin van het startmoment. In figuur 11 zijn de aftastmomenten getekend, voor het geval deze op de juiste plaats zijn ingesteld. Bij het ideale teken van fig 11 a liggen de aftastmomenten juist midden tussen de elementgrenzen. Bij 11 b treedt ondanks 75% rhythmische vervorming nog juiste aftasting op. Bij 11 c gaat het echter verkeerd. Toch is ook hier de rhythmische vervorming 75%.

Hieruit blijkt wel, dat de grootte van de rhythmische vervorming in een letterteken geen bruikbare maat-

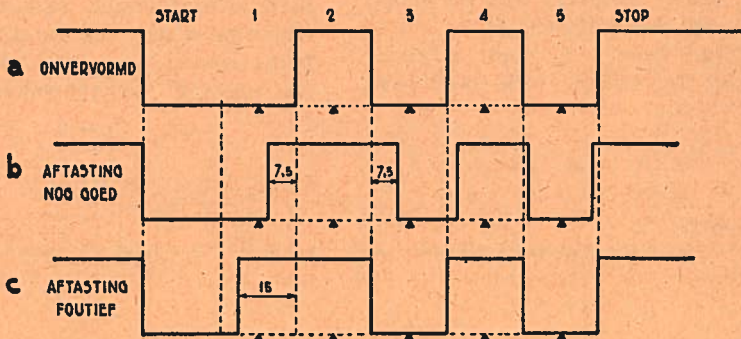
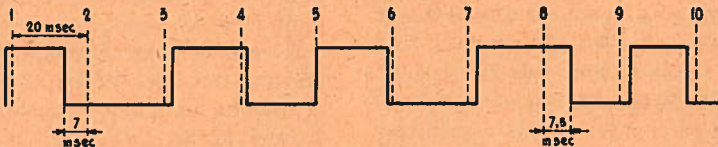


FIG 11 RHYTHMISCHE EN ARHYTHMISCHE VERVORMING

staf vormt om te zien of deze letter goed ontvangen kan worden.

We moeten hiervoor rekening houden met de arhythmische vervorming.

Onder de arhythmische vervorming van een elementgrens verstaan we de procentuele verschuiving naar voren of naar achter (berekend ten opzichte van de theoretische elementduur van 20 msec), die deze elementgrens heeft ondergaan ten opzichte van zijn theoretische plaats.

De theoretische plaats is bepaald door het moment, waarop het begin van het startelement in werkelijkheid is ontvangen en moet dus liggen op een veelvoud van 20 msec na dit moment. Onder de arhythmische vervorming van een letterteken verstaat men de grootste arhythmische vervorming, die in dat letterteken is opgetreden.

Wanneer we even denken aan een ideaal toestel, waarvan de aftastmomenten op de juiste plaats liggen, dan kunnen we dus zeggen, dat onder de gunstigste omstandigheden eerst bij 100% rhythmische vervorming in een letterteken de aftasting beslist fout moet gaan. Hetzelfde toestel kan echter slechts 50% arhythmische vervorming verdragen, in beide gevallen afgezien van het naar voren schuiven van de voorkant van code-element 1 en het naar achter schuiven van de achterkant van code-element 5.

Hierdoor komen nl geen aftastmomenten in gevaar, wat niet weg-

neemt, dat dan het start-stop principe in gevaar kan komen.

We gaan hierop thans echter niet verder in.

Wanneer we nog even naar fig 11 terugkeren, dan zien we, dat in in fig 11-b de arhythmische vervorming $\frac{7,5}{20} \times 100\% = 37,5\%$ bedraagt.

In fig 11-c is de arhythmische vervorming echter $\frac{15}{20} \times 100\% = 75\%$.

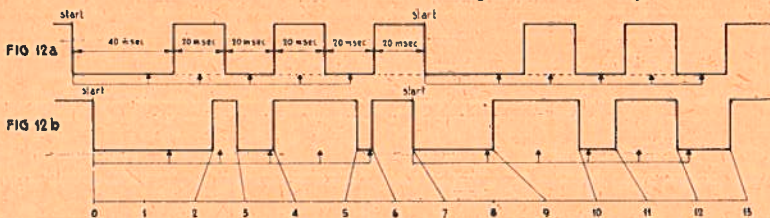
We merkten reeds op, dat onder de gunstigste omstandigheden een letterteken theoretisch 100% rhythmische vervorming kan verdragen eer de aftasting beslist fout gaat. Dit geldt echter alleen als we de vervorming beschouwen over de duur van één letter.

In figuur 12-a zijn 2 letters R in de 5-eenheden code achter elkaar getekend.

We veronderstellen, dat dit een onvervormde weergave is van 2 uitgezonden letters R.

In fig 12-b is verondersteld, dat deze twee letters een zeer sterke (onwaarschijnlijk grote) onregelmatige vervorming hebben ondergaan en dat o.a. het eerste startmoment te laat en het tweede te vroeg komt. Zowel in fig 12-a als fig 12-b zijn de aftastmomenten aangegeven, die zijn vastgelegd t.o.v. het in werkelijkheid ontvangen startmoment.

We zien direct, dat de aftasting van beide letters nog goed plaats vindt, de grootste arhythmische vervorming



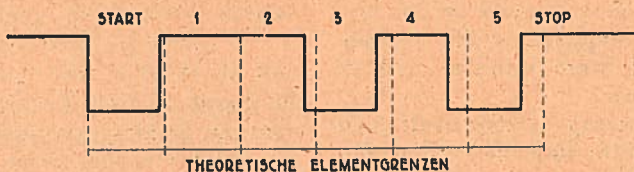


FIG 13 - SNELHEID VAN ZENDER TE GROOT

ming in de eerste letter is 45% (begin 4de en einde 5de element), de grootste arhythmische vervorming in de tweede letter is 40% (begin 2de element). Deze waarden zijn uit de figuur bepaald.

Om de rhythmische vervorming te meten over de duur van deze 2 letters, vergelijken we alle ontvangen elementgrenzen weer met een maat van 20 msec eenheden. Deze maat is onder fig 12-b afgebeeld. De deelstrepen van deze maat zijn verbonden met de bijbehorende elementgrenzen. De nul-streep van de 20 msec maat valt samen met het startmoment van de eerste letter.

We zoeken nu naar de twee verbindingslijnen tussen de 20 msec schaal en de overeenkomstige elementgrenzen uit fig 12-b, waarbij de grootste helling naar rechts en naar links optreedt. Dit is het geval bij de deelstrepen 2 en 9. Bij deelstreep 2 is de elementgrens ≈ 7 msec verschoven naar achter, bij deelstreep 9 is de bijbehorende elementgrens 20 msec naar voren verschoven.

Totaal dus een zône van 27 msec. De rhythmische vervorming gedurende het tijdsverloop van deze 2 lettertekens is dus $\frac{27}{20} \times 100\% = 135\%$.

Desondanks is nog goede aftasting mogelijk.

Het voorgaande heeft geen praktische betekenis, daar bij dergelijke grote vervormingen een goede aftasting een uitzondering is. Het was

slechts de bedoeling het verschil in rhythmische en arhythmische vervorming nog eens te onderstrepen. Men kan zich nu afvragen, welk verband er bestaat tussen de arhythmische en de rhythmische vervorming in één teken. Om dit verband te zoeken, moeten we bedenken, dat we bij de definitie van de arhythmische vervorming de grootste afwijking van een elementgrens ten opzichte van zijn theoretische plaats hebben beschouwd.

De elementgrens komt te vroeg of te laat.

Wanneer ze te vroeg komt, dan is er onder de elementgrenzen, die te laat komen, ook één met een maximale afwijking.

Hieruit is voor die elementgrens ook een arhythmische vervorming te definiëren. Wanneer we nu beide arhythmische vervormingen van de twee elementgrenzen, die resp de grootste afwijking naar „te vroeg” en „te laat” vertonen, bij elkaar optellen, dan is de som van beide gelijk aan de rhythmische vervorming van het beschouwde letterteken.

Hieruit volgt, dat de rhythmische vervorming van één letterteken minstens gelijk aan, doch gewoonlijk groter is dan de arhythmische vervorming. In het geval, dat uitsluitend voorkeursvervorming aanwezig is, is de arhythmische vervorming gelijk aan de rhythmische vervorming.

Dit na te gaan, wordt aan de lezer overgelaten.

We willen nu nog even de zendervervorming nagaan, welke veroorzaakt wordt door onjuiste snelheid van de motor.

Deze vervorming onderscheidt zich van de andere door het optellende karakter. Wanneer de snelheid 1% van de juiste snelheid afwijkt, worden hierdoor alle elementlengten 1% vervormd. De overgang van startelement naar het 1ste code-element verschuift dus 1% ten opzichte van zijn theoretische plaats. De overgang van 1ste naar 2de code-element verschuift 2% ten opzichte van zijn theoretische plaats. De grootste vervorming treedt derhalve op bij de overgang van het 5de code-element naar het stopelement; uit de aard der zaak alleen, als het 5e code-element stroomloos is, aangezien er anders geen overgang is. De vervorming is hier dan 6%. We zien hieruit, dat een bepaalde procentuele fout in de motorsnelheid een arhyth-

mische vervorming geeft, welke 6 × zo groot is. Een juiste snelheid van de motor is dus zeer belangrijk.

In figuur 13 is een voorbeeld gegeven van zendervervorming, wanneer de zender te snel loopt.

Nu kan men zich nog afvragen, of het verschil maakt, of een zender te snel of te langzaam loopt. Inderdaad is dit voor het ontvangende toestel niet hetzelfde. Onder andere kan ook hierdoor het start-stop-principe in gevaar komen, wanneer de snelheidsafwijking te groot wordt.

We gaan ook hierop echter niet verder in, daar dit onderwerp meer behoort bij een behandeling van het ontvangermechanisme van de verschillende verreschrijvers.

In een volgend artikel zal worden behandeld op welke wijze vervorming op verreschrijfverbindingen kan worden gemeten en welke instrumenten hierbij worden gebruikt.



Antwoorden

1. Bij een uitslag van 95° vloeit door het instrument een stroom van $i_m = 0,1 \times 95 = 9,5 \text{ mA}$.

Daarbij bedraagt de spanning e aan de klemmen van het instrument:

$$e = i_m \times R_m = 9,5 \times 10 = 95 \text{ mV}.$$

Deze spanning ligt ook aan de uiteinden van de shunt, zodat de stroom door de shunt volgens de wet van Ohm is:

$$i_s = \frac{e}{R_s} = 95 : \frac{10}{99} = 940,5 \text{ mA}$$

De totale stroom, die zich over het instrument en de shunt verdeelt, is volgens de 1e wet van Kirchhoff:

$$I_1 = i_m + i_s = 9,5 + 940,5 = 950 \text{ mA}.$$

De meteruitslag is 95° en de gemeten stroom 950 mA. De coëfficiënt, waarmede de uitslag moet worden vermenigvuldigd, is derhalve

$$\frac{950}{95} = 10.$$

2. In 10 minuten komt aan elektrische energie beschikbaar:

$$A = E \times i \times t = 120 \times 400 = 48000 \text{ J}; (i \times t = 400 \text{ cal}).$$

volg blz 397

Projectie (vervolg)

D. Wagemaker

51-099

Nu gaan we in fig 8 over naar de 3e manier, waar we bij dezelfde projectie van het prisma en de lijn 1 een vlak brengen door 1 evenwijdig aan de ribben, dus loodrecht op het eindvlak. Daartoe kunnen we twee punten van de lijn 1 verbinden met de lijnen, evenwijdig aan de ribben, bijv het punt s^{11} . Waar 1 het tweede projectievlak snijdt (ieder ander punt is ook goed) en het punt s^{11} , zien we waar deze twee lijnen het nieuwe derde projectievlak of eindvlak snijden. Er is dan een vlak gevormd door twee evenwijdige lijnen, één door s en één door a . In dat vlak bevindt zich de lijn 1. Dit vlak heeft een 3e doorgang door het 3e projectievlak of eindvlak. Deze snijlijn is tevens de 3e projectie van 1; we zouden dus ook kunnen zeggen, dat 1 op het eindvlak geprojecteerd is, wat hier dan ook rechtstreeks is gedaan.

Het eindvlak, 3e projectievlak of standvlak, hadden we reeds in neergeslagen toestand op het 2e projectievlak; de doorgang of l^{111} gaat mee. Nu zien we weer precies waar het vlak door het prisma heengaat.

Waar de snijlijnen van dat vlak met het prisma de lijn 1 ontmoeten, zijn de gevraagde punten. Om de 3e projectie van 1 te kunnen bepalen, hadden we ook 1 kunnen doortrekken tot deze het 3e projectie- of eindvlak ontmoette. Een aardige oefening om eens te proberen. (Regel snijpuntlijn met een vlak).

In fig 9 is nog eens getekend een fig met een volledige 3e projectie, zowel van het prisma als van de lijn 1. Bij aandachtige beschouwing spreekt de constructie voor zichzelf.

Moelijker is fig 10, hier is getekend een prisma *niet evenwijdig* aan het 2e projectievlak en een hoek makend met de grond, gewenteld van het 2e projectievlak af en de lijn 1 aangegeven in de projecties 1^1 en 1^{11} . In deze gedraaide stand moeten we nu de doorgangen van het eindvlak E bepalen.

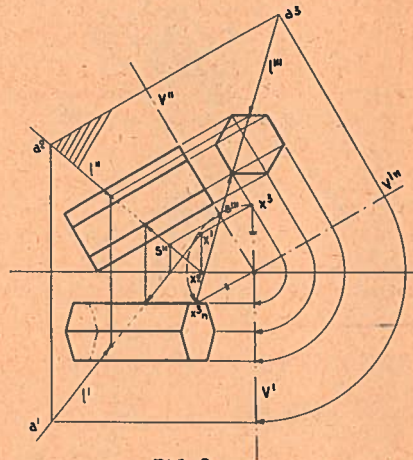


FIG 8

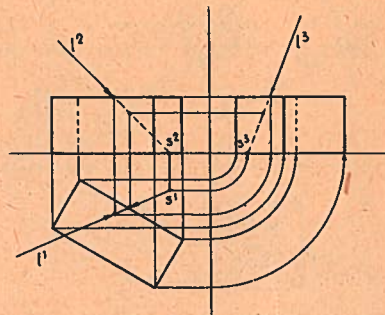


FIG 9

De eerste doorgang valt samen met de ribbe van het eindvlak, waarmee het prisma op de grond rust. We trekken die doorgang tot de x-as door, daar begint de 2e doorgang.

We moeten daartoe nog een ander punt vinden en trekken daarom de lijn 1—2 uit de 1e en 2e projectie door tot ze het 2e projectievlak snijdt en verbinden dit snijpunt met

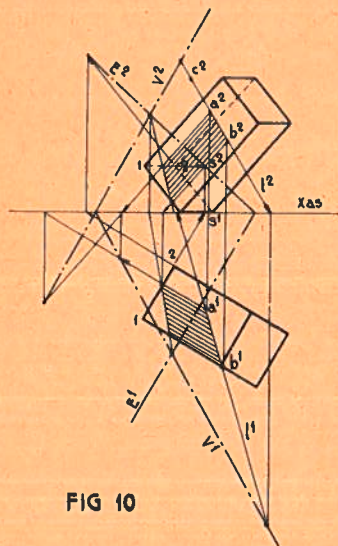


FIG 10

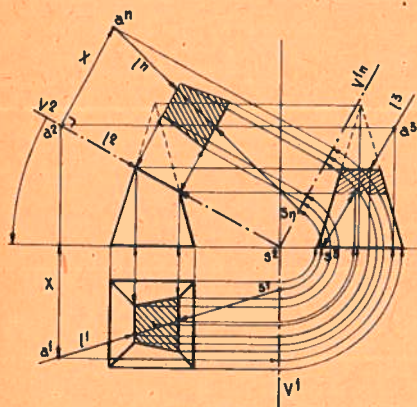


FIG 11

het punt, waar E^1 de as van de projectie snijdt.

We hebben dus de 1e en 2e projectie van het prisma,

de 1e en 2e projectie van 1,

de 1e en 2e doorgang van één eindvlak.

Wat hebben we nu nog verder te doen? Een vlak door 1 evenwijdig aan de ribben; de snijlijn van dat vlak met het eindvlak en de snijlijnen van dat vlak met de opstaande zijden van het prisma en tenslotte de snijpunten van 1 met deze snijlijnen, zowel in 1e als 2e projectie.

We starten dus; eerst een vlak door 1 evenwijdig aan de ribben, dat is dus loodrecht op het eindvlak. De snijlijn van die twee vlakken is de projectie van 1 op het eindvlak E. Maar dit vlak snijdt ook het 1e en 2e projectievlak volgens de doorgangen V^1 en V^{11} . Waar 1 het 2e projectievlak snijdt is een punt van V^{11} en waar 1 het 1e projectievlak ontmoet is een punt van V^1 .

We moeten dus nog een ander punt van V^1 of V^{11} hebben, want hebben we éénmaal één doorgang dan begint de andere in het snijpunt van deze doorgang met de as van de projectie.

We nemen een willekeurig punt op de lijn 1², bijv a^2 . Gemakshalve is hier de snijlijn genomen met één van de zijvlakken, om door een teveel aan lijnen de tekening niet onduidelijk te maken. Het punt a^2 hebben we nl niet, maar moeten we zoeken. We nemen als regel een punt buiten het prisma, bijv c^2 en trekken van daaruit een lijn evenwijdig aan de ribben. Daar de ribben loodrecht staan op het eindvlak, staat deze lijn ook loodrecht op het eindvlak en we krijgen precies hetzelfde, al-

leen op een andere plaats van wat U uit punt a^2 kunt zien. Zoek van de lijn uit a^2 het snijpunt met de grond; daar is dus een 2e punt van de 1e doorgang van vlak V en daarmee zijn de beide doorgangen van vlak V bepaald. Nu moeten we nog de snijlijn hebben van vlak V met het eindvlak E.

Regel: *De snijlijn van twee vlakken loopt van het snijpunt der beide eerste naar dat der beide tweede doorgangen.* De 1e en 2e projectie van de snijlijn kunnen we dus tekenen, evenals de snijpunten van het eindvlak van het prisma, waaruit we weer de snijlijnen trekken met de opstaande vlakken van het prisma en de ontmoetingspunten met de lijn 1 kunnen bepalen.

We hadden natuurlijk het vlak E, met het zich daarin bevindende eindvlak van het prisma en de snijlijn, kunnen neerslaan in het 1e of 2e projectievlak. Het lijkt allemaal een beetje ingewikkeld maar het is een kwestie van routine en het stelselmatig met taaie volharding toepassen van de regels. *Steeds maar weer de regels.*

Feitelijk wordt alles teruggebracht tot enkele van die regels, want diezelfde regels gaan we ook weer toepassen op de volgende lichamen, waarvan de eerste is de *pyramide*, zie fig 11. Hierin is een pyramide getekend, evenwijdig aan het 2e en 3e projectievlak in de 1e, 2e en 3e projectie. Deze pyramide wordt gesneden door het vlak V, loodrecht op het 2e projectievlak. Dat vlak is met de juiste vorm van de doorsnede neergeslagen in het 2e projectievlak. De boog aan de linkerzijde laat zien, dat dit ook had kunnen gebeuren door het vlak te laten vallen op de grond, maar dan

komt de ware vorm der doorsnede door de 1e projectie heen, wat de duidelijkheid niet bevordert.

In dat vlak V ligt de lijn 1, aangegeven door 1^1 en 1^{11} ; hiervan zoeken we ook de 3e projectie 1^{111} op. 1^1 snijdt de grond in s^1 in de 1e doorgang van het vlak door 1 loodrecht op het 2e projectievlak, dus feitelijk het projecterende vlak door 1 op het 2e projectievlak. We weten dus, dat 1 in s^1 de grond snijdt, we kunnen dit punt door omcirkeling via s^3 terug vinden in de neergeslagen eerste doorgang V^1 . Nu nemen we op 1 nog een ander punt aan $n_1 a$ en bepalen door neerslag het punt a^n .

Zodoende kunnen we de neergeslagen lijn 1^n bepalen en weten precies waar deze de doorsnede ontmoet en weer verlaat.

Nu zult U zeggen: dit is omslachtig, de neerslag en 3e projectie hadden

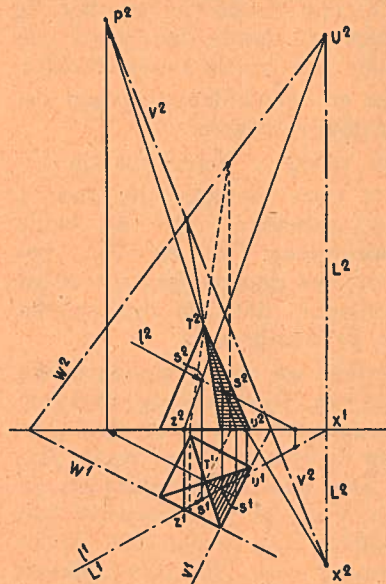


FIG 12

we helemaal niet nodig, want ¹¹ laat dat ook duidelijk zien, maar hier zijn nu *drie oplossingen* gegeven in één tekening. Waarom?

Omdat op deze tekening, in deze eenvoudige stand, overzichtelijk de drie manieren tot hun recht komen en dat U één van deze drie kunt gebruiken als de stand niet zo voordelig is. Kijk maar eens naar fig 12.

Daar is in de eerste plaats de pyramide gedraaid en hebben we door de lijn 1 een verticaal projecterend hulp- of standvlak aangebracht. De lijn snijdt de pyramide in twee zijvlakken in de punten s^1 voor zover het de 1e en in de punten s^2 voor zover het de 2e projectie betreft. Hier wordt noch een 3e projectie, noch een neerslag gebruikt; fig 11 toont alleen aan, dat dit in bepaalde gevallen voordelen kan hebben. Veronderstel bijv. dat de pyramide van fig 11 precies dezelfde stand had als in fig 12 en het vlak V niet loodrecht op het 2e projectievlak stond, dan werd een en ander een beetje ingewikkelder. Zo zijn er verschillende wegen om tot het doel te komen.

Om nu terug te keren tot fig 12. Van de twee vlakken, die door 1 worden gesneden, zijn de beide 1e doorgangen, V^1 en W^1 , bekend, die we doortrekken tot de as van projectie, dat zijn dus punten van de 2e doorgangen.

Nu zetten we twee standvlakken door de top, loodrecht op de beide 1e doorgangen, dus de 2e doorgangen van de standvlakken staan verticaal. Die standvlakken snijden de vlakken V en W. De projectie van de snijlijnen valt samen met de 1e doorgangen van de standvlakken en de 2e projectie van de snijlijnen door T^{11} .

Waar de 2e projecties van de snijlijnen en de 2e doorgangen van de standvlakken elkaar ontmoeten, zijn tevens punten van de 2e doorgang van de vlakken V en W, die we dan tekenen.

Nu moet U eens goed opletten. De vlakken V en W hebben tot snijlijn één ribbe van de pyramide. Waar deze dus het 2e projectievlak ontmoet is tevens het snijpunt van de beide 2e doorgangen V^{11} en W^{11} . Dat is de proef op de som.

Nu brengen we een verticaal projecterend hulpvlak aan door 1, dat in x^1 de tweede doorgang van $\angle 2$ geeft, terwijl ¹¹ tevens de 1e doorgang van $\angle 1$ is.

Dit vlak snijdt in z^1 en ij^1 de resp 1e doorgangen W^1 en V^1 . In z^2 en ij^2 beginnen dan de 2e projecties van de snijlijnen. Deze richten zich naar de snijpunten u^2 van W^2 en $\angle 2$ en x^2 van V^{11} en $\angle 2$.

Waar nu de tweede projectie ¹² de 2e projectie van die snijlijnen ontmoet, vinden we de punten s^2 en daaronder op ¹¹ de punten s^1 .

In de nu volgende figuren gaan we weer een ander tevens oud principe toepassen, dat we herkennen aan dat van het prisma. U zult opmerken, dat de standen der figuren voor alle soorten steeds dezelfde zijn en telkens terugkeren.

1e stand == stand en evenwijdig aan de projectievlakken.

2e stand == gedraaid verticaal.

3e stand == liggend en evenwijdig.

4e stand == hellend en evenwijdig.

5e stand == liggend en niet evenwijdig.

6e stand == hellend en gedraaid, hetzij van het 2e projectievlak af of er naar toe.

Dit zijn de meest voorkomende en karakteristieke standen. Wat dat

betreft is het precies gelijk, of U met een kubus, prisma, pyramide, kegel of cylinder werkt.

Verder moet U goed in het oog houden, dat de beginselen voor de kubus precies eender zijn als voor het prisma, de pyramide en later ook voor de ronde lichamen. Bij het prisma hebben wij geschreven over ... door de lijn 1 een vlak aanbrengen evenwijdig aan de ribben, dit geldt ook voor de kubus en de cylinder. Daar echter de ribben bij een pyramide en kegel in één punt samenkomen, wordt dit hiervoor veranderd in: door 1 een vlak aanbrengen gaande door de top.

Voor allemaal gelijk is echter dezelfde regel: Zoek van dat vlak de snijlijn met het eindvlak. Als U deze dingen goed in het oog houdt, wordt de studie heel wat eenvoudiger en overzichtelijker.

Nu keren we nog eens terug naar fig 13. U ziet daar een pyramide getekend in 1e en 2e projectie, alsmede de lijnen 1¹ en 1²; brengen we nu een vlak door 1 en een punt buiten die lijn (de top van de pyramide), dan trekken we dus door T een lijn evenwijdig aan 1 en dan is er tussen die 2 lijnen een vlak ontstaan. Dat vlak gaan we nu eerst eens nader bepalen.

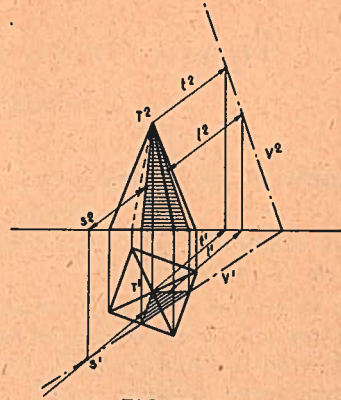


FIG 13

Daartoe trekken we 1 en t door tot dat ze het 1e en 2e projectievlak snijden en trekken door die punten de doorgangen V¹ en V² van vlak V. Dat vlak gaat dus door de top.

Het eind- of grondvlak wordt gesneden door de 1e doorgang en er wordt dus van de pyramide een driehoekig vlak afgesneden. Daar de top in het vlak V ligt, richten de snijlijnen zich naar de top en daar ook 1 in hetzelfde vlak ligt, ziet U uit de tekening vanzelf waar 1¹ de driehoek in de 1e projectie en 1¹¹ die van de 2e projectie snijdt. Daar gaat dus 1 door de pyramide heen en komt er weer uit.

(wordt vervolgd)

(vervolg examen)

Het vermogen P is

$$\frac{A}{t} = \frac{48000}{10 \times 60} = 80 \text{ watt}$$

$$\text{of } i = \frac{i \times t}{t} = \frac{400}{10 \times 60} = \frac{2}{3} \text{ A.}$$

$$P = E \times i = 120 \times \frac{2}{3} = 80 \text{ watt}$$

3. Het vermogen is: $P \frac{A}{t} =$

$$\frac{42}{8} = 5,25 \text{ kW} = 5250 \text{ watt}$$

De stroomsterkte bedraagt:

$$i = \frac{P}{E} = \frac{5250}{220} = 23,85 \text{ A.}$$

$$4. A = R \times i^2 \times t \times 0,24 = 50 \times 4,5^2 \times 40 \times 60 \times 0,24 = 583200 \text{ cal.}$$

Theorie, bouw en eigenschappen van elektrische machines

J. B. Reinders

51-096

Draaistroom en wisselstroom- motoren I.

a. De stator van de synchrone en van de asynchrone motor.

Deze is precies eender gebouwd als de stator van de synchrone dynamo, beschreven in Hoofdstuk IV d1. Bij de synchrone dynamo wordt door het ronddraaiende poolrad in de stator een inductiespanning opgewekt; hier wordt de stator aangesloten op het draaistroomnet.

In fig 74 is een uitslag van een statorwikkeling getekend met één gleuf per pool en per faze. Als de stroom in faze 1 positief maximaal is, dan voeren de fazen 2 en 3 stromen van tegengestelde richting en met de halve waarde, zoals getekend in fig 75.

Het magnetisch veld verloopt op dit ogenblik in faze 1 als in fig 74 is aangegeven. Na $\frac{1}{3}$ periode (120°) is het veld in faze positief maximaal en het veldverloop precies hetzelfde als in het hiervoor beschouwde geval, doch 120° naar rechts verschoven.

Weer $\frac{1}{3}$ periode later is het veld in faze 3 positief maximaal, hetgeen een verschuiving van nog eens 120° naar rechts betekent.

Het veld loopt eenparig de stator rond en legt daarbij in 1 periode van de wisselstroom 360° dus 2 poolsteken af. Bij een 2 polige machine zijn 2 poolsteken gelijk aan de statoromtrek. Het veld loopt per periode dus juist eenmaal rond. Bij een frequentie van 50 p per sec dus 50 maal per seconde. Dit is per minuut 3000 maal. Het aantal omwentelingen per minuut van een 2 polige motor is dus 3000.

In het algemeen geldt :

$$n = \frac{60 \times f}{p} \text{ omw/min, waarin } p$$

gelijk is aan het aantal poolparen.

Om de draairichting van het veld om te keren en daarmee de draairichting van de motor, moeten de toevoerdraden van twee fazen onderling verwisseld worden. Een stilstaande stator, die op draaistroom wordt aangesloten, geeft blijkbaar precies hetzelfde veld als een draaiend gelijkstroompoolrad, waarvan de denkbeeldige polen in fig 74 gestippeld zijn getekend. Voor onze verdere beschouwingen kunnen we de stator dus, wat zijn uitwerking op de daarbinnen geplaatste rotor betreft, door een draaiend gelijkstroompoolrad vervangen denken.

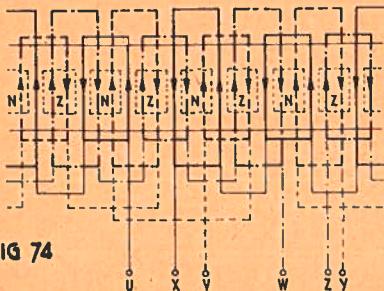


FIG 74

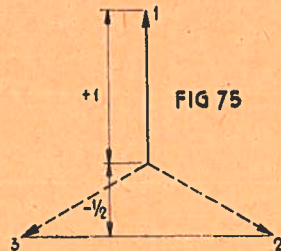


FIG 75

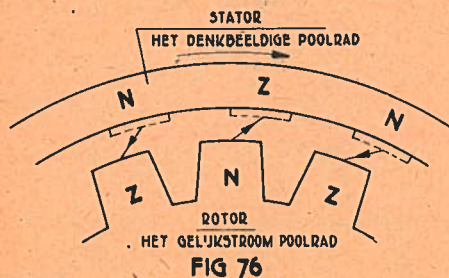
b. De synchrone motor.

1. De werking.

Als we binnen een stator een gelijkstroompoolrad plaatsen met evenveel poolparen als het denkbeeldig poolrad van de stator, dan wordt het gelijkstroompoolrad door het denkbeeldige poolrad meegenomen, met dezelfde snelheid als waarmee het draaiveld binnen de stator rondloopt. Om dit te bereiken, moet men het poolrad eerst op het synchrone toerental brengen, dwz op het toerental van het draaiveld. Doen we dit niet, dan worden de polen van het poolrad door de denkbeeldige polen van het statorveld beurtelings aangetrokken en afgestoten en wel in zeer snelle afwisseling, nl 100 maal per seconde. Hierdoor zou het poolrad door zijn traagheid niet op gang komen.

Is het verschil in snelheid tussen draaiveld en poolrad gering, dan wordt het poolrad wel *in de pas* getrokken.

Loopt de motor onbelast, dan blijven de polen van poolrad en draaiveld vrijwel recht tegenover elkaar. Naarmate de motor meer belast wordt, zal een pool van het poolrad steeds meer achterblijven bij een ongelijknamige pool van het draaiveld. De snelheid van het poolrad blijft echter synchroon, zie fig 76. Drijft men het poolrad aan, dan induceert het



veld van het gelijkstroompoolrad spanningen in de statorwikkeling. De machine is dan een normale draaistroomdynamo geworden, zoals besproken in Hoofdstuk IV c.

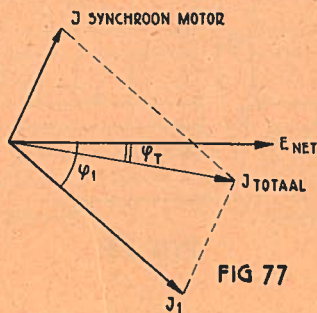
Evenals de gelijkstroommachine is dus ook een synchrone draaistroommachine als motor of als dynamo te gebruiken.

2. Het aanlopen.

Om een synchrone motor op het gewenste toerental te brengen, kunnen we het poolrad aandrijven met een asynchrone motor, die een poolrad minder heeft, zie later. Deze motor bereikt dus een hogere snelheid dan de gewenste. Is de motor op toeren, dan schakelen we hem uit. De machine loopt geleidelijk uit en aan de draaistroomzijde wordt een 3 fase wisselspanning geïnduceerd. Op een zeker ogenblik zal de snelheid van het poolrad gelijk geworden zijn aan de snelheid, die het draaiveld zou hebben. Door tevens de 3 fase wisselspanning zodanig te regelen, dat op dit moment de momentele waarden van de spanningen van de machine en het net gelijk zijn, kunnen we de synchrone machine bij het juiste toerental als motor op het net schakelen.

3. De toepassing.

De snelheid van de synchrone motor wordt alleen bepaald door het aantal polen en de netfrequentie.



Deze motor heeft dus het voordeel, dat de snelheid onafhankelijk is van de schommelingen, die dikwijls in de netspanning optreden. Een dynamo, aangedreven door een synchrone machine, levert dus ook een spanning, die onafhankelijk is van de netspanningsvariaties. Daar een synchrone motor in bepaalde gevallen een voorijlende stroom kan opnemen, stelt deze motor ons in staat de fazeverschuiving, $\cos \phi$, van het net te verbeteren.

Motoren en transformatoren werken als een smoorspoel en nemen een stroom op, die najlt op de spanning. Parallel hieraan neemt de synchrone motor een voorijlende stroom op. De totaalstroom zal hierdoor weer in faze met de spanning komen. Voor degenen, die vertrouwd zijn met vektordiagrammen, is dit in fig 77 aangegeven.

c. De asynchrone motor met kooirotor.

1. De kooirotor.

Binnen de stator bevindt zich een cylinder, opgebouwd uit dynamoplaat met gleuven langs de omtrek, zoals het anker van een gelijkstroommachine.

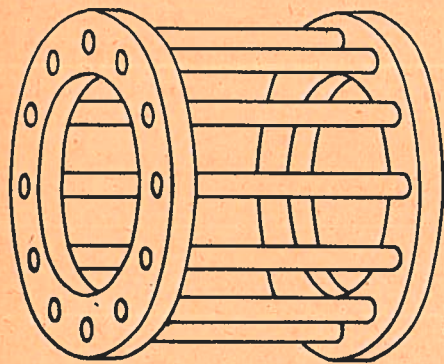


FIG 76

In de gleuven bevinden zich ongeïsoleerde koperen staven, die aan de einden onderling door koperen kortsluitingen zijn verbonden. De staven vormen een kooi, zoals aangegeven in fig 78.

2. De werking.

Als de statorwikkeling wordt aangesloten op een 3 faze-wisselspanning, zal binnen de stator een draaiend magnetisch veld ontstaan, zie V a.

We stellen ons voor, dat twee tegenover elkaar liggende staven van de rotorkooi een winding vormen. Doordat het magnetisch veld draait, zal binnen de winding het aantal krachtlijnen steeds veranderen en de richting voortdurend wisselen. In de winding wordt dus een wisselspanning geïnduceerd en er gaat een wisselstroom in vloeien. De wisselstroom wekt een wisselend magnetisch veld op, zodat aan de omtrek van de rotor afwisselend Noord- en Zuidpolen ontstaan. Tegenover een Noordpool van het denkbeeldige statorpoolrad ontstaat een Zuidpool. Wordt de statorpool een Zuidpool, dan wordt de rotorpool een Noordpool. De afwisseling geschiedt in stator en rotor gelijktijdig. De rotor wordt dus voor het draaiende denkbeeldige poolrad van de stator

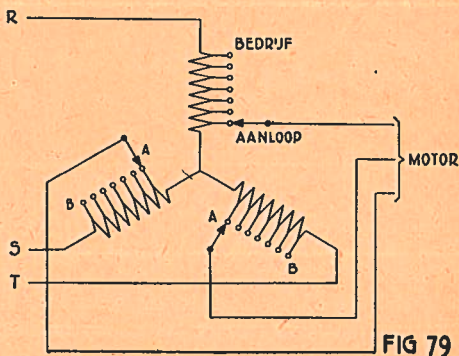


FIG 79

meegenomen. Dit is ook in overeenstemming met de wet van Lenz: *De emk in rotor wordt veroorzaakt door het draaiveld.* Als de rotor gaat meedraaien, wordt de relatieve snelheid van het veld t.o.v. de rotorkooi verkleind. Dit betekent, dat de oorzaak van het ontstaan van een geïnduceerde emk in de rotor wordt tegengewerkt.

Dezelfde redenering geldt natuurlijk voor alle rotorstaven. De kracht, die de rotor doet draaien, is de resultante van de krachten, die door het draaiveld op de rotorstaven worden uitgeoefend.

Naarmate de rotor op toeren komt, zal het verschil in snelheid tussen rotor en draaiveld kleiner worden. Kan de rotor van een asynchrone motor dezelfde snelheid verkrijgen als het draaiveld? Stel, dat dit gebeurde. Dan zou het aantal omvatte krachtlijnen binnen een *winding* van de rotorkooi niet meer veranderen en zou de rotor-emk ophouden te bestaan. Er was dan ook geen rotorstroom en geen rotorveld. De polen aan de omtrek van de rotor waren verdwenen en er zou voor het draaiveld geen reden meer zijn om de rotor mee te nemen. Er zou op de rotor geen kracht meer werken. Hieruit blijkt dus, dat de rotor steeds iets bij het draaiveld zal moeten achterblijven om van het draaiveld een meenemende kracht te blijven ondervinden.

De rotor loopt dus niet even snel als het veld, niet synchroon, dus asynchroon. Vandaar de benaming voor dit type draaistroommotoren. Hoeveel moet de rotor in snelheid bij het draaiveld achterblijven? Als de motor onbelast loopt, is een kleine kracht op de rotor al voldoende om hem draaiende te houden. De polen op de rotor behoeven niet

sterk te zijn, dus ook de rotorstroom en de rotor-emk kunnen klein zijn. Voor een kleine emk van inductie in de rotorkooi is een gering snelheidsverschil tussen rotor en draaiveld al voldoende. Is de motor belast, dan is nodig: een sterk rotorveld, een grote rotorstroom, een grote rotor-emk dus een groot verschil in snelheid tussen rotor en draaiveld. Het snelheidsverschil is dus niet constant, maar afhankelijk van de belasting van de motor. Dit verschil in procenten van het synchrone toe-

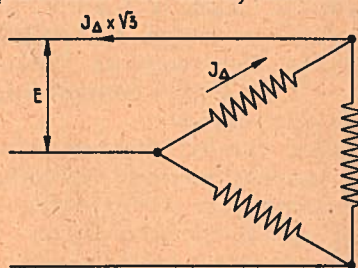


FIG 80 a

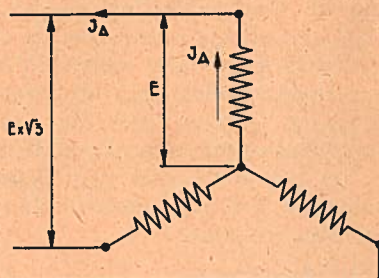


FIG 80 b

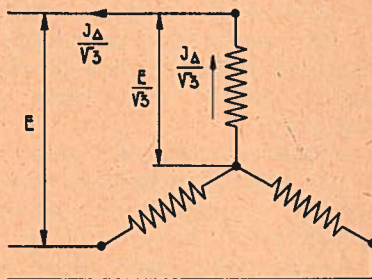


FIG 80 c

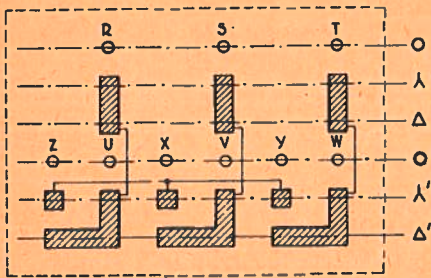


FIG 81

rental (snelheid van het draaiveld) noemt men *slip*. Een praktische waarde bij vollast is 4 à 5%.

Een 4-polige motor, die volbelast draait, zal dus ongeveer $1500 - 60$ à $75 = 1440$ à 1425 omwentelingen per minuut maken.

De daling van het toerental, afhankelijk van het gevraagde motorkoppel, verloopt hier precies eender als bij de gelijkstroomshuntmotor. De asynchrone motor heeft dus ook een shuntkarakteristiek.

Daar de statorwikkeling en de rotorkooi bij elkaar passen als de primaire resp secundaire wikkeling van een transformator, zal de statorstroom in grootte met de rotorstroom meeveranderen en zal de motor bij belasting dus een grotere stroom uit het net opnemen dan in onbelaste toestand.

3. Het aanlopen.

Bij het inschakelen staat de rotor stil; dan is de relatieve snelheid van de rotor t.o.v. het draaiveld zeer groot, zodat dus ook de rotorspanning en de rotorstroom zeer groot worden.

De stroom, die door de stator aan het net wordt onttrokken is vanwege de transformatoreigenschap dus ook groot. Evenals bij de gelijkstroommotoren moet deze aanloopstroom, 5 à 6 maal I vollast, beperkt worden. Men kan dit bijv doen

door d.m.v. een spaartransformator de statorspanning te regelen, zie fig 79. Bij aanloop begint men met de laagste spanning, dus met de contacten, die het dichtst bij het sterpunt zijn gelegen. Deze methode wordt niet veel toegepast. Een meer gebruikelijke manier is het aanzetten d.m.v. een ster-driehoekschakelaar. Hiermede schakelen we de stator in λ op dezelfde spanning, waarop hij in bedrijf in Δ komt te staan. De aanloopstroom wordt dan 3 maal zo klein, als wanneer de stator direct in Δ op de netspanning zou worden geschakeld. In fig 80 a is het laatste getekend. De netstroom (lijnstroom) is $\sqrt{3}$ maal zo groot als in geval a en dus ook de fazestroom. Bij sterschakeling is de lijnstroom dezelfde als de fazestroom in geval b is de aanloopstroom dus al met een factor $\sqrt{3}$ verminderd. We schakelen de stator echter in λ op een spanning E , zodat de fazespanning gelijk is aan $\frac{E}{\sqrt{3}}$, zie fig

80c.

De fazestroom wordt dan $\frac{I\Delta}{\sqrt{3}}$ en ook de lijnstroom. De aanloopstroom in geval C $\left(\frac{I\Delta}{\sqrt{3}}\right)$ is 3 maal

zo klein als de aanloopstroom in geval a. $(I\Delta \times \sqrt{3})$. Een 6-voudige aanloopstroom wordt door deze aanloopmethode dus tot een 2-voudige verlaagd.

De ster-driehoekschakelaar is meestal uitgevoerd als walsschakelaar. Op de wals bevinden zich een aantal van elkander geïsoleerde koperen stroken, die contact maken met een aantal vast opgestelde contactvingers.

Het schema is in fig 81 gegeven.

(wordt vervolgd)

ELECTROTECHNIEK XII

C. L. Quint

51-097

Tot nu toe hebben we alleen maar gesproken over L, C en R, zonder dat we een bepaald geval hebben uitgerekend. Wanneer we dat willen gaan doen, moeten we eerst weten in welke eenheden de zelfinductie, capaciteit en weerstand worden uitgedrukt. Er bestaan verschillende eenhedenstelsels, doch wij zullen hiervan alleen het zgn *practische stelsel* gebruiken.

De weerstand wordt daarbij uitgedrukt in *ohm's*, de zelfinductie in *henry's* en de capaciteit in *farad's*. Verder moeten we er aan denken, dat ω (de cirkelfrequentie) gelijk is aan $2\pi f$, waarbij f de frequentie voorstelt, uitgedrukt in hertz.

De impedantie Z van een zelfinductie, een capaciteit of van een willekeurige schakeling van L, C en R wordt weer uitgedrukt in ohm's.

Z_0 is de impedantie van een zelfinductie van 1 henry bij een frequentie van 50 hertz (afgekort Hz) als volgt:

$$Z = \omega L = 2\pi fL = 2\pi 50 \times 1 = 100\pi = 314.$$

De impedantie van een capaciteit van $1 \mu\text{F}$ is:

$$Z = \frac{1}{\omega C}$$

$$1 \mu\text{F} = \frac{1}{1\,000\,000} = \frac{1}{10^6} \text{ F.}$$

$$\begin{aligned} \text{Bij } 50 \text{ Hz} &= \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \\ &= \frac{1}{100\pi} \frac{1}{10^6} = \frac{10^6}{314} = 3180 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

Kleinere capaciteiten worden, om niet in al te kleine getallen te vervallen, uitgedrukt in $\mu\mu\text{F}$, dat is dan

$$\frac{1}{10^6} \times \frac{1}{10^6} \text{ F} = \frac{1}{10^{12}} \text{ F.}$$

$\mu\mu\text{F}$ wordt ook wel geschreven als pF (picofarad).

$$1 \text{ pF} = \frac{1}{10^{12}} \text{ F} = 10^{-12} \text{ F.}$$

Willen we bij een condensator van 10.000 pF een zelfinductie zoeken van zodanige waarde, dat de LC-kring van deze twee bij 2500 Hz resonanceert, dan kunnen we de waarde van deze zelfinductie uit het volgende berekenen.

De resonantie-frequentie is

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \text{ of } 2\pi f = \sqrt{\frac{1}{LC}} \text{ of}$$

$$(2\pi f)^2 = \frac{1}{LC} \text{ of } (2\pi f)^2 LC = 1$$

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C} = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$$

Wanneer we in deze laatste vorm de waarde van f invullen, uitgedrukt in Hz en de waarde van C in F,

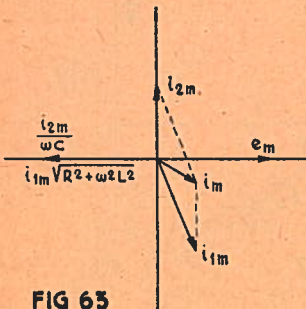


FIG 65

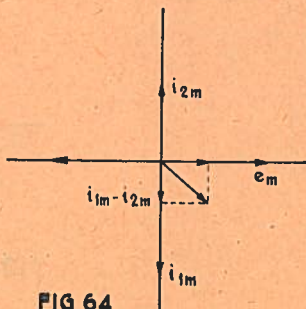


FIG 64

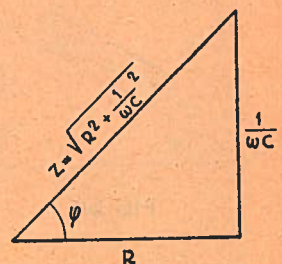


FIG 66

krijgen we de waarde van L uitgedrukt in H.

Nu is $f = 2500 \text{ Hz}$; $C = 10.000 \text{ pF} = 10^4 \text{ pF} = 10^4 \times 10^{-12} \text{ F} = 10^{-8} \text{ F}$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 \times 2500^2 \times 10^{-8}} = \frac{10^8}{4\pi^2 \times 2500^2} =$$

0,405 henry = 405 mH.

De invloed van weerstand op een LC-kring.

Zoals we reeds eerder gezien hebben, is de *weerstand* van de in een LC-kring opgenomen zelfinductiespoel oorzaak, dat het theoretische geval, waarbij i_1 steeds even groot, maar tegengesteld gericht is aan i_2 , niet optreedt.

In fig 63 is het vektordiagram van een dergelijke schakeling nog eens getekend, met weglaten, terwille van de duidelijkheid, van de beide componenten van e_m .

We zien, dat, omdat i_{1m} een kleine hoek met de negatieve Y-as maakt, steeds een kleine vektor i_m dus een kleine generatorstroom overblijft.

Als i_{1m} weer samenvalt met de negatieve Y-as zal, wanneer i_{1m} en i_{2m} gelijk zijn, i_m nul worden.

De hoek van i_{1m} met de negatieve Y-as is afkomstig van R en zal groter zijn, wanneer R groter wordt ten opzichte van L.

i_m wordt dan ook groter en de generator levert ook een grotere energie aan de kring.

Dit kunnen we ook begrijpen, omdat in de weerstand door i_1 warmte wordt ontwikkeld. Wanneer i_1 en i_2 in de kring steeds willen blijven lopen, dan moet het verlies aan energie in de kring, door de warmte ontwikkeling in R, worden aangevuld door de generator.

Wanneer we in de kring de generator wegnemen, zullen de stromen i_1 en i_2 in grootte afnemen, doordat de weerstand energie aan de kring onttrekt.

De maximale waarde, die i_1 en i_2 achtereenvolgens zullen bereiken, zal steeds kleiner worden en wel sneller naarmate R groter is en meer en meer energie onttrekt. Het is alsof R de stromen *dempt*.

Men zegt, dat door R *damping* in het circuit is gebracht. Ook het circuit van fig 61, waar R parallel aan L en C ligt, vertoont dergelijke eigenschappen bij het wegnemen van de generator! We kunnen hier de weerstand beschouwen als afleidingsweerstand, door minder goede isolatie van de condensator.

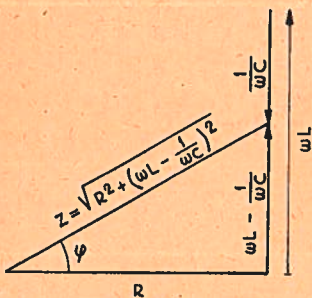


FIG 66

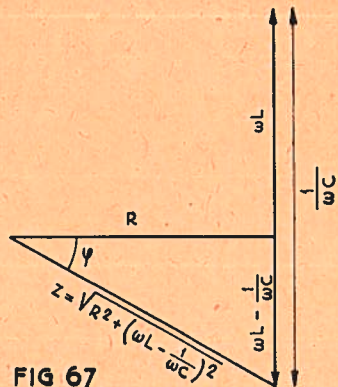


FIG 67

We zien uit het vereenvoudigde vektordiagram van fig 64, dat bij een gegeven i_{1m} en i_{2m} , i_m groter wordt, naarmate i_{3m} (de stroom door de weerstand) groter wordt, d.w.z. de isolatie slechter is. De generator moet dan meer energie leveren, die de verliezen in warmte moet compenseren.

Nemen we de generator weg, dan put de weerstand de in de L- en C-kring aanwezige energie uit, waardoor i_1 en i_2 in grootte afnemen. Ook hier veroorzaakt de weerstand demping. Nu echter is de demping groter bij kleinere weerstand, omdat de weerstand hier parallel geschakeld is.

Grafische voorstelling van impedanties.

De impedantie van een serieschakeling van capaciteit en weerstand was

$$Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}$$

Fig 65 geeft een grafische voorstelling. Hieruit zien we, dat

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\frac{1}{\omega C}}{R} = \frac{1}{\omega CR}$$

hetgeen we vroeger reeds hebben gevonden.

Ook nu wordt bij grotere R de hoek φ kleiner.

Maken we C groter, bij gelijk blijvende R, dan wordt $\frac{1}{\omega C}$ kleiner en dan wordt φ ook kleiner. Dat klopt, want een grotere C betekent kleinere invloed van capaciteit. Immers wanneer C gelijk is aan ∞ , is R nog alleen aanwezig. De capaciteit gedraagt zich dan als een geleider voor gelijkstroom.

De impedantie van een serieschake-

ling van zelfinductie, capaciteit en weerstand is

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

Fig 66 geeft een grafische voorstelling voor het geval ωL groter is dan $\frac{1}{\omega C}$

We zien weer, dat $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$

Wordt ωL gelijk $\frac{1}{\omega C}$, dan is de

overstaande rechthoekszijde = 0. $\varphi =$ dan gelijk 0. Het geheel gedraagt zich dan als een weerstand (resonantiegeval).

Wordt $\frac{1}{\omega C}$ groter dan ωL , dan

wordt de hoek φ naar beneden opgezekt. De capaciteit overheerst nu en de spanning is achter bij de stroom.

In fig 66 overheerste de zelfinductie en was de stroom achter bij spanning. Fig 66 heeft betrekking op een inductief, fig 67 op een capacitief geval. In fig 66 hebben we bij grote L een grote C ($\frac{1}{\omega C}$ is dan kleiner).

In fig 67 is bij een kleinere L een kleine C.

De termen ωL en $\frac{1}{\omega C}$ werken el-

kaar steeds tegen. We kunnen met de ene, de andere geheel of gedeeltelijk te niet doen. De verhouding van de grootte van deze termen bepaalt *het karakter* van de impedantie.

vervolg blz 412.

Afwikkeling van het Telefoon-, Telegraaf- en Telexverkeer V

S. J. Geerlings

51-098

§ 11. De automatische locale centrale.

Bij het handsysteem hebben we gezien, dat een telefoniste de volgende handelingen te verrichten had:

- a. de oproeper opzoeken;
- b. een vrij koordenpaar zoeken en dit met de oproeper in verbinding brengen;
- c. vragen welk nummer gewenst wordt;
- d. het nummer uitkiezen;
- e. nagaan of het nummer vrij of bezet is;
- f. evt wekstroom uitsturen.

Wanneer men de locale telefoonautomaat bestudeert, dan zal men constateren, dat de constructeur niet anders gedaan heeft, dan de handelingen van de telefoniste mechaniseren.

Op de centraalpost voor 100 ddrn komen slechts 10 koordenparen voor, op een post van 200 ddrn 15, enz.

Statistieken wijzen uit, dat dit aantal wel voldoende is, terwijl de telefoniste elk vrij koordenpaar ter beschikking van elke abonné kan stellen.

Indien nu in een automaat voor 2000 nummers bijv 60 spreekcircuits gemonteerd zijn, dan moet het dus ook mogelijk zijn, dat elke abonné over al deze koordstroomlopen kan beschikken.

Om dit te bereiken is bij de Siemens-PTI-centrales het aantal van 2000 aangeslotenen verdeeld in groepen van 50, welke verbonden zijn op de 50 ingangen van 6 naast elkaar aangebrachte oproepzoekers waarvan de

ingangen parallel geschakeld zijn, zie fig 31.

Van elk 50-tal kunnen dus 6 abonné's tegelijk een oproep doen; neemt iemand de telefoon van de haak, dan gaat één van de OZ's draaien, om te blijven stilstaan op de contacten van de oproeper. In deze centrale voor 2000 nummers bevinden zich dus $40 \times 6 = 240$ oproepzoekers. Om het getal van 60 koordstroomlopen te bereiken, zullen we dus nog eens een *reductietrap* moeten toepassen, hetgeen bereikt wordt door middel van *voorkiezers*.

Dit zijn draaikiezers met 17 uitgangen, die naar de koordstroomlopen leiden; met hun contactarmen zijn ze rechtstreeks verbonden aan die van de oproepzoekers. Er zijn dus ook 240 voorkiezers.

Hoewel deze in raampjes van 10 naast elkaar staan, is een zestal OZ's toch niet verbonden aan 6 VK's uit één raam, want dan zouden 50 abonné's slechts keus kunnen doen uit 17 koordcircuits.

Men plaatst steeds 6 raampjes met voorkiezers onder elkaar en verbindt de 6 OZ's van één vijftigtal aan VK's uit verschillende raampjes. Daardoor heeft elk van deze VK's en dus ook elke OZ de keus uit andere koordstroomlopen en elk 50-tal abonné's dus de keus uit alle spreekcircuits, fig 31. Zijn nl alle uitgangen van een bepaalde VK bezet, dan wordt dit gesignaleerd aan de bijbehorende OZ, zodat deze ook geen moeite zal doen om een oproeper te helpen, *afschakeling*; steeds loopt een OZ aan, waarvan

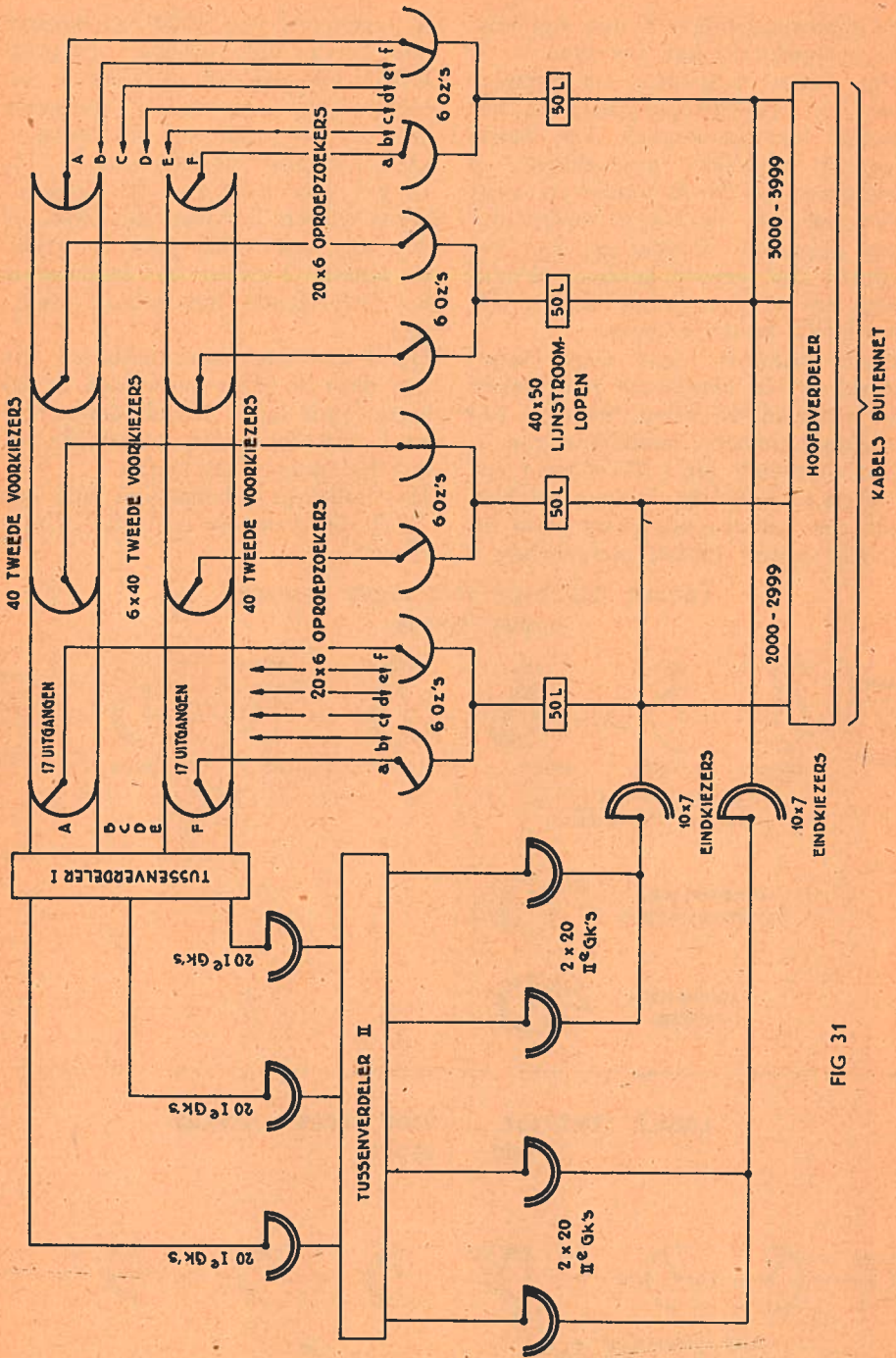


FIG 31

de achterliggende VK nog een vrije 1e groepskiezer kan bereiken.

Deze laatste is nl het eerste apparaat met een spreekmogelijkheid en het aantal hiervan bepaalt het aantal tegelijk mogelijke gesprekken; in ons geval dus 60. Een oproeper moet dus met een 1e Gk in verbinding zijn gekomen, vóórdat hij kan beginnen zijn wens kenbaar te maken; het is dus vanuit de 1e Gk, dat hij de *kiestoon* hoort.

Zoals hiervoor reeds werd opgemerkt is de *eindkiezer* het laatste apparaat in de keten, waarop 100 telefoonnummers bereikbaar zijn.

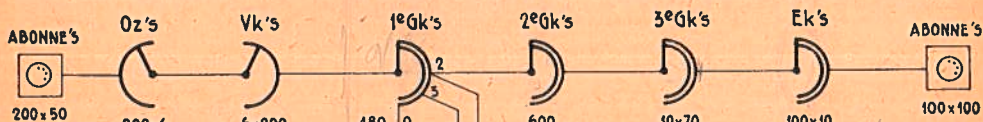
Om naar zulk een 100-tal meer oproepen tegelijk te kunnen maken, zijn een aantal eindkiezers (max 10 stuks) boven elkaar aangebracht.

In ons geval van 2000 nrs bestaan dus 20 van deze groepen; 10 eindkiezers van een 100-tal kunnen verbonden zijn aan de 10 contacten van één laag van een groepskiezer. Op zulk een groepskiezer, i.c. de 2e Gk kan men dus 10 honderdtallen kiezen, hetgeen dus met het 3e cijfer van *rechts* gebeurt, omdat de laatste 2 cijfers het nummer in het betreffende honderdtal aangeven.

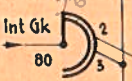
Heeft men meer duizendtallen, dan zijn deze 2e Gk's verbonden op de betreffende lagen van de contactenbank van de 1e Gk, waarmee we dus het duizendtal kiezen.

Het volledige schema van zulk een 4-cijferige centrale is in fig 31 getekend.

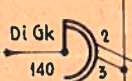
LOCALE CENTRALE VOOR 10 000 NUMMERS
20 000 - 29 999



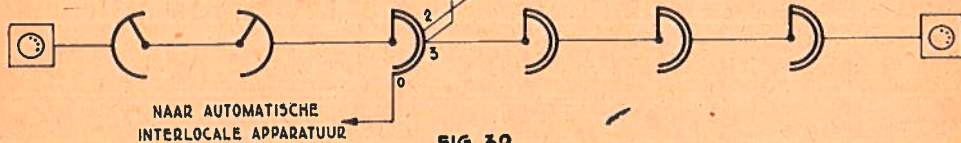
NAAR AUTOMATISCHE
INTERLOCALE APPARATUUR
VAN INTERLOCALE
TELEFOONCENTRALE



AUTOMATISCH
INKOMEND



LOCALE CENTRALE
30 000 -
VOOR 10 000 NUMMERS
39 999



NAAR AUTOMATISCHE
INTERLOCALE APPARATUUR

FIG 32

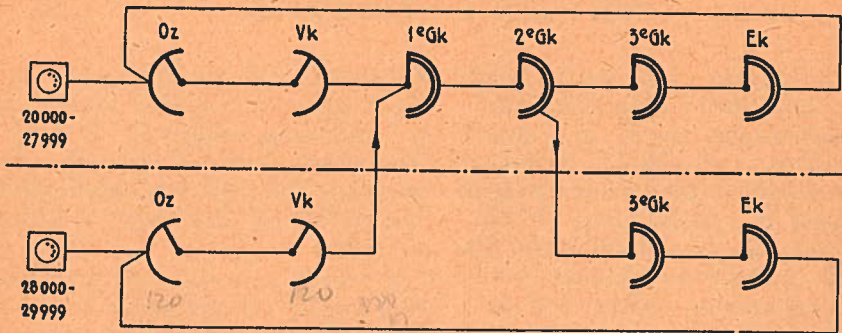


FIG 33

Zijn er meer dan 10000 nrs in een net, dan past men nog een 3e Gk toe, bij grotere nog een 4e, cq 5e Gk.

In dit systeem worden de groeps- en eindkiezers rechtstreeks door de kiesschijf bestuurd, hetgeen mogelijk is doordat de kiezers 10- of 100-tallig werken; men spreekt van het *directe systeem*.

Zoals we gezien hebben, kent men in de centrales van de N.S.E.M. kiezers met 200 uitgangen, bij Ericsson met 500; hier is het niet mogelijk de kiezers rechtstreeks door de kieschijf te doen besturen, doch is opnemning van een *register* nodig.

Dit apparaat neemt het gekozen nummer op en stelt daarna de groepskiezers in; dit noemt men het *indirecte systeem*.

§ 12. *Splitsing van locale netten.*

In zeer grote netten (bijv boven

10000 nrs) zou het zeer kostbaar zijn om alle kabeldubbelraden naar één perceel te brengen. In dit geval brengt men de automaat-apparatuur in meer percelen onder. Men zou bijv als in fig 32 twee afzonderlijke centrales van 10000 nrs kunnen bouwen en deze achter de 1e Gk kunnen koppelen. Op de ene centrale worden dan de nummers 20000—29999 aangesloten op de andere 30000—39999; in plaats van 10000 ddrn van een wijk naar de centrale in een ander stadsdeel, kan men nu met twee bundels van ongeveer 600 x 3 draden volstaan.

Wil men kleinere eenheden bouwen, bijv van één of meer duizendtallen, fig 33, dan plaatst men daar de oproepzoekers en 2e voorkiezers met de betreffende 3e groepskiezers en de eindkiezers.

(wordt vervolgd).

RECTIFICATIE

In de vorige afleveringen van het Telegraafartikel staan enkele storende zetfouten, welke wij gaarne verbeteren:

Op blz 325, linker kolom, regel 17, staat: onder het kippende relais, d.m.z. onder een kippend relais enz.

Op blz 327, rechter kolom, regel 5, staat: voorkeur van rust, d.m.z. voorkeur voor rust. Op blz 355, linker kolom, regel 20, staat: mogelijkheid van de batterijhelften, d.m.z. ongelijkheid van de batterijhelften.

Op blz 356, linker kolom, regel 4, staat: internationale telegraaflijn, d.m.z. interlocale telegraaflijn.

Rechter kolom regel 16 staat: In fig 8b is de verkorting, d.m.z. In fig 8b is door ϵ de verkorting enz.

Iets over isolatielakken

Het verschijnen van steeds weer nieuwe isolatiestoffen voor montage- en wikkeldraad en de nog steeds hardnekkig gebruikte benaming *emailedraad*, is aanleiding om eens iets meer te vertellen over de ontwikkeling van de isolatielakken. De kennis van deze ontwikkeling is niet alleen interessant, temeer daar deze ontwikkeling zich geheel ter zijde van de machinebouw in de chemische laboratoria en fabrieken voltrok, maar zal tevens bijdragen tot een beter begrip voor een juiste benaming.

In de aanvang van de bouw van elektrische machines, dwong de toepassing van katoen-, zijde- en papieromspinning al zeer spoedig tot het *impregneren* (drenken) van deze stoffen in lak, daar al deze stoffen, ondanks uitstekende isolatiewaarden in droge toestand, toch ook de eigenschap hadden om vocht in zich op te nemen en als gevolg daarvan een belangrijke vermindering van de isolatiewaarden vertoonden.

De destijds beschikbare lakken waren olihoudend en behoorden dus tot de laksoorten, welke men ook thans nog gebruikt voor schilderwerk, dat met de kwast uitgevoerd moet worden.

Het hoofdbestanddeel van olielak is *lijnolie*; het drogen van deze lak berust op het opnemen van zuurstof uit de lucht (oxydatie) en vraagt een vrij lange tijd.

Voor het tot stand brengen van een sterke laag aan de oppervlakte en het verkrijgen van goede opvulling van beschadigingen of onregelmatigheden van de kern, werden oorspronkelijk *oliebitumen*¹⁾ en asphalt

als vulstof aan de lak toegevoegd. Deze laksoorten werden daarom als *asphaltlakken* aangeduid en hadden een zwarte kleur. Omstreeks 1914 werden zij uitsluitend voor isolatiedoeleinden in elektrische machines toegepast.

De tweede periode in de ontwikkeling van de electrolakken begon in 1912 bij het bekend worden van de *Chinese houtolie*, welke in tegenstelling tot lijnolie veel sneller droogde. Als vulstof werd vooreerst nog bitumen en asphalt gebruikt.

Deze zwarte houtolielakken boden een vrij behoorlijke weerstand tegen vocht en kenmerkten zich door een grote houdbaarheid tengevolge van een goede elasticiteit.

Bij verwarming boven de 80°C werden zij echter enigszins week, terwijl zij eveneens gevoelig waren voor oplosmiddelen. Daarom werd in die gevallen, waarbij aanraking met benzine of olie mogelijk was, een aparte laklaag aan de oppervlakte aangebracht.

De invoering van het op barnsteen gelijkende *Copal*²⁾ als vulstof voor de olielakken, bracht in 1920 de gele olielakken aan de markt, welke als impregneer- en als draadlak ook nu nog toepassing vinden. Het voordeel t.o.v. de oude asphaltlakken ligt in de hogere bestendigheid tegen warmte en in een grotere weerstand tegen oplosmiddelen. Door het invoeren van de copallak werd een grote verbetering van de draadisolatie bereikt.

Deze vrijwel kleurloze lakdraad wordt sinds 1938, volgens de daarvoor geldende voorschriften, aan een duurproef bij 60°C onderworpen,

terwijl de oude asphalt-lakdraad slechts tot 45° verwarmd mocht worden.

De invoering van deze lakdraad heeft de toepassing van deze draadsoort voor ankerwikkelingen eerst goed mogelijk gemaakt.

Bij lakdraad-wikkelingen in machines trad spoedig het probleem van chemische verbinding van de impregneerlakken met de draadlakken op. De impregneerlakken en de draadlakken waren immers in hun chemische samenstelling zo nauw aan elkaar verwant, dat de draadlak bij het impregneren aangetast werd door de impregneerlak. Door het verweken van de draadlak traden na het impregneren lichte isolatiebeschadigingen op.

Van het impregneren kon men echter niet afzien, daar voor het isoleren van de ankergroeven en tegen het indringen van vocht tussen de ankerwikkelingen het waterdicht maken door impregneren niet gemist kon worden. Het ontwikkelen van laksoorten, welke bestand waren tegen het normale impregneerproces, lag dus voor de hand.

Een oplossing werd gevonden door het toepassen van verschillende *kunstharslakken* als draadlak. De thans vervaardigde draadlak heeft dan ook naast een hogere bestendigheid tegen warmte, betere elasticiteit en hardheid van de laklaag en in het algemeen ook een grotere weerstand tegen de oplosmiddelen, welke in de impregneerlakken voorkomen.

De ontwikkeling van de lakdraad na de tweede wereldoorlog, heeft tot het vervaardigen van draadlakken geleid, welke nog hogere temperaturen kunnen verdragen. De nieuwe draadlakken zijn bestendig tegen

temperaturen van 80°C. Het is aan te nemen, dat hier nog betere resultaten bereikt zullen worden, daar de verdere ontwikkeling in volle gang is.

Men tracht laksoorten te vinden, welke een zo hoog mogelijke temperatuur kunnen verdragen, terwijl men tevens er naar streeft, het impregneren van de wikkelingen geheel achterwege te laten.

Voor alle wikkelingen zal dit laatste wel niet verwezenlijkt kunnen worden, daar de impregneerlak aan de wikkelingen van motoren met grote snelheden, juist het nodige verband geeft.

Evenals bij draadlakken heeft ook bij de impregneerlakken het toepassen van kunsthars een aanmerkelijke verbetering gebracht. De zuivere olielakken met een warmtebestendigheid van 60°C worden nog slechts zelden voor impregneren toegepast. De meeste impregneerlakken zijn oliehoudende kunstharslakken, welke in droogovens bij 110°—120° C in 8 tot 10 uren goed drogen en harden. Zij zijn bestand tegen een temperatuur van 80°C en goed waterdicht.

De uitstekende kwaliteit van dit soort impregneerlakken werd bewezen op de Technische Messe te Hannover, waar men een motor in een bak water zette, zodat het anker gedeeltelijk door het water draaide. Zuivere kunstharslakken als impregneerlak hebben het voordeel, dat de draadwikkelingen na het bakken in de oven, een zo groot mogelijke vastheid krijgen, waardoor zij vrij grote mechanische krachten kunnen weerstaan.

De oliearme kunstharslakken worden steeds meer toegepast voor motoren met snellopende ankers, mede omdat zij een behoorlijke weerstand

bieden aan de middelpuntvliedende kracht.

Toepassing bij kleine werktuigmachines is dan ook zeer aantrekkelijk. De ankers zijn na het impregneren en drogen echter zó tot een steenharde massa samengebakken, dat bij herstelling de gehele wikkeling vernieuwd moet worden, hetgeen nu niet direct economisch te noemen is. Deze lakken zijn dan ook het meest geschikt voor gebruik bij massafabricage van kleine motoren.

Voor het iso'eren van leidingen van sterk belaste elektrische machines wordt tegenwoordig ook veel een omspinning van *glas-zijde* toegepast, hetwelk nog beter bestand is tegen hogere temperaturen. Daar glas-zijde echter niet zonder meer geschikt is voor het wikkelen, moet de omspinning in een laksoort gedrenkt worden.

In Amerika gebruikt men, de tijdens de 2e wereldoorlog ontwikkelde *silicone-lakken*. De verdere ontwikkeling kan voeren tot laksoorten, die een verwarming van de wikkelingen boven de 100°C toelaten. De toe te laten temperaturen zullen in ieder geval zó hoog komen te liggen, dat

men niet meer, zoals tot nu toe, met de hand kan voelen of een motor te warm is. Men zal dan een meting moeten verrichten om dit te kunnen constateren.

De ontwikkeling van de silicone-lak, waarover wij reeds eerder in het Studieblad schreven, wordt in Europa nog sterk geremd door de moeilijke fabricage en de hoge kostprijs. (Deutsches Electro Handwerk).

1) **Bitumen** is de algemene naam van, voor het grootste deel uit koolstof en waterstof bestaande, brandbare stoffen. De bitumen zijn meestal aanwezig in de aardbodem in de nabijheid van steenkool- en bruinkoollagen. Zij zijn van organische oorsprong en komen voor in de vorm van gasen (aardgas), dunvloeibaar en olie-acht'g als aardolie (petroleum), ook wel dikvloeibaar zoals aard- en bergteer en zijn ook dikwijls taai of als vaste stof, maar niet hard, zoals aard-was, aard-pek, aard-hars en asphalt. De vormen gaan als het ware in elkaar over, zodat men de grenzen niet nauwkeurig kan bepalen. De bitumen hebben een meer of minder donkere kleur (bruin tot zwart) en kenmerken zich door een eigenaardige teerachtige reuk.

2) **Copal** is een op barnsteen gelijkend hars, dat verkregen wordt van diverse boomsoorten.

Electrotechniek voor beginners.

Helaas moesten wij, in verband met het opnemen van de Klapper 1951, de electrotechniek voor beginners deze maal laten overstaan.

Wel maken wij nog even melding van een schrijven van een onzer collega's, die ons er attent op maakte, dat een zilverbad géén oplossing van zilver en zwavelzuur is, zoals in het vorige nummer geschreven werd.

Zilverbaden zijn nl cyanide baden, waarvan het metaalzout $\text{MeAg}(\text{CN})$ wordt opgelost in water, ook wel met bijvoeging van cyaankali, wanneer het metaalzout zilbercyanide is (AgCN). In nikkelbaden komt zwavelzuur voor.

Slot Electrotechniek.

De grootte van de weerstandsterm bepaalt in hoeverre dit karakter nog tot uiting komt.

Is R groot ten opzichte van de karakterterm, dan gedraagt het geheel zich practisch als weerstand. De weerstand is dus in staat het karakter min of meer te verdoezelen.

(wordt vervolgd).

* * *

A

Abonné's in eindcentrales S en H op informatietoon schakelen . . .	329
Aanvraaglijnen. Bediening -	83, 147
Afstellen draaibank	95
Afwikkeling van het telefoon-, telegraaf- en telexverkeer	204, 238, 308, 368, 406
ATE-Centrales	259, 291
Auto historie	111

B

Bediening aanvraaglijnen	83, 147
Boekbespreking. Televisie -	180, 287, 334
Buislampen en beryllium. Fluorescentie -	187
Buitendienst	115
Bij de jaarwisseling	387

C

Cascade-schakeling	280
Centrales, ATE -	259, 291
Contactmateriaal	242, 246

D

De gewijzigde laadmethode in de machinekamer te Nijmegen . . .	88
De kinderschoenen uitgetrokken	75
De ontwikkeling van het interlocale telefoonnet in Nederland .	106, 131
De plaats van het invoerbuisje	269
De projectie-richting	278
De organisatie van de hoofdafdeling TTR	19, 35, 276
Draaibank, Afstellen -	95
De telegraaf geautomatiseerd	14

E

Een bijzondere storing	55
Een terugblik	104
Electrotechniek	29, 218, 250, 284, 344, 381, 403
Electrische eenheden. Symbolen voor -	255
Electrische machines. Theorie, bouw en eigenschappen van - . . .	398
Electrotechniek voor beginners	317, 347, 383

Electronisch Jaarboekje 1952	361
Examen voor monteur I. Het -	64
Examen 18, 30, 41, 54, 141, 153, 176, 186, 213, 217, 224, 249, 279, 288, 343, 367, 392, 397.	

F

Fluorescentie-buislampen en beryllium	187
---	-----

G

Glazen oliespuitjes	192
Grafische voorstellingen	350

H

Het examen voor monteur I	64
Het meten en plaatsbepalen van storingen in het kabelnet	172
Het ontstaan van het Studieblad	72
Hoofdafdeling TTR. De organisatie van de -	19, 35, 276
Het praktische maatstelsel	6, 42, 181
Hoe soldeert men de laspijpen L 1-4, L 1-6 en L 7-15 ?	21
Het tijdsein of de sprekende klok	149, 163
Indrukken vóór en tijdens het onderzoek A 4	299

I

Iets over isolatielakken	409
Instrumenten. Meet -	22, 38, 214, 234, 281
Invoerbuisje. De plaats van het -	269

J

Jaarboekje 1952. Electronisch -	361
---	-----

L

Laadmethode in de machinekamer te Nijmegen. De gewijzigde -	88
Luidsprekers	91
Laspijpen L 1-4, L 1-6, L 1-15 ? Hoe soldeert men de -	21

M

Maatstelsel. Het praktische -	6, 42, 181
Meetinstrumenten	22, 38, 214, 234, 281
Metingen	154
Microfoon tot luidspreker Van -	335
Motorrijtuigen	3
Mu-metaal	372

N

Nederlands	27, 62, 121
Nieuwe uitgaven	320
Norm- en Vm-bladen	349

O

Oliespuitjes. Glazen -	192
Onderzoek A 4. Indrukken vóór en tijdens het -	299
Ontwikkeling van het interlocale telefoonnet in Nederland. De-	106, 131
Ontstaan van het Studieblad. Het -	72
Opbouwend tekenen	227
Organisatie van de hoofdafdeling TTR. De -	19, 35, 276
Overzichtstekeningen van telefooncentrales (Siemens systeem)	195

P

Practische maatstelsel. Het -	6, 42, 181
Projectie	9, 48, 133, 179, 378, 393
Projectie-richting. De -	278

R

Richting. De projectie -	278
------------------------------------	-----

S

Serietoestellen. Examenvragen -	18, 30
Silicone	57
Spreekende klok. Het tijdsein of de -	149, 163
Storingen in het kabelnet. Het meten en plaatsbepalen van -	172
Studieblad. Het ontstaan van het -	72
Symbolen voor elektrische eenheden	255

T

Tandwielen	142, 177, 209, 243, 303, 339, 362
Teka 427	247
Telefoon-, telegraaf en telexverkeer. Afwikkeling van het -	204, 238, 308, 368, 406
Tekenen. Opbouwend -	227
Telefoonnet in Nederland. De ontwikkeling van het interlocale -	106, 131
Ten geleide	67
Telegraaf geautomatiseerd. De -	14
Telegraaf. Vervorming op verreschrijfverbindingen -	323, 355, 388
Telegraafvragen	312, 327, 360
Televisie. Boekbespreking -	287
Televisie. Wat zal televisie ons brengen? -	100

Terugblik. Een -	104
Theorie, bouw en eigenschappen van elektrische machines	398
TTR. De organisatie van de hoofdafdeling -	19, 35, 276
Tussen microfoon en luidspreker	51, 365

U

Uitgaven. Nieuwe -	320
------------------------------	-----

V

Van microfoon tot luidspreker	335
Verkeersberekening	271, 300, 331
Vervorming op verreschrijfverbindingen. Telegraaf -	323, 355, 388
Versterkers	59, 119
Vm bladen. Norm- en -	349
Voor de vakexamens	159, 189, 221, 253, 285, 315
Vooruitgang	78
Vraag en antwoord	266

W

Waarheen telefoneert men vanuit Uw sector?	374
Wat zal televisie ons brengen?	100
Woorden van dank	125

* * *