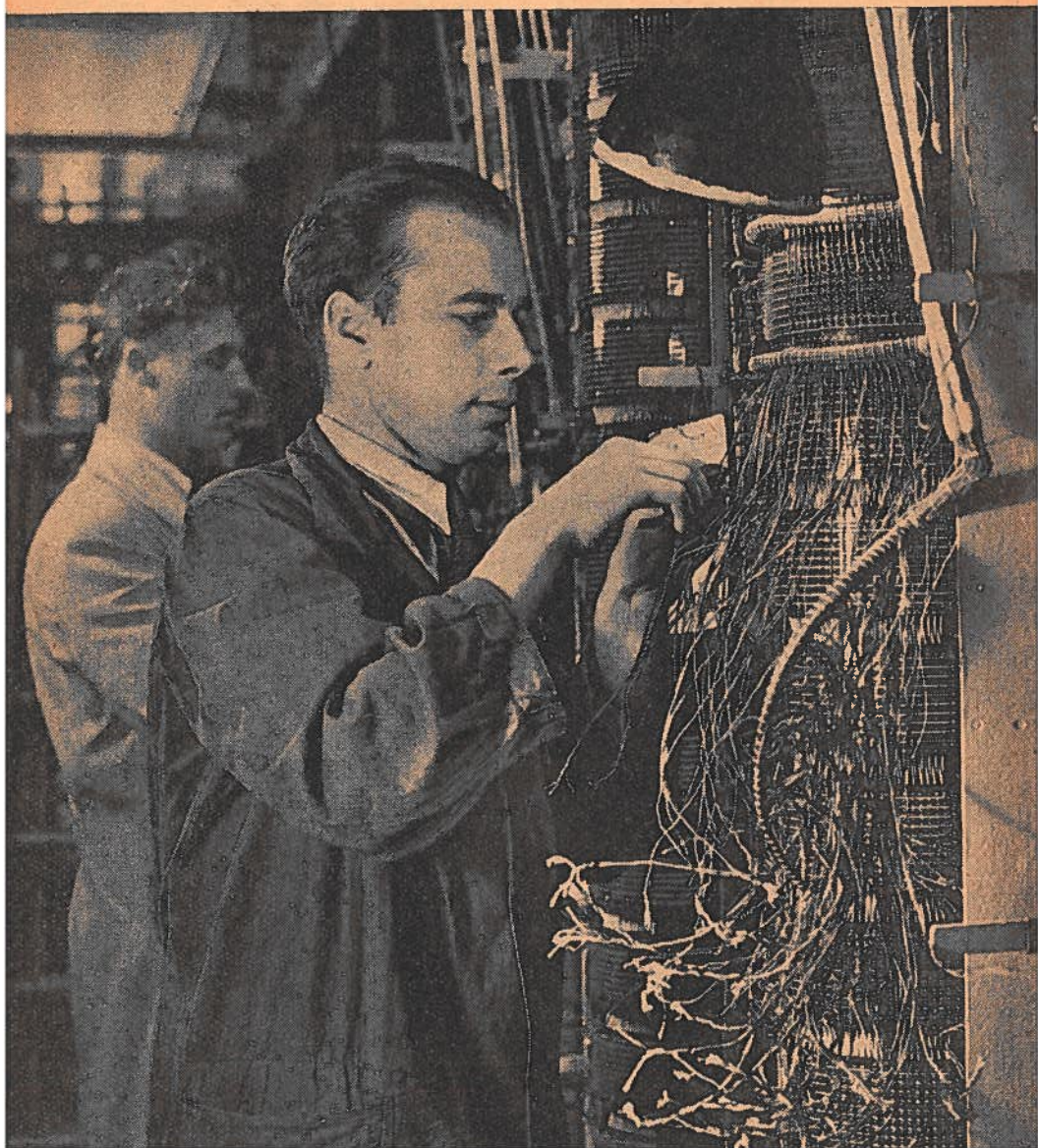


# TTT studieblad

door en voor technisch personeel



# Het Gyrokompas

50-045

Hoewel bovengenoemd apparaat bij onze dienst wel niet gebruikt zal worden of het zou op het kabelschip „De Poolster” moeten zijn, willen we toch aan de vragen van enkele abonné's voldoen en een beschrijving van het gyrokompas trachten te geven.

Schepen en vliegtuigen gebruiken een kompas om de richting van het Noorden te kunnen bepalen. Het magnetisch kompas berust op de draaiing van een magneetnaald onder invloed van het aardmagnetisme. Bij schepen moet men rekening houden met het meer of minder magnetisch zijn van de stalen romp, waarbij nog komt dat de magnetische Noordpool van de aarde niet precies met de geografische Noordpool samenvalt, waardoor men correcties moet aanbrengen afhankelijk van de plaats op zee.

Vele lezers zullen wel eens een draaiend fietswiel in de handen gehouden hebben, door de as aan de beide uiteinden vast te pakken en het geheel voor zich uit te houden. Draaide het wiel verticaal, dan voelde men niet veel van de bijzondere werking ervan, omdat men hieraan gemakkelijk tegenstand kon bieden. Liet men evenwel de as van zijn horizontale stand wentelen naar de verticale, zodat het wiel in het horizontale vlak ging draaien, dan was het niet zo eenvoudig om de as vast te houden, men kreeg neiging om in de rondte te gaan draaien. Het laten

wentelen van de as ging ook niet zo gemakkelijk als toen het wiel stilstond; het was alsof het wiel zich verzette en probeerde zijn oorspronkelijke stand te behouden. Deze eigenschap heeft men benut voor het vervaardigen van een kompas, dat het ware Noorden aanwijst, op welke plaats op aarde men zich ook bevindt.

## A. Beschrijving van een gyroscoop.

De gyroscoop bestaat in principe uit een goed uitgebalanceerd wiel, met een betrekkelijk groot traagheidsmoment (fig 1), d.w.z., dat het nogal zwaar is, dus bijv van massief staal, zodat het moeite, dus energie kost om het een bepaalde snelheid te geven, terwijl het eveneens arbeid kost om het daarna weer tot stilstand te brengen.

Dit wiel is aan een statief bevestigd, en wel zó, dat het om drie assen kan draaien, nl z'n eigen rotatie-as A, de verticale as B en de horizontale as C. Uit de figuur is gemakkelijk te zien, dat door middel van de assen B en C alle mogelijke standen aan het wiel te geven zijn.

Eveneens valt gemakkelijk in te zien, dat het zgn zwaartepunt van het wiel (dus in dit geval het middelpunt) t.o.v. het statief bij willekeurige beweging om de drie assen altijd op dezelfde plaats blijft.

Twee unieke eigenschappen van het gyroscoopische wiel doen dit aan het

---

**BIJ DE VOORPAGINA:**

*Het bedraden van motorkiezer-contactenbanken*

gestelde doel beantwoorden; deze eigenschappen zijn:

- a. de gyroskopische traagheid,
- b. de zgn „precession”, waarvoor we geen goede Nederlandse vertaling hebben kunnen vinden.

\* \* \*

### B. Beschrijving van de gyroskopische traagheid.

Stel dat in fig 1 het wiel met grote snelheid draait in de richting van de pijl. Zou het wiel  $180^\circ$  of wel een halve slag gedraaid worden om de as B, dan zou het wiel t.o.v. het statief met dezelfde snelheid juist de andere kant uitdraaien. Hierboven is al opgemerkt, dat het als gevolg van het „traagheidsmoment” van het wiel, arbeid kost om dit tot stilstand te brengen en weer evenveel arbeid om het daarna de oude snelheid in tegengestelde richting terug te geven. In feite hebben we dit gedaan, door

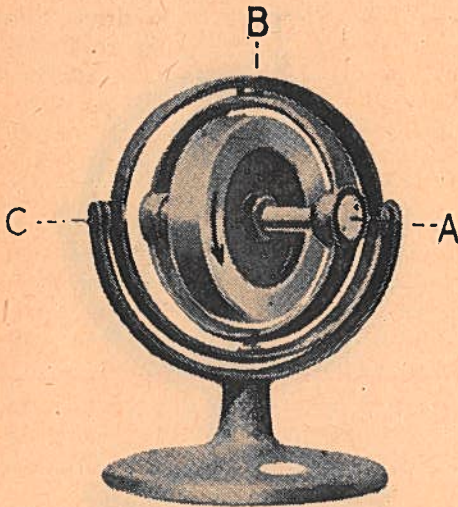


Fig 1. assenstelsel, dat de gyro de nodige vrijheid geeft.

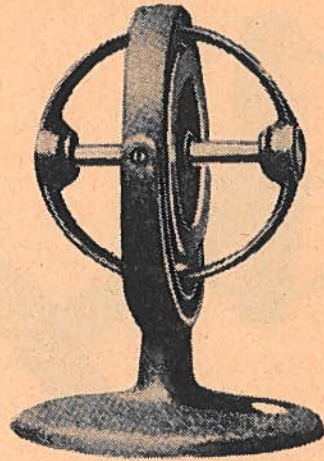


Fig 2. gyroskopisch wiel, draaiend met de rotatie-as horizontaal.

het wiel om de B-as een halve slag te draaien. Dus moeten we tevens die genoemde arbeid verrichten op het wiel, of, wat hetzelfde is, op de A-as. Wat voor de B-as geldt, gaat natuurlijk in gelijke mate op voor de C-as. Door z'n snelheid weerstaat het wiel dus iedere verandering van de stand van de A-as.

Verandert men de stand van het statief (zie fign 2 en 3), dan zal, als er geen wrijving optreedt in de scharnieren van de assen A, B en C, en er dus op het wiel geen kracht werkt, welke de stand van de A-as wil verplaatsen, de richting van de A-as gelijk blijven. Evenwijdig verplaatsen van de A-as speelt natuurlijk geen rol.

### C. Beschrijving van de „Precession”.

„Precession” is de eigenschap van een gyroscoop, die aanduidt, welke beweging de A-as aanneemt, als er een kracht naar beneden wordt uit-

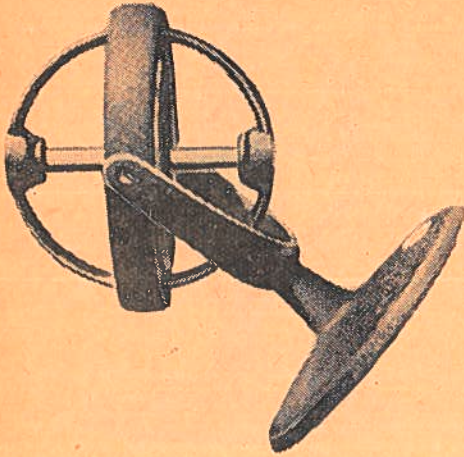


Fig 3, traagheid van het Gyroscopisch wiel

geoeffend. Stel, dat op het rechter uiteinde van de A-as in fig 1 een verticale kracht naar beneden wordt uitgeoefend, dan zou men veronderstellen, dat het roterende wiel weerstand zou bieden, maar dat het rechter uiteinde van de as toch naar beneden zou bewegen. Dit is echter niet het geval; de A-as blijkt zich nl horizontaal te bewegen, waarbij het geheel draait om de aspunten B. Een kracht op de rotatie-as geeft dus een beweging aan die as in een richting, loodrecht op die van de aangelegde kracht.

Oefenen we dus in fig 4 de verticale kracht T uit, dan zou men op het eerste gezicht een beweging om de horizontale as verwachten. Dit gebeurt echter niet; roteert het wiel nl in de aangegeven richting, dan beweegt de rotatie-as zich om de verticale as in de richting P.

Op dezelfde wijze beweegt het wiel zich in fig 5 rond de horizontale as in de richting P als we de kracht uitoefenen rondom de verticale as.

Deze beweging om een as loodrecht op de as van de aangelegde kracht, wordt nu „precession” genoemd.

D. Invloed, uitgeoefend door draaiing van de aarde.

Nu richten we ons weer op het effect van de gyroscopische traagheid. Stellen we de gyroscoop opgesteld op het aardoppervlak aan de aequator of evenaar, met de rotatie-as in de richting Oost-West, zoals in fig 6 getekend. Als de gyroscoop zich vrij van wrijving om alle assen kan bewegen, zal hij zijn vlak van rotatie behouden, hoewel de horizon van de aarde, wat richting betreft, zal draaien. Dus omdat de gyroscoop zijn richting behoudt, zal het lijken, of hij zal draaien, omdat wij ons op die aardse horizon bevinden; de gyroscoop draait dan, vergeleken met de horizon, één hele slag per etmaal.

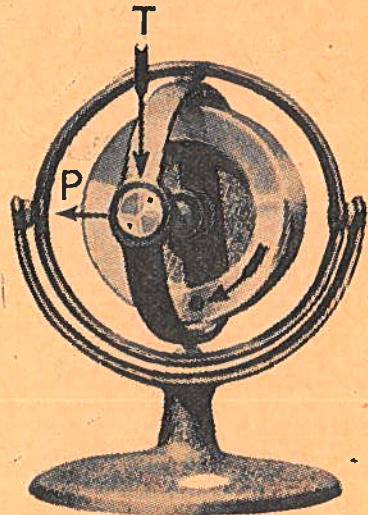


Fig 4, precession om de verticale as

Staat de gyroscoop op de Noord- of Zuidpool, dan zou hij niet draaien om de horizontale, maar om de verticale as en wel één hele slag per etmaal.

Op elk punt op aarde tussen één van de polen en de evenaar, zal de gyroscoop lijken te draaien, gedeeltelijk om de verticale en gedeeltelijk om de horizontale as. Dit kunnen we met weinig moeite zien uit fig 7.

Op elk punt van het aardoppervlak zal, als de gyroscoop wordt geplaatst met z'n rotatie-as *evenwijdig aan de aard-as*, en als er geen wrijving optreedt in de assen B en C, deze as, gehoorzamen aan zijn traagheids-eigenschap, zichzelf evenwijdig aan de aard-as houden, dus in het vlak van een meridiaan. Het kan dus als een kompas dienen.

Wrijving kan echter nooit geheel verwaarloosd worden, en om deze reden moet de gyroscoop zó geconstrueerd worden, dat z'n rotatie-as, als deze door wrijvingen of schok-

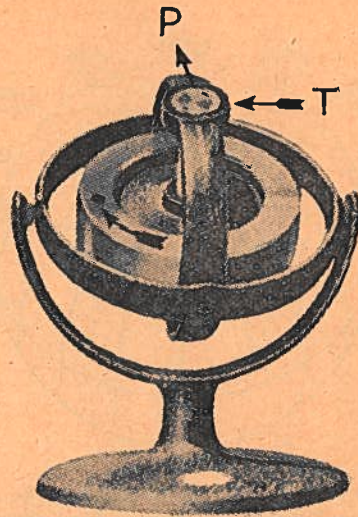


Fig 5, precession om de horizontale as.

ken uit de goede richting zou worden gebracht, direct weer de N—Z richting gaat aannemen.

E. Hoe maken we nu, dat de gyroscoop de meridiaan-richting zoekt?

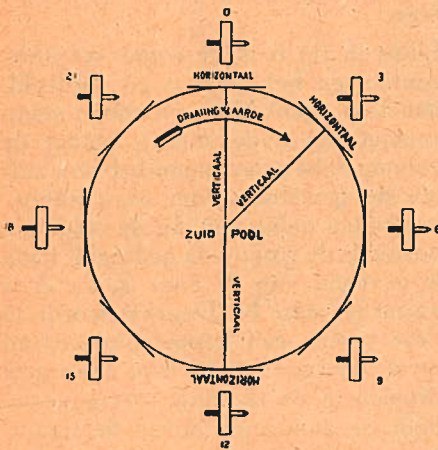


Fig 6, een gyroskopisch wiel met zijn rotatie-as in de richting Oost-West, schijnt aan de evenaar in 24 uur één omwenteling om zijn horizontale as te maken.

In C zagen we, dat een aangelegde kracht of koppel de gyroscoop laat bewegen, loodrecht op het aangelegde koppel. In D zagen we, dat, met uitzondering van de polen, in elk punt van het aardoppervlak, de rotatie-as — welke draait t.o.v. de meridiaan — naarmate de aarde draait, ook draait t.o.v. het aardoppervlak.

Hieruit volgt, dat, als de gyroscoop draait en een gewicht in de vorm van een slinger (welke door middel van de zwaartekracht naar het middelpunt van de aarde, dus loodrecht naar beneden wijst) aan de rotatie-as wordt bevestigd, een koppel zou worden aangelegd, wat het wiel dwingt tot „precession”. Maar be-

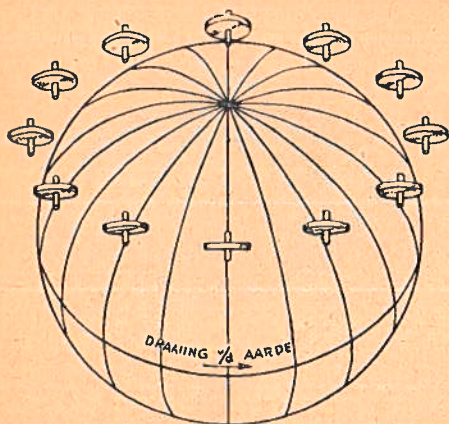


Fig 7, een gyroskopisch wiel met zijn rotatie-as horizontaal in de richting Noord-Zuid en zich bevindend op een willekeurige plaats buiten de evenaar, beweegt zowel om de horizontale- als om de verticale as, omdat het zijn rotatie-richting behoudt.

weegt de rotatie-as zich hierdoor weer langs de meridiaan? Ja, want:

- 1e. het koppel wordt slechts aangelegd, wanneer de gyroscoop gedraaid is, daar als de rotatie-as horizontaal is, het gewicht van de slinger geen invloed zal uitoefenen.
- 2e. de gyroscoop zou alleen draaien, als de rotatie-as van het wiel afwijkt naar Oost of West t.o.v. de meridiaan (zie D).
- 3e. het koppel wordt aangelegd rond de horizontale as (dus in fig 1 de C-as), omdat dit de as is, waarom draaiing plaats zou hebben.
- 4e. „precession” zal plaats hebben in een richting, loodrecht op de as van het koppel, dus loodrecht

op de richting van het koppel (de kracht), d.i. de verticale as, zodat het duidelijk is, dat zulk een slinger de gyroscoop dwingt zich met z'n rotatie-as naar de meridiaanrichting te bewegen.

Zo'n gewicht echter zou de gyroscoop dwingen, zelf óók een slinger te zijn. Zo'n gyroscoop zou, als hij onderworpen is aan trillingen en slingeringen van een schip e.d. versnellingseffecten maken, welke hem natuurlijk onbruikbaar maken voor toepassing aan boord van schepen, zodat een mechanisme moet worden aangebracht om deze effecten te corrigeren.

De „Sperry Gyroscope Co” heeft hiervoor een inrichting bedacht, waardoor deze afwijkingen worden vermeden.

#### F. De kwik-balans.

Een eenvoudige vorm hiervan is weergegeven in fig 8. De balans bestaat uit twee reservoirs N en Z, gedeeltelijk met kwik gevuld en onderling verbonden door een dunne buis.

Links in fig 8 is de rotatie-as horizontaal en het kwik is zó verdeeld, dat de oppervlakken evenhoog staan (communicerende vaten); omdat de vaten gelijke afmetingen hebben, zullen de gewichten van de kwikhoeveelheden gelijk zijn. In de volgende positie is de rotatie-as gedraaid, kwik is gevloeid van N naar Z en Z is zwaarder dan N. Daarom wordt in deze positie een koppel uitgeoefend op de gyroscoop, die hem dwingt te draaien in de richting, weergegeven door de dunne pijl boven de figuur.

Bij kleine afwijkings-snelheden, zoals voortvloeiende uit de rotatie van de aarde, is de werking van de kwik-balans gelijkwaardig aan die van

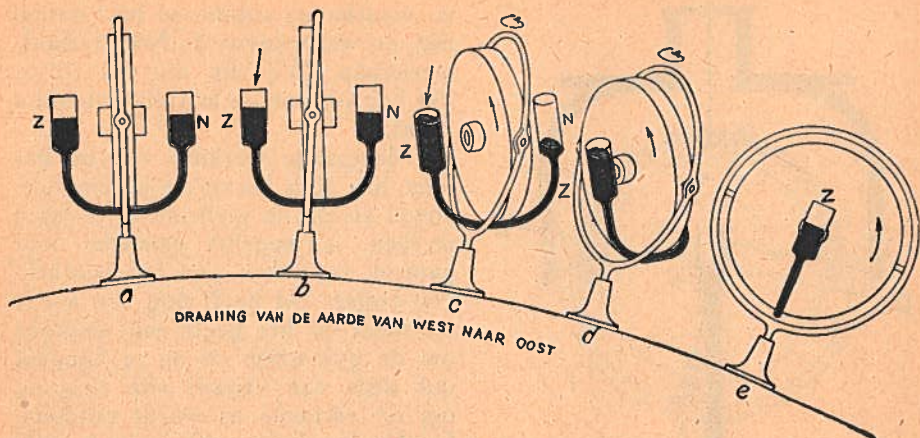


Fig 8; principiële werking van een U-vormige kwikbalans.

een gewone slinger, hoewel tegen-  
gesteld in richting. Bij snelle bewe-  
gingen echter zal de traagheid van  
de lange vloeistofkolom in de kwik-  
balans hem beletten te reageren zo-  
als een gewone slinger zou doen en  
daarom is hier de gyroscop vrij  
van ongewenste effecten, voortge-  
bracht door het slingeren van een  
schip.

#### G. De gyroscop, gecorrigeerd door de kwikbalans.

We veronderstellen, dat de gyro-  
scop in fig 8 wrijvingsloos is en dat  
de gyroscop geplaatst is met z'n  
rotatie-as horizontaal en wijzende  
naar het Noorden, met een Ooste-  
lijke afwijking.

De draaiing van de aarde zal direct  
een schijnbare afwijking opwekken  
van de noordkant van de rotatie-as  
in vergelijking met het horizontale  
vlak en het kwik zal naar het zuide-  
lijke reservoir stromen. Dan is de  
gyroscop uit z'n evenwicht en het  
kwik geeft een koppel om de hori-  
zontale as van de gyroscop. Deze  
kracht zal de gyroscop dwingen de  
meridiaanrichting te kiezen; ze zal

groter worden, totdat de rotatie-as  
de meridiaanrichting weer heeft be-  
reikt. Daarna wordt de kracht klei-  
ner, naarmate de afwijking Weste-  
lijker wordt. Zodoende krijgen we  
een slingerende beweging om de  
goede richting. Om deze slingering  
onmogelijk te maken, moet de be-  
weging dus gedempt worden.

#### H. De gyroscop, gecontroleerd d.m.v. de kwikbalans (gedempt).

Stel nu, dat we de kwikbalans op-  
hangen aan een uitwendig frame,  
zoals in fig 9 staat aangegeven, en  
dat we zorgen dat dit frame iedere  
beweging volgt van de gyroscop  
om de verticale as, door middel van  
een systeem, dat nog zal worden be-  
schreven.

Als we de kwikbalans verbinden met  
het omhulsel van de gyroscop door  
middel van een excentrische spil zo-  
als in B (fig 9), dan zal de balans  
op de gyroscop inwerken, zowel  
rond de verticale als om de horizon-  
tale as.

De werking van de balans om de  
horizontale as zal de gyroscop

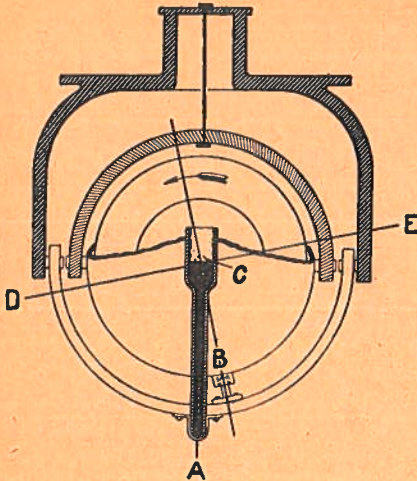


Fig 9, de kwikbalans.

dwingen zich naar de meridiaan te richten.

De werking van de balans om de verticale as zal de gyroscop dwingen zich terug te bewegen naar de horizontale.

Het onderdrukken van de slingering, veroorzaakt door de werking van de balans om de verticale as, heet *demping*.

Door fig 9 goed te bekijken wat betreft de werking van de balans, zal het duidelijk worden, dat de enige rust-positie van de gyroscop die

is, waarbij de rotatie-as horizontaal ligt, en wel volgens de Noord-Zuid-meridiaan. We zijn dus nu zover, dat het kompas de meridiaanrichting zoekt.

De dempende werking van de balans, dus door het op de horizontale, zowel als op de verticale as te laten werken, is mogelijk gemaakt door gebruik te maken van het beschreven frame. Dit heeft nog een ander voordeel, nl het geeft een methode om de gyroscop zó op te hangen, dat deze van vrijwel alle wrijving om de verticale as wordt ontdaan. Omdat het frame automatisch zelfs de flauwste beweging van de gyroscop waarneemt, zal de ophangdraad, welke de gyroscop en z'n verticale ring ondersteunt, nooit verdraaien en de gyroscop zal reageren op de meest geringe leidende kracht.

Bovendien staat deze methode van ophanging het gebruik toe van een zware gyroscop, welke een groot traagheidsmoment heeft, een factor van groot belang om een nauwkeurig en standvastig kompas te verkrijgen. In fig 8 geeft positie „C” de gyroscop in rusttoestand weer, Noord-Zuid wijzend en met horizontaal staande rotatie-as.

## Kleine Seleniumventielen

door J. J. A. Ploos van Amstel

50-038

*Bespreking van drie soorten seleniumventielen.*

De vraag uit verschillende gebieden der praktijk naar sperlaagventielen met uiteenlopende eigenschappen heeft geleid tot de fabricage van een drietal soorten, die wij in dit artikel met I, II en III zullen aanduiden en bij ieder waarvan de afme-

tingen nog zodanig kunnen worden gekozen, dat zij voor een bepaald doel het gunstigst zijn. In de volgorde I-II-III neemt — per eenheid van werkzaam oppervlak beschouwd — de capaciteit af, de weerstand in de doorlaatrichting toe. Voor de bespreking is de volgorde II-III-I gekozen.



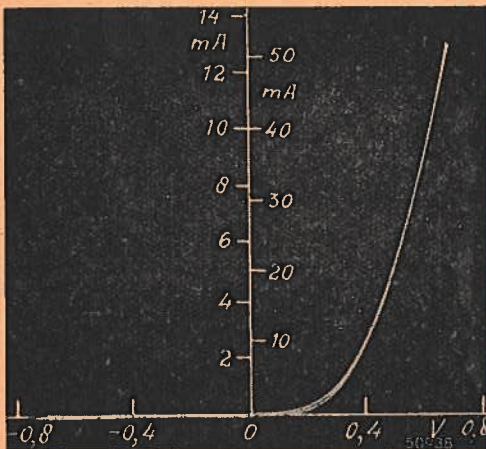


Fig 5a

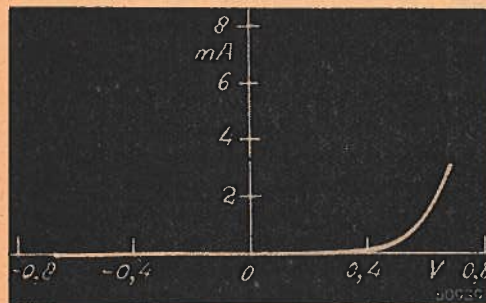


Fig 5b

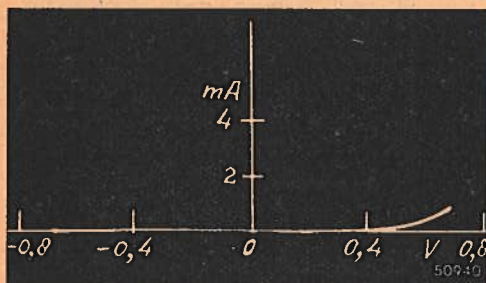


Fig 5c

Fig 5. Dynamische karakteristieken voor de doorlaatrichting, bepaald volgens de schakeling van fig 2a en, evenals de in fig 6 en 7 afgebeelde karakteristieken, opgenomen met een oscillograaf type GM 3156, Amplitude van  $V_1$ : 0,68 V.

- Cell van de soort I, diameter kathodelaag 1,5 mm,
- Cell van de soort II, diameter kathodelaag 3 mm,
- Cell van de soort III, diameter kathodelaag 3 mm.

De linkse stroomschaal bij (a) geeft de gemeten stromen aan, de rechtse schaal, die zou gelden voor een diameter van 3 mm, is toegevoegd om vergelijking met de vier maal zo grote cellen van (b) en (c) te vergemakkelijken. Links van de i-as ziet men een gedeelte van de sperkarakteristiek, dat nagenoeg met de negatieve abscis-as samenvalt.

bismuth wordt aangebracht. Het cadmium in deze legering zal, zoals reeds werd vermeld, met selenium een isolerende verbinding vormen, die mede tot de sperlaag kan worden gerekend. Zulke een verbinding werkt gunstig wegens de verhoging van de weerstand in de sperrichting en de verlaging van de capaciteit welke er het gevolg van zijn; hier staat echter een hogere doorlaatweerstand tegenover.

De reden waarom cadmium in combinatie met tin en bismuth wordt gebruikt, is, dat met deze drie metalen een legering met een laag smeltpunt kan worden samengesteld, die goed te spuiten is en die in vloeibare vorm kan worden bewaard zonder al te veel te oxyderen. Tevens kan men de legering als soldeer voor een der aansluitdraden gebruiken.

Dynamische doorlaatkarakteristieken van een ventiel van soort II vindt men in fig 5b en 6b

### Soort II.

Het oudst is de soort II, waarbij onmiddellijk op de genetische sperlaag een legering van tin, cadmium en

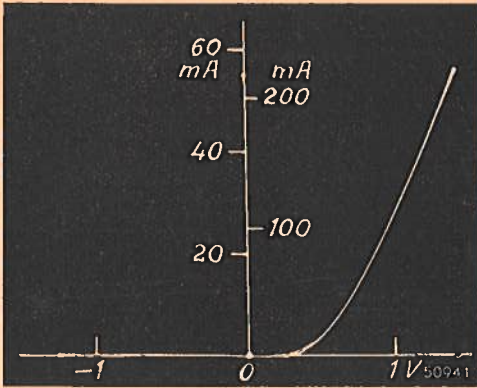


Fig 6a

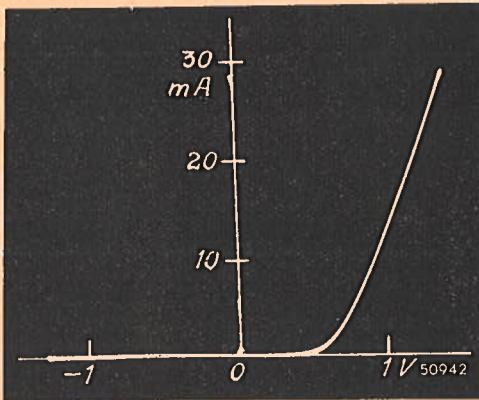


Fig 6b

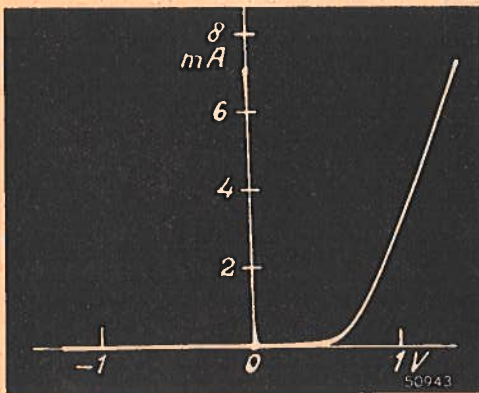


Fig 6c

voor resp 0,68 V en 1,34 V amplitude van de spanning  $V_1$  (vgl fig 2a). De dynamische sperkarakteristiek is weergegeven in fig 7b. In fig 8 vindt men in kromme II het verloop van de capaciteit als functie van de aangelegde gelijkspanning  $E$ . Op deze figuren komen wij terug bij de bespreking van de soorten III en I.

### Soort III.

Bij ventielen van soort III wordt vóór het aanbrengen van de Sn-Cd-Bi-legering de genetische sperlaag versterkt met een kunstmatige sperlaag. Het voornaamste gevolg hiervan is een verbetering van de spereigenschappen zoals blijkt bij vergelijking van fig 7c met fig 7b, die beide aan ventielen met 7 mm<sup>2</sup> werkzaam oppervlak zijn opgenomen. Men ziet, dat men bij het ventiel van soort III tot veel hogere spanning kan gaan voordat de lekstroom snel gaat toenemen (wat als een aankondiging van doorslag kan worden beschouwd). Dit is vooral van belang voor het gelijkrichten van hoge spanningen, waarbij men, ventielen van soort III gebruikende, met een kleiner aantal in serie kan volstaan.

Zoals te verwachten was, moet men bij de betere spereigenschappen genoeg nemen met een minder goede doorlaatkarakteristiek: weliswaar is de „drempelspanning” (waarbij de stroom merkbaar wordt) bij soort III slechts weinig hoger dan bij soort II (vgl fig 5c met 5b, opgenomen aan even grote ventielen en

Fig 6. Hetzelfde als fig 5, echter met een spanningsamplitude van 1,34 V.

Fig 7. Dynamische karakteristieken voor de sperrichting, opgenomen aan de drie ventielen I, II en III in de schakeling volgens fig 2b. De ventielen waren bij deze meting, wat de spanning betreft, zwaar overbelast. Daarbij blijft de sperkarakteristiek vaak een eigenaardige lusvorm te vertonen, zoals vooral bij II het geval is; de lus wordt in de pijlrichting doorlopen. De in normaal bedrijf maximaal toelaatbare sperspanning is door een verticaal streepje aangeduid. Rechts van de ordinaatas is een gedeelte van de doorlaatkarakteristiek te zien.

op dezelfde schaal weergegeven), maar de helling van het verdere deel van de karakteristiek is zeer verschillend (vgl fig 6c met fig 6b, waarbij de stroomschalen niet gelijk zijn).

Eveneens zal men bij ventielen van soort III een kleinere capaciteit verwachten dan bij die van soort II. Dit wordt door de metingen bevestigd (zie fig 8, kromme III in vergelijking met II).

Ventielen van soort III zijn in een reeks afmetingen genormaliseerd, lopende van  $7 \text{ mm}^2$  tot  $14.000 \text{ mm}^2$  werkzaam oppervlak <sup>3)</sup>.

#### Soort I.

Als laatste komt nu de soort I nog ter sprake, welke in bouw en eigenschappen aanzienlijk van II en III verschilt. Het doel bij de ontwikkeling van deze soort was dan ook

<sup>3)</sup> De seleniumventielen besproken in het artikel dat in noot <sup>2)</sup> werd aangehaald, zijn van de soort III.

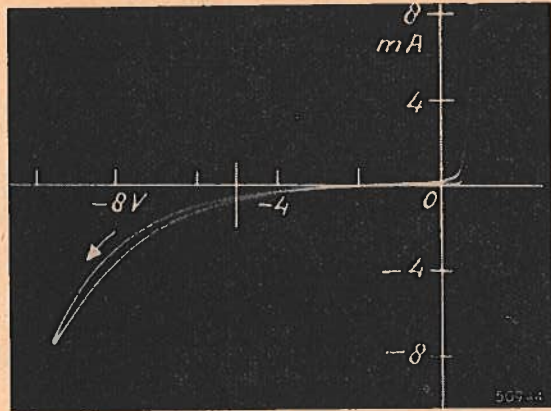


Fig 7a

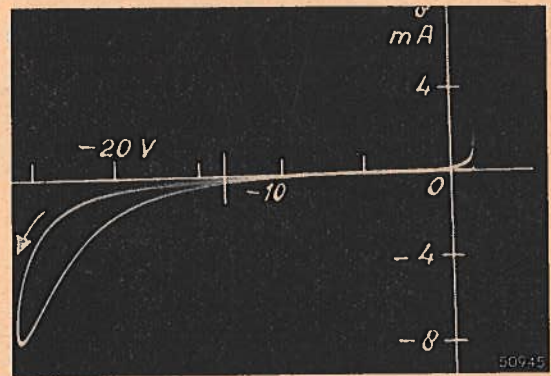


Fig 7b

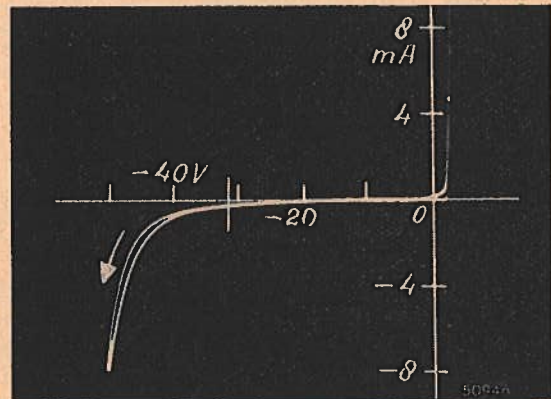


Fig 7c

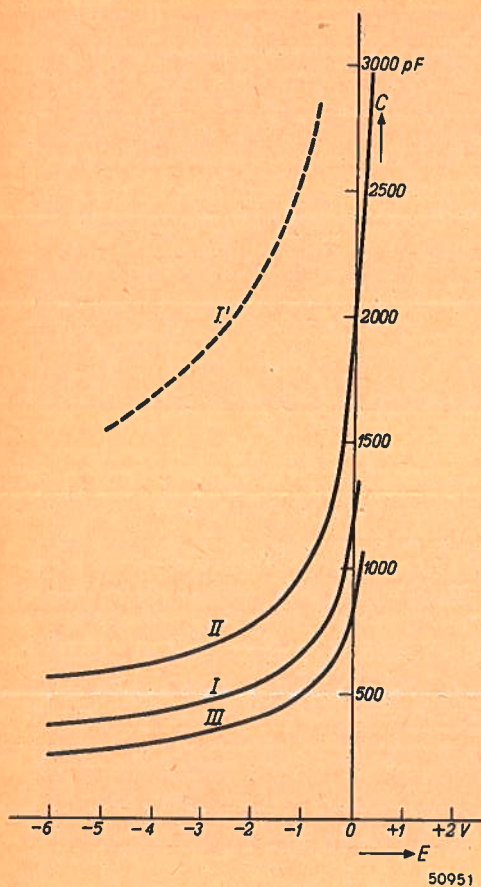


Fig 8. Volgens de schakeling van fig 3 gemeten capaciteit  $C$  als functie van de aangelegde gelijkspanning  $E$ , voor de ventielen I, II en III. De kromme  $I'$  is verkregen door de ordinaten van I met 4 te vermenigvuldigen.

anders, namelijk het verkrijgen van een zo gunstig mogelijke karakteristiek in de doorlaatrichting. Met succes is hierbij gebruik gemaakt van een als kathode fungerend metaal, dat met selenium een geleidende verbinding aangaat. Het smeltpunt van het bedoelde metaal is echter veel hoger dan dat van selenium, zodat de kathodelaag hier

niet op de wijze van de boven vermelde legering in vloeibare vorm mag worden aangebracht. Wel bleek het mogelijk door verstuiving een laagje van het metaal neer te slaan, doch nu deed zich het probleem voor, er goed elektrisch contact mee te maken. Een contactveer is op de duur niet betrouwbaar. Solderen aan het zeer dunne laagje is uitgesloten. Gebruik van soldeer over het metaal heen zou bovendien tot reacties leiden, die in dit geval ongewenst

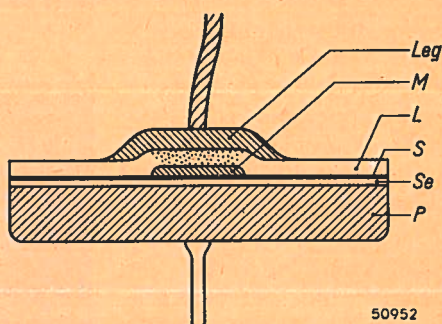


Fig 9. Doorsnede van een cel van de soort I. P = draagplaat, Se = laag selenium, S = genetische sperlaag, M = door opdamming verkregen kathode, L = lak, Leg = legering, die als soldeer voor de toevorderaad dient. De lak laat voldoende van de legering door om een goed elektrisch contact te waarborgen; de schadelijke Cd-Se-verbinding wordt slechts op een zeer klein gedeelte van het werkzame oppervlak gevormd.

zijn, daar als gevolg van deze reacties de gunstige eigenschappen in de doorlaatrichting verloren zouden gaan. Deze moeilijkheid kon op de in fig 9 geschetste wijze worden opgelost. Nadat een laagje metaal met een diameter van ca 1,5 mm door opdammen is aangebracht (waarom deze middellijn zo klein is gekozen, zal aanstonds blijken), wordt het gehele plaatje (diameter 6 mm) met

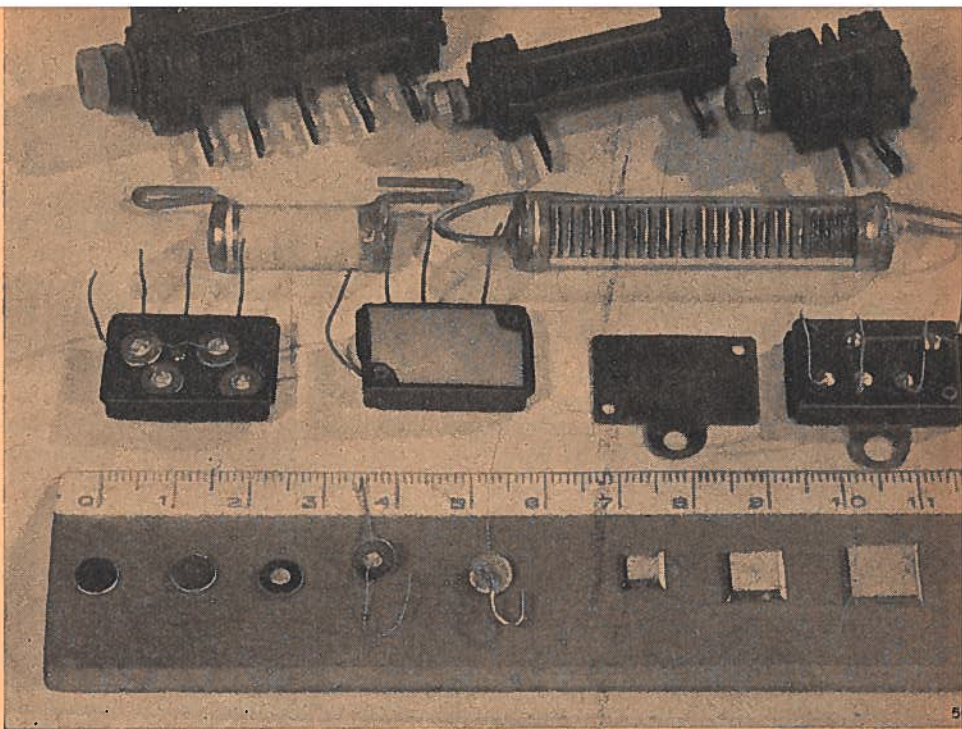


Fig 10. Enige losse en gemonteerde seleniumventielen. Van links naar rechts ziet men: (voorste rij) vijf ventielen van soort I in verschillende stadia (resp zonder kathodelaag, met kathodelaag, met lak en legering, met toevoerdraden) en drie vierkante cellen van soort III; (tweede rij) vier voor een voltmeter bestemde ventielen in Grätz-schakeling, geplaatst in een doosje van „Philite”; het doosje volgegooten met isolatiemateriaal; de dekplaat er van; de volledige gelijkrichter; (derde rij) een hermetisch gesloten keramisch huisje, dat een modulatorcel bevat; een glazen buisje met 25 in serie geschakelde ventielen (laboratorium-uitvoering, oa tijdens de oorlog veel gebruikt in clandestiene radio-ontvangers); (vierde rij) drie op verschillende wijzen geschakelde eenheden met vierkante ventielen.

een dunne laag van een geschikte laksoort bedekt. Vervolgens komt daarop in het midden een laag van de bovengenoemde Sn-Cd-Bi-legering, waarmee de toevoerdraad gesoldeerd kan worden. Door de poriën van de lak dringt voldoende legering heen om op een aantal plaatsen goed en duurzaam electrisch contact met de opgedampte laag metaal te maken. Op deze plaatsen zal wel, door de zeer dunne kathodelaag heen, enige reactie tussen selenium en soldeer tot stand komen (vor-

ming van de hier ongewenste Cd-Se-verbinding); dit geschiedt dan echter op een zo kleine fractie van het werkzame oppervlak, dat de karakteristiek van het ventiel er nauwelijks invloed van ondervindt.

De aan zulk een ventiel gemeten karakteristieken voor de doorlaatricting zijn te zien in fig 5a en 6a (de kleine stroomschaal geldt voor een cel met 1,5 mm middellijn van de kathodelaag, waarmee de metingen werden uitgevoerd, de grote stroomschaal geldt voor een vier

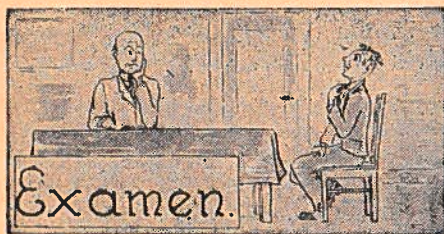
maal zo groot oppervlak en is toegevoegd om vergelijking met de figuren 5b en c en 6b en c te vergemakkelijken, die betrekking hebben op ventielen met 3 mm middellijn). Men ziet, dat de drempelspanning minder dan half zo groot is als bij de ventielen van soort II en III, en dat het verdere gedeelte van de karakteristiek veel steiler loopt.

Uit fig 7a is te zien, dat de ventielen van soort I in de sperrichting minder spanning kunnen verdragen dan de andere, doch dit is voor toepassingen, waarbij de spanning op het ventiel niet hoger dan enkele volts wordt, niet van belang. Ernstiger is, dat de capaciteit (genomen voor eenzelfde oppervlak) veel hoger is dan bij de ventielen II en III (zie kromme I' in fig 8). Dit is dan ook een van de redenen waarom de middellijn van 3 tot 1,5—1,2 mm is teruggebracht; de capaciteit wordt dan minstens vier maal zo klein

(kromme I, fig 8) <sup>4)</sup>. Dat bij een gegeven stroomsterkte de stroomdichtheid in de doorlaatrichting dan vier maal zo groot wordt, heeft ten gevolge dat het ventiel in een minder gekromd gedeelte van de karakteristiek komt te werken; voor sommige toepassingen is dit een belangrijk voordeel (het vermogen hierbij in het spel is zo gering dat de warmte-afvoer — bij grote gelijkrichters een der voornaamste factoren die de toelaatbare stroomdichtheid beperken — geheel buiten beschouwing kan blijven).

Fig 10 laat seleniumventielen zien in verschillende stadia van afwerking en op verschillende wijze gemonteerd. (wordt vervolgd)

<sup>4)</sup> De laag lak is zo dik in vergelijking met de sperlaag, dat de capaciteit tussen de overstekende rand van de legering en het selenium kan worden verwaarloosd ten opzichte van de capaciteit tussen de kathodelaag en het selenium.



1. Een kachel, die continu wordt gestookt, verbruikt per etmaal 0,15 hl anthraciet. Het rendement van deze kachel is 0,6.

We nemen in de plaats van deze kachel een elektrische straalkachel, die per etmaal 10 uur wordt gebruikt en dezelfde hoeveelheid warmte ontwikkelt.

Verder is nog gegeven: 1 hl anthraciet weegt 85 kg en kost f 5,10. Verbrandingswarmte van

1 kg anthraciet = 7500 kcal.  
Wat kost 1 kWh tegen deze kolnprijs?

2. Een elektrische kachel bestaat uit 4 parallel geschakelde verwarmingselementen, die zijn aangesloten op 125 volt.

Ieder verwarmingselement heeft een draadlengte van 3,5 m, een draaddoorsnede van 0,1 mm<sup>2</sup> en een sw van 1,02.

Gevraagd wordt:

- a. Teken de schakeling en bereken de vervangingsweerstand.
  - b. Bereken de stroom in de toevoerdraden.
  - c. Bereken het wattverbruik van deze kachel.
3. Hoe groot is bij de contactopening van maakcontacten van een relais type 70 de tolerantie?

# VERKEERSMETINGEN

door J. W. ter Beek

50-046

## Inleiding.

De voortschrijding der techniek, speciaal voor zover deze op het verkeer in het algemeen betrekking heeft, geeft deze tijd heel wat puzzles op te lossen.

Zijn de verkeersvraagstukken op het water, de weg en in de lucht ons niet vreemd, voor velen onzer is het *telefoonverkeer* minder bekend. De bijzondere plaats, die het inneemt voor de werkers in dit bedrijf, rechtvaardigt het onze speciale aandacht aan dit onderwerp te wijden.

Het telefoonverkeer stemt in veel punten overeen met het wegverkeer, het is dit op de voet gevolgd, zelfs reeds voorbijgestreefd.

Vergelijken we onze oude telefoonnetten van ongeveer 25 jaar geleden en het wegennet van die tijd met de huidige netten en de moderne primaire en secundaire wegen van nu, dan zult U vele punten van overeenstemming zien en tevens constateren, dat de telefoon de snelste vorderingen gemaakt heeft.

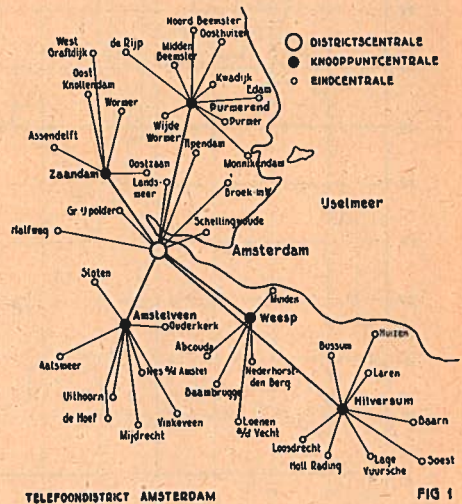
Laten we deze voorsprong handhaven!

Waren de grotere lokale netten onderling verbonden door merendeels langs de spoorwegen aangelegde luchtroutes met hun beperkte verbindingsmogelijkheden, waardoor het interlocale verkeer zeer vertraagd werd, hierin is veel verbetering gekomen door ook de interlocale routes te verkabelen, terwijl de draaggolf dit verkeer met sprongen vooruit gebracht heeft. Een onderwerp, dat buiten dit bestek valt.

## Indeling verkeer.

Ons bepalende tot het telefoonverkeer, is het gewenst om de diverse soorten van verkeer te verdelen in:

- Het locale verkeer*, omvattende het verkeer in het plaatselijke telefoonnet of voor de grotere steden of telefooncentrales met meerdere centrales de plaatselijke netten. O.a. Haarlem met Heemstede, Aerdenhout en Bloemendaal.
- Het sectorverkeer*. Dit is het verkeer tussen de centrales aangesloten op en gegroepeerd om een knooppuntcentrale. Dit zijn maximaal 10 centrales. Bij meer netten wordt een tweede knooppuntcentrale of een dubbel-knooppunt gecreëerd.
- Het districtsverkeer*. Een samenbundeling van maximaal 10 knooppuntcentrales; de knoop-



puntcentrale in het centrum, waar de districtsapparatuur is opgesteld, noemt men de districtscentrale.

d. *Het interdistrictsverkeer.* Dit is het verkeer tussen de verschillende districten onderling.

Daarnaast zijn er nog het internationale verkeer, het verkeer met de speciale diensten, radio-telefoonverkeer enz, die voor een goed begrip betreffende de verkeersmetingen, welke nu behandeld zullen worden, buiten beschouwing kunnen blijven. In figuur 1, weergevende het telefoondistrict Amsterdam, ziet U een duidelijk beeld van zo'n indeling.

*Het locale verkeer.*

Het locale verkeer neemt toe naarmate het aantal aansluitingen groter wordt, dit in tegenstelling met het interlocale verkeer in grotere netten,

waar het aantal gesprekken per abonné minder is. De kleine netten hebben dan ook een laag verkeerscijfer voor het locale, maar een hoog gemiddelde voor het interlocale verkeer.

Daarnaast heeft iedere centrale, waaronder eveneens de knooppunten de districtscentrale gerekend moet worden, door hun plaatsing een eigen cachet.

Een centrale in een handelscentrum stelt nl heel andere eisen aan het verkeer dan één in een woonwijk of in een fabriekscentrum. Juist deze eisen zijn het, die het noodzakelijk maken op regelmatige tijden waarnemingen en metingen te doen, om het aantal benodigde apparaten in zo'n centrale vast te stellen.

*Het interlocale verkeer.*

Ook hierop is het bovenstaande van toepassing. Het uitgaande zowel als

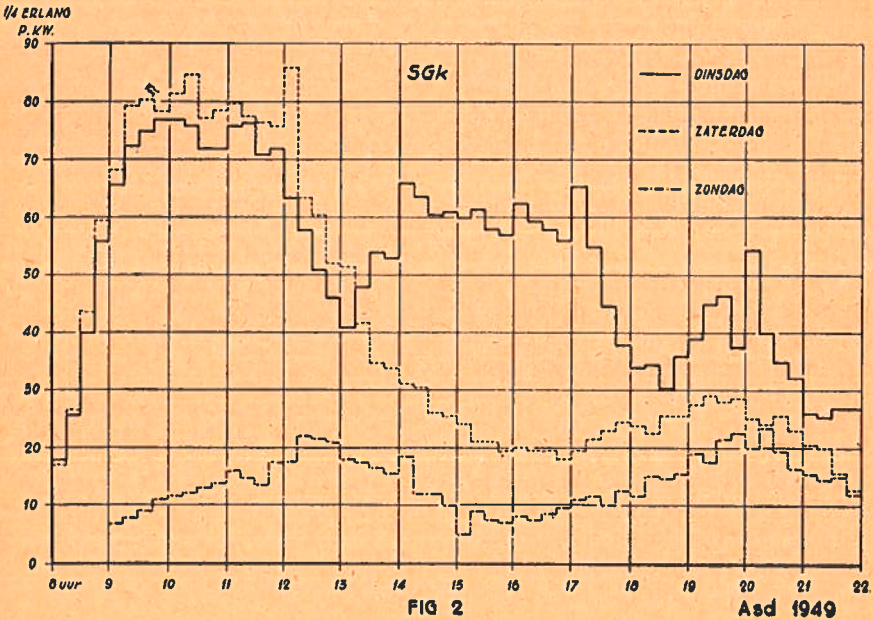


FIG 2

Asd 1949



het inkomende verkeer naar en van een andere centrale, bijv. Ec-Kc-Dc zie fig 1, moet met de daarbij behorende apparaten gecontroleerd worden. De meest gebruikte middelen daarvoor zijn tellers, registrerende ampère- en erlang-meters.

### De tellers.

Beginnende bij de abonné-gesprek-tellers blijkt al direct, dat deze behalve voor de verrekening ook voor de contrôle dienst kunnen doen. Om nl het lokale verkeer van een net vast te stellen, sommeren we de gesprekseenheden van de abonné-tellers en trekken daar het aantal interlocale gesprekseenheden (totaal ISZ) over hetzelfde tijdvak af. De gesprekkenteller (GSZ) van de tijd-zône-overdragers (TZO's) geeft het aantal interlocale gesprekken aan, zodat we van ieder geautomatiseerd net het aantal lokale en interlocale gesprekken kunnen vaststellen.

In de meest belangrijke centrales is nog een contrôle-inrichting geplaatst op een drukke TZO, waarop door middel van tellers het verkeer over de verschillende zône's af te lezen is. Deze gegevens zijn echter, hoe belangrijk ook op zichzelf, lang niet voldoende om het aantal soorten apparaten en lijnen vast te stellen. Dit zou wel het geval zijn, als het verkeer iedere dag en ieder uur gelijk was. Dat hieraan veel ontbreekt toont fig 2, aangevende per kwartier het verkeer op de SGk's te Amsterdam, opgenomen van 8 tot 22 uur, op een Zondag, een Zaterdag en een werkdag, begin 1949. Daar het verkeer des nachts praktisch nihil is, is dit niet weergegeven.

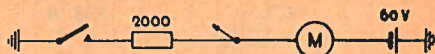


FIG 3

Om dan ook de dichtheid van het telefoonverkeer, zowel in de centrale als op de lijnen naar elders, op verschillende dagen en uren te kunnen vaststellen, worden registrerende ampère- en erlang-meters gebruikt. Daar de schakeling hiervoor niet in iedere centrale gelijk is, zou het veel te veel ruimte in beslag nemen om deze hier alle weer te geven en zullen wij volstaan met het principe daarvan.

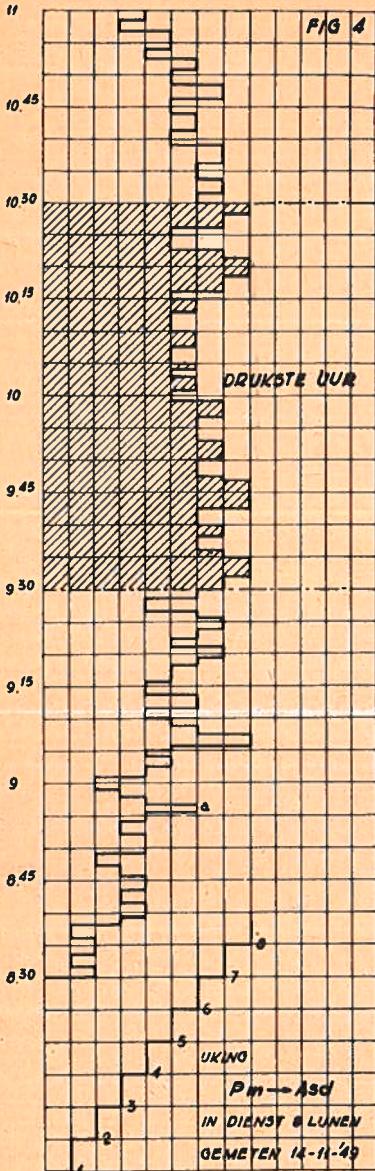
In de beleggingsstroomloop van kiezers en uitgaande overdragers is een extra contact aangebracht, hetwelk via een weerstand van 2000 ohm aarde geeft op een registratieleiding, zie fig 3.

### De erlang-meters.

Deze meters, overeenkomende met onze electriciteitsmeters, worden een bepaalde tijd ingeschakeld, ieder kwartier opgenomen en het verschil in elk kwartier bepaald. De vier opeenvolgende hoogste verschillen vormen samen *het drukste uur*. Dit getal geeft na correctie de erlangwaarde aan van de gemeten bundel.

### De registrerende ampèremeter.

Hoewel deze meters zelf registreren en een juist beeld geven van het verkeer door precies aan te geven hoeveel apparaten gelijktijdig in beslag genomen zijn, moeten deze metingen, om de erlangwaarde te berekenen, geplanimetreerd worden. Daartoe worden niet de pieken, maar de gemiddelde waarde in het drukste uur bepaald, welke overeenkomt met de aanwijzing van een erlangmeter.



In fig 4 wordt het resultaat van een opname met een registrerende ampèremeter aangetoond. De lijn a geeft de uitslag der meting. Volgens ijking zijn de lijnen 1 t/m 8 de juiste aanwijzing, zodat geen verdere correctie toegepast behoeft te worden, wat in de praktijk maar heel zelden zal voorkomen.

Eerst stellen wij het drukste uur vast.

In onze figuur is dat van 9,30 tot 10,30 uur.

Om de erlangwaarde te bepalen moeten we de oppervlakte van het gearceerde gedeelte berekenen. Kunnen we geen gebruik maken van een planimeter, dan gaan we te werk als tabel 1 aangeeft.

### Wat is een Erlang?

Hoewel reeds meerdere malen in het voorgaande geschreven is over de erlang, is dit nog geen algemeen bekende waarde. Deze verkeerswaarde is genoemd naar de mathematicus Erlang, die op dit gebied zeer belangrijk werk verricht heeft. 1 erlang =

- per uur 1 gesprek van 60 min of:
- 5 gesprekken van 12 min of:
- 12 gesprekken van 5 min enz.

Deze erlangwaarde nu wordt gebruikt ter vaststelling van het aantal benodigde lijnen of apparaten, voor diverse bundels en kiestrappen. Met behulp van een kromme, zoals fig 5 aangeeft, kan direct af-

TABEL 1

5 lijnen gedurende drukste uur	1/1 uur belegd geweest = 5 erlang
6e lijn	" " " 4/5 " " " = 0,8 "
7e " "	" " " 1/2 " " " = 0,5 "
8e " "	" " " 1/5 " " " = 0,2 "

Totaal 6,5 "

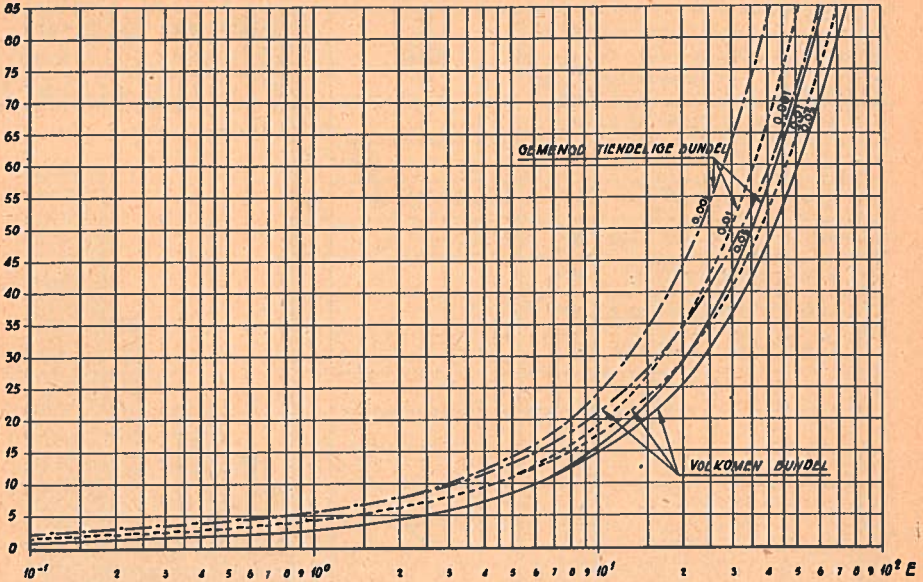


FIG 5

gelezen worden hoe groot de bundel moet zijn als de erlangwaarde bekend is.

E = erlangwaarde

V = verkeersbundel.

Als voorbeeld enige metingen :

a. Gemeten 2e Gk, centrale Hvs 4e duizendtal.

In dienst 48 apparaten.

Erlangwaarde 21,3

Benodigde apparaten bij een stagnatiekans 0,001 = 46 app.

Het aantal kiezers blijkt hier dus voldoende te zijn.

b. Gemeten de lijnenbundel Asd — Zd.

In dienst 48 lijnen.

Erlangwaarde 43,4

Benodigde lijnen bij een stagnatiekans 0,01 = 57 lijnen.

Deze bundel blijkt dus te klein te zijn.

c. Gemeten DGK's Asd distr.

In dienst 30 apparaten.

Erlangwaarde 16,2

Benodigde apparaten bij stagnatiekans 0,001 = 37 apparaten.

Deze metingen, op regelmatige tijdstippen gehouden, met niet te grote frequentie, geven een beeld van het verwerkte verkeer.

Elke meting wordt in een kaartstelsel vastgelegd, zie fig 6.

Links de cijfers, alleen van het drukste uur, zoals deze verstrekt worden door de centralechefs, rechts de grafiek. De streep-stippellijn geeft de grootte van de bundel aan op de dag van de meting.

Zoals reeds in fig 2 is aangetoond hoe het verkeer zich op verschillende dagen gedraagt, worden hierin niet alleen de drukste uren, maar bepaalde metingen per kwartier verwerkt, om een beter beeld te verkrijgen van dat verkeer.

Daarnaast worden met behulp van deze erlangwaarde nog algemene

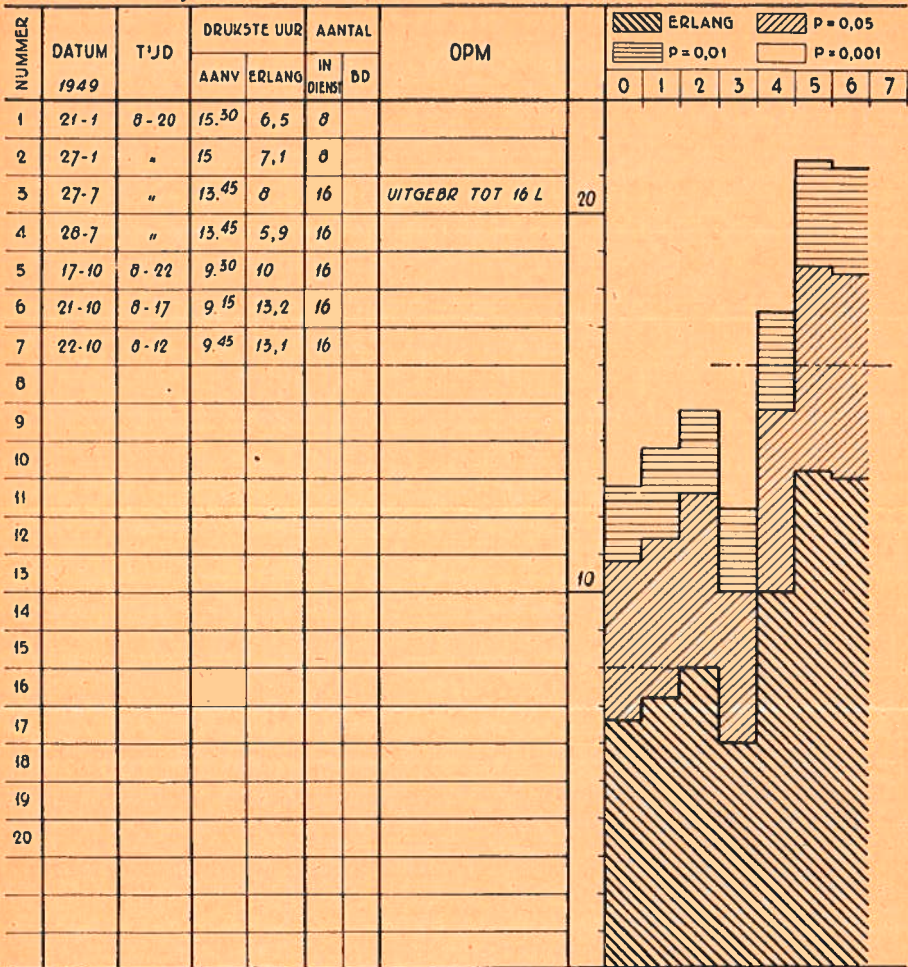


FIG 6

overzichten gemaakt, zoals o.a. fig 7 weergeeft, voorstellende de verkeersstroom in de districtscentrale te Amsterdam, begin 1948. Al deze gegevens worden nu, aangevuld met waarnemingen als verkeerscontrôle, een onderwerp te uitgebreid om in dit artikel te verwerken, gebruikt om bij aanleg of uitbreiding de cijfers te bepalen voor de benodigde apparatuur en lijnen. Veranderingen in

het verkeer kunnen dan ook, indien geen kostbare wijzigingen in de apparatuur nodig zijn, spoedig tot stand gebracht worden.

Het moet zo worden, dat iedere gekozen verbinding tot stand gebracht wordt.

De leuze geldig voor het wegverkeer „Wees heer in het verkeer” kan dan voor het telefoonverkeer luiden:

*Geen stagnatie meer in het telefoonverkeer.*

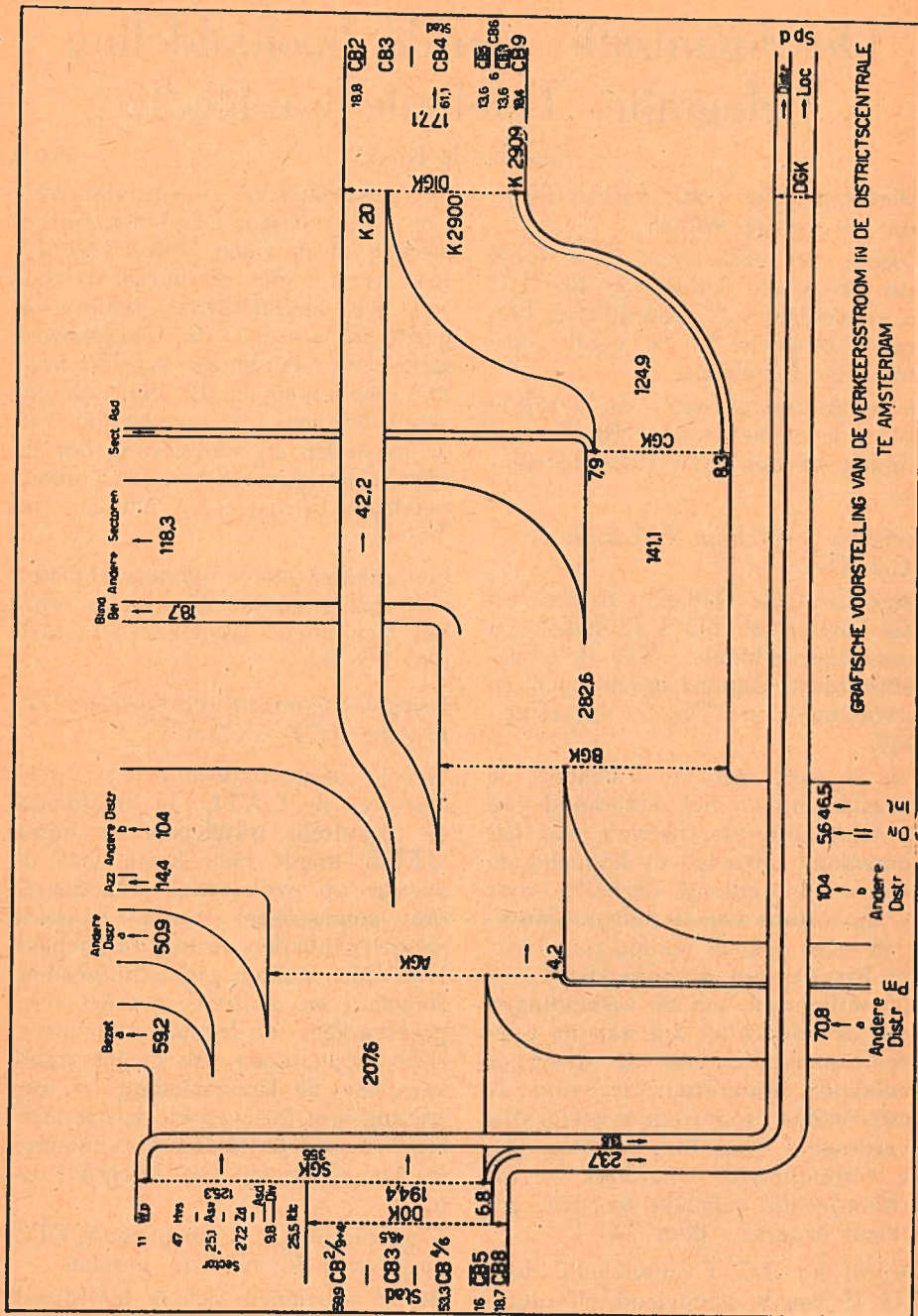


FIG 7

# De organisatie van de hoofdafdeling Telegrafie, Telefonie en Radio

door L. de Klerk

50-039

Allereerst een paar verbeteringen van het vorige artikel.

Tussen de vierde en vijfde regel van de eerste kolom op blz 167 te vermelden CA Coördinatie. Het woord Inspectie in de vijfde regel moet zijn Inspecties.

In de dertigste regel van dezelfde kolom moet het woord Radio vervangen worden door Radiodistributie.

## *Centrale Afdeling Telegrafie (CA TG)*

Deze Centrale Afdeling bestaat uit drie burelen nl TG I (Schakel- en transmissietechniek), TG II (Toesteltechniek, abonné-inrichtingen en uitvoering) en TG S (Secretariaat).

Tot de taak van TG I behoort de ontwikkeling en het onderhoud van de telegraafautomatisering van het binnenland, alsmede de koppelingen met het buitenland. Behalve voor de apparatuur van de telegraafautomaat moet ook de nodige zorg worden besteed aan de ontwikkeling en het onderhoud van de verbindingen voor de telegrafie, dus aan de telegraaftransmissie met de daarvoor benodigde apparatuur, bv voor de meervoudige toonfrequenttelegrafie, overdragers enz. Het inmeten van de verbindingen, waardoor ze bedrijfswaardig gemaakt worden, geschiedt eveneens door TG I.

Wordt bij TG I ontwikkeld, door TG II wordt aangelegd en uitgevoerd; enigszins omschreven omvat dit bureel dus de aanleg van

de automatische telegraafapparatuur en de lijnen, hetzij door uitbesteding of in eigen beheer. Verder ressorteert onder dit bureel de toestel- en abonnédienst, waaronder gerekend worden de telegraaf toestellen en installaties van de kantoren en abonné's. Er kan ook gezegd worden: de voorziening van de toestellen en installaties voor de openbare telegraafdienst en de abonnételegraafdienst is in handen van TG II.

De administratieve aangelegenheden voor beide genoemde burelen worden behandeld door het Secretariaat TG S.

## *Inspectie Contrôle en Tarieven Telegrafie (CT-TG) f*

Neemt, overeenkomstig het vorenstaande, de CATG in hoofdzaak de technische problemen ter hand, CTTG houdt zich bezig met de overige op exploitatief, administratief, commercieel terrein liggende aangelegenheden op telegraafgebied. Hieronder moeten gerekend worden: Regeling en contrôle van het telegraafverkeer, de formaties en materieelvoorzieningen van de telegraafkantoren, de samenstelling en toepassing van tarieven en de commerciële en administratieve problemen in het algemeen van telegraaf en telex.

Voor dit alles is de Inspectie CTTG f onderverdeeld in drie burelen.

Bureel I bemoeit zich in hoofdzaak met de verkeersregelingen, de formaties en de verkeerscontrole.

*F. H. van CA. VTTG. =*

*Centrale afdeling Verkeer en*

# Meetinstrumenten

50-040

door D. A. Beckeringh

## *De temperatuursinvloed.*

Daar de draaispoeltjes van koper of aluminiumdraad gewikkeld zijn, is de invloed van temperatuursveranderingen op de weerstand van deze spoeltjes van die aard, dat deze voor enigszins nauwkeurige instrumenten niet meer toelaatbaar is. De temperatuurcoëfficiënt van koper bedraagt 0,004. Dit betekent dus een toename van de weerstand van 4% bij 10°C temperatuurstijging.

Algemeen geldt als eis voor meetinstrumenten, dat een temperatuursvariatie van 10°C de aanwijzing niet meer procenten mag beïnvloeden dan het getal, dat de nauwkeurigheidsklasse aanduidt. Is dit getal bijv 1, dan is de maximale afwijking die toegelaten wordt 1%. Hebben we een meetinstrument met alleen een spoeltje van koperdraad, zonder voorschakelweerstand, dan zou aan deze eis niet voldaan kunnen worden, omdat koper, bij 10°C temperatuursverschil 4% weerstandsverandering geeft en de afwijking ook 4% zal bedragen. Deze temperatuursverschillen worden uiteraard voortgebracht door de omgeving, maar ook door de stroom in

het draaispoeltje en de weerstanden. Vooral bij het meten van grote stromen dient men hiertegen maatregelen te nemen.

Om de gevoeligheid van het meetstelsel zo groot mogelijk te maken, was, zoals we reeds zagen, een groot aantal windingen vereist in een sterk veld, wat het gebruik van dun wikkeldraad met zich mede bracht en waardoor een zo nauw mogelijke luchtspleet nagestreefd moest worden. Hierdoor mogen we slechts kleine stromen in het spoeltje toelaten.

Deze zijn meestal beperkt tot een grootte van 50 mA, hetgeen neerkomt op een eigen verbruik van nog geen 1 mW en deze kleine energie zal geen noemenswaardige temperatuursverhoging in het spoeltje teweeg brengen. De temperatuursverschillen van buiten af spelen een veel grotere rol.

Het draaispoelinstrument is in principe een ampèremeter, de uitslag is evenredig met de stroom. Als voltmeter gebruikt moet de uitslag evenredig zijn met het aangelegde spanningsverschil en het is dus een eerste vereiste de weerstand van het sys-

Bureel II is aangewezen voor de kwesties van tarieven, klachten, wetgeving, buitenlandse afrekeningen en de behandeling van internationale overeenkomsten, de werkzaamheden dus voor het Comité Consultatif International Télégraphique (CCIT).

Bureel III, het Telexbureel projecteert te zamen met de telefoondirecties en de CA Telegrafie (TG I en II)

de grotere aboné-installaties van de telexdienst. Eveneens werkt CTTG CA V III met CATG samen op het gebied van de verkeerstechnische problemen op het gebied der automatisering en van het buitenlandse telexverkeer. Het behandelt verder in het algemeen de telex-vraagstukken en de telegraaf-huurlijnkwesties.

(wordt vervolgd)

teem constant te houden. Temperatuurverschillen zullen echter de weerstand beïnvloeden, doch het gebruik van materiaal met kleine temperatuurcoëfficiënt voor het wikkeldraad heeft in de praktijk bezwaren, o.a. de stugheid. Om de temperatuursinvloed te verkleinen schakelt men in serie met het spoeltje een weerstandje van weerstandsmateriaal bijv. manganine of constantaan, welke tevens zeer kleine, in verhouding tot koper te verwaarlozen, temperatuurcoëfficiënten hebben.

Voor manganine (84% koper, 12% mangaan, 4% nikkel) is deze ongeveer 0,00001.

Hoe groter deze voorschakelweerstand, des te kleiner de invloed van de weerstandsverandering van het spoeltje.

Op bladzijde 119 van het Groene boek is aangegeven, dat voor een  $n$ -maal groter meetbereik van een voltmeter een voorschakelweerstand bijgeschakeld moet worden, die  $(n-1)$ -maal de meterweerstand bedraagt.

Voeren we deze voorschakelweerstand ook uit in weerstandsdraad, dan zal de mate van temperatuursonafhankelijkheid steeds toenemen met het vergroten van het meetbereik. Daar de stroom steeds gelijk blijft, zal echter het eigen verbruik van de meter evenredig met deze vergroting stijgen.

Van de voltmeter, welke steeds parallel op de te meten spanningsval geschakeld wordt, moet het stroomverbruik zo klein mogelijk zijn, om het te meten spanningsverschil zo weinig mogelijk te beïnvloeden. Men streeft dus naar een hoge inwendige weerstand; het lage stroomverbruik is kenmerkend voor de voltmeter. Dit wordt meestal opgegeven in het aantal  $\Omega/\text{volt}$ .

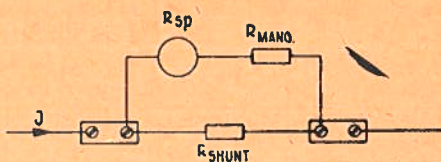


FIG 18

Van de multivi-meter is opgegeven  $330 \Omega/\text{V}$ , van een soortgelijke Franse meter *Contalt* tot  $1000 \Omega/\text{V}$ . De stromen door het spoeltje zijn

dan respectievelijk  $\frac{1}{330} \text{ A} = 3 \text{ mA}$

en  $\frac{1}{1000} = 1 \text{ mA}$ .

Het kleine eigen-verbruik laat gemakkelijk een meetbereikvergroting toe van 1 : 10.000, zoals bijv. de multivimeter I van 0,03 V op 300 V. Als ampèremeter wordt het meetsysteem direct in de leiding opgenomen, tot die stroomgrootte die volle uitslag teweeg brengt, maximaal 50 mA. Het hangt af van de weerstand van het circuit waarin we willen meten, of weerstandsveranderingen van de meter door temperatuurverschillen de stroom zullen beïnvloeden.

De ampèremeter moet steeds een zo laag mogelijke weerstand hebben om een zo klein mogelijke spanningsval te veroorzaken.

Voor het meten van grotere stroomsterkten dan de maximale spoelstroom, moet men derhalve van shunts gebruik maken. Daar de te meten stroom vele malen de maximale spoelstroom kan zijn, gaat de grootste stroom door de shunt, die we daarom altijd principieel in serie met de leiding opgenomen tekenen. Het meetsysteem met meestal grotere weerstand wordt hieraan parallel geschakeld, aangesloten met dunne toevoerleidingen en kleine aansluitklemmen, zie fig 18.



Het meetsysteem voert nu de stroom  $i$ , als deel van de hoofdstroom  $I$ . Om van een juiste aanwijzing van de sterkte van  $I$  door het meetsysteem (met de stroom  $i$ ) verzekerd te zijn, moet de verhouding van de shuntweerstand tot die van de metertak zoveel mogelijk gelijk blijven, bij elke temperatuur van shunt en meetsysteem.

Op bladzijde 120 van het Groene boek is aangegeven, dat voor een meetbereikvergroting van  $n$ -maal, de shuntweerstand  $\frac{1}{n-1}$  maal die van de metertak moet bedragen. Door de shuntweerstand vloeien dus aanmerkelijk grotere stromen dan door de metertak.

Deze laatste zal vrijwel niet in temperatuur stijgen, maar de shuntweerstand kan door de warmteontwikkeling een belangrijke temperatuursverhoging ondergaan (maximaal  $100^{\circ}\text{C}$  toegelaten). De opstelling en uitvoering van de shunts moet dan ook zodanig zijn, dat de warmte in voldoende mate afgevoerd kan worden en deze de metertak niet zal beïnvloeden.

Was de shunt uit koper gemaakt, dan zou de verandering van de shuntweerstand door deze warmteontwikkeling ook de verhouding tussen deze weerstand en die van de metertak wijzigen en een fout in de aanwijzing van de hoofdstroom  $I$  doen ontstaan.

Het is dus zaak deze shuntweerstand ook in weerstandsmateriaal met lage temperatuurcoëfficiënt uit te voeren. Dit brengt met zich mede, dat de metertak ook temperatuur-onafhankelijk moet zijn. De metertak heeft geheel het aanzien van een millivoltmeter gekregen; het meten van een spanningsval over

een lage weerstand. Geheel overeenkomstig neemt men in de metertak een weerstandje in serie met het meetsysteem op, gemaakt van weerstandsmateriaal met lage temperatuurcoëfficiënt.

De spanningsval over de aansluitklemmen moet dus laag zijn om het circuit, waarin de stroom gemeten moet worden, zo weinig mogelijk te beïnvloeden, maar ook om de warmteontwikkeling laag te houden. De shunts worden zover mogelijk verwijderd opgesteld van het draaispoeltje, bijv geplaatst onder een rooster, voor de goede ventilatie of als losse eenheden bij de meter gevoegd.

Hun afkoelend vermogen moet groot zijn, wat gezocht is in een groot oppervlak, zware aansluitblokken en ruime bouw voor een goede warmtegeleiding.

Shunts worden aangeduid met hun spanningsval en de stroomsterkte, die continu gevoerd mag worden, bijv 60 mV, 10 A.

Daar deze weerstanden laag zijn en het materiaal een hoge specifieke weerstand heeft, vallen de afmetingen groot uit, wat gunstig is voor het afkoelend vermogen.

Voor precisie-instrumenten is, om een goede temperatuursonafhankelijkheid te verkrijgen, een minimum waarde van de voorschakelweerstand in de metertak noodzakelijk. Daar het meetsysteem altijd een bepaalde stroom nodig heeft om een goede uitslag te verkrijgen, wordt de spanningsval toch in verhouding groot en is dus de eis van de temperatuursonafhankelijkheid de oorzaak van een verlies aan gevoeligheid.

Een verbetering wordt hierin bereikt o.a. met de schakeling van *Swinburne*, waarin de verhouding van het

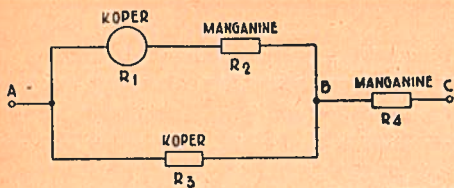


FIG 19

weerstandsmateriaal tot het koper gunstiger is voor het draaispoeltje; men heeft dus een grotere gevoeligheid bereikt bij een voldoende temperatuursonafhankelijkheid.

*De schakeling van Swinburne voor een millivoltmeter.*

In deze schakeling, fig 19, is in serie met het draaispoeltje van koperdraad met de weerstand  $R_1$ , de manganine-weerstand  $R_2$  opgenomen. Deze metertak ligt nu parallel aan de koperweerstand  $R_3$ , het geheel ligt in serie met de manganine weerstand  $R_4$ . Bij toenemende temperatuur stijgt  $R_3$  in sterkere mate dan de weerstand van de metertak. De gehele parallelschakeling neemt dus in weerstand toe, doch  $R_4$  blijft constant van grootte.

Is A—C nu op een constante spanning aangesloten, dan zal de totaalstroom dalen en ook de spanningsval op  $R_1$ . Het spanningsverschil A—B stijgt dus. Door de verschillende weerstandstoename van beide takken, zal de stroomverdeling zich wijzigen en men kan de weerstanden nu zó dimensioneren, dat de weerstandsvergroting van de metertak gelijke tred houdt met de spanningsverhoging op A—B, zodat de stroom door het draaispoeltje gelijk blijft. Tevens gebruikt men deze parallelschakeling om de demping van de meter te beïnvloeden.

Deze schakeling is uiteraard geschikt als millivoltmeter; bij het meten van kleine spanningen blijft de stroom

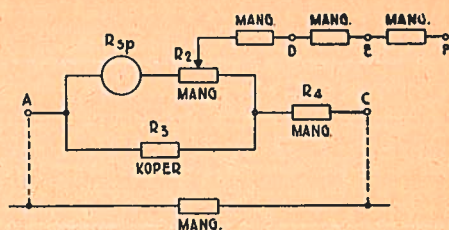


FIG 20

door het spoeltje constant. Dit is ook het geval bij het meten van grote stromen, daar dit neerkomt op het meten van een klein spanningsverschil over een shuntweerstand; A—C wordt dan met de uiteinden van de shuntweerstand verbonden. Voor het meten van kleine stromen is deze schakeling ongeschikt, omdat de verhouding van de weerstand van de metertak tot die van  $R_3$  zich wijzigt met de temperatuur. Voor dit doel zouden de beide takken een gelijke temperatuurcoëfficiënt moeten hebben, daarom brengt men dan in serie met  $R_3$  ook een manganine weerstand aan.

De schakeling uitgevoerd als in fig 20 is dan zowel voor het meten van kleine spanningen als kleine stromen geschikt; A—C dus voor de spanningsmetingen en A—D voor de stroommeting.

Bij het meten van grote spanningen heeft men weer te doen met kleine stromen door hoge weerstanden. De schakeling tussen A—D, met in serie de gewenste voorschakelweerstand, kan dienen voor het meten van hoge spanningen.

A—C kleine spanningen.

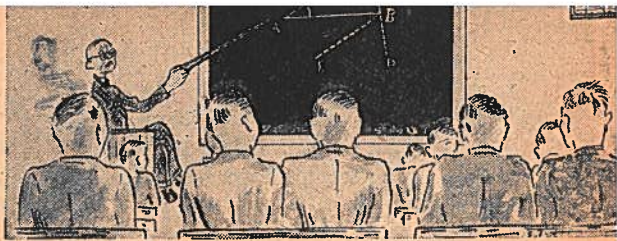
A—C (met shunt) grote stromen.

A—D kleine stromen.

A—D (met voorschakelweerstand) hoge spanningen.

(wordt vervolgd)

# Voor de Beginner



NEDERLANDS

50-047

## Invullen : 1

1. De schuldvorderingslijsten van het f...ssemēt zijn ter griffie van de arrond...ements-rechtbank ged...poneer...
2. De schuldeisers lieten zich niet langer door ...aaiē beloften om de tuin l...den.
3. De fabr...kant berich...e, dat door gebrek aan grondstoffen de fabr...ken enige tijd niet hadden kunnen werken.
4. De kwal...t...t van de laa...e zending zijd... stoffen liet veel te wensen over.
5. Het verlies bij deze h...elijke onderneming liep tot in de duizend...
6. Gezamenlijk stel...e men pogingen in het werk om de afgebroken onderhandelingen te hervatten.
7. De electr... drijfkracht vin... tegenwoordig a...om in d... lande in tal...ze bedr...ven toepassing.
8. Ondanks de uitverkoop stonden de goederen nog hoog gepr...
  2.
    1. Een klant die slecht betaal..., is een dub... d...
    2. Uw cijfer voor het schriftelijk werk word... ook beïnv... door de meerdere of mindere neth...
    3. Uit een pro...: „De kwal... van onze goederen wordt door onze firmanaam geg...
    4. Bij afw... van de patroon tekent de pro...
    5. Wanneer de arr...rechtbank een f... uitspreekt, benoemt ze tevens een r... en een c...
    6. De „Nederlandse Bank” brengt bankbiljetten in de c...
    7. De vorige week sti... enige zakenlieden een N.V.
    8. Morgen aanv... de heer C. het directeurschap.
    9. De op de cursus opged... kennis komt in het dagelijks leven te st...
    10. De rentenier had zijn geld hoofdz... belegd in obl... en hyp...
    11. De uitstalkast van een winkel noemt men de ... en de man, die er voor zorgt, heet een ...
    12. Een c... vennoot mag niet in de zaak werkzaam zijn.
    13. De loopjongen van die zaak ontvr... laatst een paar wol... dassen.
    14. Het door de reder opgest... com... werd door de kapitein ondert...
    15. Het bevr... mij, dat gij die zaak met die leveranciers no... niet in het r...ne hebt gebracht.

3.

1. De theor... kennis van de mid-  
denstander vin... haar toepas-  
sing, wanneer hij zich heeft ge-  
vestigd...
2. Ijs en sneeuw ontwrich... in de  
afgelop... winter het spoorweg-  
verkeer.
3. Verled... jaar bran... het ge-  
bouw van de groent...v...ling te  
X geheel uit.
4. De verbran... inventaris was  
voldoende verzeker..., zodat de  
geled... materi... schade betr...  
gering was.
5. De gro...e der schade werd door  
ta... vastgesteld.
6. Groot was e...ter de overlast  
die men ondervon...
7. Een apo...k ber... de med...  
volgens het re... van de dokter.
8. Hoe handel... gij, indien een  
cl... w...gerachtig is om te be-  
talen?
9. De jongste bediende was belas..  
met het inschr...ven van de not..
10. Hij verrich...e de hem opgedra-  
gen taak fei/fij-oos.
11. Voor die betrekking mel... zich  
laatst ach...ien soll... aan.
12. De aangespoelde aard... kruik  
beva... enige ongeschon... pa-  
pieren.

4.

1. Hij (aarden) (o.t.t.) naar zijn  
vader, maar hij (evenaren) hem  
niet.

2. Gestolen goed (gedijen) niet.
3. De boer (bepoten) verleden jaar  
zijn akker met kleiaardappelen.
4. De bepo... akker leverde een  
flinke oogst op.
5. Von... gij de goud... horloges  
niet mooier dan de verguld...?
6. Hij heeft zijn goederen te gel...  
gemaakt.
7. In deze winkel verkoopt men  
gen... en gebr... goederen.
8. Men verdacht de beruch... mis-  
dadiger van moord met voorbe-  
dach... ra...
9. In deze deli...se winkel zijn geen  
verduurz... levensmiddelen meer  
aanwezig.
10. Tot welke kerk... gezin...e be-  
hoort gij?
11. De chirur... nam voor de oper...  
verscheidene h..g..nische maat-  
regelen.
12. Vele steden (besteden) voor de  
oorlog gro... bedragen voor de  
verfraa... van de verschillende  
wijken.
13. De gro... van de schade door  
het luchtbomb... kan no... niet  
worden vastgestel...
14. Het gestran... en zwaar geha-  
v...de schip kon niet worden  
vlotgesl...
15. U (herinneren) U toch zeker  
onze afspraak, dat U de emb...  
franco zou terugzenden?
16. Bl...kens het jaarverslag heeft  
deze fabriek in het afgel... jaar  
veel nieuwe su...ogaten (produ-  
ceren).

A.

\* \* \*

We zullen nog even verder ingaan op het laatste gedeelte van electro-techniek op blz 148 en dit met enige figuren verduidelijken.

De natuurkundige Biot en Savart hebben vastgesteld, dat een magnetisch pooltje met een sterkte  $m$  in de nabijheid van een stroomvoerende geleider, van een klein gedeelte van die geleider een kracht ondervindt die gelijk is aan

$$P = c \frac{m I a}{r^2} \sin \alpha$$

Hierin stelt  $c$  een constante voor die afhankelijk is van de eenheden, die gebruikt worden,  $a$  is het gedeelte van de geleider dat de afwijking veroorzaakt,  $r$  is de kortste afstand tussen het pooltje  $m$  en het gedeelte  $a$ ,  $\alpha$  is de hoek tussen  $AB$  en de raaklijn van de geleider  $A$ , zie fig 12. Van de som van alle deeltjes van de geleider, dus van de gehele geleider, blijkt de invloed gelijk te zijn aan

$$P_{\text{totaal}} = c \frac{m I}{r}$$

De magnetische veldsterkte in het punt  $B$  wordt  $H = c \frac{I}{r}$

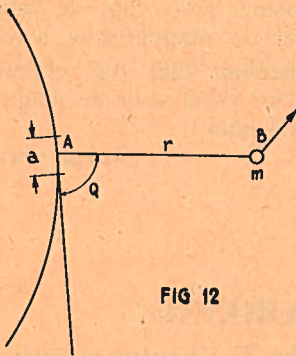


FIG 12

Stellen we  $m$  gelijk 1 en voor de gebruikte eenheden  $c = 2$ , dan is de magnetische veldsterkte in de buurt van een oneindig lange geleider in een punt op een afstand  $r$  gelijk aan

$$H = \frac{2 I}{r}$$

Bewegen we een magneetpooltje langs een van de krachtlijnen, zie fig 13, met een straal  $r$  tegen de richting van het magnetisch veld in, dan moeten we een zekere arbeid verrichten.

Arbeid = kracht  $\times$  weg. Gaan we eenmaal rond, dan is de weg die afgelegd is  $2\pi r$ , nl de omtrek van de parige snelheid uitgevoerd, dan is de kracht die we moeten uitoefenen gelijk maar tegengesteld aan de kracht die het pooltje in het magnetisch veld ondervindt. De te verrichten arbeid is dan gelijk aan

$$A = \frac{2 I m}{r} 2 \pi r = 4 \pi I m \text{ (} r \text{ weg-schrappen).}$$

Uit deze formule zien we dat de afstand tot de geleider (dit is de

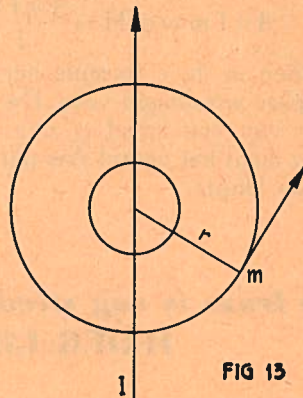


FIG 13

straal  $r$ ) geen invloed uitoefent op de verrichte arbeid.

Bij een draadspoel lopen de krachtlijnen binnen door de spoel en buitenom terug. Binnen in de spoel is het aantal krachtlijnen per  $\text{cm}^2$  groot, dus een sterk veld. Buiten de spoel is er veel meer spreiding en daarom is het aantal krachtlijnen per  $\text{cm}^2$  veel geringer, dus is er een kleinere veldsterkte. Bewegen we een magneetpooltje éénmaal rond door de spoel en buitenom weer terug, dan zal de meeste arbeid verricht moeten worden in de spoel. Nemen we de spoel heel lang dan is de spreiding van de krachtlijnen groot en de veldsterkte gering. De arbeid, die we buiten de spoel moeten verrichten, kunnen we dan verwaarlozen. De arbeid die in de spoel moet worden verricht is gelijk aan  $Hml$  ( $l$  is de lengte van de spoel). Is het aantal windingen van de spoel  $w$ , dan gaan we bij rondgang met het magneetpooltje om  $w$  stroomvoerende geleiders heen.

We hebben reeds gezien, dat bij rondgang om één geleider de arbeid gelijk is aan  $4\pi Im$ .

Bij een draadklos met  $w$  windingen wordt dit  $4\pi Imw$ .

We kunnen dus ook schrijven dat

$$Hml = 4\pi Imw \text{ of } H = \frac{4\pi Iw}{l}$$

$Iw$  stellen in deze formule het aantal ampère windingen voor. De veldsterkte van een spoel is dus gelijk aan  $4\pi$  maal het aantal  $Aw$  per eenheid van lengte.

Dit geldt eigenlijk alleen voor een lange dunne spoel, maar we kunnen hem ook toepassen voor spoelen van andere vormen.

De flux  $\Phi$  wordt nu  $\Phi = H \times O =$

$$\frac{4\pi I w o}{l}$$

Deze formule kunnen we nog wat omwerken door teller en noemer te vermenigvuldigen met  $\frac{1}{o}$ . Er ont-

staat dan:  $\Phi = \frac{4\pi I w}{\frac{1}{o}}$

Deze formule heeft dezelfde gedaante als de Wet van Ohm, immers

$$I = \frac{E}{R}. \text{ Aangezien } R \text{ gelijk is aan}$$

$$c \frac{l}{o} \text{ kunnen we ook schrijven:}$$

$$I = \frac{E}{c \frac{l}{o}}$$

De magnetische krachtstroom  $\Phi$  neemt hier de plaats in van de elektrische stroom  $I$ .

$4\pi Iw$  het aantal ampère windingen, de bron van de krachtlijnen, neemt de plaats van  $E$  in.

De noemer stelt voor de weerstand en wel de magnetische weerstand. We hebben hier dus eigenlijk de Wet van Ohm voor de magnetische krachtstroom.

(wordt vervo!gd)

**Onze leuze is nog steeds:**

**IEDER LID TD — ABONNÉ!**

**Werkt U daaraan ook mee?**

Deze vraag, die door onze lezers is gesteld, houdt momenteel de deskundigen op dit gebied weer bezig, omdat men van mening is dat vroegere theoriën niet geheel juist zouden zijn. Daarom willen we er nu geen diepgaande beschouwing aan wijden, doch trachten door een eenvoudige voorstelling van zaken te bereiken, dat men de werking enigszins kan verklaren.

In de schema's van de automatische telefoonapparatuur zien we dikwijls een condensator parallel over een relais geschakeld, om dat traag opkomend te maken of om de afvaltijd ervan te vergroten. Een condensator kunnen we nl beschouwen als een reservoir voor electriciteit, dat, ledig zijnde, zeer snel een hoeveelheid ervan kan opnemen of deze, gevuld zijnde, zeer snel kan afstaan. Wanneer in fig 1 de stroomketen wordt gesloten, zal de electriciteit van + naar - gaan en daarbij het relais R snel opbrengen. In het geval van fig 2, zal in het begin de condensator C zijn deel opeisen, tot deze geheel gevuld is. Het relais R krijgt daardoor eerst te weinig stroom om direct op te komen; pas wanneer de condensator geheel gevuld is, ontvangt R zijn volle deel. Wordt de stroomketen verbroken, dan zal in het geval van fig 1 het relais R direct stroomloos zijn en dus snel afvallen, terwijl in geval 2 de condensator zijn lading zal afstaan en dus nog even stroom blijven voeren door relais R.

Wanneer het contact i in fig 3, dat bijv het impulscontact van een kies-schijf kan zijn, gesloten is, is de condensator ledig.

Wanneer het contact i een keten

met zelfinductie onderbreekt, zal er een hoge emk van zelfinductie kunnen worden opgewekt, welke de stroom nog zou willen laten voortbestaan. De spanning kan zo hoog zijn, dat de nog zeer kleine opening van het contact door een vonkje wordt overbrugd.

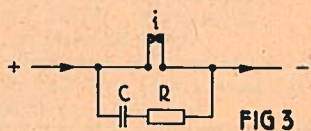
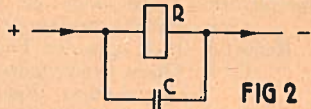
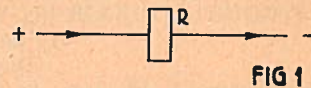
De condensator van een vonkenblusser zal echter zijn deel van de zelfinductiestroom opeisen; wanneer hij geheel gevuld is, dan is intussen de contactopening zó groot en de emk zóveel lager geworden, dat er geen vonk zal overspringen.

Wordt het contact later weer gesloten en daarmee de emk van de condensator kortgesloten, dan zou een zeer grote stroom ontstaan

$$(I = \frac{E}{R} = \frac{E}{0} = \infty = \text{oneindig}$$

groot), welke de contacten zou doen inbranden. Teneinde deze stroom ook te verminderen, wordt een weerstand van bijv 100 ohm voorgeschakeld (I is nu  $\frac{E}{100}$  ampère).

N.B. Het zal onnodig zijn erop te wijzen, dat deze ontladingsstroom van de condensator slechts zeer kort duurt; met het afgeven van de electriciteit zakt ook de emk bijna onmiddellijk tot 0.



*Uitkomsten van blz 184.*

1.  $100 : 10 + 64 + 36 : 8 + 36 =$   
 $10 + 64 + 4\frac{1}{2} + 36 = 114\frac{1}{2}.$

2. 1111111111.

3. 2108,765 m<sup>2</sup>  
 51,007 „  
 0,032 „  
 62,418 „

2222,222 m<sup>2</sup>

4.  $(42977,62 - 30,076) \times 2,375$   
 $- 2000,417 =$   
 $42947,544 \times 2,375 - 2000,417 =$   
 $102000,417 - 2000,417 =$   
 100000.

5.  $\frac{1}{0} = \infty; \frac{1}{\infty} = 0.$

Deze twee vragen komen op de cursus op of een examen bij een vraagstuk nog

wel eens voor en dan heeft men er steeds moeilijkheden mee. En toch is het eenvoudig te onthouden wanneer men bedenkt dat:

$\frac{1}{1} = 1; \frac{1}{0,1} = 10; \frac{1}{0,001} = 1000.$

$\frac{1}{0,000001} = 1000000$  enz  $\frac{1}{0} = \infty.$

Dus wanneer de noemer steeds kleiner wordt, wordt het quotiënt steeds groter; is de noemer 0 geworden, dan is het quotiënt oneindig groot, of omgekeerd:

$\frac{1}{1} = 1; \frac{1}{10} = 0,1; \frac{1}{1000} = 0,001.$

$\frac{1}{1000000} = 0,000001$  enz  $\frac{1}{\infty} = 0.$

Wanneer de noemer steeds groter wordt, wordt het quotiënt steeds kleiner; is de noemer oneindig groot geworden, dan is het quotiënt 0.

## In dit nummer vindt U:

*Het Gyrokompas*

*Kleine Seleniummventielen . . . . . door J. J. Ploos van Amstel*

*Verkeersmetingen . . . . . J. W. ter Beek*

*De organisatie van de Hoofdafdeling Telegrafie, Telefonie en Radio . . . . . L. de Klerk*

*Meetinstrumenten . . . . . D. A. Beckeringh*

*Voor de beginner*

*Examen*

### STUDIEBLAD DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL DER P T T

15 Juli 1950, 5e Jaargang No 7.

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: J. A. van der Touw (Hoofdredacteur) J. C. Brakel, S. J. Geerlings,

C. L. Quint (Redacteuren) en A. C. v. Leeuwen (secr. der redactie).

Redactie-adres: Apeldoornselaan 108, den Haag Tel. 391954.

Administratie: Laan Copes van Cattenburch 10, den Haag, giro 4073.

Typografie: W. E. van Bunge, Druk: N.V. Wieringa, den Haag.

Abonnementprijs f 4.— per jaar. Verschijnt maandelijks.

Alle correspondentie betreffende verzendingen en administratie uitsluitend aan het adres: Laan Copes van Cattenburch 10, den Haag; correspondentie, de inhoud van het blad betreffende, rechtstreeks aan het redactie-adres.